

Ministério da Saúde
Fundação Oswaldo Cruz
Instituto René Rachou
Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva

**INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS ASSOCIADOS A DOENÇAS CRÔNICAS,
INCAPACIDADE E MORTALIDADE ENTRE IDOSOS**

Por

Mary Anne Nascimento Souza

Belo Horizonte
2020

TESE DSC-IRR

M.A.N.SOUZA

2020

MARY ANNE NASCIMENTO SOUZA

**INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS ASSOCIADOS A DOENÇAS CRÔNICAS,
INCAPACIDADE E MORTALIDADE ENTRE IDOSOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva do Instituto René Rachou, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Saúde Coletiva - área de concentração Epidemiologia.

Orientação: Dr. Sérgio Viana Peixoto
Coorientação: Dra. Juliana Vaz de Melo Mambrini

Belo Horizonte
2020

Catálogo-na-fonte
Rede de Bibliotecas da FIOCRUZ
Biblioteca do IRR
CRB/6 1975

N244i
2020

Nascimento Souza, Mary Anne

Indicadores antropométricos associados a doenças crônicas, incapacidade e mortalidade entre idosos/ Mary Anne Nascimento Souza – Belo Horizonte, 2020.

X, 103 f.: il.; 210 x 297mm.

Bibliografia: f. 91-100

Tese para obtenção do título de Doutora em Saúde Coletiva pelo Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva do Instituto René Rachou. Área de concentração: Epidemiologia.

1. Obesidade 2. Circunferência da cintura 3. Hipertensão 4. Diabetes mellitus 5. Mortalidade I. Título. II. Peixoto, Sérgio Viana (Orientador). III. Mambrini, Juliana Vaz de Melo (Coorientador)

CDD – 22. ed. – 305.26

MARY ANNE NASCIMENTO SOUZA

**INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS ASSOCIADOS A
DOENÇAS CRÔNICAS, INCAPACIDADE E MORTALIDADE
ENTRE IDOSOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva do Instituto René Rachou, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Saúde Coletiva - área de concentração Epidemiologia.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Sérgio Viana Peixoto (IRR/Fiocruz) Presidente

Profa. Dra. Mirela Castro Santos Camargos (UFMG) Titular

Profa. Dra. Luciana Souza Braga (UFMG) Titular

Profa. Dra. Larissa Loures Mendes (UFMG) Titular

Profa. Dra. Taynãna César Simões (IRR/Fiocruz) Suplente

Tese defendida e aprovada em Belo Horizonte, 14/05/2020

SUPORTE FINANCEIRO:

Instituto René Rachou/FIOCRUZ

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil- (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Fundação Oswaldo Cruz.

RESUMO

A presente tese é composta por três estudos, sendo que o primeiro, de corte transversal, objetivou investigar a associação isolada e conjunta dos indicadores de obesidade abdominal (*a body shape index* - ABSI, circunferência da cintura - CC, razão cintura-estatura- RCE) e índice de massa corporal (IMC) com a hipertensão arterial e o diabetes *mellitus* em idosos brasileiros. Foram utilizados os dados provenientes da Pesquisa Nacional de Saúde (2013) para a população com 60 anos ou mais (10.537 idosos). A hipertensão arterial e o diabetes *mellitus* foram auto-relatados, e os seguintes índices antropométricos foram avaliados através da aferição direta: ABSI, CC, RCE e IMC. As associações foram avaliadas por regressão logística, com ajustes para fatores de confusão. Os resultados evidenciaram uma associação mais forte entre o relato de hipertensão arterial e diabetes com IMC, CC e RCE na população idosa brasileira, quando comparado ao ABSI. Quando ajustado para IMC, o ABSI mostrou uma associação mais forte com os desfechos, mas não teve desempenho superior ao da CC ou da RCE. Dessa forma, IMC, CC e RCE permanecem como índices úteis para a saúde pública, pelo menos em relação aos desfechos avaliados nessa análise. Os outros dois estudos que compõem essa tese foram desenvolvidos com os dados da Coorte de Idosos de Bambuí. O primeiro estudo teve como objetivo avaliar a associação entre indicadores antropométricos de obesidade abdominal e geral e a incidência de incapacidade em 858 idosos da coorte de Bambuí. A variável desfecho foi a incidência de incapacidade, avaliada a partir das atividades básicas de vida diária. As variáveis de exposição foram os índices ABSI, CC, RCE e IMC. Os *subhazard ratio* e respectivos intervalos de 95% de confiança, da associação entre os tercís dos indicadores antropométricos e incapacidade foram obtidos a partir de modelos de regressão de riscos competitivos, e foram ajustados, por fatores de confusão sociodemográficos e comportamentais. Os resultados demonstraram que ABSI não apresentou associação com incapacidade após ajuste por fatores de confusão, enquanto a CC apresentou associação com o desfecho somente quando não foi feito ajuste pelo IMC. Além disso, foi observado um maior risco de incapacidade, independente de IMC, para aqueles idosos pertencentes ao 3º tercil da RCE. Para o IMC, maiores valores foram associados à maior incidência de incapacidade, mesmo após ajuste por ABSI, mas essa associação não se manteve quando a CC foi incluída no modelo. Nossas análises mostraram que ABSI se mostrou útil para avaliar a associação independente da obesidade geral em relação a incapacidade em idosos, ao contrário da CC. A RCE e o IMC foram preditores da incapacidade entre idosos, podendo ser usados em saúde pública para identificar o risco de

desenvolvimento desse agravo nesse grupo etário. O segundo estudo prospectivo avaliou a associação isolada e independente de indicadores de obesidade abdominal (ABSI, CC e RCE) e de obesidade geral (IMC) com mortalidade. Foram utilizados dados de 1.366 idosos que possuíam informações completas para todas as variáveis de interesse. A variável desfecho foi o tempo até o óbito atribuído a qualquer causa e as variáveis de exposição foram ABSI, CC, RCE e IMC, que foram avaliadas no início do estudo, no 3º, 5º e 11º ano de seguimento. Os *hazard ratio* e respectivos intervalos de 95% de confiança da associação entre os quartis dos indicadores antropométricos e a mortalidade foram obtidos a partir de modelos de riscos proporcionais de Cox estendido, e foram ajustados, por fatores de confusão socioeconômicos e comportamentais. Os resultados mostraram que idosos do 4º quartil de ABSI apresentaram um maior risco de mortalidade, independente do IMC, entretanto, essa associação não se manteve em análises de sensibilidade. Idosos dos 2º, 3º e 4º quartis de IMC apresentaram um menor risco de mortalidade, e essa associação se manteve após ajuste pela CC ou pelo ABSI. De forma oposta, a CC e a RCE não apresentaram associações consistentes com mortalidade geral após ajustes pelos fatores de confusão considerados. A partir das análises realizadas verificamos que a capacidade preditiva do ABSI ainda é frágil, uma vez que houve a perda de significância estatística nas análises de sensibilidade. Assim, outros estudos são necessários para avaliar a consistência dessa associação, principalmente entre os idosos. Os resultados apresentados por essa tese demonstraram associações independentes entre obesidade abdominal e geral com os desfechos em saúde analisados. Assim, estratégias bem-sucedidas que visem manter o peso corporal saudável e que minimizem o acúmulo de gordura abdominal devem ser incentivadas, objetivando reduzir o risco de desenvolvimento de desfechos em saúde desfavoráveis entre os idosos.

Palavras-chave: envelhecimento, obesidade, circunferência da cintura, razão cintura-estatura, IMC, hipertensão, diabetes *mellitus*, mortalidade.

ABSTRACT

The present thesis consists of three studies, the first was a cross-sectional study aimed at investigating the separate and joint association of abdominal obesity indicators (a body shape index - ABSI, waist circumference - WC, waist-to-height ratio – WHtR) and body mass index (BMI) with arterial hypertension and diabetes mellitus, in Brazilian older adults. Data from the National Health Survey (2013) for the population aged 60 or over (10,537 older adults) were used. Arterial hypertension and diabetes mellitus were self-reported, and the following anthropometric indices were assessed through direct measurement: ABSI, WC, WHtR and BMI. Associations were assessed by logistic regression, with adjustment for confounding factors. The results showed a stronger association between the report of arterial hypertension and diabetes mellitus with BMI, WC and WHtR in older Brazilians, when compared to ABSI. When adjusted for BMI, ABSI showed a stronger association with the outcomes, but did not outperform WC or WHtR. Thus, BMI, WC and WHtR remain useful indexes for public health, at least regarding the outcomes assessed in this analysis. The other two studies that make up this thesis were developed with data from the Bambuí Cohort Study of Aging. The first study aimed to evaluate the association between anthropometric indicators of abdominal and general adiposity and the incidence of disability in 858 older adults in the Bambuí cohort. The outcome variable was the incidence of disability, assessed based on basic activities of daily living. The exposure variables were ABSI, WC, WHtR and BMI. The association between the tertiles of anthropometric indicators and disability were investigated using a competing risk regression model, and were adjusted for sociodemographic and behavioral confounding factors. The results showed that ABSI was not associated with disability after adjustment for confounding factors, while WC was associated with the outcome only when not adjusted for BMI. In addition, a greater risk of disability was observed, regardless of BMI, for older adults in the third tertile of the WHtR. For BMI, higher values were associated with a higher incidence of disability, even after adjusting for ABSI, however this association was not observed when WC was included in the model. Our analyzes showed that ABSI was useful to assess the independent association of total fat and disability in older adults, in contrast to WC. WHtR and BMI were predictors of disability among older adults and can be used in public health to identify the risk of developing this condition in this age group. The second prospective study evaluated the separate and joint association of indicators of abdominal adiposity (ABSI, WC and WHtR) and BMI with mortality. Data from 1,366 older adults who had complete information for all variables of interest were used. The outcome

variable was the time until death attributed to all causes and the exposure variables were ABSI, WC, WHtR and BMI, which were assessed at the beginning of the study, and in the 3rd, 5th and 11th year of follow-up. The association between the quartiles of anthropometric indicators and mortality was investigated using an extended Cox proportional hazards model, and adjusted for socioeconomic and behavioral confounding factors. The results show that older adults in the 4th ABSI quartile had a higher risk of mortality regardless of BMI (1.27; 95% CI: 1.01-1.58), however, this association was not observed in sensitivity analyzes. Older adults in the 2nd, 3rd and 4th BMI quartiles had a lower risk of mortality, and this association was maintained after adjustment for WC or ABSI. Conversely, WC and WHtR did not show associations consistent with all-cause mortality after adjustment for confounding factors. The analyzes showed that ABSI's predictive capacity for mortality is still weak, considering the loss of statistical significance in the sensitivity analyzes. Thus, further studies are needed to assess the consistency of this association, especially among older adults. The results presented in this thesis demonstrated independent associations between abdominal and general obesity with the analyzed health outcomes. Thus, successful strategies that aim to maintain a healthy body weight and that minimize the accumulation of abdominal fat should be encouraged, aiming to reduce the risk of developing unfavorable health outcomes among older adults.

Keywords: aging, obesity, waist circumference, waist-to-height ratio, BMI, hypertension, diabetes, mortality.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	11
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivo geral	14
2.2 Objetivos específicos.....	14
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1 Envelhecimento populacional, doenças crônicas não transmissíveis e incapacidade.....	15
3.2 Envelhecimento, composição corporal e antropometria.....	16
3.3 Indicadores antropométricos, incapacidade e morbimortalidade em idosos.....	18
4 METODOLOGIA.....	22
4.1 Metodologia do artigo 1: Pesquisa Nacional em Saúde (2013)	22
4.1.1 População de estudo e coleta de dados.....	22
4.1.2 Variáveis de interesse e procedimentos de coleta.....	23
4.1.3 Análise estatística.....	24
4.2 Metodologia dos artigos 2 e 3: Coorte de idosos de Bambuí.....	26
4.2.1 População de estudo e coleta de dados.....	26
4.2.2 Variáveis de interesse e procedimentos de coleta.....	27
4.2.3 Análise estatística.....	30
5 APRESENTAÇÃO DOS ARTIGOS.....	35
5.1 Resultados do artigo 1: “A body shape index” and its association with arterial hypertension and diabetes mellitus among Brazilian older adults: National Health Survey (2013).....	36
5.2 Resultados do artigo 2: Indicadores antropométricos e incidência de incapacidade: 15 anos da coorte de idosos de Bambuí.....	51
5.3 Resultados do artigo 3: Association between a body shape index and mortality: bambuí cohort study of aging	70
6 CONCLUSÃO.....	88
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	90
REFERÊNCIAS.....	91
APÊNDICE A: Avaliação do pressuposto de proporcionalidade dos riscos ao longo do tempo	101
APÊNDICE B: Primeira página do artigo 1 publicado na revista Cadernos de Saúde Pública.....	102
APÊNDICE C: Carta de aceite do artigo 3.....	103

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A expectativa de vida da população mundial e o envelhecimento populacional estão aumentando, e essa tendência pode ser observada, também, para a população brasileira (WHO, 2016). Segundo dados do censo demográfico de 2010, o país contava com cerca de 23,5 milhões de idosos, correspondendo a 12,3% da população total (IBGE, 2011a), o que representa um acréscimo de aproximadamente 39,0% em relação ao censo de 2000, quando se registrou 14,5 milhões (8,6%) (IBGE, 2002). Projeções recentes realizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) mostraram que, para idosos de 60 anos ou mais, o aumento na participação relativa é elevado, passando de 13,8%, em 2020, para 33,7%, em 2060 (IBGE, 2013).

O processo de envelhecimento humano está associado a mudanças importantes nas funções fisiológicas (PRADO et al., 2012), o que inclui alterações da composição corporal, como o aumento do tecido adiposo¹, que podem comprometer a saúde e o modo de vida dos idosos (CANNING et al., 2014). Além disso, o atual perfil demográfico e epidemiológico somado às condições socioeconômicas e de estilo de vida da população brasileira, também podem favorecer um acúmulo de gordura corporal, o que contribui para o aumento do número de idosos com uma elevada carga de doenças crônicas e com elevado grau de limitações funcionais ou incapacidade (NUNES et al., 2018; CAMPOS et al., 2016).

Nesse contexto, o sobrepeso e a obesidade² são importantes fatores determinantes de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), incapacidade e da mortalidade, evidenciando que o aumento da prevalência de excesso de peso³ contribui para redução na qualidade de vida das populações, incluindo a de idosos (WALTER et al., 2009). A limitação funcional acarreta em prejuízo substancial na capacidade de um indivíduo executar eficazmente atividades cotidianas e está fortemente associada ao risco elevado de morbimortalidade (HUANG et al., 1988; MASLOW et al., 2011). Nesse sentido, alguns autores mostraram que idosos com obesidade estão em maior risco de limitações funcionais do que os com peso adequado

¹ Embora tecido adiposo e a gordura corporal sejam diferentes em relação às características bioquímicas e metabólicas, esses termos foram usados de forma intercambiável nessa tese para fins de revisão da literatura (SHUSTER et al., 2012).

² Sobrepeso e obesidade são definidos como " acúmulo anormal ou excessivo de gordura que apresenta um risco à saúde " (https://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood_what/en/).

³ Excesso de peso: definido com um IMC $\geq 25\text{kg/m}^2$ de acordo com a Organização Mundial da Saúde (https://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood_what/en/).

(JENSEN et al., 2010), o que demonstra a importância do excesso de peso para um maior risco de desenvolvimento desse desfecho em saúde

Apesar das evidências científicas serem bem estabelecidas no que diz respeito a relação entre adiposidade e a ocorrência de DCNT (WHO, 2009), os parâmetros de avaliação antropométrica e da composição corporal ainda não são específicos para idosos, especialmente aqueles que avaliam a adiposidade abdominal (CETIN; NASR, 2014), também denominada de obesidade abdominal, central ou visceral (WHO, 2008). Métodos com maior acurácia para avaliação da gordura corporal, como densitometria por dupla emissão de raios-X, tomografia computadorizada e ressonância magnética, são muito onerosos e expõem o indivíduo à radiação tornando seu uso na prática clínica inviável. Portanto métodos de menor custo, como a antropometria, são os mais utilizados na maioria dos serviços de saúde, bem como em pesquisas com grandes amostras populacionais (WANG et al., 2014).

São inúmeros os indicadores antropométricos disponíveis para avaliação do estado nutricional sendo que, a maioria deles, apresenta como vantagens a facilidade de obtenção e o baixo custo (BAUMGARTNER, 1993; HU et al., 2008). De forma resumida, o índice de massa corporal (IMC) prediz a obesidade geral enquanto a circunferência da cintura (CC) e relação cintura-quadril (RCQ) identificam a gordura localizada na região central do corpo. Já a razão cintura-estatura (RCE) considera a proporção de gordura central pela estatura do indivíduo. Além desses índices, tradicionalmente utilizados, novos indicadores têm sido propostos, tais como a *body shape index* (ABSI), que avalia a obesidade abdominal, sendo calculado pela seguinte equação: $ABSI = CC \text{ (m)} \div (IMC^{2/3} \times \text{altura (m)}^{1/2})$. Esse índice foi proposto por apresentar a vantagem de ser independente do IMC, ou seja, ABSI poderia elucidar a capacidade preditiva da obesidade abdominal que não pode ser atribuída ao IMC (KRAKAUER & KRAKAUER, 2012).

ABSI previu de forma mais acurada o risco de mortalidade por todas as causas em população de adultos e idosos dos Estados Unidos, comparado à CC e ao IMC. No entanto, os autores verificaram diferenças entre etnias, com menor poder prognóstico entre latinos do que caucasianos e afro-americanos, evidenciando a necessidade de condução de outros estudos de coorte com diferentes grupos étnicos para esclarecer a consistência desses achados sobre o poder preditivo do ABSI (KRAKAUER & KRAKAUER, 2012).

Também já foi demonstrada por outros autores em população de adultos e idosos uma associação entre ABSI e mortalidade entre população da Grã-Bretanha (KRAKAUER & KRAKAUER, 2014), e entre ABSI e doenças metabólicas (BERTOLI et al., 2017), em indivíduos italianos. No entanto, outros estudos verificaram que ABSI foi um preditor mais fraco de doença cardiovascular em iranianos adultos (HAGHIGHATDOOST et al., 2014) e de mortalidade por doença cardiovascular entre adultos e idosos europeus (SONG et al., 2013) quando comparado a outros indicadores antropométricos.

No Brasil, a associação desse índice com doenças crônicas foi pouco explorada (PEREIRA; SILVA, 2017; REZENDE et al., 2019), no entanto, para incapacidade e mortalidade, de acordo com o nosso conhecimento, não existem estudos conduzidos com população brasileira. Em função da miscigenação da população brasileira, que tem raízes ancestrais africanas, europeias e nativas americanas (KEHDY et al., 2015), a aplicabilidade do ABSI pode apresentar desempenho diferente, no que se refere à compreensão dos riscos de doenças importantes presentes nessa população.

Diante desse contexto e considerando o crescimento da população idosa, que não ocorre concomitantemente com mudanças na atenção à saúde, favorecendo situações em que os idosos apresentam prejuízo nutricional e limitações para realizar tarefas cotidianas (VERAS, 2009), tem sido crescente o interesse em investigar o poder preditivo de medidas antropométricas para diferentes desfechos em saúde, tais como fatores de risco cardiometabólicos, incapacidade e mortalidade. A obtenção de tal conhecimento pode contribuir para o estabelecimento de ações de saúde com vistas a reduzir as taxas de morbimortalidade, melhorar o bem-estar físico, social e mental, além de reduzir os custos com cuidados de saúde com a população idosa advindos do excesso de peso.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Investigar a associação de indicadores antropométricos de obesidade abdominal (ABSI, CC e RCE) e geral (IMC) com hipertensão arterial, diabetes *mellitus*, incapacidade e mortalidade em idosos.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a associação de ABSI com hipertensão arterial e diabetes *mellitus* em comparação aos indicadores antropométricos tradicionalmente utilizados (IMC, CC, RCE) para avaliação de excesso de peso em idosos brasileiros (Artigo 1).
- Avaliar a capacidade de indicadores antropométricos de obesidade abdominal (ABSI, CC e RCE) e geral (IMC) em prever incapacidade em atividades básicas de vida diária em idosos da Coorte de Bambuí (Artigo 2).
- Avaliar a capacidade de indicadores antropométricos de obesidade abdominal (ABSI, CC e RCE) e geral (IMC) em prever mortalidade por todas as causas em idosos da Coorte de Bambuí (Artigo 3).

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Envelhecimento populacional, doenças crônicas não transmissíveis e incapacidade

Os idosos são o segmento de mais rápido crescimento na população mundial, considerando que a proporção de indivíduos acima de 60 anos quase dobrará, passando de 12,0% para 22,0%, entre os anos de 2015 e 2050 (OPAS, 2018). No Brasil, dados do último censo revelaram que a população brasileira com até 25 anos de idade teve menor representatividade no total da população, em 2010, enquanto houve um aumento na participação relativa daqueles com 65 anos ou mais, que era de 4,8% em 1991, passando a 5,9% em 2000 e chegando a 7,4% em 2010 (IBGE, 2011b).

Dados recentes da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - Características dos Moradores e Domicílios, mostrou que a população brasileira manteve a tendência de envelhecimento dos últimos anos e ganhou 4,8 milhões de idosos desde 2012, superando a marca dos 30,2 milhões em 2017 (IBGE, 2012). Esse aumento expressivo dessa população é decorrente do processo de transição demográfica, caracterizado pela redução das taxas de fecundidade e de mortalidade (WONG & CARVALHO, 2006).

Paralelamente ao envelhecimento da população brasileira, observam-se os fenômenos das transições epidemiológica e nutricional. A primeira caracteriza-se por uma evolução gradual dos problemas de saúde caracterizados por alta morbimortalidade por doenças infecciosas, passando a caracterizar-se predominantemente por DCNT. A segunda, caracteriza-se pelo aumento progressivo do excesso de peso em função das mudanças do padrão alimentar e do sedentarismo da vida moderna (MALTA et al., 2006).

O processo de envelhecimento envolve alterações moleculares, morfofisiológicas e funcionais que se associam à própria idade e ao acúmulo de danos, ao longo da vida, decorrentes da interação entre fatores genéticos e hábitos de vida não saudáveis, levando ao aumento na prevalência de DCNT (BRASIL, 2011). Assim, um dos principais desafios no âmbito da saúde dos idosos são as DCNT, tais como doenças cardiovasculares, câncer e diabetes *mellitus* (EPPING-JORDAN et al., 2001). Embora não sejam doenças exclusivas dos idosos, sua prevalência é muito maior nesse grupo etário, quando comparado a outros grupos (BARROS et al., 2011). Além disso, esse grupo apresenta várias dessas enfermidades simultaneamente (BANERJEE, 2015), o que caracteriza um perfil de multimorbidade que

requer cuidado permanente e tratamentos diferenciados. Em virtude deste cenário, o Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das DCNT no Brasil (2011-2022), do Ministério da Saúde, apresenta atenção especial à meta de envelhecimento ativo, incluindo ações como promoção de atividade física, capacitação de cuidadores na comunidade, além de campanha de estímulo à autonomia e independência dos idosos (BRASIL, 2011).

Além da elevada carga de doenças crônicas, os idosos são acometidos, com frequência, por algum grau de incapacidade, que interfere negativamente na independência e autonomia desse grupo populacional. Ademais, 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 (LIMA-COSTA et al., 2011b), demonstrando o impacto desse quadro para a saúde dessa população.

No que se refere à transição nutricional, no Brasil, informações do Sistema de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para as Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (VIGITEL) mostraram que a prevalência da obesidade entre a população brasileira passou de 11,8% em 2006 para 20,3% em 2019. O excesso de peso também cresceu no mesmo período, passando de 42,6% para 55,4% da população. Já entre os idosos de 65 anos ou mais, a prevalência de excesso de peso passou de 53,1% no ano de 2006 para 59,8% em 2019 (BRASIL, 2007; BRASIL, 2020).

Portanto, o fenômeno do rápido envelhecimento populacional, aliado aos processos de transição epidemiológica e nutricional, revelam a elevada carga de morbidade e mortalidade para esse segmento etário, colocando-se como importante desafio para a saúde pública.

3.2 Envelhecimento, composição corporal e antropometria

O processo de envelhecimento envolve alterações fisiológicas e nutricionais que se manifestam pela perda de peso, altura (DEY et al., 1999), redução da massa óssea, massa muscular, água corporal, especialmente do componente intracelular, e aumento do tecido adiposo (GOING et al., 1995). No entanto, deve-se observar que esse processo não está associado apenas com o aumento da adiposidade corporal, mas também com alteração de seu padrão de distribuição, com redução da gordura subcutânea e consequente aumento da gordura visceral no fígado, músculo e medula óssea. Tais mudanças, pelo menos em parte, podem ser atribuídas à desregulação relacionada com a idade no metabolismo dos lipídeos subcutâneos (SEIDELL et al., 2000; DESPRES & LEMIEUX, 2006). Além disso, essas

modificações podem variar em função da raça/etnia (GALLAGHER et al., 2000; CHUMLEA et al., 2002) e dos fatores ambientais e comportamentais (DEY et al., 2001; JYRKKA et al., 2011).

Esse aumento da adiposidade corporal evidenciado entre os idosos está associado a diversos desfechos em saúde com resultados negativos, tais como dislipidemia (LEMIEUX, 2004) e resistência à insulina (LEWIS et al., 2002). Além disso, a maior redução da massa magra periférica quando comparada à central (BEAUFRERE & MORIO, 2000), situação que ocorre com o envelhecimento, aliada ao aumento de gordura corporal, tem sido considerada uma síndrome geriátrica denominada como obesidade sarcopênica (STENHOLM et al., 2008).

Essas alterações da composição corporal em idosos podem ser detectadas pela avaliação do estado nutricional, e para isso, vários métodos estão disponíveis. A ressonância magnética, tomografia computadorizada e absorção de raios-x de dupla energia são considerados padrão ouro para a avaliação do tecido adiposo subcutâneo e visceral (BERTIN et al., 1998; LUU et al., 2009). Porém, esses métodos são caros e difíceis de serem realizados, não sendo recomendados na prática clínica ou em estudos populacionais. Assim, técnicas mais simples que possam discriminar a gordura corporal, no que diz respeito à previsão de distúrbios metabólicos e de mortalidade, são desejadas (SHUSTER et al., 2012).

Nesse contexto, as medidas antropométricas podem ser utilizadas, uma vez que são consideradas válidas para a determinação do estado nutricional, quando comparadas com metodologias mais sofisticadas (KYLE et al., 2002). A antropometria é um método não invasivo, de baixo custo e tem sido muito utilizado para avaliar a composição corporal e suas mudanças com o avanço da idade (BAUMGARTNER, 1993; HU et al., 2008). Além disso, pode ser usada para avaliar o prognóstico de doenças crônicas e agudas orientando a intervenção médica em idosos (GRINKER et al., 2000; FORSTER & GARIBALLA et al., 2005; VILLAREAL et al., 2005).

Assim, diante das modificações na composição corporal relacionadas ao envelhecimento, a avaliação antropométrica apresenta-se como uma etapa essencial da avaliação nutricional geriátrica, uma vez que possibilita avaliar estados relacionados à desnutrição, excesso de peso, perda de massa muscular e redistribuição do tecido adiposo, que têm grande impacto no estado de saúde e também na qualidade de vida desse grupo.

3.3 Indicadores antropométricos, incapacidade e morbimortalidade em idosos

O excesso de peso é associado ao aumento do risco de muitas doenças crônicas na população geral tais como diabetes *mellitus* e doenças cardiovasculares. Outras complicações associadas incluem depressão, alguns tipos de câncer (GALLICCHIO et al., 2007), apneia do sono (ONAT et al., 2009), osteoartrite, entre outras. Adicionalmente, resultado de uma metanálise de 239 estudos prospectivos realizados em quatro continentes com adultos e idosos, mostrou associação consistente entre excesso de peso e mortalidade por todas as causas (GLOBAL BMI MORTALITY COLLABORATION, 2016).

Além das associações com doenças crônicas e mortalidade, evidências crescentes sugerem uma relação entre estado nutricional e incapacidade funcional, na qual o excesso de peso aumenta o risco de limitações funcionais (JENSEN & HSIAO, 2010; SAMPER-TERNENT et al., 2012). O excesso de peso também parece afetar a recuperação de uma incapacidade adquirida ao longo do tempo (SAMPER-TERNENT et al., 2012), o que é especialmente relevante dado o aumento crescente da expectativa de vida.

Vários indicadores antropométricos têm sido propostos para identificar idosos em risco elevado de morbidades e mortalidade. Dentre eles, o mais utilizado para avaliar excesso de peso corporal ou a obesidade, em estudos epidemiológicos, é o IMC. No entanto, sua validade como indicador de excesso de peso tem sido questionada, uma vez que não distingue entre acúmulo de massa magra e gorda, e, não faz distinção entre os locais de deposição de gordura corporal (NEVILL et al., 2006; HEYMSFIELD et al., 2009; BRAY et al., 2012; GÓMEZ-AMBROSI et al., 2012).

Apesar do excesso de peso ser reconhecido como um importante fator de risco no desenvolvimento de doenças crônicas, algumas metanálises tem apontado que a relação existente entre IMC e mortalidade em idosos difere daquela encontrada em adultos (FLEGAL et al., 2013; WINTER et al., 2014). Idosos com doenças crônicas e IMC elevado podem apresentar menor mortalidade por todas as causas e por doença cardiovascular em comparação a indivíduos com peso normal. Esse efeito protetor do excesso de peso tem sido chamado de “paradoxo da obesidade”, em que o excesso de peso está associado ao aumento do risco de doenças cardiovasculares, mas diminui a mortalidade por essas doenças (CHAPMAN, 2010).

O termo “paradoxo da obesidade” tem sido frequentemente usado na literatura biomédica, referindo-se a um resultado contra intuitivo, que poderia ser decorrente por exemplo, de erros metodológicos (FLEGAL; IOANNIDIS, 2018). No entanto, seu uso tem sido desincentivado por alguns autores, uma vez que não há uma definição precisa para esse termo entre os diversos estudos que o utiliza. Além disso, os autores destacam que descobertas inesperadas não devem ser vistas negativamente, pois essas podem levar a novos conhecimentos (FLEGAL; IOANNIDIS, 2018; FLEGAL, 2019).

Esse paradoxo pode ser parcialmente explicado pela falta de poder discriminatório do IMC para diferenciar entre massa corporal magra e massa gorda (BIGAARD et al., 2004), não sendo simplesmente um substituto para a obesidade geral. Além disso, uma maior mortalidade nas categorias mais baixas de IMC pode ser devido à obesidade sarcopênica caracterizada por uma baixa massa muscular (STENHOLM et al., 2008). Essas observações apontam para a limitação do IMC como uma medida da adiposidade em idosos, devido às modificações da composição corporal e da interferência da redução da estatura com o envelhecimento.

Redução ou estabilidade do peso corporal e do IMC observadas em idosos, podem mascarar aumentos na obesidade geral e regional, devido à redução concomitante na massa magra decorrentes do processo de envelhecimento (KUK et al., 2009). Esse contexto no qual se insere o idoso reforça a necessidade de associar outras medidas corporais, juntamente ao IMC, que sejam capazes de identificar as diferentes reservas corporais. Além disso, avaliar as mudanças na distribuição total (geral) ou regional de gordura com o envelhecimento pode ser útil, uma vez que essa distribuição tem efeitos substanciais sobre o risco de morbidade e mortalidade nessa população (VISSCHER et al., 2001; HUANG et al., 2005).

A relação entre adiposidade abdominal e risco cardiovascular é bem estabelecida na literatura. Enquanto a adiposidade visceral associa-se ao risco metabólico, a gordura subcutânea apresenta-se como fator protetor (KRAKAUER; KRAKAUER, 2016). Indicadores de obesidade abdominal, como a CC e a RCE podem superar o IMC por fornecerem uma estimativa da gordura abdominal, que está relacionada à quantidade de tecido adiposo visceral (LARSSON et al., 1984). O uso da CC tem sido sugerido por organizações nacionais e internacionais de saúde para complementar o uso do IMC na avaliação do excesso de peso. Entretanto, essa medida não leva em consideração o fato de que indivíduos mais altos têm uma maior CC, apresentando-se como uma limitação de seu uso (HSIEH & YOSHINAGA,

1999; WHO, 2008). Além disso, a elevada correlação existente entre CC e IMC dificulta a determinação independente do papel da obesidade abdominal ou da obesidade geral como fator de risco para os desfechos em saúde (MOORE, 2009; KRAKAUER & KRAKAUER, 2012).

A RCE foi proposta como uma medida alternativa para avaliar a obesidade abdominal (HSIEH & YOSHINAGA, 1995; LEE et al., 1995) que contorna as limitações da CC. Resultados de uma metanálise envolvendo mais de 300.000 indivíduos de vários grupos étnicos, mostraram a superioridade da RCE sobre a CC e o IMC para prever fatores de risco cardiometabólicos em homens e mulheres (ASHWELL et al., 2012). Embora estudos tenham verificado a utilidade da RCE para prever desfechos em saúde, essa medida também apresenta uma elevada correlação com o IMC.

Essas questões apresentadas levaram os pesquisadores a explorarem novas medidas que avaliassem de forma mais acurada o papel independente da adiposidade corporal, principalmente àquela ligada à gordura visceral. Publicações recentes têm proposto novos indicadores com a justificativa de serem superiores à CC para predição do risco cardiometabólico em adultos e idosos. Krakauer & Krakauer (2012) desenvolveram uma nova medida antropométrica, ABSI, com base na CC, ajustado pela altura e IMC. Um valor elevado de ABSI indica uma maior CC em relação ao esperado para uma dada altura e peso, sendo uma medida que reflete uma maior centralização de gordura, o que sugere um maior acúmulo de adiposidade visceral. Devido ao fato de ABSI apresentar uma baixa correlação com o IMC e uma correlação moderada com CC, esse índice pode ser usado conjuntamente com o IMC para capturar o risco cardiometabólico independente associado à obesidade abdominal (KRAKAUER & KRAKAUER, 2012).

Uma recente metanálise conduzida com 24 coortes retrospectivas de 15 países verificou que o desempenho de ABSI foi superior na previsão de mortalidade por todas as causas (JI et al., 2018) quando comparado à CC e ao IMC. Além da mortalidade, outros eventos mostraram-se associados ao ABSI. Em estudo com população chinesa, as medidas de CC, IMC e ABSI apresentaram capacidades preditivas semelhantes para diabetes *mellitus* (HE & CHEN, 2013). Além disso, alguns autores demonstraram que em adultos com diabetes, ABSI foi útil para identificar não só adiposidade visceral, mas também sacorpenia, desfecho que está relacionado à incapacidade (GOMEZ-PERALTA et al., 2018). Por outro lado, os resultados

de um estudo conduzido em uma população chinesa mostraram que ABSI foi um preditor fraco para o risco de doenças cardiovasculares ou síndrome metabólica (ZHANG et al., 2018).

Embora estudos anteriores tenham demonstrado uma associação isolada de ABSI com desfechos em saúde, poucos estudos avaliaram a contribuição conjunta do IMC e do ABSI (BERTOLI et al., 2017; NASCIMENTO-SOUZA et al., 2019). Essa análise é importante uma vez que ABSI foi desenvolvido para permitir que os pesquisadores determinassem a contribuição isolada da obesidade abdominal e da obesidade geral. Estudo retrospectivo realizado com 6081 adultos avaliou a contribuição isolada e conjunta do ABSI para prever componentes da síndrome metabólica e espessura da gordura abdominal visceral. Os autores verificaram que o uso de isolado de ABSI foi menos preciso que o IMC na previsão de fatores de risco para doenças cardiometabólicas, entretanto, o uso conjunto de ABSI e IMC foi superior aos modelos que continham cada índice isolado (BERTOLI et al., 2017).

Claramente, nenhuma medida antropométrica pode capturar todos os aspectos do problema geral da obesidade e suas doenças relacionadas. As investigações relacionadas ao ABSI têm sido conduzidas em diferentes populações, entretanto, pouco se conhece sobre sua capacidade preditiva para morbidades (PEREIRA & SILVA, 2017; REZENDE et al., 2019), incapacidade e mortalidade em idosos brasileiros.

Diante desse contexto, ressalta-se a importância dos estudos que visem à identificação de idosos em risco elevado de morbimortalidade, por meio de indicadores antropométricos, podendo apresentar-se como uma estratégia eficiente para a detecção precoce e para o controle de desfechos em saúde, principalmente porque essas medidas podem ser realizadas sem aparato técnico especializado e estão relacionadas a importantes doenças, comuns nessa população.

4. METODOLOGIA

A metodologia da presente tese foi subdividida em dois tópicos: o primeiro refere-se à metodologia aplicada aos dados da Pesquisa Nacional de Saúde que resultou na produção do artigo 1, e o segundo, refere-se à metodologia aplicada aos dados provenientes da Coorte de Idosos de Bambuí, que resultou na produção dos artigos 2 e 3.

4.1 Metodologia do artigo 1: Pesquisa Nacional em Saúde (2013)

4.1.1 População de estudo e coleta de dados

Trata-se de um estudo transversal, de base domiciliar que utilizou dados da Pesquisa Nacional de Saúde (PNS), conduzida em 2013, em amostra representativa da população adulta brasileira, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Ministério da Saúde. A PNS foi aprovada pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) em 2013, Processo nº 328.159, e todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (BRASIL, 2013).

A seleção da amostra foi realizada em três estágios: os setores ou conjunto de setores censitários constituíram as unidades primárias, que foram selecionadas a partir de amostragem aleatória simples; os domicílios constituíram o segundo estágio, também selecionados a partir de amostragem aleatória simples; e os moradores com 18 anos ou mais de idade, constituíram as unidades do terceiro estágio, sendo selecionados com equiprobabilidade entre todos os residentes elegíveis.

O inquérito foi composto por três questionários: o domiciliar, referente às características do domicílio; o relativo a todos os moradores do domicílio e o individual, que foi respondido pelo morador selecionado no terceiro estágio do plano de amostragem. O questionário individual teve enfoque nas principais doenças crônicas não transmissíveis, no estilo de vida e acesso ao atendimento médico. No morador adulto selecionado, também foram feitas aferições de peso, altura, circunferência da cintura e pressão arterial. As entrevistas foram realizadas com a utilização de *personal digital assistance*, que são computadores de mão programados para o processo de crítica das variáveis (SZWARCOWALD et al., 2014).

Para o presente estudo, foram selecionados os participantes com idade maior ou igual a 60 anos que possuíam informações completas para todas as variáveis de interesse⁴, o que resultou em uma amostra de 10.537 idosos analisados (90,1% dos idosos respondentes selecionados aleatoriamente).

4.1.2 Variáveis de interesse e procedimentos de coleta

Avaliação da hipertensão arterial e diabetes *mellitus*

No presente estudo as variáveis dependentes de interesse foram a hipertensão arterial (HA) e o diabetes *mellitus* (DM) autorreferidos, que foram avaliadas pelas questões: “Algum médico já lhe deu o diagnóstico de hipertensão arterial (pressão alta)?” e “Algum médico já lhe deu o diagnóstico de diabetes?”.

Variáveis de exposição (avaliação antropométrica)

As variáveis de exposição foram os indicadores antropométricos que foram avaliados a partir de medidas diretas. O peso e a altura foram aferidos de acordo com técnicas preconizadas pela literatura, estando o participante com roupas leves e sem sapatos. Para o peso, utilizou-se uma balança portátil digital e para a altura estadiômetro portátil, com os indivíduos em posição vertical. A CC foi aferida com uso de uma fita métrica flexível e inelástica, com o entrevistado de pé, sendo a leitura feita no ponto médio entre a última costela e a crista ilíaca, no final de uma expiração normal. Essas medidas antropométricas foram obtidas em duplicata sendo considerada a média como resultado final. A RCE foi calculada dividindo-se a CC (cm) pela estatura (cm). O IMC foi calculado como o peso do indivíduo em quilogramas dividido pelo quadrado da altura em metros. ABSI foi calculado utilizando-se a seguinte fórmula: $CC \text{ (m)} \div (IMC^{2/3} \times \text{altura (m)}^{1/2})$ (KRAKAUER & KRAKAUER, 2012).

Potenciais fatores de confusão

Os potenciais fatores de confusão incluíram variáveis sociodemográficas e comportamentos em saúde. As variáveis sociodemográficas foram: idade (contínua), sexo (masculino e feminino), cor da pele autorreferida (branca e não branca) e escolaridade, que foi categorizada como baixa (sem instrução/ensino fundamental), média (ensino médio) e alta (ensino

⁴ Essa estratégia foi utilizada para termos uma maior coerência na apresentação dos resultados das tabelas descritivas e de associação, uma vez que a análise de regressão é realizada apenas com aqueles indivíduos que apresentam informações completas para todas as variáveis consideradas.

superior). Os comportamentos em saúde incluíram tabagismo (nunca fumou, ex-fumante, fumante atual), consumo de álcool (não consome, consumo de baixo risco - 1 a 7 doses/semana para mulheres e 1 a 14 doses/semana para homens, e consumo de risco - mais de 7 doses/semana para mulheres e mais que 14 doses/semana para homens) e atividade física de lazer (ativo e não).

A variável tabagismo atual ou passado foi construída a partir da resposta do indivíduo acerca do uso atual ou passado de qualquer produto do tabaco (cigarros industrializados, charuto, cigarrilha, cachimbo, cigarros de cravo e narguilé), independentemente da quantidade consumida.

Duas questões foram utilizadas para avaliar o consumo de álcool: “Quantos dias por semana o(a) sr(a) costuma tomar alguma bebida alcoólica?” e “Em geral, no dia que o(a) sr(a) bebe, quantas doses de bebida alcoólica o(a) sr(a) consome? (1 dose de bebida alcoólica equivale a 1 lata de cerveja, 1 taça de vinho ou 1 dose de cachaça, whisky ou qualquer outra bebida alcoólica destilada)”. Os pontos de corte utilizados para classificar o consumo de álcool foram os propostos pelo *National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism* (NIAAA, 2010). Os idosos que relataram consumo *binge* de álcool (quatro ou mais doses/dia para mulheres e cinco ou mais doses/dia para homens nos últimos 30 dias em uma única ocasião) também foram considerados como tendo consumo de risco de álcool.

Dados sobre o nível de atividade física recomendada no lazer foram avaliados com base nas respostas às perguntas sobre frequência semanal e o tempo de duração de atividades realizadas nos últimos três meses⁵. Idosos que fizeram pelo menos 150 minutos semanais de atividades com intensidade moderada ou 75 minutos de exercício vigoroso por semana foram considerados fisicamente ativos (WHO, 2011).

4.1.3 Análise estatística

Todas as variáveis utilizadas nesse estudo foram comparadas entre hipertensos e normotensos, diabéticos e não diabéticos, em ambos os sexos, utilizando-se o teste do Qui-quadrado de

⁵ Essa variável foi construída de acordo com as informações fornecidas por nota técnica da PNS, disponível no site do Departamento de Informática do SUS (http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/pns/Notas_Tecnicas_PNS_P_B.pdf).

Pearson com correção de Rao-Scott (variáveis categóricas) e a regressão linear⁶ (variáveis contínuas).

Diante da diferença na unidade de medida dos indicadores antropométricos avaliados, todos foram padronizados para o escore Z de acordo com cada sexo, usando a seguinte equação:

$$\text{Escore Z} = \frac{\text{valor antropométrico individual} - \text{valor antropométrico médio do grupo}}{\text{Desvio padrão do grupo}}$$

Para avaliar a associação entre os indicadores antropométricos (transformados em escore Z) e os desfechos em saúde de interesse (HA, DM) empregou-se a análise de regressão logística, com obtenção das estimativas de *odds ratio* (OR) e respectivos intervalos de 95% de confiança.

Como não verificamos interação entre indicadores antropométricos e sexo os resultados da regressão múltipla foram apresentados para toda a população de estudo ($p > 0,05$). Buscando avaliar a associação entre indicadores antropométricos e os desfechos HA e DM, os seguintes modelos foram construídos:

- Modelo 1: modelo bruto (avalia a associação isolada de cada indicador antropométrico com os desfechos em saúde).
- Modelo 2: avalia a associação isolada de cada indicador antropométrico com os desfechos, ajustada por fatores de confusão sociodemográficos e comportamentais.
- Modelo 3: avalia a associação isolada de cada indicador de obesidade abdominal (ABSI, CC ou RCE) com os desfechos de interesse, ajustada por IMC (contínuo) e por fatores de confusão sociodemográficos e comportamentais.
- Modelo 4: avalia a associação de IMC ajustado por ABSI (contínuo) e por fatores de confusão sociodemográficos e comportamentais.

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Stata[®] versão 13.0 (StataCorp LLC, College Station, TX), levando-se em consideração os parâmetros amostrais da PNS e os pesos individuais.

⁶ O programa Stata[®] não apresenta um comando para comparação de médias entre dois grupos quando o *svy* é utilizado. Assim, utilizamos o comando *regress* para calcular o valor p do teste de hipótese para dados numéricos (<https://stats.idre.ucla.edu/stata/faq/how-can-i-do-a-t-test-with-survey-data/>).

4.2 Metodologia dos artigos 2 e 3: Coorte de idosos de Bambuí

4.2.1 População de estudo e coleta de dados

A Coorte de Idosos de Bambuí é um estudo prospectivo de base populacional conduzido na cidade de Bambuí, município situado no estado de Minas Gerais, a 215 Km de Belo Horizonte. Em 1997, a cidade continha cerca de 15.000 habitantes, quando foi estabelecida a linha de base da coorte (LIMA-COSTA et al., 2011a).

A população da linha de base foi constituída de todos os residentes com 60 anos ou mais em 01 de janeiro de 1997, que foram identificados por meio de um censo da população total da cidade realizado em 1996. De 1.742 moradores idosos, 1.606 (92,2%) participaram da entrevista e 85,8% realizaram os exames físicos e laboratoriais.

A escolha de Bambuí deu-se em função da viabilidade do estudo em termos de cooperação dos habitantes para participação no seguimento e da baixa taxa de migração. O município foi uma região endêmica para doença de Chagas e, embora a transmissão pelo *Trypanossoma cruzi* tenha sido interrompida na década de 1970, a prevalência ainda era elevada nos idosos, devido ao efeito de coorte. As principais causas de mortes entre os idosos residentes na cidade, à época da realização da pesquisa, eram acidente vascular encefálico, doença de Chagas, doença isquêmica coronariana e doença pulmonar obstrutiva crônica (taxas de mortalidade de 110, 61, 42 e 19 por 100.000 habitantes, respectivamente). Informações mais detalhadas podem ser vistas em publicação anterior (LIMA-COSTA et al., 2011a).

A coleta de dados da linha de base da coorte foi realizada no período de fevereiro a maio de 1997 e os participantes foram seguidos anualmente, para entrevistas e verificação dos certificados de óbito, além da realização de exames físicos e coleta de material biológico em anos selecionados. As entrevistas foram realizadas nos domicílios dos participantes e respondidas pelo próprio idoso ou por um respondente próximo, quando o idoso estava impossibilitado de responder às perguntas devido a déficit cognitivo ou outro problema de saúde. A avaliação clínica, antropométrica e coleta de sangue para análise bioquímica foram realizadas na clínica de campo (posto de estudos avançados Emanuel Dias), e no caso de impossibilidade de locomoção do idoso até esse local, as avaliações foram realizadas em domicílio. Todos esses dados foram coletados por entrevistadores que foram treinados e certificados previamente e tinham no mínimo 11 anos de escolaridade. O presente estudo

incluiu os dados coletados entre a linha de base e 31 de dezembro de 2011, totalizando aproximadamente 15 anos de acompanhamento.

O projeto Bambuí foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), no Rio de Janeiro em 04 de novembro de 1996. Os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido que continha informações sobre a pesquisa, além da autorização para conferência dos registros de óbito.

4.2.2 Variáveis de interesse e procedimentos de coleta

Avaliação da incapacidade

A incapacidade pode ser avaliada a partir de diferentes domínios, tais como atividades básicas de vida diária (ABVD), atividades instrumentais de vida diária e mobilidade (BARBERGER-GATEAU et al., 2000). Para o artigo 2, consideramos a incapacidade avaliada a partir das ABVD, que correspondem aos níveis mais graves de deficiência das aptidões físicas e envolvem funções relacionadas à sobrevivência (PAIXÃO JR & REICHENHEIM, 2005).

Na Coorte de Idosos de Bambuí, a incapacidade foi avaliada anualmente em relação ao desempenho autodeclarado nas ABVD. Os idosos foram questionados se devido a algum problema de saúde eles teriam dificuldade em realizar qualquer uma das seguintes atividades: banhar-se, vestir-se, alimentar-se, caminhar de um cômodo a outro em um mesmo andar, subir ou descer da cama e usar o banheiro. As perguntas para cada ABVD tinham quatro opções de respostas: 1) Nenhuma dificuldade; 2) Alguma dificuldade; 3) Grande dificuldade; 4) Incapaz de realizar. O idoso foi classificado com incapacidade em ABVD quando relatou pela primeira vez, que tinha algum grau de dificuldade (alguma dificuldade, grande dificuldade ou incapaz de realizar) em realizar uma ou mais das seis tarefas.

As ABVD baseiam-se no Índice de Katz, uma escala proposta em 1963 que avalia o desempenho em relação a seis atividades relacionadas ao autocuidado (KATZ et al., 1963). Alguns anos mais tarde (1976), Katz e Akpom apresentaram uma versão modificada da escala (KATZ & AKPOM, 1976), essa alteração deu-se em função da primeira escala ser de difícil interpretação, além das dificuldades relativas às manipulações estatísticas (HARTIGAN, 2007). Ao longo dos anos, a escala de Katz e Akpom (1976) sofreu diversas modificações e adaptações, algumas contando inclusive, com a participação de Katz (BRANCH et al., 1984).

No entanto, muitas dessas alterações realizadas no índice proposto em 1976, não apresentaram avaliação de suas propriedades psicométricas.

O índice de Katz tem sido utilizado de diferentes formas entre os estudos (BRANCH & JETTE, 1982; AL SNIH et al., 2009), principalmente no que se refere à classificação da dependência ou independência e das atividades avaliadas, o que dificulta a comparabilidade entre os estudos (DUARTE et al., 2007). A escala utilizada pela Coorte de Idosos de Bambuí é uma modificação da escala publicada em 1976, pois não considera a atividade “incontinência”. Além disso, nessa escala foi considerada a atividade “caminhar através de uma sala”, que não está presente na versão original. Embora essa escala não tenha sido validada, ela tem sido amplamente utilizada em diversos estudos epidemiológicos (BACKHOLER et al., 2012; NAM et al., 2012; KUMAR et al., 2015).

Mortalidade

Os óbitos que ocorreram entre o estabelecimento da linha de base (1997) até 31 de dezembro de 2011 foram incluídos na presente análise. Esses foram relatados por familiares durante as entrevistas anuais de acompanhamento e confirmados pelo Sistema de Informações sobre Mortalidade, do Ministério da Saúde. Os atestados de óbito foram obtidos para 98,9% dos participantes da Coorte de Idosos de Bambuí que tiveram o óbito declarado pela família. No presente estudo, o tempo até a morte atribuída a qualquer causa, foi a variável desfecho.

Variáveis de exposição (avaliação antropométrica)

As variáveis de exposição foram os indicadores antropométricos que foram avaliados a partir de medidas diretas. O peso e altura foram obtidos utilizando técnicas e equipamentos padronizados da marca CMS *Weighing Equipment* Ltd. (Londres, Reino Unido), estando os idosos com roupas leves e sem sapatos. Para o peso, utilizou-se uma balança eletrônica digital portátil, com capacidade de 150kg e precisão de 50g. A altura foi obtida com os indivíduos na posição vertical, utilizando-se estadiômetro de alumínio com capacidade de 2m e 0,1cm de precisão. A CC foi aferida com uso de uma fita métrica flexível e inelástica, com o entrevistado de pé, sendo a leitura feita no ponto médio entre a última costela e a crista ilíaca. A RCE foi calculada dividindo-se a CC (cm) pela estatura (cm) e o IMC, dividindo-se o peso do indivíduo em quilogramas pelo quadrado da altura em metros. ABSI foi calculado pela seguinte fórmula: $CC (m) \div (IMC^{2/3} \times altura (m)^{1/2})$ (KRAKAUER & KRAKAUER, 2012).

As medidas antropométricas dos participantes da Coorte de Idosos de Bambuí foram avaliadas na linha de base (1997) e nas ondas realizadas nos anos de 2000, 2002 e 2008, adotando-se os mesmos procedimentos. Os indicadores antropométricos foram então calculados para esses quatro anos, sendo considerados nas análises de associação com mortalidade (artigo 3) como medidas repetidas (variáveis tempo dependente).

Potenciais fatores de confusão

As variáveis utilizadas para o ajustamento das análises conduzidas nesse estudo foram escolhidas pela literatura especializada, por apresentarem associação com indicadores antropométricos, incapacidade ou mortalidade, sobretudo em populações idosas (BARRETO et al., 2003; MAIA et al., 2006; ALVES et al., 2010; LIMA-COSTA et al., 2011b; NASCIMENTO et al., 2011, SANTOS et al., 2013).

Foram analisadas as variáveis conforme descritas na tabela 1 para caracterização da população estudada e ajustamento das análises estatísticas.

Tabela 1. Definição operacional das variáveis de ajuste do estudo obtidas na linha de base.

Variáveis	Categorias e definições
Idade	Em anos
Sexo	Masculino, feminino
Escolaridade	Sem instrução, 1-3 anos, 4 ou mais anos
Cor da pele autorreferida	Branca, morena, mulata ou negra
Tabagismo atual	Não fumante: aquele que não fumava no momento da entrevista ou que fumou menos de 100 cigarros industrializados durante toda a vida. Ex-fumante: aquele que fumou pelo menos 100 cigarros industrializados durante a vida, mas havia parado de fumar no momento da entrevista. Fumante atual: aquele que relatou ter fumado pelo menos 100 cigarros industrializados durante a sua vida e continuava fumando até o momento da entrevista.
Consumo de risco de álcool	Definido como o consumo de sete ou mais doses por semana (NIAAA, 2010). Avaliado pelo relato da frequência e quantidade desse consumo, considerando o número de doses, nos 12 meses anteriores à entrevista. Foram apresentados cartões que ilustravam a quantidade correspondente a uma dose de cerveja, vinho ou aguardente.
Prática insuficiente de atividade física	Realização de atividades físicas praticadas nos últimos 3 meses anteriores à entrevista que somavam menos de 450 equivalentes metabólicos (METs) minuto/semana-MET/min.semana, o que corresponde a 150 minutos/semana de atividade física de intensidade de moderada a vigorosa (WHO, 2011).

	<p>A estimativa do gasto de energia foi baseada em 23 perguntas fechadas e duas abertas, considerando todos os domínios (lazer, trabalho, deslocamento e atividades domésticas). As perguntas incluíram o tipo e a frequência das atividades e o tempo médio (em minutos) gasto em cada uma delas, o que possibilitou estimar os METs. Foram consideradas somente as atividades com duração mínima de 10 minutos contínuos.</p>
<p>Hipertensão</p>	<p>Foram utilizadas nas análises de sensibilidade do artigo 3.</p> <p>Definida como pressão arterial sistólica ≥ 140 mmHg e/ou pressão arterial diastólica ≥ 90 mmHg (MALACHIAS et al., 2016) e/ou tratamento medicamentoso. A aferição da pressão arterial foi realizada no mínimo 30 minutos após a última dose de cafeína ingerida ou cigarro fumado, usando esfigmomanômetro de coluna de mercúrio (Tycos 5097-30, EUA) e estetoscópio <i>Littman Cardiology II</i> (EUA). Foram realizadas três medidas após cinco minutos de repouso com intervalos de dois minutos entre cada uma das medidas. O valor utilizado nas análises resultou da média entre as duas últimas medidas realizadas.</p>
<p>Diabetes</p>	<p>Definida por um nível de glicemia em jejum ≥ 126 mg/dL (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2019) e/ou tratamento medicamentoso. A glicemia de jejum foi medida por meio de analisadores automáticos (<i>Eclipse Vitalab</i>, Merck, Netherlands).</p>
<p>Infarto do miocárdio; artrite/reumatismo e acidente vascular encefálico</p>	<p>Diagnóstico médico autorreferido.</p>
<p>Sorologia positiva para <i>Trypanosoma cruzi</i></p>	<p>Considerada como variável de confusão no artigo 3.</p> <p>Devido ao fato de Bambuí ter sido uma área endêmica para a doença de Chagas. A infecção foi definida pela sorologia positiva em três testes: o ensaio de hemaglutinação (Biolab Mérieux, Rio de Janeiro, Brasil) e dois testes imunoenzimáticos (Elisa) (<i>Abbott Laboratories Inc.</i>, Chicago, EUA; e <i>Wiener Laboratories</i>, Rosario, Argentina).</p>

4.2.3 Análise estatística

A análise descritiva incluiu estimativas de medidas de tendência central e de dispersão para as variáveis quantitativas e distribuição de frequências para variáveis qualitativas. As taxas brutas de mortalidade foram estimadas, utilizando o denominador pessoas-ano sob risco.

No artigo 2, a estimativa da associação entre os indicadores antropométricos, obtidos na linha de base e categorizados em tercís, e a incidência de incapacidade em ABVD, ao longo dos 15 anos, foi realizada pelo modelo de regressão de riscos competitivos (FINE & GRAY, 1999), obtendo-se os valores do *subhazard ratio* (SHR) e intervalos de confiança (95%). Nesse modelo, a ocorrência do óbito foi considerada como um evento competitivo, uma vez que

pode alterar a probabilidade de ocorrência do evento de interesse (incapacidade), impedindo assim, que este ocorra.

O uso do método clássico de sobrevivência torna-se inadequado quando eventos competitivos estão presentes, uma vez que essa técnica considera apenas que uma causa seja responsável pela falha (evento de interesse), tratando como censuras não informativas os eventos competitivos (AUSTIN et al., 2016). Nesse contexto, o modelo de riscos competitivos, que é uma extensão do modelo de Cox, é uma técnica mais apropriada, pois considera a ocorrência do óbito nas estimativas dos parâmetros do modelo, assim, os riscos obtidos seriam mais apropriadamente estimados.

O pressuposto de proporcionalidade dos riscos ao longo do tempo foi verificado a partir da análise dos resíduos de Schoenfeld (APÊNDICE A).

Doenças crônicas tais como diabetes, infarto agudo do miocárdio, acidente vascular encefálico e artrite/reumatismo não foram incluídas no ajuste, uma vez que essas condições podem ser mediadoras na associação existente entre excesso de peso e incapacidade (KOYANAGI et al., 2015).

De forma conservadora, com o propósito de preservar o poder estatístico nas análises, a amostra foi considerada na sua totalidade, e sexo foi considerada como uma covariável nos modelos avaliados. Para avaliar as associações pesquisadas os seguintes modelos foram construídos:

- Modelo 1: avaliou a associação isolada de cada indicador antropométrico com incidência de incapacidade em ABVD, ajustada por variáveis sociodemográficas e comportamentos em saúde.
- Modelo 2: avaliou a associação de cada indicador de obesidade abdominal (ABSI, CC ou RCE) com incidência de incapacidade em ABVD, ajustada por variáveis sociodemográficas, comportamentos em saúde e IMC (contínuo).
- Modelos 3 e 4: avaliaram a associação do IMC com a incidência de incapacidade em ABVD, ajustada por variáveis sociodemográficas e comportamentos em saúde, além de CC (contínuo) ou ABSI (contínuo), respectivamente.

No artigo 3, a associação entre indicadores antropométricos categorizados em quartis e o tempo até a ocorrência do óbito por todas as causas foi avaliada pelo modelo de riscos

proporcionais de Cox estendido, que possibilita a inclusão de covariáveis medidas repetidamente ao longo do tempo, obtendo-se as estimativas do *hazard ratio* (HR) e respectivos intervalos de confiança (95%). Enquanto a maioria dos estudos que avaliam essa associação consideram somente medidas antropométricas obtidas somente na linha de base, na Coorte de Idosos de Bambuí, as medidas antropométricas foram obtidas em quatro ondas diferentes, tornando inadequado o uso do modelo clássico de Cox (CARVALHO et al., 2011).

O pressuposto de proporcionalidade dos riscos ao longo do tempo foi verificado pela análise de resíduos de Schoenfeld (APÊNDICE A). Como não foi observada nenhuma interação significativa entre os indicadores antropométricos e sexo ($p > 0,05$), os resultados da regressão de Cox foram apresentados para a população total de estudo. Os indicadores antropométricos foram analisados em quartis para uma maior comparabilidade dos nossos resultados com os dos estudos existentes. Todos os modelos foram estimados sem ajuste e, posteriormente, incluindo-se as variáveis consideradas como fatores de confusão para as associações pesquisadas. Os seguintes modelos foram construídos:

- Modelo 1: avalia a associação isolada de cada indicador antropométrico com o desfecho, ajustada por fatores de confusão sociodemográficos, comportamentais e sorologia para *T. Cruzi*.
- Modelo 2: avalia a associação de cada indicador de obesidade abdominal (ABSI, CC ou RCE) com o desfecho, ajustada pelo IMC (contínuo) e por fatores de confusão sociodemográficos, comportamentais e sorologia para *T. Cruzi*.
- Modelo 3: avalia a associação do IMC com o desfecho, ajustada pela CC (contínua) e por fatores de confusão sociodemográficos, comportamentais e sorologia para *T. Cruzi*.
- Modelo 4: avalia a associação do IMC com o desfecho, ajustada pelo ABSI (contínuo) e por fatores de confusão sociodemográficos, comportamentais e sorologia para *T. Cruzi*.

A inclusão de indivíduos com doenças crônicas em estudos que avaliaram a associação entre excesso de peso e mortalidade, tem sido identificada como uma fonte potencial de viés denominado “causalidade reversa” (FLANDERS & AUGESTAD, 2008; FLEGAL et al., 2011). Esse termo tem sido frequentemente utilizado para se referir à situação em que a presença de doenças crônicas preexistentes, que afetam tanto a exposição (peso corporal)

quanto o desfecho (mortalidade), levariam à perda de peso e aumentariam o risco de mortalidade (FLEGAL et al., 2011).

Alguns autores têm criticado o uso do termo causalidade reversa no contexto de estudos sobre excesso de peso, uma vez que não é possível que a mortalidade cause a exposição. Além disso, apontam que esse possível viés se encaixa na definição padrão de epidemiologia do conceito de viés de confusão (FLANDERS & AUGESTAD, 2008; FLEGAL et al., 2011). No entanto, mesmo diante dessas incoerências apontadas por alguns autores, ao longo do artigo 3, o termo causalidade reversa foi utilizado para se referir à confusão decorrente de perda de peso relacionada à doença preexistente somente para manter uma consistência com o termo utilizado por outros autores em estudos sobre obesidade e mortalidade.

Buscando minimizar a causalidade reversa, foram realizadas análises de sensibilidade (por exclusão e restrição), considerando-se os indicadores antropométricos em quartis. Essas estratégias buscaram identificar se as associações observadas para toda a amostra seriam alteradas pela exclusão daqueles que morreram nos dois primeiros anos de seguimento ou pela exclusão daqueles que relataram DCNT no início do estudo, tais como doenças cardiovasculares, diabetes, hipertensão e artrite ou reumatismo. O uso de tais análises em estudos de obesidade e mortalidade tem sido questionado, uma vez que as evidências para a ocorrência do viés de causalidade reversa ainda são fracas e inconsistentes. Além disso, o uso dessas técnicas pode ainda, introduzir novas fontes de vieses (FLANDERS & AUGESTAD, 2008; FLEGAL et al., 2011).

O tabagismo também tem sido considerado um fator de confusão importante porque está associado ao aumento do risco de morte (GELLERT et al., 2012) e um menor IMC, mas também a uma maior CC (CANOY et al., 2005; CHIOLERO et al., 2008). O ajuste pelo tabagismo em modelos múltiplos pode não ser suficiente para controlar totalmente seus efeitos, pois poderia haver um erro de medição nessa variável (LAWLOR et al., 2006). Assim, com intuito de minimizar a possível confusão residual proveniente do tabagismo, analisamos a associação entre os indicadores antropométricos (categorizados em quartis) e mortalidade, somente entre aqueles que nunca fumaram.

Todas as variáveis consideradas nas análises dos artigos 2 e 3 foram mantidas no modelo múltiplo somente após verificar-se que não eram colineares (*variance inflation factor* < 5). Essa análise faz-se importante uma vez que avaliamos em um mesmo modelo IMC e CC,

indicadores antropométricos que apresentam uma elevada correlação entre si (MOORE, 2009), o que poderia comprometer a estimativa dos coeficientes. Nesse sentido, estudo conduzido recentemente ilustrou a necessidade de identificar e relatar o efeito da multicolinearidade em estudos epidemiológicos. Os autores destacaram que o diagnóstico de colinearidade identifica o potencial impacto da alta correlação entre duas covariáveis nos achados e permite assim, uma interpretação mais cuidadosa dos resultados. Além disso, apontam que na prática, o efeito da multicolinearidade pode ocorrer não somente entre variáveis contínuas, mas também entre contínuas e categóricas ou apenas entre categóricas (VATCHEVA et al., 2016).

Tanto para o artigo 2 quanto para o 3, foram realizadas análises adicionais considerando a CC e o IMC segundo pontos de cortes comumente utilizados na literatura. A CC foi classificada como aumentada quando era $\geq 80\text{cm}$ e $< 94\text{cm}$ para mulheres e $\geq 88\text{cm}$ e $< 102\text{cm}$ para homens, e muito aumentada quando era $\geq 94\text{cm}$ para as mulheres e $\geq 102\text{cm}$ para os homens (LEAN et al., 1995). Esses pontos de corte têm sido equivocadamente atribuídos a OMS, como uma recomendação para classificar a CC. Apesar dessa divergência, esses valores têm sido os mais utilizados em todo mundo (WHO, 2008).

O baixo peso foi definido como IMC $< 18,5 \text{ kg/m}^2$, peso normal IMC de $\geq 18,5 \text{ kg/m}^2$ a $< 25 \text{ kg/m}^2$, sobrepeso IMC de $\geq 25,0 \text{ kg/m}^2$ a $< 30,0 \text{ kg/m}^2$ e obesidade IMC $\geq 30,0 \text{ kg/m}^2$, segundo valores propostos pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 1995). Embora esses pontos de corte baseiem-se em padrões internacionais, provenientes de estudos realizados com adultos europeus, não utilizamos um ponto de corte diferenciado para idosos por entendermos que ainda não existe um consenso na literatura quanto ao ponto de corte mais adequado para ser utilizado nesse grupo populacional.

Todas as análises foram realizadas com auxílio do software Stata® versão 13.0 (StataCorp LLC, College Station, TX), com exceção do preparo do banco de dados que foi feito no software R, versão 3.4.1 (<http://www.r-project.org>).

5. APRESENTAÇÃO DOS ARTIGOS

Os resultados e discussão foram apresentados em três artigos originais:

- **Artigo 1:** “A body shape index” and its association with arterial hypertension and diabetes mellitus among Brazilian older adults: National Health Survey (2013). Esse artigo contempla os resultados provenientes da PNS publicado na revista Cadernos de Saúde Pública no ano de 2019, fator de impacto 0,9628 e qualis CAPES A2 (APÊNDICE B).
- **Artigo 2:** Indicadores antropométricos e incidência de incapacidade: 15 anos da coorte de idosos de bambuí. Esse artigo contempla os resultados provenientes da Coorte de Idosos de Bambuí.
- **Artigo 3:** Association between a body shape index and mortality: Bambuí Cohort study of aging. Esse artigo contempla os resultados provenientes da Coorte de Idosos de Bambuí e foi aceito para publicação na revista Cadernos de Saúde Pública no ano de 2020, fator de impacto 0,9628 e qualis CAPES A2 (APÊNDICE C).

5.1 Resultados do artigo 1

Cadernos de Saúde Pública

Print version ISSN 0102-311X On-line version ISSN 1678-4464

Cad. Saúde Pública vol.35 no.8 Rio de Janeiro 2019 Epub Aug 12, 2019

<http://dx.doi.org/10.1590/0102-311x00175318>


ARTICLE

“A body shape index” and its association with arterial hypertension and diabetes mellitus among Brazilian older adults: *National Health Survey* (2013)

“A body shape index” e a associação com hipertensão arterial e diabetes mellitus entre idosos brasileiros: a Pesquisa Nacional de Saúde (2013)

“A body shape index” y su asociación con la hipertensión arterial y diabetes mellitus entre adultos mayores brasileños: Encuesta Nacional de Salud (2013)

Mary Anne Nascimento-Souza¹

 <http://orcid.org/0000-0002-3525-6554>

Maria Fernanda Lima-Costa¹

 <http://orcid.org/0000-0002-3474-2980>

Sérgio Viana Peixoto^{1,2} 

<http://orcid.org/0000-0001-9431-2280>

¹ Instituto René Rachou, Fundação Oswaldo Cruz, Belo Horizonte, Brasil.

² Escola de Enfermagem, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.

ABSTRACT

The aim was to evaluate the separate and joint association of abdominal adiposity indicators (a body shape index - ABSI, waist circumference - WC, waist-to-height ratio - WHtR) and body mass index (BMI) with arterial hypertension and diabetes mellitus, in Brazilian older adults. Data from the 2013 *Brazilian National Health Survey* (PNS 2013) were used for the population aged 60 years or older (10,537 older adults). Arterial hypertension and diabetes mellitus outcomes were self-reported and the following anthropometric indices were evaluated by direct measurement: a ABSI, BMI, WC and WHtR. Associations were assessed by logistic regression, with adjustments for confounding factors. The results of this study evidenced a higher strength of association between the report of arterial hypertension and diabetes mellitus with BMI, WC and WHtR in the Brazilian population of older adults in separate analyses, when compared to ABSI. When adjusted for BMI, ABSI showed a greater strength of association with the outcomes, but it was not superior to the performance of WC and WHtR. Considering the lower strength of association, in separate and joint analyses, between the new index (ABSI) and the chronic conditions assessed, BMI, WC and WHtR probably remain as useful indices in public health, at least in relation to arterial hypertension and diabetes mellitus in Brazilian older adults

Keywords: Aging; Anthropometry; Diabetes Mellitus; Hypertension; Obesity

RESUMO

O estudo teve como objetivo avaliar a associação isolada e conjunta dos indicadores de adiposidade abdominal (*a body shape index* - ABSI, circunferência da cintura - CC, razão cintura-estatura - RCE) e índice de massa corporal (IMC) com a hipertensão arterial e o diabetes mellitus em idosos brasileiros. Foram usados dados da *Pesquisa Nacional de Saúde* (PNS 2013) para a população com 60 anos ou mais (10.537 idosos). A hipertensão arterial e o diabetes mellitus foram auto-relatados, e os seguintes índices antropométricos foram avaliados através da aferição direta: índice de formato corporal ABSI, IMC, CC e RCE. As associações foram avaliadas por regressão logística, com ajustes para fatores de confusão. Os resultados do estudo evidenciaram uma associação mais forte entre o relato de hipertensão arterial e diabetes mellitus em análises separadas com IMC, CC e RCE na população idosa brasileira, quando comparado ao ABSI. Quando ajustado para IMC, o ABSI mostrou uma associação mais forte com os desfechos, mas não foi superior ao desempenho da CC ou da RCE. Considerando a associação mais fraca nas análises separadas e conjuntas entre o novo índice (ABSI) e as doenças crônicas avaliadas, o IMC, CC e RCE ainda são índices úteis na saúde pública, pelo menos em relação à hipertensão arterial e ao diabetes mellitus em idosos brasileiros.

Palavras-chave: Envelhecimento; Antropometria; Diabetes *Mellitus*; Hipertensão; Obesidade

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la asociación independiente y conjunta de los indicadores de adiposidad abdominal (*a body shape index* - ABSI, circunferencia de cintura - CC, proporción cintura-altura - ICA) y el índice de masa corporal (IMC) con la hipertensión arterial y la diabetes mellitus, en ancianos brasileños. Los datos procedieron de la *Encuesta Nacional de Salud* de 2013 (PNS 2013) pertenecientes a una población con 60 años o más (10.537 ancianos). Los resultados de hipertensión arterial y diabetes mellitus fueron autoinformados y se evaluaron los siguientes índices antropométricos mediante medición directa: ABSI, IMC, CC y ICA. Las asociaciones se evaluaron mediante regresión logística, con ajustes por factores de confusión. Los resultados del presente estudio evidenciaron una fuerza de asociación más alta entre el reporte de hipertensión arterial y la diabetes mellitus con el IMC, CC e ICA en la población anciana brasileña en los análisis por separado, cuando se compararon con el ABSI. Cuando se ajustó al IMC, el ABSI mostró una fortaleza mayor de asociación con los resultados, pero no fue superior al desempeño de la CC e ICA. Considerando una fortaleza de asociación más baja, en los análisis por separado y conjuntos, entre el nuevo índice (ABSI) y las condiciones crónicas de salud evaluadas, IMC, CC e ICA probablemente siguen siendo índices útiles en salud pública, al menos en relación con la hipertensión arterial y la diabetes mellitus en ancianos brasileños.

Palabras-clave: Envejecimiento; Antropometría; Diabetes Mellitus; Hipertensión; Obesidad

INTRODUCTION

Among the main risk factors for the occurrence of chronic noncommunicable diseases (NCD), excess weight can be highlighted, especially as a determinant of cerebrovascular diseases, arterial hypertension and diabetes mellitus ^{1,2}. Epidemiological studies suggest that an increase in the prevalence of arterial hypertension and diabetes mellitus is associated with increased body weight ^{3,4} however, the importance of abdominal fat in determining cardiovascular and metabolic events should be highlighted ^{5,6,7,8}.

In this sense, several anthropometric indicators have been proposed to identify the population with the highest risk of cardiovascular events, and the body mass index (BMI) is the most used to evaluate excess weight in epidemiological studies. However, its use has been questioned because it does not distinguish between the accumulation of lean and fat body mass, nor the concentration of peripheral and abdominal fat ^{9,10}. In addition, waist circumference (WC) has been used to complement BMI assessment, but this indicator has limitations to adequately estimate body fat distribution, as it does not take height into account; also, taller individuals have a larger waist circumference, but not necessarily a greater accumulation of abdominal fat ^{11,12}. Consequently, researchers proposed waist-to-height ratio (WHtR) as an alternative to WC ¹. However, due to the high correlation between WC and WHtR, it is unlikely that these two measures would produce different results regarding the association with health outcomes ¹³. Due to the limitations of WC, new measures to evaluate abdominal adiposity were proposed to complement BMI, such as “a body shape index” (ABSI), which is based on WC, adjusted for height and BMI. This index was able to adequately predict risk of death from all causes in the USA population, with a better performance than WC. However, the authors emphasized that ABSI’s predictive power for all-

cause mortality differed among ethnicities, with lower power among Latinos compared to Caucasians and African-Americans¹⁴.

Regarding morbidity, ABSI was a weak predictor of risk of cardiovascular diseases and metabolic syndrome in Iranian adults¹⁵ and risk of stroke among Spanish men¹⁶, when compared to WHtR. However, little is known about its association with morbidity and mortality in Brazil¹⁷, especially in population of older adults, which is rapidly growing in the country, with a high NCD burden¹⁸. In addition, due to the miscegenation of the Brazilian population¹⁹, ABSI may have a different performance in terms of understanding the risks of important diseases present in this population.

In this context, this study aimed to evaluate the separate and joint association of indicators of abdominal adiposity (ABSI, WC, WHtR) and BMI with arterial hypertension and diabetes mellitus, in Brazilian older adults.

METHODOLOGY

Study population

This is a cross-sectional, household-based study that used data from the *Brazilian National Health Survey* (PNS), conducted in 2013, with a representative sample of the Brazilian adult population, by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) and the Ministry of Health. The PNS was approved by the National Committee for Ethics in Research (CONEP) in 2013, regulation number 328,159, and all participants signed an informed consent form²⁰.

The sample selection was carried out in three stages, with census tracts, households and residents aged 18 years or over as primary, secondary and tertiary units, respectively. For each selected household, an interview was conducted with one adult aged 18 years or more, who was selected using an equiprobability method among all adults living in the household. The interviews were conducted in more than 64 thousand households (response rate = 94%)²¹. For the present study, participants aged 60 or over who had complete information for all variables of interest were selected, which resulted in a sample of 10,537 older adults (94.3% of the older adults PNS respondents). Data collection was carried out using structured questionnaires and performed at the selected household, along with a physical examination to collect anthropometric measurements.

Variables and collection procedures

The dependent variables were self-reported arterial hypertension and diabetes mellitus, which were defined by answering the following questions: “Has a doctor ever diagnosed you with arterial hypertension (high blood pressure)?” and “Has a doctor ever diagnosed you with diabetes?”. The main exposure variables were anthropometric indices, evaluated by direct measurements. Weight and height were measured according to techniques recommended by the literature, with the participants in light clothing and without shoes. A portable digital scale and a portable stadiometer were used to measure weight and height, respectively, with the individuals in an upright position. WC was measured using a flexible and inelastic tape measure, at the midpoint between the last rib and the iliac crest, with the interviewee standing and at the end of a normal expiration²². WHtR was calculated by dividing the waist circumference (cm) by height (cm). BMI was calculated dividing the individual’s weight in kilograms by the square of the height in

meters. ABSI was calculated using the following formula:
 $WC(m) \div (BMI^{2/3} \times height(m)^{1/2})$ $WC(m) \div (BMI^{2/3} \times height(m)^{1/2})$ ¹⁴.

The potential confounding variables included: age in years (continuous), sex (male and female), self-reported skin color (white and non-white) and education, categorized as low (without education/basic education), medium (high school) and high (higher education). Health behaviors included smoking (never smoked, ex-smoker and current smoker), alcohol consumption (no consumption, moderate consumption - between 1 and 7 doses/week for women and 1 to 14 doses/week for men, and at-risk consumption - more than 7 doses/week for women and more than 14 doses/week for men) ²³ and physical activity in leisure time (active and non-active). Smoking was assessed based on the following questions: “Do you currently smoke any tobacco products?” and “In the past, did you smoke any tobacco products?”. Two questions were used to evaluate alcohol consumption: “How many days a week do you usually drink alcohol?” and “In general, on the days you drink, how many doses of alcohol do you consume? (1 serving of alcohol is equivalent to 1 can of beer, 1 glass of wine or 1 dose of rum, whiskey or other distilled alcohol)”. Physical activity in leisure time was evaluated based on the answers to questions about frequency and duration. Older adults who did at least 150 minutes of moderate-intensity or 75 minutes of vigorous exercise per week were considered physically active ²⁴.

Statistical analyses

Rao-Scott test (categorical variables) and Wald test (continuous variables) were used to compare the distribution of all dependent variables for men and women. All variables used in this study were compared between hypertensive and normotensive, diabetic and non-diabetic, using the Rao-Scott test (categorical variables) and Wald test (continuous variables). All anthropometric measurements were converted to Z score using the following equation:

$$Z \text{ score} = \frac{\text{individual anthropometric value} - \text{mean anthropometric value}}{\text{standard deviation}}$$

As no significant interaction between the anthropometric indicators and sex ($p < 0.05$) was observed, multiple regression analysis results were presented for the whole sample. Logistic regression analysis was used to evaluate the association between arterial hypertension, diabetes mellitus and transformed anthropometric indices (Z score), with estimated odds ratio (OR) and respective 95% confidence intervals (95% CI). To evaluate the association between the anthropometric indicators and the outcomes of interest, the following models were constructed:

Model 1: unadjusted model.

Model 2: evaluates the separate association of each anthropometric indicator adjusted by confounding factors.

Model 3: evaluates the association of each abdominal adiposity indicator adjusted by BMI (continuous) and confounding factors.

Model 4: evaluates the association of BMI adjusted by ABSI (continuous) and confounding factors.

Analyses were performed using Stata software version 13.0 (<https://www.stata.com>), incorporating the effect of the sample design and individual probability weights.

RESULTS

A total of 10,537 individuals participated in this study (66.7% women), with a mean age of 69.8 years (95% CI: 69.5-70.1 years). Considering the total study population, the prevalence of arterial hypertension was 52.3% (95% CI: 50.5-54.1), 55.8% among women and 47.6% among men ($p < 0.001$). The prevalence of diabetes mellitus was 19% (95% CI: 17.9-20.4) in the total population and 20.4% among women and 17.3% among men ($p = 0.047$). Men had a higher proportion of smokers, former smokers and alcohol consumption than women. Regarding anthropometric indices, the mean values of ABSI and WC were higher among men ($0.0859\text{m}^{11/6}\text{kg}^{-2/3}$ and 97.7cm, respectively), while women had higher mean BMI and WHtR ($27.5\text{kg}/\text{m}^2$ and 0.61, respectively). The other variables showed no significant difference between sexes.

Table 1 shows the characteristics of the sample according to reports of arterial hypertension and diabetes mellitus. Older adults who reported arterial hypertension and diabetes mellitus had similar characteristics: they were older, mostly women, had lower education, higher proportion of former smoker and lower proportion of current smoker and alcohol consumption, except for diabetics who had a higher proportion of physical inactivity compared to non-diabetics.

Table 1

Sociodemographic characteristics and health behaviors among Brazilian older adults, according to reports of arterial hypertension and diabetes mellitus. *Brazilian National Health Survey, 2013.*

Variables	Hypertension			Diabetes		
	No	Yes	p-value	No	Yes	p-value
Age, mean (SD)	69.2 (8.2)	70.4 (7.9)	< 0.001	69.7 (8.2)	70.3 (7.4)	0.049
Sex			< 0.001			0.047
Male	46.9	38.8		43.6	38.7	
Female	53.1	61.2		56.4	61.3	
Skin color			0.291			0.384
White	55.7	53.9		54.9	53.9	
Non-white	44.3	46.1		45.1	46.1	
Education			< 0.001			0.002
Higher education	12.4	9.1		11.4	7.6	
High school	14.4	11.0		13.0	11.0	
Without education/Basic education	73.2	79.9		75.6	81.4	
Smoking			< 0.001			< 0.001
Never smoked	57.0	57.1		57.0	57.0	
Ex-smoker	28.8	33.1		30.1	35.2	
Current smoker	14.2	9.8		12.9	7.8	
Alcohol consumption (doses per week)			< 0.001			< 0.001
No consumption	83.2	88.5		84.7	91.3	
Moderate	11.0	8.1		10.4	5.4	
At-risk	5.8	3.4		4.9	3.3	
Physical activity in leisure time			0.274			0.021
Active	14.8	13.5		14.8	11.3	
Non-active	85.2	86.5		85.2	88.7	

SD: standard deviation.

Note: values expressed as percentage, unless otherwise specified. p-value: Rao-Scott test or Wald test.

Table 2 presents the mean values (and standard deviations) of the anthropometric indices according to the diagnosis of arterial hypertension and diabetes mellitus. It was verified that the diseases studied were associated with higher values of all anthropometric indicators considered in the study.

Table 2

Anthropometric indices among Brazilian older adults, according to report of arterial hypertension and diabetes mellitus. *Brazilian National Health Survey, 2013.*

Indices	Hypertension			Diabetes		
	No	Yes	p-value	No	Yes	p-value
ABSI	0.084 (0.007)	0.086 (0.007)	< 0.001	0.085 (0.007)	0.086 (0.007)	< 0.001
BMI	26.07 (4.68)	27.81 (5.18)	< 0.001	26.69 (5.00)	28.19 (5.00)	< 0.001
WC	93.43 (12.58)	98.36 (12.62)	< 0.001	95.11 (12.85)	99.82 (12.13)	< 0.001
WHtR	0.58 (0.08)	0.62 (0.08)	< 0.001	0.60 (0.08)	0.63 (0.08)	< 0.001

ABSI: a body shape index ($m^{11/6}kg^{-2/3}$); BMI: body mass index (kg/m^2); WC: waist circumference (cm); WHtR: waist-to-height ratio.

Notes: values expressed as mean (standard deviation). p-value: F-test (linear regression).

Table 3 presents OR estimates and 95%CI for the association between arterial hypertension, diabetes mellitus and the anthropometric indicators for the unadjusted model and the model adjusted for potential confounding factors. All indices were associated with reports of hypertension and diabetes mellitus among older adults. For both hypertension and diabetes, ABSI had a weaker association with the analyzed outcomes when compared to WC and WHtR, after adjusting for confounding factors (model 2). Adding BMI as an adjustment variable in the ABSI, WC and WHtR models showed an increase in the strength of association only for the ABSI model (model 3). Regarding BMI, the addition of ABSI as an adjustment variable in the model already containing the confounding variables included in the study increased the magnitude of association for hypertension and diabetes (model 4). However, the overlap in confidence intervals should be considered, showing that none of the indicators had superior performance in the association with the outcomes evaluated, when adjusted by other indicators.

Table 3

Association between anthropometric indices and report of arterial hypertension and diabetes mellitus among Brazilian older adults. *Brazilian National Health Survey, 2013.*

Indices (Z-score)	Odds ratio (95%CI)			
	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Hypertension				
ABSI	1.19 (1.10-1.27)	1.17 (1.10-1.27)	1.30 (1.21-1.40)	-
WC	1.45 (1.40-1.61)	1.57 (1.46-1.69)	1.47 (1.31-1.64)	-
WHtR	1.50 (1.40-1.61)	1.58 (1.47-1.70)	1.48 (1.32-1.65)	-
BMI	1.43 (1.34-1.54)	1.42 (1.36-1.58)	-	1.55 (1.44-1.67)
Diabetes				
ABSI	1.18 (1.09-1.28)	1.17 (1.09-1.28)	1.29 (1.18-1.41)	-
WC	1.46 (1.34-1.59)	1.48 (1.36-1.62)	1.50 (1.32-1.72)	-
WHtR	1.51 (1.39-1.65)	1.47 (1.35-1.61)	1.48 (1.30-1.68)	-
BMI	1.33 (1.23-1.44)	1.33 (1.23-1.44)	-	1.41 (1.30-1.54)

95%CI: 95% confidence intervals; ABSI: a body shape index ($m^{11/6}/kg^{-2/3}$); BMI: body mass index (kg/m^2), WC: waist circumference (cm); WHtR: waist-to-height ratio.

Model 1: non-adjusted; Model 2: adjusted for age (continuous), sex, skin color, education, smoking, alcohol consumption and physical exercise in leisure time; Model 3: adjusted for BMI (continuous), age (continuous), sex, skin color, education, smoking, alcohol consumption and physical exercise in leisure time; Model 4: adjusted for ABSI (continuous), age (continuous), sex, skin color, education, smoking, alcohol consumption and physical exercise in leisure time.

DISCUSSION

The results of this study showed significant association between the report of arterial hypertension and diabetes mellitus with higher values of BMI, WC and WHtR in the older Brazilian population in separate analyses when compared to ABSI. When adjusted for BMI, ABSI showed a greater strength of association with the outcomes, but it was not superior to the performance of WC and WHtR in models 2 and 3. It is worth mentioning that this is the first study to evaluate the performance of ABSI, a recently proposed index, in the Brazilian population of older adults, compared to the indices commonly used in the literature.

The use of anthropometric measurements has been useful in public health and in the clinical management of problems related to overweight, mainly because it requires no technological sophistication, uses low-cost tools and is associated with cardiovascular and metabolic outcomes. These advantages also allow the use of these indices in population studies, which involve large-scale evaluations 25. ABSI is a recently proposed index based on WC, independent of BMI, which can better evaluate the relative contribution of WC to abdominal obesity and clinical outcomes 26, which makes it potentially useful in the evaluation of populations at risk for cardiometabolic diseases, generating a growing international interest in its performance.

The results of our study are in line with those observed in studies of different populations. Studies conducted in adult rural populations in China 27 and adults and older people in Indonesia 28 showed that ABSI presented a weak association with arterial hypertension when compared to other anthropometric indices. Similarly, in a longitudinal study with Iranians, WHtR and WC were superior in identifying risk of arterial hypertension compared to ABSI 13. Among

Japanese adults, a retrospective cohort study found that compared to WC, ABSI was not a better predictor of diabetes mellitus, hypertension, and dyslipidemia 29.

In China, ABSI was associated with a higher risk of diabetes mellitus, but WC had a better discriminatory power than BMI and ABSI 30. Additionally, in a study conducted in 14 European countries, BMI and ABSI were weaker discriminators than other anthropometric measures to predict cardiovascular disease mortality among European adults and older people 31. Our results corroborate these studies, also showing a weak association of ABSI with arterial hypertension and diabetes mellitus in a highly mixed population of Latin American older adults, in comparison WC and WHtR, even when adjusted for BMI. ABSI was proposed as an alternative measure to WC and complementary to BMI, allowing the separate contribution of BMI and adjusted WC to diseases to be determined 26. However, after adjusting for ABSI, BMI (model 4) did not appear to have a higher association with the outcomes evaluated when compared to the results from the models containing only WC and WHtR and confounding factors (model 2), or the models adjusted by BMI and confounding factors (model 3).

The possible explanations for the weaker association between the diagnoses of arterial hypertension and diabetes mellitus and ABSI in comparison to the other indices have not been clearly established. However, as suggested by other studies 28,29,32, possible reasons for these results are related to ethnic and sex differences, which influence the evaluation of body composition in different populations 33. Thus, it can be assumed that the regression coefficients for ABSI can be specific to each population group, not having the same performance in other populations. In this sense, Krakauer & Krakauer 14 verified that ABSI was strongly correlated with age and sex, which was confirmed by later studies. Confirming this result, among Chinese adolescents the appropriate exponents to standardize WC in relation to BMI and height, in the ABSI calculation, were different from those proposed in the original formula (0.45 and 0.55, respectively) 34. In an adult and older Indonesian population, the exponents for the men were similar to those reported for the American population 14, but for the women these exponents were lower, suggesting that appropriate exponents should be modified, for example, according to sex. However, even using this adaptation, ABSI calculated with these new exponents did not show a greater association with hypertension, when compared to BMI, WHtR and WC 28, similar to what was observed in the example of our study.

The results of our study on the association of the chronic conditions evaluated with WC and WHtR measurements, even when adjusted for BMI, are consistent with that observed in other populations, which tend to present associations of greater magnitude, in comparison to BMI and ABSI. Previous studies have shown that these measurements were superior to BMI because they had a higher correlation with intra-abdominal fat, as well as better risk indicators for mortality, cardiometabolic risk factors and cardiovascular diseases, including arterial hypertension and diabetes mellitus 1,35,36,37,38,39,40. These results are further corroborated by the evidence that, even though they were classified as having a normal BMI, adult individuals from a cohort of European and Chinese origin with a higher WC had increased risk of cardiovascular disease and premature death 41. These results seem to demonstrate that the new index does not overcome the limitation observed for WC, regarding the non-inclusion of the individual's height in the estimate. Thus, it is not shown as an adequate predictor of fat concentration in the abdominal region, at least in terms of the association with arterial hypertension and diabetes mellitus.

Among the limitations of this study, its cross-sectional nature should be emphasized because it does not allow the establishment of a temporal relationship between variables, which may have led to skewed interpretations, especially in cases where the existence of chronic conditions may have altered lifestyle habits and, consequently, the body composition of older adults. Another aspect that should be highlighted is the use of self-reported information for chronic conditions, which may have introduced information bias in the study, although previous research has already demonstrated the validity of this method 42,43,44,45. In addition, the comparability of our results with other studies should consider that only the population of older adults was included, with a higher prevalence of the investigated chronic diseases, while the majority of studies conducted to date included the adult population. Another aspect to be considered is that WC measurements in this study were made at the midpoint between the last rib and the iliac crest, which was different from Krakauer & Krakauer 14, who measured WC immediately above the iliac crest. However, the association of WC with health outcomes seems to be independent of the measurement protocol 46, although these differences may still influence the results in some way.

However, even considering these limitations, it should be noted that this analysis was conducted in a large national sample, using standardized procedures for data collection, ensuring its internal validity 47. This analysis demonstrated ABSI performance, widely discussed in the literature, in a highly mixed population of older adults, contributing to the knowledge of its association with important chronic conditions known to be related to abdominal fat concentration.

CONCLUSIONS

In summary, this study quantified, for the first time, the magnitude of the association between the report of arterial hypertension and diabetes mellitus with four different anthropometric indices among Brazilian older adults, including a recently proposed index. Considering the lower strength of association between the new index (ABSI) and the chronic conditions assessed, even after adjustment for BMI and confounding factors, WC and WHtR probably remain as useful indices in public health, at least in relation to arterial hypertension and diabetes mellitus in Brazilian older adults. Additionally, BMI was associated with these conditions, when analyzed alone or adjusted by ABSI, and remains as an index that could be used in the context of these diseases, despite its known limitations.

ACKNOWLEDGMENTS

This study was partially supported by the Health Surveillance Secretariat (SVS), Brazilian Ministry of Health, M. F. Lima-Costa and S. V. Peixoto are fellow researchers of the Brazilian National Research Council (CNPq).

REFERENCES

1. Browning LM, Hsieh SD, Ashwell MA. Systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0.5 could be a suitable global boundary value. *Nutr Res Rev* 2010; 23:247-69. [Links]
2. Global Burden of Metabolic Risk Factors for Chronic Diseases Collaboration (BMI Mediated Effects); Lu Y, Hajifathalian K, Ezzati M, Woodward M, Rimm EB, et al. Metabolic mediators of the effects of body-mass index, overweight, and obesity on coronary heart disease and stroke: a pooled analysis of 97 prospective cohorts with 1.8 million participants. *Lancet* 2014; 15:970-83. [Links]
3. Chandra A, Neeland IJ, Berry JD, Ayers CR, Rohatgi A, Das SR, et al. The relationship of body mass and fat distribution with incident hypertension: observations from the Dallas Heart Study. *J Am Coll Cardiol* 2014; 9:997-1002. [Links]
4. Okafor C, Anyaehie U, Ofoegbu E. The magnitude of obesity and its relationship to blood pressure among the residents of Enugu metropolis in South East Nigeria. *Ann Med Health Sci Res* 2014; 4:24-9. [Links]
5. Huimin F, Xiaolin L, Liang Z, Xiaoli C, Qin I, Hong W, et al. Abdominal obesity is strongly associated with cardiovascular disease and its risk factors in elderly and very elderly community-dwelling Chinese. *Sci Rep* 2016; 6:21521. [Links]
6. Martín CA, Cabañas AMD, Barca DFJ, Martín CP, Gómez BJJ. Obesity and risk of myocardial infarction in a sample of European males. Waist to-hip-ratio presents information bias of the real risk of abdominal obesity. *Nutr Hosp* 2017; 1:88-95. [Links]
7. Kang SM, Yoon JW, Ahn HY, Kim SY, Lee KH, Shin H, et al. Android fat depot is more closely associated with metabolic syndrome than abdominal visceral fat in elderly people. *PLoS One* 2011; 6:e27694. [Links]
8. Deng WW, Wang J, Liu MM, Wang D, Zhao Y, Liu YQ. Body mass index compared with abdominal obesity indicators in relation to prehypertension and hypertension in adults: the CHPSNE study. *Am J Hypertens* 2013; 26:58-67. [Links]
9. Nevill AM, Stewart AD, Olds T, Holder R. Relationship between adiposity and body size reveals limitations of BMI. *Am J Phys Anthropol* 2006; 129:151-6. [Links]
10. Gómez-Ambrosi J, Silva C, Galofré JC, Escalada J, Santos S, Millán D, et al. Body mass index classification misses subjects with increased cardiometabolic risk factors related to elevated adiposity. *Int J Obes (Lond)* 2012; 36:286-94. [Links]
11. World Health Organization. Expert Consultation on Waist Circumference and Waist-Hip Ratio; 2008.
http://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO_report_waistcircumference_and_waisthip_ratio/en/ (accessed on Jun/2017). [Links]
12. Ehrampoush E, Arasteh P, Homayounfar R, Cheraghpour M, Alipour M, Naghizadeh MM, et al. New anthropometric indices or old ones: which is the better predictor of body fat? *Diabetes Metab Syndr* 2016; 23:30201-6. [Links]

13. Janghorbani M, Aminorroaya A, Amini M. Comparison of different obesity indices for predicting incident hypertension. *High Blood Press Cardiovasc Prev* 2017; 24:157-66. [Links]
14. Krakauer NY, Krakauer JC. A new body shape index predicts mortality hazard independently of body mass index. *PLoS One* 2012; 7:e39504. [Links]
15. Haghghatdoost F, Sarrafzadegan N, Mohammadifard N, Asgary S, Boshtam M, Azadbakht L. Assessing body shape index as a risk predictor for cardiovascular diseases and metabolic syndrome among Iranian adults. *Nutrition* 2014; 30:636-44. [Links]
16. Abete I, Arriola L, Etxezarreta N, Mozo I, Moreno-Iribas C, Amiano P, et al. Association between different obesity measures and the risk of stroke in the EPIC Spanish cohort. *Eur J Nutr* 2015; 54:365-75. [Links]
17. Giudici KV, Martini LA. Comparison between body mass index and a body shape index with adiponectin/leptin ratio and markers of glucose metabolism among adolescents. *Ann Hum Biol* 2017; 44:489-94. [Links]
18. Ministério da Saúde. *Vigitel Brasil 2012: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Notas técnicas.*
<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/vigitel/vigteldescr.htm> (accessed on 10/Jun/2018). [Links]
19. Kehdy FS, Gouveia MH, Machado M, Magalhães WC, Horimoto AR, Horta BL, et al. Origin and dynamics of admixture in Brazilians and its effect on the pattern of deleterious mutations. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2015; 112:8696-701. [Links]
20. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Nacional de Saúde, 2013.*
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/pns/2013/> (accessed on Jun/2018). [Links]
21. Malta DB, Andrade SSSA, Stopa SR, Pereira CA, Szwarcwald CL, Júnior JBS, et al. Brazilian lifestyles: National Health Survey results, 2013. *Epidemiol Serv Saúde* 2015; 24:217-26. [Links]
22. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Nacional de saúde: manual de antropometria, 2013.*
<https://www.pns.icict.fiocruz.br/arquivos/Novos/Manual%20de%20Antropometria%20PDF.pdf> (accessed on Jun/2018). [Links]
23. National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism. *Rethinking drinking: alcohol and your health, 2010.* https://www.niaaa.nih.gov/sites/default/files/publications/Rethinking_Drinking.pdf (accessed on Jun/2019) [Links]
24. World Health Organization. *Recommended population levels of physical activity for health in global recommendations on physical activity for health.* accessed on Jun/2018). [Links]
25. Nuttall FQ. Body mass index: obesity, BMI, and health: a critical review. *Nutr Today* 2015; 50:117-28. [Links]
26. Krakauer NY, Krakauer JC. Expansion of waist circumference in medical literature: potential clinical application of a body shape index. *J Obes Weight Loss Ther* 2014; 4:216.

- 27.Chang Y, Guo X, Guo L, Li Z, Li Y, Sun Y, et al. The feasibility of two new anthropometric indices to identify hypertension in rural China: a cross-sectional study. *Medicine (Baltimore)* 2016; 95:e5301. [Links]
- 28.Cheung YB. "A Body Shape Index" in middle-age and older Indonesian population: scaling exponents and association with incident hypertension. *PLoS One* 2014; 15:e85421. [Links]
- 29.Fujita M, Sato Y, Nagashima K, Takahashi S, Hata A. Predictive power of a body shape index for development of diabetes, hypertension, and dyslipidemia in Japanese adults: a retrospective cohort study. *PLoS One* 2015; 1:e0128972. [Links]
- 30.He S, Chen X. Could the new body shape index predict the new onset of diabetes mellitus in the Chinese population? *PLoS One* 2013; 8:e50573. [Links]
- 31.Song X, Jousilahti P, Stehouwer CD, Söderberg S, Onat A, Laatikainen T, et al. Cardiovascular and all-cause mortality in relation to various anthropometric measures of obesity in Europeans. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2015; 5:295-304. [Links]
- 32.Maessen MF, Eijsvogels TM, Verheggen RJ, Hopman MT, Verbeek AL, Vegt F, 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; 17:e107212. [Links]
- 33.Lukaski HC. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *Am J Clin Nutr* 1987; 46:537-56. [Links]
- 34.Xu Y, Yan W, Cheung YB. Body shape indices and cardiometabolic risk in adolescents. *Ann Hum Biol* 2015; 42:70-5. [Links]
- 35.Rankinen T, Kim SY, Pérusse L, Després JP, Bouchard C. The prediction of abdominal visceral fat level from body composition and anthropometry: ROC analysis. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1999; 23:801-9. [Links]
- 36.Zhu S, Wang Z, Heshka S, Heo M, Faith MS, Heymsfield SB. Waist circumference and obesity-associated risk factors among whites in the third National Health and Nutrition Examination Survey: clinical action thresholds. *Am J Clin Nutr* 2002; 76:743-9. [Links]
- 37.Ho SY, Lam TH, Janus ED; Hong Kong Cardiovascular Risk Factor Prevalence Study Steering Committee. Waist to stature ratio is more strongly associated with cardiovascular risk factors than other simple anthropometric indices. *Ann Epidemiol* 2003; 13:683-91. [Links]
- 38.Kuk JL, Ardern CI. Influence of age on the association between various measures of obesity and all-cause mortality. *J Am Geriatr Soc* 2009; 57:2077-84. [Links]
- 39.Petursson H, Sigurdsson JA, Bengtsson C, Nilsen TI, Getz L. Body configuration as a predictor of mortality: comparison of five anthropometric measures in a 12 year follow-up of the Norwegian HUNT 2 study. *PLoS One* 2001; 6:e26621. [Links]
- 40.Ashwell M, Gunn P, Gibson S. Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta-analysis. *Obes Rev* 2012; 13:275-86. [Links]
- 41.Lear SA, James PT, Ko GT, Kumanyika S. Appropriateness of waist circumference and waist-to-hip ratio cutoffs for different ethnic groups. *Eur J Clin Nutr* 2010; 64:42-61. [Links]

42. Vargas CM, Burt VL, Gillum RF, Pamuk ER. Validity of self-reported hypertension in the National Health and Nutrition Examination Survey III, 1988-1991. *Prev Med* 1997; 26:678-85. [Links]
43. Lima-Costa MF, Peixoto SV, Firmo JO. Validity of self-reported hypertension and its determinants (the Bambuí study). *Rev Saúde Pública* 2004; 38:637-42. [Links]
44. Pastorino S, Richards M, Hardy R, Abington J, Abington J, Wills A, Kuh D, et al. Validation of self-reported diagnosis of diabetes in the 1946 British birth cohort. *Prim Care Diabetes* 2015; 9:397-400. [Links]
45. Fontanelli MM, Teixeira JA, Sales CH, Castro MA, Cesar CL, Alves MC, et al. Validation of self-reported diabetes in a representative sample of São Paulo city. *Rev Saúde Pública* 2017 51:20. [Links]
46. Ross R, Berentzen T, Bradshaw AJ, Janssen I, Kahn HS, Katzmarzyk PT, et al. Does the relationship between waist circumference, morbidity and mortality depend on measurement protocol for waist circumference? *Obes Rev* 2008; 9:312-25. [Links]
47. Szwarcwald CL, Malta DC, Pereira CA, Vieira MLFP, Souza Júnior PRB, Damacena GN, et al. National Health Survey in Brazil: design and methodology of application. *Ciênc Saúde Colet* 2014; 19:333-42. [Links]

Received: September 11, 2018; Revised: February 14, 2019; Accepted: February 28, 2019

Correspondence S. V. Peixoto Instituto René Rachou, Fundação Oswaldo Cruz. Av. Augusto de Lima 1715, Belo Horizonte, MG 30190-009, Brasil. sergio@cpqrr.fiocruz.br

Contributors

M. A. Nascimento-Souza contributed in the study conception, data analysis and interpretation, and writing of the article. M. F. Lima-Costa and S. V. Peixoto contributed in the data analysis, interpretation, and revision of the manuscript

5.2 Resultados do artigo 2

INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS E INCIDÊNCIA DE INCAPACIDADE EM ATIVIDADES BÁSICAS DE VIDA DIÁRIA: 15 ANOS DA COORTE DE IDOSOS DE BAMBUÍ

RESUMO

Avaliar a associação entre indicadores antropométricos de obesidade abdominal e geral e a incidência de incapacidade em atividades básicas de vida diária (ABVD) em idosos da coorte Bambuí. Foram utilizados dados de 858 idosos provenientes da Coorte de Idosos de Bambuí. A variável desfecho foi a incidência de incapacidade, avaliada a partir das ABVD, e as variáveis de exposição foram os índices *a body shape index* (ABSI), circunferência da cintura (CC), relação cintura-estatura (RCE) e índice de massa corporal (IMC). Os *subhazard ratio* e respectivos intervalos de 95% de confiança, da associação entre os tercis dos indicadores antropométricos e incapacidade foram obtidos a partir de modelos de regressão de riscos competitivos, e foram ajustados, por fatores de confusão sociodemográficos e comportamentais. ABSI não apresentou associação com incapacidade em ABVD após ajuste por fatores de confusão, enquanto a CC apresentou associação com o desfecho somente quando não foi feito ajuste pelo IMC. Além disso, foi observado um maior risco de incapacidade, independente de IMC, para aqueles idosos pertencentes ao 3º tercil da RCE. Para o IMC, maiores valores foram associados à maior incidência de incapacidade, mesmo após ajuste por ABSI, mas essa associação não se manteve quando a CC foi incluída no modelo. RCE e IMC previram incapacidade entre idosos, ao contrário do ABSI e CC, podendo ser usados em saúde pública para identificar o risco de desenvolvimento de incapacidade em ABVD nesse grupo.

Palavras-chave: envelhecimento, obesidade, circunferência da cintura, razão cintura-estatura, incapacidade

INTRODUÇÃO

A incapacidade é um desfecho de saúde comum entre os idosos que pode ser avaliada a partir de diferentes domínios, dentre eles estão as atividades básicas de vida diária (ABVD) (BARBERGER-GATEAU et al., 2000), que são atividades relacionadas ao autocuidado (KATZ; AKPOM, 1967). A incapacidade contribui para uma maior morbidade e mortalidade nessa população (WHO, 2018) apresentando-se assim como um grande desafio para os serviços de saúde, sociais e assistenciais em todo o mundo, em termos de custos com saúde, qualidade de vida dos pacientes e ônus para os cuidadores (ANDERSON et al., 2013). Além disso, espera-se que os impactos da incapacidade para a saúde pública aumentem à medida que a população envelhece (WHO, 2009).

Estudos transversais (CHEN & GUO, 2008; NAM et al., 2012) e longitudinais (AL SNIH et al., 2007; WALTER et al., 2009) têm verificado associação entre obesidade geral, avaliada a partir do índice de massa corporal (IMC), e incapacidade entre idosos. De forma semelhante, estudos transversais têm demonstrado uma associação entre obesidade abdominal e incapacidade avaliada por diferentes domínios (CHEN & GUO, 2008; NAM et al., 2012; LISKO et al., 2015), mas esses estudos não são capazes de estabelecer a relação temporal existente entre a gordura localizada na região central do corpo e incapacidade.

Indicadores antropométricos que avaliam obesidade, tais como IMC e circunferência da cintura (CC), podem ser úteis para prever desfechos em saúde, no entanto, esses apresentam algumas limitações. Por exemplo, a validade do IMC como indicador de excesso de peso tem sido questionada, uma vez que não distingue entre acúmulo de massa magra e gorda, e, não faz distinção entre os locais de deposição da gordura corporal (NUTTAL, 2015). Diante dessas limitações, a CC tem sido sugerida como complemento para o IMC (WHO, 2008). Para a população idosa, provavelmente seja mais importante avaliar os impactos da obesidade abdominal na saúde, uma vez que o envelhecimento está relacionado a alterações da composição corporal com uma maior deposição de gordura na região central do corpo (VILLAREAL et al., 2005).

No entanto, o uso da CC também apresenta limitações para estimar adequadamente a distribuição da gordura corporal, uma vez que não leva em consideração o fato de que indivíduos mais altos apresentam uma maior CC (WHO, 2008). Além disso, a elevada

correlação existente entre a CC e o IMC (MOORE, 2009; KRAKAUER & KRAKAUER, 2012) dificulta a determinação independente do papel da obesidade abdominal como um fator de risco para a incapacidade.

Dessa forma, novos indicadores antropométricos, que avaliam a obesidade abdominal, têm sido propostos na tentativa de contornar as limitações da CC. A relação cintura-estatura (RCE), por exemplo, incorpora a altura em seu cálculo, e pode se apresentar como uma alternativa para a avaliação da obesidade abdominal. Recentemente, um novo índice antropométrico denominado *a body shape index* (ABSI), que se baseia na CC, ajustado pela altura e pelo IMC foi desenvolvido por Krakauer & Krakauer (2012). Os autores demonstraram que ABSI apresentou uma baixa correlação com a altura, peso e IMC e uma modesta correlação com a CC, o que lhe possibilita quantificar o risco associado à obesidade abdominal que não pode ser atribuído à obesidade geral. No entanto, embora, em uma recente metanálise, o aumento de um desvio-padrão no ABSI estivesse associado a um aumento na chance de doenças incapacitantes, tais como diabetes e doenças cardiovasculares (JI et al., 2018), nenhum estudo até o momento avaliou o desempenho de ABSI no contexto da incapacidade.

A literatura aponta que existem diferenças raciais e étnicas quanto aos efeitos das medidas antropométricas em desfechos em saúde (WHO, 2008). Além disso, os estudos longitudinais que verificaram a associação entre obesidade abdominal, avaliada a partir da CC, e incapacidade foram conduzidos em populações predominantemente brancas (HOUSTON et al., 2005; GUALLAR-CASTILLÓN et al., 2007). Nesse sentido, o conhecimento sobre a associação de obesidade e incapacidade em populações com elevada miscigenação, como a população idosa brasileira (KEHDY et al., 2015), ainda é incipiente. Assim, faz-se necessário que mais estudos sejam conduzidos buscando avaliar a aplicabilidade de marcadores indiretos de obesidade em diferentes populações. Diante desse cenário, esse estudo objetivou avaliar a associação entre indicadores antropométricos de obesidade abdominal (ABSI, CC e RCE) e geral e a incidência de incapacidade em ABVD em idosos da coorte de Bambuí.

METODOLOGIA

População de estudo e coleta de dados

Os dados do presente artigo foram obtidos a partir do estudo de coorte prospectivo de base populacional realizado na cidade de Bambuí, município situado no estado de Minas Gerais. A cidade continha cerca de 15.000 habitantes em 1997, quando foi estabelecida a linha de base da coorte (LIMA-COSTA et al., 2011). A população de estudo foi identificada por meio de um censo realizado na comunidade em novembro e dezembro de 1996. Todos os 1.742 indivíduos com 60 anos ou mais em primeiro de janeiro de 1997, foram elegíveis para participar da linha de base da coorte. Desses 1.606 (92,19%) realizaram a entrevista e 1.454 (83,47%) realizaram os exames físicos. Aqueles que apresentaram incapacidade na linha de base (n= 575) ou tinham (n= 21) informações incompletas para as variáveis de interesse, foram excluídos, o que levou a uma amostra final de 858 idosos.

A coleta de dados ocorreu na linha de base da coorte, entre fevereiro e maio de 1997 e essa população foi seguida anualmente, até 2011. As informações coletadas incluíram entrevista e verificação dos certificados de óbito em todos os anos, além de exames físicos e coleta de sangue, em anos selecionados. As entrevistas foram realizadas nos domicílios dos participantes e respondidas pelo próprio idoso ou por um respondente próximo, quando o idoso estava impossibilitado de responder às perguntas devido a déficit cognitivo ou outro problema de saúde. A avaliação clínica e antropométrica, bem como a coleta de sangue para análise bioquímica foram realizadas na clínica de campo ou no domicílio, nos casos de impossibilidade de locomoção do idoso até a clínica. Todos os entrevistadores e examinadores foram treinados e certificados pela equipe do projeto. O presente estudo incluiu os dados coletados entre a linha de base e 31 de dezembro de 2011, totalizando aproximadamente 15 anos de acompanhamento.

O projeto Bambuí foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), no Rio de Janeiro em 04 de novembro de 1996. Todos os participantes do estudo forneceram consentimento livre e esclarecido.

Variáveis de interesse e procedimentos de coleta

Desfecho de interesse (incapacidade em ABVD)

Na Coorte de Idosos de Bambuí, a incapacidade foi avaliada anualmente em relação ao desempenho autodeclarado nas ABVD. Os idosos foram questionados se devido a algum problema de saúde eles teriam dificuldade em realizar qualquer uma das seguintes atividades: banhar-se, vestir-se, alimentar-se, caminhar de um cômodo a outro em um mesmo andar, subir ou descer da cama e usar o banheiro. As perguntas para cada ABVD tinham quatro opções de respostas: 1) Nenhuma dificuldade; 2) Alguma dificuldade; 3) Grande dificuldade; 4) Incapaz de realizar. O idoso foi classificado com incapacidade em ABVD quando relatou pela primeira vez, que tinha algum grau de dificuldade (alguma dificuldade, grande dificuldade ou incapaz) em realizar uma ou mais das seis tarefas. A escala utilizada pela Coorte de Idosos de Bambuí é uma modificação da escala de Katz publicada em 1976 (KATZ; AKPOM, 1967), que embora não tenha sido validada, tem sido amplamente utilizada em diversos estudos epidemiológicos (BACKHOLER et al., 2012; NAM et al., 2012; KUMAR et al., 2015).

Variáveis de exposição (avaliação antropométrica)

O peso e a altura foram obtidos utilizando-se técnicas preconizadas pela literatura e equipamentos padronizados da marca CMS *Weighing Equipment* Ltda (Reino Unido). Para medir o peso dos idosos, foi utilizada uma balança eletrônica digital portátil, com capacidade de 150kg e precisão de 50g. Para a altura, foi utilizado um estadiômetro com capacidade de 2m e 0,1cm de precisão, com os indivíduos na posição vertical. A CC foi avaliada com uso de uma fita métrica flexível e inelástica, com o entrevistado de pé, sendo a leitura feita no ponto médio entre a última costela e a crista ilíaca. A RCE foi calculada a partir da divisão da CC (cm) pela estatura (cm) enquanto o IMC foi definido como a razão entre o peso em quilogramas e o quadrado da altura em metros (kg/m^2). ABSI foi calculado pela seguinte fórmula: $\text{CC (m)} \div (\text{IMC}^{2/3} \times \text{altura (m)}^{1/2})$ (KRAKAUER & KRAKAUER, 2012).

Mortalidade

Os óbitos por todas as causas que ocorreram entre 1997, quando a linha de base foi estabelecida, até o dia 31 de dezembro de 2011 foram incluídos na presente análise. Esses foram relatados por familiares durante as entrevistas anuais de acompanhamento e

confirmados pelo Sistema de Informações sobre Mortalidade, do Ministério da Saúde. Os atestados de óbito foram obtidos para 98,90% dos participantes da coorte Bambuí que tiveram o óbito declarado pela família.

Potenciais fatores de confusão

A seleção de potenciais variáveis de confusão foi baseada em fatores previamente descritos como associados ao excesso de peso e incapacidade, sobretudo em populações idosas (BARRETO et al., 2003; ALVES et al., 2010).

As variáveis sociodemográficas consideradas foram: idade (em anos), sexo (masculino e feminino) e escolaridade (sem instrução, 1-3 anos e 4 ou mais anos). Com relação aos comportamentos em saúde, foram obtidas informações sobre tabagismo (não fumante: aquele que não fumava ou fumou menos de 100 cigarros durante toda a vida; ex-fumante: aquele que fumou pelo menos 100 cigarros durante a vida, mas havia parado de fumar no momento da entrevista; e fumante atual: aquele que relatou ter fumado pelo menos 100 cigarros durante a sua vida e continuava fumando até o momento da entrevista), consumo de risco de álcool (consumo de sete ou mais doses/semana) (NIAAA, 2010) e prática insuficiente de atividade física (realização de atividades físicas que somavam menos de 450 equivalentes metabólicos por minuto/semana - MET/min.semana) (WHO, 2011).

O consumo de álcool foi avaliado pelo relato da frequência e quantidade desse consumo, considerando o número de doses, nos 12 meses anteriores à entrevista. Foram apresentados cartões que ilustravam a quantidade correspondente a uma dose de cerveja, vinho ou aguardente. Para estimar o gasto de energia, foram realizadas 23 perguntas fechadas e duas abertas sobre atividades físicas realizadas nos 90 dias anteriores à entrevista, considerando todos os domínios (lazer, trabalho, deslocamento e atividades domésticas). As perguntas incluíam o tipo e a frequência da atividade e o tempo médio (em minutos) gasto em cada atividade, possibilitando estimar os equivalentes metabólicos.

Análise estatística

Todas as variáveis utilizadas nesse estudo foram comparadas entre indivíduos com incapacidade e sem incapacidade em ABVD, utilizando-se o teste de qui-quadrado de Pearson (variáveis categóricas) e o teste de *Mann-Whitney* (variáveis contínuas).

A estimativa da associação entre os indicadores antropométricos categorizados em tercís e a incidência de incapacidade ao longo dos 15 anos foi realizada pelo modelo de regressão de riscos competitivos (FINE & GRAY, 1999), obtendo-se os valores do *subhazard ratio* (SHR) e intervalos de confiança (95%). A ocorrência do óbito foi considerada como um evento competitivo, uma vez que pode alterar a probabilidade de ocorrência do evento de interesse (incapacidade em ABVD). O pressuposto de proporcionalidade dos riscos ao longo do tempo foi verificado pela análise de resíduos de Schoenfeld.

Doenças crônicas tais como diabetes, infarto agudo do miocárdio, acidente vascular encefálico e artrite/reumatismo não foram incluídas no ajuste, uma vez que essas condições podem ser mediadoras na associação existente entre excesso de peso e incapacidade (KOYANAGI et al., 2015). De forma conservadora, com o propósito de preservar o poder estatístico nas análises, a amostra foi considerada na sua totalidade, e sexo foi considerada como uma covariável nos modelos avaliados. Além disso, todas as variáveis consideradas nas análises foram mantidas no modelo múltiplo somente após verificação de ausência de colinearidade (*variance inflation factor* < 5).

Para avaliar a associação entre medidas antropométricas e incidência de incapacidade em ABVD, foram construídos os seguintes modelos:

Modelo 1: avaliou a associação isolada de cada indicador antropométrico com o desfecho, ajustada por variáveis sociodemográficas e comportamentos em saúde.

Modelo 2: avaliou a associação de cada indicador de obesidade abdominal (ABSI, CC ou RCE) com o desfecho, ajustado por variáveis sociodemográficas, comportamentos em saúde e IMC (contínuo).

Modelos 3 e 4: avaliaram a associação do IMC com o desfecho, ajustado por variáveis sociodemográficas e comportamentos em saúde, além de CC (contínuo) ou ABSI (contínuo), respectivamente.

Análises adicionais foram realizadas considerando a CC e o IMC segundo pontos de cortes comumente utilizados na literatura. Para a CC considerou-se a seguinte categorização para as mulheres: CC normal < 80 cm; CC aumentada entre 80 e 88 cm e CC muito aumentada \geq 88

cm. Para os homens: CC normal < 94 cm; CC aumentada entre 94 e 102 cm e CC muito aumentada \geq 102 cm (LEAN et al., 1995). Em relação à classificação do IMC, o baixo peso foi definido como IMC <18,5 kg/m², peso normal de 18,5 kg/m² a < 25kg/m², sobrepeso de 25,0 kg/m² a < 30,0 kg/m² e obesidade \geq 30,0 kg/m² (WHO, 1995). Todas as análises foram realizadas com auxílio do software Stata® versão 13.0 (StataCorp LLC, College Station, TX), com exceção do preparo do banco de dados que foi feito no software R, versão 3.4.1 (<http://www.r-project.org>).

RESULTADOS

Participaram desse estudo 858 indivíduos com idade média de 68,25 anos (desvio padrão= 6,69 anos), variando de 60 a 93 anos. Durante um seguimento mediano de 4,00 anos, 638 idosos apresentaram incapacidade (286 homens e 352 mulheres), levando a 9.038 pessoas-ano (pyrs) de observação. A taxa de incidência de incapacidade na coorte de Bambuí foi de 13,90 por 1000 pessoas-ano, sendo maior entre as mulheres (15,20 por 1000 pessoas-ano) em comparação aos homens (12,60 por 1000 pessoas-ano) ($p < 0,001$).

A descrição das características da amostra estudada na linha de base para a população total e segundo a incidência de incapacidade, estão apresentadas na Tabela 1. Quanto à distribuição das características da amostra analisada verificou-se que a idade mediana foi de 67 anos, que a maioria era do sexo feminino (52,45%), com quatro anos ou mais de estudo (42,31%), nunca havia fumado (54,90%), não apresentava consumo de risco de álcool (92,77%) e era ativa (79,02%). Quando comparados aqueles sem incapacidade, idosos que apresentaram incapacidade eram mais velhos e com maior proporção de indivíduos do sexo feminino (valores- $p < 0,05$).

Tabela 1. Distribuição das características obtidas na linha de base, para a população total e segundo a incidência de incapacidade. Coorte de Idosos de Bambuí (1997-2011)

Variáveis	Incidência de incapacidade em ABVD ¹			Valor p*
	Total (n= 858)	Não (n= 220)	Sim (n= 638)	
Idade em anos, mediana (IIQ)	67 (63-72)	65 (62-71)	67 (63-73)	0,003
Sexo				0,006
Masculino	47,55	55,45	44,83	
Feminino	52,45	44,55	55,17	
Escolaridade (anos)				0,062
Sem instrução	25,52	19,55	27,59	
1-3 anos	32,17	34,55	31,35	
4 ou mais	42,31	45,91	41,07	
Tabagismo				0,235
Não fumante	54,90	55,00	54,86	
Ex-fumante	25,17	21,82	26,33	
Fumante atual ²	19,93	23,18	18,81	
Consumo de risco de álcool ³				0,382
Não	92,77	94,09	92,32	
Sim	7,23	5,91	7,68	
Prática insuficiente de atividade física ⁴				0,079
Não	79,02	83,18	77,59	
Sim	20,98	16,82	22,41	

Nota: Valores expressos em percentuais, exceto quando especificado.

ABVD: atividade básicas de vida diária. IIQ: intervalo interquartil

* Valor p do teste de Mann Whitney ou do Qui-quadrado de Pearson.

¹Alguna, grande dificuldade ou incapacidade de realizar uma ou mais dentre seis ABVD.

²Fumou 100 ou mais cigarros durante a vida e continuava fumando.

³ ≥7 doses/semana nos 12 meses anteriores à entrevista.

⁴Menos de 450 equivalentes metabólicos por minuto/semana, considerando todos os domínios.

A Tabela 2 apresenta as medianas (e intervalos interquartilicos) dos indicadores antropométricos para a população total e de acordo com a incidência de incapacidade em ABVD. Em relação aos indicadores antropométricos avaliados na linha de base, verificamos que as medianas de ABSI, CC, RCE, foram significativamente maiores entre aqueles com incapacidade, quando comparados aos idosos sem incapacidade.

Tabela 2. Indicadores antropométricos para a população total e segundo a incidência de incapacidade em atividades básicas de vida diária. Linha de base da Coorte de Idosos de Bambuí (1997-2011)

Indicadores antropométricos	Incidência de incapacidade em ABVD ¹			Valor p*
	Total (n= 858)	Não (n= 220)	Sim (n= 638)	
<i>A body shape index</i> ($m^{11/6} \times kg^{-2/3}$)	0,0845 (0,814-0,879)	0,084 (0,809-0,872)	0,085 (0,816-0,881)	0,015
Circunferência da cintura (cm)	89,50 (82,50-96,67)	88,17 (81,5-97,79)	90,00 (83,00-97,5)	0,035
Relação cintura-estatura	0,56 (0,52-0,61)	0,54 (0,51-0,59)	0,56 (0,52-0,61)	< 0,001
Índice de massa corporal (kg/m^2)	24,06 (21,34-27,19)	23,83 (21,26-26,82)	24,10 (21,40-27,35)	0,245

Valores expressos em mediana (intervalo interquartilico)

¹Alguma, grande dificuldade ou incapacidade de realizar uma ou mais dentre seis ABVD.

* Valor p do teste de *Mann-Whitney*.

A Tabela 3 apresenta as estimativas do SHR e intervalos de confiança (95%) para incapacidade em ABVD, em relação aos indicadores antropométricos de obesidade abdominal, entre idosos. ABSI não apresentou associação com incapacidade quando ajustado por variáveis sociodemográficas e comportamentos em saúde ou quando IMC foi acrescentado ao modelo.

Idosos pertencentes ao terceiro tercil da CC ou aqueles classificados com uma CC muito aumentada, apresentaram associação positiva e significativa com incapacidade incidente, quando comparados aqueles do primeiro tercil ou os classificados com CC normal (SHR 1,27 IC 95% 1,07-1,52 e 1,39 IC 95% 1,15-1,68, respectivamente), mesmo após ajuste para variáveis sociodemográficas e comportamentos em saúde (modelo 1). Entretanto, após ajuste pelo IMC, essas associações não se mantiveram (modelo 2).

Outro indicador de obesidade abdominal, RCE, foi associado a um maior risco de incapacidade no segundo e terceiro tercis, mesmo após ajuste pelos confundidores considerados (SHR 1,28 IC 95% 1,08-1,51 e 1,45 IC 95% 1,21-1,75, respectivamente). Além disso, essa associação foi pouco alterada após ajuste pelo IMC (SHR 1,26 IC 95% 1,03-1,54 e 1,41 IC 95% 1,06-1,86, respectivamente) (Tabela 3).

Tabela 3. Associação entre os indicadores antropométricos de obesidade abdominal e incidência de incapacidade em ABVD em 15 anos entre idosos. Estudo de Coorte de Idosos de Bambuí (1997-2011)

Indicadores antropométricos*	Subhazard ratio (intervalo de confiança - 95%)		
	Modelo bruto	Modelo 1	Modelo 2
A body shape index ($m^{11/6} \times kg^{-2/3}$)			
T1 (Ref.) < 0,0824	1,00	1,00	1,00
T2 0,0824-0,0867	1,18 (0,99-1,39)	1,15 (0,97-1,36)	1,16 (0,98-1,38)
T3 0,0848-0,1141	1,20 (1,01-1,43)	1,09 (0,91-1,31)	1,16 (0,97-1,39)
Circunferência da cintura (cm)			
T1 (Ref.) < 84,52	1,00	1,00	1,00
T2 84,52-93,91	1,03 (0,87-1,21)	1,11 (0,94-1,32)	1,02 (0,84-1,24)
T3 93,91-132,5	1,21 (1,02-1,44)	1,27 (1,07-1,52)	1,09 (0,85-1,39)
Circunferência da cintura (cm): pontos de corte			
Normal	1,00	1,00	1,00
Aumentada	1,13 (0,95-1,36)	1,15 (0,95-1,39)	1,09 (0,88-1,34)
Muito aumentada	1,37 (1,17-1,61)	1,39 (1,15-1,68)	1,25 (0,96-1,63)
Relação cintura estatura			
T1 (Ref.) < 0,53	1,00	1,00	1,00
T2 0,53-0,59	1,25 (1,06-1,48)	1,28 (1,08-1,51)	1,26 (1,03-1,54)
T3 0,59-0,81	1,47 (1,24-1,75)	1,45 (1,21-1,75)	1,41 (1,06-1,86)

*Divididos em tercis de distribuição ou pontos de cortes comumente utilizado na literatura.

Modelo 1: ajustado pelas variáveis idade, sexo, escolaridade, tabagismo, consumo de risco de álcool e prática insuficiente de atividade física, como descritas na tabela 1.

Modelo 2: ajustado pelas variáveis do modelo 1, acrescido de IMC (contínuo).

A Tabela 4 descreve a magnitude da associação entre IMC e incidência de incapacidade, entre idosos. Aqueles pertencentes ao terceiro tercil de IMC ou classificados com obesidade, a partir dos pontos de corte propostos pela OMS, apresentaram um maior risco de incapacidade (SHR 1,22 IC 95% 1,02-1,47 e 1,29 IC 95% 1,01-1,71, respectivamente), após ajuste pelas variáveis sociodemográficas e comportamentos em saúde. Entretanto, após ajuste para CC, essa associação desapareceu. Por outro lado, o ajuste por ABSI não alterou as associações observadas, sendo o maior tercil e a categoria de obesidade associadas à incidência da incapacidade. Além disso, aqueles classificados com baixo peso, passaram a apresentar uma associação inversa com o desfecho (Tabela 4).

Tabela 4. Associação entre índice de massa corporal e incidência de incapacidade em ABVD em 15 anos entre idosos. Estudo de Coorte de Idosos de Bambuí (1997-2011)

Indicador antropométrico*	<i>Subhazard ratio</i> (intervalo de confiança - 95%)			
	Modelo bruto	Modelo 1	Modelo 3	Modelo 4
Índice de massa corporal (kg/m²)				
T1 (Ref.) < 22,41	1,00	1,00	1,00	1,00
T2 22,41-26,13	1,03 (0,87-1,21)	1,10 (0,93-1,30)	0,97 (0,80-1,18)	1,12 (0,94-1,32)
T3 26,13-53,60	1,15 (0,97-1,37)	1,22 (1,02-1,47)	0,96 (0,74-1,25)	1,25 (1,04-1,51)
Índice de massa corporal (kg/m²): pontos de corte da OMS				
Eutrófico	1,00	1,00	1,00	1,00
Baixo peso	0,81 (0,60-1,10)	0,75 (0,55-1,02)	0,86 (0,62-1,19)	0,72 (0,52-0,99)
Sobrepeso	0,93 (0,79-1,08)	0,93 (0,83-1,13)	0,83 (0,69-1,01)	0,97 (0,83-1,14)
Obesidade	1,29 (1,01-1,66)	1,29 (1,01-1,71)	0,98 (0,70-1,37)	1,34 (1,02-1,77)

* Divididos em tercís de distribuição ou pontos de corte comumente utilizados na literatura.

Modelo 1: ajustado pelas variáveis idade, sexo, escolaridade, tabagismo, consumo de risco de álcool e prática insuficiente de atividade física, como descritas na tabela 1.

Modelo 3: ajustado pelas variáveis do modelo 1, acrescido de CC (contínuo).

Modelo 4: ajustado pelas variáveis do modelo 1, acrescido de ABSI (contínuo).

DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo mostraram que ABSI, avaliado em tercís, não apresentou associação com incapacidade após ajustamento pelos fatores de confusão, enquanto o terceiro tercil da CC apresentou associação com o desfecho somente quando não foi feito ajuste pelo IMC. Além disso, foi observado maior risco de incapacidade, independente de IMC, para aqueles idosos pertencentes ao terceiro tercil da RCE. Para o IMC, maiores valores foram associados à uma maior incidência de incapacidade, mesmo após ajuste por ABSI, mas essa associação não se manteve quando a CC foi incluída no modelo.

A relação entre excesso de peso e incapacidade identificada em estudos anteriores conduzidos com idosos (WALTER et al., 2009; SCHAAP et al., 2013) é provavelmente estabelecida por meio de múltiplas vias. O excesso de tecido adiposo está associado a várias condições adversas que, por sua vez, são fatores de risco para incapacidade subsequente, incluindo artrite, diabetes *mellitus* e doença cardiovascular (KENNEDY et al., 2004). Essa associação pode ser decorrente também, da redução da mobilidade e aumento do sedentarismo devido ao excesso de peso (VINCENT et al., 2010). Ademais, a obesidade, em especial a abdominal, está diretamente associada a maior inflamação e estresse oxidativo (MATHIEU et al., 2010),

que podem contribuir para uma redução da massa muscular além do esperado para a idade, o que poderia levar ao desenvolvimento da incapacidade (FERRUCCI et al., 2002). Adicionalmente, a obesidade abdominal também pode levar ao aumento da instabilidade postural (CORBEIL et al., 2001) com consequente redução da capacidade de realizar atividade física (HOUSTON et al., 2005), o que pode levar à dificuldade de desenvolver as ABVD.

Nesse estudo, ABSI não apresentou associação com incapacidade em ABVD, quando avaliado isoladamente ou ajustado pelo IMC. Uma possível razão para isso, pode ser o fato desse índice ter sido inicialmente desenvolvido para prever o risco de mortalidade entre adultos e idosos americanos (KRAKAUER e KRAKAUER, 2012). Nesse sentido, nossos achados são corroborados com os resultados de uma metanálise que avaliou o desempenho do ABSI na predição de doenças crônicas associadas à incapacidade, tais como hipertensão, doenças cardiovasculares, diabetes e câncer. Esse estudo mostrou que ABSI apresentou desempenho inferior ao IMC e à CC na previsão dessas doenças, mas superou o desempenho desses indicadores na previsão de mortalidade por todas as causas (JI et al., 2018). Outra possível razão para esse resultado pode estar relacionada aos expoentes utilizados no cálculo de ABSI, que podem apresentar desempenho diferente quando aplicado à outra população, que não a que lhe deu origem (KRAKAUER & KRAKAUER, 2012). Ainda assim, nossos resultados reforçam a fragilidade do ABSI para predição de piores condições de saúde dos idosos, incluindo a incapacidade, importante desfecho para esse grupo populacional.

Apesar da importância da medição da obesidade abdominal na pesquisa em saúde, um número limitado de estudos longitudinais investigou a associação de indicadores que avaliam a distribuição central de gordura em relação à incapacidade incidente em populações idosas (HOUSTON et al., 2005; GUALLAR-CASTILLÓN et al., 2007). Nossos resultados mostraram que a CC, avaliada por tercís ou por pontos de cortes comumente utilizados na literatura, apresentou associação com incapacidade somente em modelos que não incluíram o IMC como variável de ajuste.

Uma revisão sistemática de estudos longitudinais conduzidos com idosos (SCHAAP et al., 2013), mostrou que dos quatro estudos que avaliaram obesidade abdominal, apenas dois avaliaram incapacidade a partir das ABVD. Um desses estudos acompanhou por dois anos

3.235 idosos espanhóis e não verificou uma associação entre CC e incapacidade, em modelo isolado ou ajustado por IMC (GUALLAR-CASTILLÓN et al., 2007). Por outro lado, a outra coorte incluída nessa revisão, que foi conduzida com americanos com idade entre 45 e 64 anos seguidos por aproximadamente nove anos, mostrou que a associação direta entre CC e incapacidade foi atenuada após ajuste pelo IMC, mas permaneceu significativa (HOUSTON et al., 2005). Devido às inconsistências entre os resultados dos estudos acima apresentados, bem como o número reduzido de pesquisas longitudinais que avaliaram a associação entre obesidade abdominal e incapacidade, mais estudos são necessários para esclarecer se a CC deve ser utilizada para avaliar o risco de incapacidade entre os idosos, principalmente aqueles que considerem a avaliação conjunta de indicadores antropométricos.

No presente estudo, a RCE foi associada a um maior risco de incapacidade em idosos, mesmo após ajuste pelo IMC. Esse resultado sugere um papel prejudicial não só do excesso de gordura corporal, mas também da distribuição dessa gordura. A obesidade abdominal tem sido reconhecida como um importante fator de risco para doenças cardiometabólicas, tais como diabetes e hipertensão (NICKLAS et al., 2004), que podem contribuir para incapacidade incidente (HOUSTON et al., 2005). A RCE, um *proxy* da gordura localizada na região central (RORIZ et al., 2014), apresenta-se como um marcador de risco precoce à saúde, uma vez que possibilita prever condições adversas de saúde (ASHWELL et al., 2012). Além disso, esse índice pode ser utilizado em estudos epidemiológicos e na prática clínica, individual e coletiva, devido à sua simplicidade de interpretação e porque não requer pontos de corte dependentes do sexo e da idade. Ademais, a RCE pode ser útil também na comunicação à população idosa sobre os riscos à saúde decorrentes do excesso da obesidade abdominal, por meio de uma simples mensagem: “mantenha sua cintura abaixo da metade da sua altura” (ASHWELL & HSIEH, 2005).

A associação entre IMC e incapacidade verificada entre os idosos de Bambuí em modelo que considerou essa medida isoladamente, está de acordo com dados apresentados por uma metanálise conduzida com estudos longitudinais, que mostrou que um $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$ entre idosos foi associado à incapacidade (SCHAAP et al., 2013). No entanto, nossos resultados mostraram que IMC perdeu sua capacidade preditiva para incidência de incapacidade em ABVD quando a CC foi incluída no modelo. Estudos transversais conduzidos com idosos também verificaram resultados semelhantes aos nossos, quando IMC e CC foram

considerados em um mesmo modelo (CHEN & GUO, 2008; LISKO et al., 2015). Por outro lado, um estudo que avaliou a associação de IMC, ajustado pela CC, com incapacidade incidente, encontrou resultados diferentes dos apresentados nesse artigo. Os autores não verificaram associação entre IMC e incapacidade, em modelo isolado ou ajustado por CC, após dois anos de seguimento (GUALLAR-CASTILLÓN et al., 2007).

Pesquisas realizadas com outros desfechos em saúde têm mostrado resultados inconsistentes quando IMC e CC são avaliados em um mesmo modelo, o que pode ser decorrente da presença de colinearidade entre esses dois indicadores (VATCHEVA et al., 2016). ABSI foi desenvolvido para permitir que os pesquisadores determinassem a contribuição separada da obesidade geral, avaliada a partir do IMC, e da obesidade abdominal, para os desfechos em saúde. Nesse sentido nossos resultados mostraram que IMC e ABSI podem ser usados conjuntamente, uma vez que a associação direta de IMC com o desfecho foi pouco modificada após inclusão do ABSI. Ademais, esse resultado demonstra também a importância da obesidade geral para a incapacidade, sendo essa associação independente da obesidade abdominal.

Esse estudo apresenta algumas limitações que devem ser abordadas. A incapacidade foi medida utilizando informações autorreferidas, e embora isso possa ser considerado como uma potencial fonte de viés, já foi demonstrada a adequada validade e consistência dos dados autorreferidos sobre incapacidade quando comparados a diagnósticos médicos e/ou testes físicos (REUBEN et al., 1992). Outra limitação refere-se à avaliação de diferentes domínios de incapacidade e de diferentes formas de avaliação dos indicadores antropométricos (pontos de corte, quartis, contínuos) entre os estudos conduzidos com idosos, o que pode ter interferido na comparabilidade dos resultados. Entretanto, buscamos comparar nossos resultados com estudos que avaliaram a incapacidade pelo domínio de ABVD. Apesar das limitações apresentadas, esse estudo utilizou medidas diretas de peso, altura e CC, que foram realizadas por técnicos treinados de acordo com procedimentos padronizados. Ademais, esse foi o primeiro estudo a avaliar a associação longitudinal dos indicadores ABSI e RCE com ABVD em uma coorte de idosos miscigenada, de base populacional e com longo período de acompanhamento.

CONCLUSÃO

O presente estudo avaliou a associação entre indicadores antropométricos de obesidade abdominal e geral e incapacidade em ABVD em idosos. Em relação ao ABSI, embora esse índice proposto recentemente não tenha apresentado associação com incapacidade, esse indicador se mostra útil para avaliar a associação independente da gordura total em relação a incapacidade em idosos, ao contrário da CC. Considerando a ausência de associação entre ABSI e incapacidade para idosos da coorte de Bambuí, outros estudos longitudinais com metodologias padronizadas devem ser conduzidos entre idosos de diferentes populações, para que a aplicabilidade do mesmo em relação a esse desfecho seja investigada.

A RCE e o IMC mostraram-se úteis na previsão de incapacidade entre idosos, podendo ser usados em saúde pública para identificar o risco de desenvolvimento de limitações em ABVD nesse grupo. Dado o elevado risco do excesso de peso tanto abdominal quanto geral para a incapacidade, estratégias bem-sucedidas que visem manter o peso corporal saudável e que minimizem o acúmulo de gordura abdominal devem ser incentivadas, objetivando a redução da incapacidade entre os idosos.

REFERÊNCIAS

- Al Snih S, Ottenbacher KJ, Markides KS, Kuo YF, Eschbach K, Goodwin JS. The effect of obesity on disability vs mortality in older Americans. *Arch Intern Med.* 2007 Abr 23;167(8):774-80.
- Alves LC, Leite Ida C, Machado CJ. Factors associated with functional disability of elderly in Brazil: a multilevel analysis. *Rev Saude Publica.* 2010 Jun; 44(3):468-78.
- Anderson WL, Wiener JM, Khatutsky G, Armour BS. Obesity and people with disabilities: the implications for health care expenditures. *Obesity (Silver Spring).* 2013 Dez; 21(12):E798-804.
- Ashwell M, Gunn P, Gibson S. Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta-analysis. *Obes Rev.* 2012 Mar;13(3):275-86.
- Ashwell M, Hsieh SD. Six reasons why the waist-to-height ratio is a rapid and effective global indicator for health risks of obesity and how its use could simplify the international public health message on obesity. *Int J Food Sci Nutr.* 2005 Ago;56(5):303-7.
- Backholer K, Pasupathi K, Wong E, Hodge A, Stevenson C, Peeters A. The relationship

between body mass index prior to old age and disability in old age. *Int J Obes (Lond)*. 2012 Set;36(9):1180-6.

Barberger-Gateau P, Rainville C, Letenneur L, Dartigues JF. A hierarchical model of domains of disablement in the elderly: a longitudinal approach. *Disabil Rehabil*. 2000;22(7):308-317.

Barreto SM, Passos VM, Lima-Costa MF. Obesity and underweight among Brazilian elderly: the Bambuí Health and Aging Study. *Cad Saude Publica*. 2003 Mar- Abr;19(2):605-12.

Chen H, Guo X. Obesity and functional disability in elderly Americans. *J Am Geriatr Soc*. 2008 Abr;56(4):689-94.

Corbeil P, Simoneau M, Rancourt D, Tremblay A, Teasdale N. Increased risk for falling associated with obesity: mathematical modeling of postural control. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng* 2001;9:126-136.

Ferrucci L, Penninx BW, Volpato S, Harris TB, Bandeen-Roche K, Balfour J, et al. Change in muscle strength explains accelerated decline of physical function in older women with high interleukin-6 serum levels. *J Am Geriatr Soc* 2002;50:1947-1954.

Fine JP, Gray RJ. A proportional hazards model for the subdistribution of a competing risk. *Journal of the American Statistical Association*. 1999; 94:496-509.

Guallar-Castillón P, Sagardui-Villamor J, Banegas JR, Graciani A, Fornés NS, López García E, et al. Waist circumference as a predictor of disability among older adults. *Obesity (Silver Spring)*. 2007 Jan;15(1):233-44.

Houston DK, Stevens J, Cai J. Abdominal fat distribution and functional limitations and disability in a biracial cohort: The Atherosclerosis Risk in Communities Study. *Int J Obes (Lond)* 2005;29:1457–1463.

Ji M, Zhang S, An R. Effectiveness of A Body Shape Index (ABSI) in predicting chronic diseases and mortality: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2018 Jan 19.

Kehdy FS, Gouveia MH, Machado M et al. Origin and dynamics of admixture in Brazilians and its effect on the pattern of deleterious mutations. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2015 Jul 14;112(28):8696-701.

Kennedy RL, Chokkalingham K, Srinivasan R. Obesity in the elderly: who should we be treating, and why, and how? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2004 Jan;7(1):3-9.

Koyanagi A, Moneta MV, Garin N, Olaya B, Ayuso-Mateos JL, Chatterji S, Leonardi M, Sainio P, Galas A, Haro JM. The association between obesity and severe disability among adults aged 50 or over in nine high-income, middle-income and low-income countries: a cross-sectional study. *BMJ Open*. 2015 Abr 2;5(4):e007313.

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

Kumar A, Karmarkar AM, Tan A, Graham JE, Arcari CM, Ottenbacher KJ, Snih SA. The effect of obesity on incidence of disability and mortality in Mexicans aged 50 years and older.

Salud Publica Mex. 2015;57 Suppl 1(0 1):S31-8.

Lean ME, Han TS, Morrison CE. Waist circumference as a measure for indicating need for weight management. *BMJ*. 1995 Jul 15;311(6998):158-61.

Lima-Costa MF, Firmo JO, Uchoa E. Cohort profile: the Bambui (Brazil) Cohort Study of Ageing. *Int J Epidemiol*. 2011 Ago;40(4):862-7.

Lisko I, Stenholm S, Raitanen J, Hurme M, Hervonen A, Jylhä M, Tiainen K. Association of Body Mass Index and Waist Circumference With Physical Functioning: The Vitality 90+ Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2015 Jul;70(7):885-91.

Mathieu P, Lemieux I, Despres JP. Obesity, Inflammation, and Cardiovascular Risk. *Clin Pharmacol Ther* 2010;87:407-416.

Moore SC. Waist versus weight: which matters more for mortality? *Am J Clin Nutr*. 2009 Abr;89(4):1003-4.

Nam S, Kuo YF, Markides KS, Al Snih S. Waist circumference (WC), body mass index (BMI), and disability among older adults in Latin American and the Caribbean (LAC). *Arch Gerontol Geriatr*. 2012;55(2):e40-e47.

NIAAA - National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism Rethinking drinking: Alcohol and your health. National Institutes of Health, 2010. Acesso em: 05 Junho de 2019. Disponível em: http://pubs.niaaa.nih.gov/publications/RethinkingDrinking/Rethinking_Drinking.pdf

Nicklas BJ, Penninx BW, Cesari M, Kritchevsky SB, Newman AB, Kanaya AM, Pahor M, Jingzhong D, Harris TB; Health, Aging and Body Composition Study. Association of visceral adipose tissue with incident myocardial infarction in older men and women: the Health, Aging and Body Composition Study. *Am J Epidemiol*. 2004 Out 15;160(8):741-9.

Nuttall FQ. Body Mass Index: Obesity, BMI, and Health: A Critical Review. *Nutr Today*. 2015 Mai;50(3):117-128.

Reuben DB, Siu AL, Kimpau S. The predictive validity of self-report and performance-based measures of function and health. *J Gerontol*. 1992 Jul;47(4):M106- 10.

Roriz AK, Passos LC, de Oliveira CC, Eickemberg M, Moreira Pde A, Sampaio LR. Evaluation of the accuracy of anthropometric clinical indicators of visceral fat in adults and elderly. *PLoS One*. 2014 Jul 31;9(7):e103499.

Schaap LA, Koster A, Visser M. Adiposity, muscle mass, and muscle strength in relation to functional decline in older persons. *Epidemiol Rev*. 2013;35:51-65.

Vatcheva KP, Lee M, McCormick JB, Rahbar MH. Multicollinearity in Regression Analyses Conducted in Epidemiologic Studies. *Epidemiology (Sunnyvale)*. 2016 Abr;6(2). pii: 227.

Villareal DT, Apovian CM, Kushner RF, Klein S; American Society for Nutrition; NAASO, et al. Obesity in older adults: technical review and position statement of the American Society for Nutrition and NAASO, The Obesity Society. *Am J Clin Nutr*. 2005;82:923-934.

Vincent HK, Vincent KR, Lamb KM. Obesity and mobility disability in the older adult. *Obes Rev* 2010;11:568-579.

Walter S, Kunst A, Mackenbach J, Hofman A, Tiemeier H. Mortality and disability: the effect of overweight and obesity. *Int J Obes (Lond)*. 2009 Dez;33(12):1410-8.

World Health Organization (WHO). Information sheet: global recommendations on physical activity for health 65 years and above. Geneva, Suíça; 2011. Acesso em 20 de maio de 2020. Disponível em: <https://www.who.int/dietphysicalactivity/physical-activity-recommendations-65years.pdf?ua=1>

World Health Organization (WHO); 1995. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series 854. Geneva. Acesso em 20 janeiro de 2019. Disponível em: https://www.who.int/childgrowth/publications/physical_status/en/

World Health Organization (WHO); 2008. Waist Circumference and Waist-Hip Ratio. Report of WHO Expert Consultation. Acesso em 20 janeiro 2019. Disponível em: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44583/9789241501491_eng.pdf?sequence=1

World Health Organization (WHO); 2009. How can health systems respond to population ageing. Acesso em 20 janeiro de 2019. Disponível em: http://www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0004/64966/E92560.pdf

World Health Organization (WHO); 2018. Ratio Disability and health. Acesso em 20 janeiro de 2019. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health>

5.3 Resultados do artigo 3

ASSOCIATION BETWEEN A BODY SHAPE INDEX AND MORTALITY: BAMBUÍ COHORT STUDY OF AGING

ABSTRACT

To evaluate the separate and joint association of indicators of abdominal and general adiposity with mortality. Data from 1,366 older adults who had complete information for all variables of interest from the Bambuí Cohort Study of Aging were used. The outcome variable was the time until death attributed to all causes and the exposure variables were a body shape index (ABSI), waist circumference (WC), waist-to-height ratio (WHtR) and body mass index (BMI), which were assessed at the beginning of the study, and at the 3rd, 5th and 11th year of follow-up. The association between the quartiles of anthropometric indicators and mortality was investigated using an extended Cox proportional hazards model, and adjusted for socioeconomic and behavioral confounding factors. Older adults in the 4th ABSI quartile had a higher risk of mortality regardless of BMI (1.27; 95% CI: 1.01-1.58), however, this association was not observed in sensitivity analyses. Older adults in the 2nd, 3rd and 4th BMI quartiles had a lower risk of mortality, and this association was maintained after adjustment for WC or ABSI. Conversely, WC and WHtR did not show associations consistent with all-cause mortality after adjustment for confounding factors. The analyses showed that ABSI's predictive capacity for mortality is still weak, considering the loss of significance in the sensitivity analyses. Thus, the possibility of adopting ABSI in clinical practice or in epidemiological surveys, in addition to or replacing BMI and WC, still needs to be explored in more detail in further studies.

Keywords: Aging; Mortality; BMI; Waist circumference; Waist-to-height ratio.

INTRODUCTION

Previous studies have demonstrated the relationship between overweight and obesity and the risk of mortality from cardiovascular disease, cancer and all causes ^{1,2}. Most prospective studies that assessed the association between overweight and mortality risk used the body mass index (BMI) to assess nutritional status ³. Although this indicator is widely used to predict the risk of different health events related to overweight or obesity, its use has been questioned, as it does not distinguish between the accumulation of lean or fat mass or the distribution of adipose tissue⁴, that is, a high BMI may not necessarily reflect an increase in adiposity. In addition, the validity of BMI as an indicator of adiposity in older adults is limited ⁵, as lean mass decreases with aging even without a change in body weight ⁶.

Waist circumference (WC), an indicator of abdominal adiposity, has been used to complement the assessment of BMI. High WC is associated with an increase in the prevalence of cardiovascular disease and in the risk of premature death, even when BMI is within the normal range ⁷. However, its use has limitations to properly estimate the distribution of body fat, since it does not take into account the fact that taller individuals have a higher WC ^{8,9}. In addition, the high correlation between WC and BMI makes it difficult to determine the independent role of general and abdominal fat as a risk factor for health outcomes ^{10,11}.

Other measures derived from WC, such as waist-to-height ratio (WHtR) and waist-to-hip ratio have been studied, however, they are also highly correlated with BMI ¹². In view of the limitations of these indicators, Krakauer & Krakauer (2012) ¹¹ proposed a measure called a body shape index (ABSI), which is based on WC, adjusted for height and weight. A high ABSI value indicates that WC is greater than expected for a given height and weight, thus corresponding to a more centralized concentration of body volume. Thus, ABSI was developed to quantify the risk associated with abdominal obesity that cannot be attributed to BMI.

ABSI performed better than WC and BMI in predicting the risk of death from all causes in an American population aged 18 or over, however, the authors stressed that their predictive power differed between ethnic groups, with less power for Latinos compared to Caucasians and African Americans ¹¹. A recent meta-analysis conducted with 24 retrospective cohorts from 15 countries found that the performance of ABSI was superior in predicting all-cause mortality when compared to WC and BMI ¹³. Among the included cohorts, no study was conducted with only older adults or in a Latin American population. To our knowledge, there

are no studies that have evaluated the association of ABSI with all-cause mortality in the Brazilian population ¹⁴, especially in older adults, a group that is growing rapidly in developing countries, such as Brazil ¹⁵. In addition, the Brazilian population is highly mixed ¹⁶, which can contribute to assess the applicability of ABSI and other indirect adiposity measures in different populations.

Furthermore, most studies in the literature used only one anthropometric measure, obtained at baseline, to assess the association between ABSI and mortality ¹³, which may not be sufficient to reveal its impact on mortality. Thus, it is not known to what extent ABSI varies over time and whether this change would affect the risk of mortality. In this context, this study aimed to assess the joint and separate association of abdominal adiposity indicators (ABSI, WC and WHtR) and BMI with mortality among older adults, considering the anthropometric measures used as time dependent variables.

METHODOLOGY

Study population and data collection

The Bambuí Cohort Study of Aging is a prospective population-based study conducted in the city of Bambuí, a municipality located in the state of Minas Gerais, 215 km from Belo Horizonte. In 1997, the city had about 15,000 inhabitants, when the cohort baseline was established ¹⁷. The baseline population consisted of all residents aged 60 and over on January 1, 1997, who were identified through a complete city census conducted in 1996. Out of 1,742 elderly residents, 1,606 (92.19%) participated in the interview and 1,454 (83.47%) underwent physical and laboratory tests.

The cohort's baseline data collection was carried out from February to May 1997, and from that point on, participants were followed annually for interviews and verification of death certificates, in addition to physical examinations and collection of biological material, in selected years. The interviews were conducted in the participants' homes and answered by the older adult or by a close respondent, when the interviewee was unable to answer the questions due to cognitive deficit or other health problem. The clinical and anthropometric evaluation, as well as the blood collection for biochemical analysis, were carried out in the field clinic and, in the case of a health limiting condition, the evaluations were carried out at home. All data were collected by interviewers and previously trained and certified technicians, who had at least 11 years of schooling. The present study included data collected between the baseline

and December 31, 2011, totaling approximately 15 years of follow-up. Of the 1,606 participants in the cohort, 1,454 underwent anthropometric measurements at the beginning of the study, and 88 (5.48%) of these were excluded due to the lack of information for confounding variables, which resulted in a final sample of 1,366 older adults.

The Bambuí project was approved by the Research Ethics Committee of the Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), in Rio de Janeiro on November 4, 1996. The participants signed a free and informed consent form (FICF) that contained information about the research, in addition to the authorization to check death records.

Variables of interest and collection procedures

Mortality

The deaths that occurred between the baseline (1997) and December 31, 2011 were included in the present analysis. These were reported by family members during the annual follow-up interviews and confirmed by the Ministry of Health's Mortality Information System (SIM). Death certificates were obtained for 98.90% of the participants in the Bambuí cohort who had their deaths reported by family members. In the present study, the time until death attributed to any cause was the outcome variable.

Anthropometric assessment

Weight and height were obtained using standardized techniques and equipment (CMS Weighing Equipment Ltd., London, United Kingdom), with the older adults wearing light clothes and no shoes. Weight was measured using a portable digital electronic scale, with a capacity of 150kg and precision of 50g. Height was measured with the individuals in the vertical position, using an aluminum stadiometer, capable of measuring up to 2m and with a 0.1cm accuracy. WC was measured using a flexible and inelastic measuring tape at the midpoint between the last rib and the iliac crest, with the interviewee standing up. WHtR was calculated by dividing WC (cm) by height (cm) and BMI by dividing the individual's weight (kg) by the height (m) squared. ABSI was calculated using the following formula: $WC (m) \div (BMI^{2/3} \times height (m)^{1/2})$ ¹¹.

All measures described above were collected in 1997, 2000, 2002 and 2008, using the same procedures. The anthropometric indicators were then calculated for these four years, and were considered as time dependent variables in the association analyses.

Potential confounding factors

The variables used to adjust the analyses conducted in this study were obtained at baseline and chosen with the aid of specialized literature, because they are associated with anthropometric indicators and mortality, especially in older populations^{18,19}.

The following sociodemographic variables were considered: age (in years), self-reported skin color (white, brown or black), sex (male or female) and education (no education, 1-3 years and 4 or more years). The health behaviors included were current smoking (current smokers were those who reported having smoked 100 or more cigarettes during their lives and continued to smoke until the time of the interview), at-risk alcohol consumption (seven or more doses per week in the 12 months prior to the interview) and insufficient physical activity (evaluated using metabolic equivalents-MET, less than 450MET.minute/week). The estimate of energy expenditure was based on 23 multiple choice questions and two open questions about physical activities performed in the last 90 days, considering all domains. The questions included the type and frequency of the activity and the average time (in minutes) spent on each activity, which made it possible to estimate the metabolic equivalents.

Positive serology for *Trypanosoma cruzi* was considered a potential confounding variable in the analyses due to the fact that Bambuí was an endemic area for Chagas disease. The infection was defined by positive serology in three tests: hemagglutination assay (Biolab Mérieux, Rio de Janeiro, Brazil) and two immunoenzymatic tests (Elisa) (Abbott Laboratories Inc., Chicago, USA; and Wiener Laboratories, Rosario, Argentina).

Statistical analysis

The descriptive analysis included measures of central tendency and dispersion for quantitative variables and frequency distribution for qualitative variables. Raw mortality rates were estimated using people-years at risk as the denominator. The association between the anthropometric indicators (considering the four measures) and the time until death was assessed using the Cox proportional hazards model, obtaining the hazard ratio (HR) estimates and respective confidence intervals (95%). The anthropometric indicators were analyzed in quartiles for better comparability of our results with those of existing studies. The assumption of proportionality of risks over time was tested using Schoenfeld residuals.

As no significant interaction was observed between the anthropometric indicators and sex ($p > 0.05$), the results of the extended Cox regression were presented for the entire sample. In

addition, all variables considered in the analyses were only included in the adjusted model after verifying that they were not collinear (variance inflation factor <5).

All models were estimated without adjustments and, subsequently, including the confounding factors. Thus, to evaluate the association between anthropometric measures and mortality, the following models were constructed:

Model 1: evaluates the association of each anthropometric indicator adjusted for confounding factors.

Model 2: evaluates the association of each indicator of abdominal adiposity adjusted for BMI (continuous) and other confounding factors.

Model 3: evaluates the association of BMI adjusted for WC (continuous) and other confounding factors.

Model 4: evaluates the association of BMI adjusted for ABSI (continuous) and other confounding factors.

The inclusion of individuals with diseases in studies that assessed the association between excess weight and mortality has been identified as a potential source of bias ²⁰. These conditions can lead to weight change, in addition to predisposing to higher mortality ²¹. Thus, to minimize reverse causality, sensitivity analyses were performed with anthropometric indicators classified in quartiles to verify whether the observed associations would be altered by excluding deaths that occurred in the first two years of follow-up or by excluding those that had chronic diseases at the beginning study (i.e., cardiovascular disease, diabetes, hypertension and arthritis or rheumatism).

In addition, smoking has been considered an important confounding factor that can mask any real effect of being overweight ²², as it is associated with weight reduction and an increased risk of death. Thus, we performed analyses considering the anthropometric indicators in quartiles only among those who never smoked, in order to minimize the residual confusion of this variable.

Additional analyses were performed with cut-off points commonly used in the literature for WC and BMI. WC was classified as increased when it was $\geq 80\text{cm}$ and $<94\text{cm}$ for women and $\geq 88\text{cm}$ and $<102\text{cm}$ for men, and substantially increased when it was $\geq 94\text{cm}$ for women and $\geq 102\text{cm}$ for men ²³. Underweight was defined as BMI $<18.5\text{ kg/m}^2$, normal weight from

18.5 to <25.0 kg/m², overweight from 25.0 to <30.0 kg/m² and obesity \geq 30.0 kg/m², according to the cut-off points proposed by the World Health Organization (WHO) ²⁴. All analyses were performed with Stata® version 13.0 (StataCorp LLC, College Station, TX), with the exception of the database preparation which was done with R, version 3.4.1 (<http://www.r-project.org>).

RESULTS

A total of 1,366 older adults (61.27% women) participated in this study, ranging in age from 60 to 93 years. During a median follow-up of 14 years, 672 participants died (287 men and 385 women), leading to 14,259 person-years of observation. The overall mortality rate in the cohort was 47.12 per 1000 person-years, being higher among men (55.40 per 1000 person-years) compared to women (42.40 per 1000 person-years) ($p < 0.001$). The main causes of death in this population were cardiovascular diseases (16.62%), cancer (7.32%) and diseases of the respiratory system (5.49%).

At baseline, the medians of ABSI, WC, WHtR and BMI were significantly higher among women (0.0856 m^{11/6}kg^{-2/3}, 92.00 cm, 0.60 and 25.65 kg/m², respectively) than among men (0.0841 m^{11/6}kg^{-2/3}, 89.50 cm, 0.54 and 23.66 kg/m², respectively) ($p < 0.05$). The median number of anthropometric indicators measurements was 2.9, ranging from one (16.50%) to four (40.00%).

As for the distribution of characteristics of the analyzed sample, it was found that most of the older adult participants were white (59.67%), had four years of education or more (37.52%), were not current smokers (83.50 %), did not present at-risk alcohol consumption (95.18%), were active (76.39%) and did not present positive serology for *Trypanosoma cruzi* (63.23%). Sex showed a significant association ($p < 0.05$) with education, current smoking, at-risk of alcohol consumption, insufficient physical activity and positive serology for *Trypanosoma cruzi*, in unadjusted analyses (Table 1).

Table 1. Distribution of characteristics of the studied sample according to sex. Bambuí Cohort Study of Aging baseline (1997).

Variables	Sex			p value*
	Total	Male	Female	
Age in years, median (IQR)	67 (63-72)	66 (62-72)	67 (63-72)	0.203
Self-reported skin color				
White	59.67	62.05	58.29	0.054
Brown	34.80	32.54	36.11	
Black	5.53	5.41	5.60	
Education (years)				
No education	28.85	24.62	31.32	<0.001
1-3	33.63	35.71	32.41	
4 or more	37.52	39.67	36.27	
Current smoking				
No	83.50	72.61	89.88	<0.001
Yes ¹	16.50	27.39	10.12	
At-risk alcohol consumption ²				
No	95.18	87.52	99.65	<0.001
Yes	4.82	12.48	0.35	
Insufficient physical activity ³				
No	76.39	81.45	71.84	<0.001
Yes	24.61	18.55	28.16	
Positive serology for <i>Trypanosoma cruzi</i>				
No	63.23	69.44	59.60	<0.001
Yes	36.77	30.56	40.40	

Note: Values expressed in percentages, except when specified.

IQR: interquartile range.

* p-value of the Mann Whitney test or Pearson's chi-square test.

¹ Smoked 100 or more cigarettes during their lives and continued to smoke.

² Consumed seven or more doses per week in the 12 months prior to the interview.

³ Less than 450 MET.min/week, considering all domains.

The results of the association between anthropometric indicators of abdominal adiposity and mortality are presented in Table 2. Older adults in the fourth quartile of ABSI had a higher risk of mortality (HR = 1.32 95% CI 1.06-1.64) when compared to those in the first quartile, after adjustment for potential confounding factors, and this association remained significant, even after adjusting for BMI (HR = 1.27 95% CI 1.02-1.58). Another indicator of abdominal adiposity, WC, was associated with a lower risk of mortality in the third quartile, after adjustment for confounders (HR = 0.77 95% CI 0.61-0.96), however, this association disappeared after adjustment for BMI. When WC was evaluated with cut-off points commonly used in the literature, we found that it was not associated with mortality after adjustment for selected variables or when adjusted for BMI. WHtR was not associated with mortality after adjustment for potential confounding factors or BMI.

Table 2. Univariate and multivariable analysis of the association between anthropometric indicators of abdominal adiposity and mortality. Bambuí Cohort Study of Aging (1997-2011).

Anthropometric indicators *	Hazard Ratio (confidence interval - 95%)		
	Unadjusted model	Model 1	Model 2 (Adjusted for BMI)
A body shape index ($m^{1/6} \times kg^{-2/3}$)			
Q1 (Ref.) < 0.0812	1.00	1.00	1.00
Q2 0.0812-0.0848	0.99 (0.78-1.27)	0.89 (0.69-1.13)	0.87 (0.68-1.12)
Q3 0.0849-0.0887	1.20 (0.96-1.51)	0.99 (0.79-1.25)	0.97 (0.77-1.23)
Q4 >0.0887	1.88 (1.52-2.32)	1.32 (1.06-1.64)	1.27 (1.02-1.58)
Waist circumference (cm)			
Q1 (Ref.) < 83.10	1.00	1.00	1.00
Q2 84.10-91.00	0.76 (0.62-0.92)	0.89 (0.73-1.10)	0.96 (0.77-1.19)
Q3 91.01-98.50	0.61 (0.49-0.76)	0.77 (0.61-0.96)	0.87 (0.67-1.13)
Q4 > 98.50	0.68 (0.55-0.83)	0.86 (0.69-1.06)	1.06 (0.76-1.45)
Waist circumference (cm): cut-off points			
Normal	1.00	1.00	1.00
Increased	0.71 (0.58-0.86)	0.84 (0.68-1.03)	0.90 (0.71-1.12)
Substantially increased	0.64 (0.54-0.76)	0.82 (0.67-1.01)	0.95 (0.72-1.24)
Waist-to-height ratio			
Q1 (Ref.) < 0.52	1.00	1.00	1.00
Q2 0.52-0.57	0.80 (0.65-0.98)	0.93 (0.75-1.14)	1.00 (0.80-1.25)
Q3 0.58-0.62	0.65 (0.52-0.80)	0.81 (0.65-1.01)	0.92 (0.70-1.20)
Q4 > 0.62	0.68 (0.55-0.84)	0.84 (0.67-1.05)	1.03 (0.74-1.43)

* Divided in quartiles or cut-off points commonly used in the literature.

BMI: body mass index.

Model 1: adjusted for age (continuous), sex, self-reported skin color, education, current smoking, at-risk alcohol consumption, insufficient physical activity and positive serology for *Trypanosoma cruzi*, as described in table 1.

Model 2: adjusted for the same variables as model 1 plus BMI (continuous).

Older adults in the second, third and fourth BMI quartiles had a lower risk of mortality (HR = 0.79 95% CI 0.64-0.96; 0.71 95% CI 0.57-0.88; 0.69 95% CI 0.55-0.86, respectively). This association was maintained even after adjustment for WC or ABSI (Table 3). For BMI evaluated with cut-off points commonly used in the literature, we found that underweight older adults had a higher risk of mortality (HR = 1.42 95% CI 1.11-1.80), while being overweight was a protective factor (HR = 0.82 95% CI 0.69-0.99), even after adjustment for WC or ABSI (Table 3).

Table 3. Univariate and multivariable analysis of the association between body mass index and mortality. Bambuí Cohort Study of Aging (1997-2011).

Anthropometric indicator *	Hazard Ratio (confidence interval - 95%)			
	Unadjusted model	Model 1	Model 3 (adjusted for WC)	Model 4 (adjusted for ABSI)
Body mass index (kg/m²)				
Q1 (Ref.) < 21.77	1.00	1.00	1.00	1.00
Q2 21.77-24.78	0.62 (0.51-0.75)	0.79 (0.64-0.97)	0.71 (0.57-0.89)	0.80 (0.65-0.98)
Q3 24.79-28.00	0.52 (0.21-0.64)	0.71 (0.57-0.88)	0.59 (0.45-0.78)	0.71 (0.57-0.88)
Q4 > 28.00	0.45 (0.36-0.56)	0.69 (0.55-0.86)	0.53 (0.37-0.74)	0.71 (0.56-0.89)
Body mass index (kg/m²): WHO cut-off points				
Normal weight	1.00	1.00	1.00	1.00
Underweight	1.89 (1.50-2.40)	1.42 (1.11-1.80)	1.52 (1.17-1.97)	1.38 (1.08-1.76)
Overweight	0.70 (0.58-0.83)	0.82 (0.69-0.99)	0.77 (0.62-0.95)	0.82 (0.69-0.99)
Obesity	0.69 (0.53-0.89)	0.94 (0.72-1.22)	0.82 (0.59-1.14)	0.97 (0.74-1.26)

* Divided in quartiles or cut-off points commonly used in the literature.

ABSI: a body shape index; WC: waist circumference.

Model 1: adjusted for age (continuous), sex, self-reported skin color, education, current smoking, at-risk alcohol consumption, insufficient physical activity and positive serology for *Trypanosoma cruzi*, as described in table 1.

Model 3: adjusted for the same variables as model 1 plus WC (continuous).

Model 4: adjusted for the same variables as model 1 plus ABSI (continuous).

Additionally, we performed analyses adjusted for health conditions such as hypertension, diabetes, cardiovascular diseases or respiratory diseases and the associations between anthropometric indicators and mortality did not change (data not shown). However, in order to avoid controlling intermediate conditions in the causal path between obesity and mortality²⁵ and obtaining a more parsimonious model, we did not consider these variables in our final analyses.

Sensitivity analysis showed that ABSI was not associated with mortality in a model adjusted for BMI, after excluding 59 deaths in the first two years of follow-up (30 men and 29 women), restricting analyses to those who never smoked (813 non-smokers) or who did not have chronic illnesses at baseline (343 older adults without illnesses). The results of the sensitivity analysis for WC or WHtR adjusted for BMI were comparable to those of the total study population, when deaths in the first two years were excluded or the analysis was restricted to non-smokers or to those who did not present diseases at baseline. For BMI, excluding deaths at the beginning of the follow-up or restricting the analysis to non-smokers, did not change the results. On the other hand, only the third quartile showed an inverse association with mortality when the analyses were performed in those without chronic diseases, in models adjusted for CC or ABSI.

DISCUSSION

In this population-based cohort study, using anthropometric measures evaluated four times during follow-up, we identified that a higher ABSI was directly associated with mortality independent of BMI. However, this association was not found when sensitivity analyses were performed. In addition, we demonstrated that after adjusting for WC or ABSI, BMI remained inversely associated with mortality. Conversely, WC and WHtR did not show consistent associations with general mortality after adjusting for confounding factors.

Similar results, regarding the higher mortality risk among older adults who have a high ABSI, were verified by international studies conducted in populations of middle-aged and older adults when ABSI was evaluated separately^{26,27,28}. On the other hand, a Chinese cohort study carried out with 780 middle-aged adults showed that ABSI was not associated with mortality²⁹.

In the present study, the direct association between ABSI and mortality was only slightly changed when BMI was added to the model, which shows that this index is independent of BMI in the association with mortality¹¹. ABSI was developed to be minimally associated with weight, height and BMI, so that it could be used in conjunction with the latter, to quantify the risk associated with abdominal obesity³⁰. However, few authors have assessed the combined contribution of ABSI and BMI to mortality²⁷. A study conducted with 6,366 Dutch adults over the age of 55 showed that, when evaluated together, the direction and magnitude of the association for both ABSI and BMI did not change, being comparable to the models that contained each measure separately²⁷.

The association between ABSI and a higher risk of mortality observed among older adults in Bambuí and in other studies that evaluated older populations^{26,27,28} may be due to the fact that a high ABSI corresponds to greater abdominal (visceral) adiposity and a lower amount of lean mass, and the latter has been shown to have a strong negative correlation with mortality^{31,32}. Furthermore, adipose tissue, particularly visceral tissue, secretes potential mediators that are related to the development of chronic diseases, which could explain why the distribution of abdominal fat, assessed by ABSI, was associated with a higher risk of death, regardless of BMI.

However, although we have found an association between ABSI and mortality for the total population of Bambuí, this association was not found when sensitivity analyses were

performed. Among the studies that evaluated the relationship between ABSI and mortality, only a few carried out analyses to limit the effects of residual confusion or reverse causality^{27,28}. A direct association between ABSI and mortality among 77,505 postmenopausal women persisted even after analyses were restricted to those who never smoked²⁸. A similar result was observed in a study conducted with older Dutch adults, where the exclusion of deaths during the first five years of follow-up or the exclusion of participants who lost more than three kilograms of weight in the last 12 months prior to the study, did not substantially change the measures of association when compared to the total study population²⁷.

A recent meta-analysis verified that ABSI was a better predictor of mortality, when compared to BMI and WC¹³. However, in this study, no analyses were conducted to assess potential residual confusion due to smoking or reverse causality due to existing diseases, which could affect the validity of the estimates obtained for ABSI. Due to the limitations presented by this meta-analysis and the loss of significance in the association between ABSI and mortality in the sensitivity analyses in the population of Bambuí, further studies are still needed to confirm the hypothesis of association, in different populations, of this index and general mortality.

WC, another indicator of abdominal adiposity, was associated with a lower risk of mortality in the third quartile, however, this association did not persist after adjustment for BMI. This result was consistent with the assessment of WC with commonly used cut-off points. In addition, WHtR did not show any association with mortality when assessed separately or adjusted by BMI.

Despite recommendations endorsing the use of WC and BMI in clinical practice³⁴, these indicators are strongly correlated, which makes it difficult to assess the independent contribution of abdominal adiposity to mortality¹⁰. However, a meta-analysis that included 58,609 elderly people aged 65 to 74 years, showed that increased WC was associated with a higher risk of mortality, independent of BMI. In this study, the authors reported the absence of multicollinearity among the anthropometric indicators assessed as continuous variables, demonstrating the independent role of abdominal adiposity in mortality³⁵. On the other hand, our results showed that after adjusting for BMI, WC lost its association with mortality, while WC evaluated with cut-off points was not associated with the outcome in any of the adjusted models. In the population of Bambuí, WC and BMI showed a correlation of 0.78, which suggests that WC is not only an indicator of abdominal adiposity, but also of general adiposity, as already reported by other authors³⁶.

Some researchers have shown inconsistent associations between WC and mortality when the analyses are adjusted for BMI ^{27,37,38} or even in models that evaluated WC separately ^{36,39,40}. A study conducted with older American adults showed that WC had a negative association with mortality, which was reversed, after adjusting for BMI ³⁷. Two other studies found that the association between WC and mortality was evident only after adjusting for BMI ^{27,38}. The discrepancies found when the model is adjusted by another indicator may be due to the presence of collinearity between BMI and WC. However, none of these studies reported having performed analyses to diagnose multicollinearity.

In addition to the limitation due to the lack of multicollinearity assessment, there could be other explanations to the divergences between the results of studies that assess the relationship between waist circumference and mortality. Among these issues are the adjustment for mediating variables, ethnic and racial differences in body composition, selection of older adults from different age groups and selective survival. Thus, due to these discrepancies, further studies with standardized methods are needed to verify whether WC should be used to assess the risk of mortality among older adults.

As for the general adiposity indicator, we found that older adults in the second, third and fourth quartiles of BMI had a lower risk of mortality, even after adjusting for WC or ABSI, as well as in the analyses that used the cut-off points proposed by the WHO. The sensitivity analyses for BMI had comparable results to those obtained for the total population, providing additional evidence that residual confusions due to smoking or weight loss due to pre-existing serious illness could not fully explain our results. These findings are consistent with the results of previous systematic reviews and meta- analyses, which showed that overweight has been shown to be a protective factor for mortality among older adults ^{3,41}. The association between BMI and mortality, regardless of ABSI, is in line with the findings of a Dutch study ²⁷, which demonstrates the importance of total adiposity in all-cause mortality, regardless of abdominal adiposity.

This work has some strong points, such as the fact that the anthropometric indicators were obtained from direct measurements of weight, height and WC, as self-reported data can result in incorrect classification of individuals ⁴². In addition, we considered anthropometric measurements obtained at four different times, instead of only at baseline, different from what has been done by most longitudinal (or cohort) studies that investigated this topic. Despite

these positive points, this study has some limitations. First, information on pre-existing chronic condition for cancer was not available, which is associated with low body weight or low BMI, which could potentially confuse the observed associations. Finally, although we have adjusted our analyses for several confounding factors, due to the observational nature of the study, we cannot exclude the possibility of residual confusion.

CONCLUSIONS

Our results showed that ABSI, evaluated at the four moments of follow-up, was associated with a higher risk of mortality regardless of BMI, but this association was not maintained after sensitivity analyses, suggesting a possible weakness of this index in predicting mortality. Thus, the possibility of using ABSI in clinical practice or for assessing the risk associated with overweight in epidemiological surveys, in addition to or replacing BMI and WC, still needs to be explored in more detail in other studies, including those conducted with older adults. On the other hand, given the consistency of associations verified for BMI, our results corroborate the fact that this index remains, at least regarding mortality, as the best indicator of this outcome among older adults.

REFERENCES

1. Prospective Studies Collaboration, Whitlock G, Lewington S, Sherliker P, Clarke R, Emberson J, Halsey J, Qizilbash N, Collins R, Peto R. Body-mass index and cause-specific mortality in 900 000 adults: collaborative analyses of 57 prospective studies. *Lancet*. 2009 Mar 28;373(9669):1083-96.
2. Parr CL, Batty GD, Lam TH, Barzi F, Fang X, Ho SC, et al. Body-mass index and cancer mortality in the Asia-Pacific Cohort Studies Collaboration: pooled analyses of 424,519 participants. *Lancet Oncol*. 2010 Aug;11(8):741-52.
3. Winter JE, MacInnis RJ, Wattanapenpaiboon N, Nowson CA. BMI and all-cause mortality in older adults: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr*. 2014 Apr;99(4):875-90.
4. Nuttall FQ. Body Mass Index: Obesity, BMI, and Health: A Critical Review. *Nutr Today*. 2015 May;50(3):117-128.
5. Harris TB, Visser M, Everhart J, Cauley J, Tylavsky F, Fuerst T, et al. Waist circumference and sagittal diameter reflect total body fat better than visceral fat in older men and women. The Health, Aging and Body Composition Study. *Ann N Y Acad Sci*. 2000;904:462–473.

6. Gallagher D, Visser M, Sepulveda D, Pierson RN, Harris T, Heymsfield SB. How useful is body mass index for comparison of body fatness across age, sex, and ethnic groups? *Am J Epidemiol.* 1996;143:228–239.
7. Cerhan JR, Moore SC, Jacobs EJ, Kitahara CM, Rosenberg PS, Adami HO, et al. A pooled analysis of waist circumference and mortality in 650,000 adults. *Elsevier.* 2014;89:335–345.
8. World Health Organization. *Waist Circumference and Waist–Hip Ratio: Report of a WHO Expert Consultation, 2008.* http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241501491_eng.pdf. 2008 (accessed Jan /2020).
9. Ehrampoush E, Arasteh P, Homayounfar R, Cheraghpour M, Alipour M, Naghizadeh MM, et al. Diabetes Metab Syndr. New anthropometric indices or old ones: Which is the better predictor of body fat? 2017 Oct - Dec;11(4):257-263.
10. Moore SC. Waist versus weight: which matters more for mortality? *Am J Clin Nutr.* 2009 Apr;89(4):1003-4.
11. Krakauer NY, Krakauer JC. A new body shape index predicts mortality hazard independently of body mass index. *PLoS ONE.* 2012; 7(7):e39504.
12. Hsieh SD, Yoshinaga H, Muto T. Waist-to-height ratio, a simple and practical index for assessing central fat distribution and metabolic risk in Japanese men and women. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2003;27:610-616.
13. Ji M, Zhang S, An R. Effectiveness of A Body Shape Index (ABSI) in predicting chronic diseases and mortality: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev.* 2018 May;19(5):737-759.
14. Giudici KV, Martini LA. Comparison between body mass index and a body shape index with adiponectin/leptin ratio and markers of glucose metabolism among adolescents. *Ann Hum Biol.* 2017 Sep;44(6):489-494.
15. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Síntese de Indicadores Sociais. Uma Análise das Condições de Vida.* Rio de Janeiro: IBGE; 2013. <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv66777.pdf> (accessed on Jan/2020).
16. Kehdy FS, Gouveia MH, Machado M, Magalhães WC, Horimoto AR, Horta BL, et al. Origin and dynamics of admixture in Brazilians and its effect on the pattern of deleterious mutations. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2015 Jul 14;112(28):8696-701.
17. Lima-Costa MF, Firmo JO, Uchoa E. Cohort profile: the Bambui (Brazil) Cohort Study of Ageing. *Int J Epidemiol.* 2011 Ago;40(4):862-7.

18. Barreto SM, Passos VM, Lima-Costa MF. Obesity and underweight among Brazilian elderly: the Bambuí Health and Aging Study. *Cad Saude Publica*. 2003 Mar-Apr;19(2):605-12.
19. Lima-Costa MF, Peixoto SV, Matos DL, Firmo JO, Uchôa E. Predictors of 10-year mortality in a population of community-dwelling Brazilian elderly: the Bambuí Cohort Study of Aging. *Cad Saude Publica*. 2011;27 Suppl 3:S360-9.
20. Flanders WD, Augestad LB. Adjusting for reverse causality in the relationship between obesity and mortality. *Int J Obes (Lond)*. 2008 Aug;32 Suppl 3:S42-6. doi: 10.1038/ijo.2008.84.
21. Carslake D, Jeffreys M, Davey Smith G. Being overweight in early adulthood is associated with increased mortality in middle age. *Sci Rep*. 2016 Oct 26; 6:36046.
22. Manson JE, Stampfer MJ, Hennekens CH, Willett WC. Body weight and longevity. A reassessment. *JAMA*. 1987 Jan 16; 257(3):353-8.
23. Lean ME, Han TS, Morrison CE. Waist circumference as a measure for indicating need for weight management. *BMJ*. 1995 Jul 15;311(6998):158-61.
24. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series 854. Geneva: World Health Organization, 1995.
https://www.who.int/childgrowth/publications/physical_status/en/ (accessed on Jun/2019).
25. Hu FB. Obesity and mortality. *Obesity Epidemiology*. New York, NY Oxford University Press 2008;216- 233.
26. Wierup Ia, Carlsson AC, Wändell P, Riserus U, Ärnlov J, Borné Y. Low anthropometric measures and mortality--results from the Malmö Diet and Cancer Study. *Ann Med*. 2015 Jun;47(4):325-31.
27. Dhana K, Kavousi M, Ikram MA, Tiemeier HW, Hofman A, Franco OH. Body shape index in comparison with other anthropometric measures in prediction of total and cause-specific mortality. *J Epidemiol Community Health*. 2016 Jan; 70(1):90-6.
28. Thomson CA, Garcia DO, Wertheim BC, Hingle MD, Bea JW, Zaslavsky O, et al. Body shape, adiposity index, and mortality in postmenopausal women: Findings from the Women's Health Initiative. *Obesity (Silver Spring)*. 2016 May;24(5):1061-9.
29. He S, Zheng Y, Wang H, Chen X. Assessing the relationship between a body shape index and mortality in a group of middle-aged men. *Clin Nutr*. 2017 Oct; 36(5):1355-1359.

30. Krakauer NY, Krakauer JC. Dynamic association of mortality hazard with body shape. *PLoS One*. 2014; 9(2):e88793.
31. Krakauer NY, Krakauer JC. Expansion of waist circumference in medical literature: potential clinical application of a body shape index. *J Obes Weight Loss Ther*. 2014; 4:216.
32. Gomez-Peralta F, Abreu C, Cruz-Bravo M, Alcarria E, Gutierrez-Buey G, Krakauer NY, et al. Relationship between "a body shape index (ABSI)" and body composition in obese patients with type 2 diabetes. *Diabetol Metab Syndr*. 2018 Mar; 20;10:21.
33. Haslam DW, James WP. Obesidade. *Lancet* 2005; 366: 1197-1209.
34. Janssen I, Heymsfield SB, Allison DB, Kotler DP, Ross R. Body mass index and waist circumference independently contribute to the prediction of nonabdominal, abdominal subcutaneous, and visceral fat. *Am J Clin Nutr* 2002;75:683–8.
35. de Hollander EL, Bemelmans WJ, Boshuizen HC, Friedrich N, Wallaschofski H, Guallar-Castillón P, et al. The association between waist circumference and risk of mortality considering body mass index in 65- to 74-year-olds: a meta-analysis of 29 cohorts involving more than 58 000 elderly persons. *Int J Epidemiol*. 2012 Jun;41(3):805-17.
36. Reis JP, Macera CA, Araneta MR, Lindsay SP, Marshall SJ, Wingard DL. Comparison of overall obesity and body fat distribution in predicting risk of mortality. *Obesity (Silver Spring)*. 2009 Jun;17(6):1232-9.
37. Janssen I, Katzmarzyk PT, Ross R. Body mass index is inversely related to mortality in older people after adjustment for waist circumference. *J Am Geriatr Soc*. 2005 Dec;53(12):2112-8.
38. Guallar-Castillón P, Balboa-Castillo T, López-García E, León-Muñoz LM, Gutiérrez-Fisac JL, Banegas JR, et al. BMI, waist circumference, and mortality according to health status in the older adult population of Spain. *Obesity (Silver Spring)*. 2009 Dec;17(12):2232-8.
39. Dolan CM, Kraemer H, Browner W, Ensrud K, Kelsey JL. Associations between body composition, anthropometry, and mortality in women aged 65 years and older. *Am J Public Health*. 2007 May; 97(5):913-8.
40. Pujilestari CU, Nyström L, Norberg M, Ng N. Waist Circumference and All-Cause Mortality among Older Adults in Rural Indonesia. *Int J Environ Res Public Health*. 2019 Jan ; 3;16(1). pii: E116.

41. Jiang M, Zou Y, Xin Q, Cai Y, Wang Y, Qin X, et al. Dose-response relationship between body mass index and risks of all-cause mortality and disability among the elderly: A systematic review and meta-analysis. *Clin Nutr*. 2018 Jul 26. pii: S0261-5614(18)31223-8.
42. Spencer EA, Appleby PN, Davey GK, Key TJ. Validity of self-reported height and weight in 4808 EPIC-Oxford participants. *Public Health Nutr*. 2002 Aug; 5(4):561-5.

6. CONCLUSÃO

Esse estudo permitiu verificar a associação entre excesso de peso, avaliado a partir de diferentes indicadores antropométricos, e desfechos em saúde de elevada importância no contexto do envelhecimento. Em relação à associação de indicadores com hipertensão e diabetes, condições de saúde de elevada prevalência na população idosa, foi verificado que embora o ABSI tenha sido associado com os desfechos analisados, ele não apresentou um desempenho superior ao da CC ou da RCE. Assim, em relação aos indicadores de adiposidade abdominal, a CC e RCE permanecem como os melhores preditores de condições cardiometabólicas entre idosos brasileiros, juntamente com o IMC.

Com relação aos resultados das análises conduzidas com os dados provenientes da Coorte de Idosos de Bambuí verificamos que ABSI não apresentou associação com incapacidade em ABVD após ajustamento por fatores de confusão, enquanto a CC apresentou associação com o desfecho somente quando não foi realizado o ajuste pelo IMC. Por outro lado, ABSI, mostrou-se útil para avaliar a associação independente da obesidade total em relação à incapacidade em idosos, ao contrário da CC. A RCE e o IMC mostraram-se úteis na predição de incapacidade entre idosos, podendo ser usados em saúde pública para identificar o risco de desenvolvimento de limitações em ABVD nesse grupo.

Para a avaliação da associação entre indicadores antropométricos e mortalidade utilizando os dados da Coorte de Idosos de Bambuí, verificamos que um maior ABSI esteve associado um maior risco de morte, independente do IMC. Entretanto, essa associação não se manteve quando as análises de sensibilidade foram realizadas, o que sugere uma possível fragilidade desse índice na predição da mortalidade. Assim, a possibilidade de adoção do ABSI na prática clínica ou para avaliação do risco associado ao excesso de peso em inquéritos epidemiológicos, em adição ou em substituição ao IMC e à CC, ainda precisa ser melhor explorado por outros estudos conduzidos com população idosa. Outros indicadores de obesidade abdominal, CC e a RCE, não apresentaram associações consistentes com mortalidade geral após ajustes pelos fatores de confusão considerados. Por outro lado, o IMC permaneceu inversamente associado à mortalidade, mesmo após ajuste pelo ABSI ou CC, corroborando com resultados de estudos conduzidos anteriormente.

Dado o elevado risco da obesidade, tanto abdominal quanto geral, para os desfechos em saúde analisados, estratégias bem-sucedidas que visem manter o peso corporal saudável e que

minimizem o acúmulo de gordura abdominal devem ser incentivadas, objetivando reduzir o risco de desenvolvimento de desfechos em saúde desfavoráveis entre os idosos.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da revisão de literatura conduzida, bem como das análises realizadas, verificamos que os índices antropométricos apresentaram-se como ferramentas de baixo custo e de fácil aplicação, sendo úteis para identificar indivíduos em maior risco de morbidades, incapacidade e mortalidade. No entanto, para os índices RCE e ABSI, dado o número reduzido de estudos que investigaram a relação dessas medidas com os desfechos aqui avaliados, ainda são necessários mais estudos que busquem comprovar a aplicabilidade dos mesmos em diferentes populações, principalmente entre os idosos. Além disso, a obtenção de um corpo de evidências a partir dos futuros estudos realizados, permitirá o uso dos melhores indicadores para prever desfechos em saúde negativos, tanto na prática clínica quanto em estudos populacionais, bem como determinação dos pontos de corte mais apropriados para esse fim.

REFERÊNCIAS

- AL SNIH, S. et al. Frailty and incidence of activities of daily living disability among older Mexican Americans. **J Rehabil Med**, v.41, n.11, p. 892-897. 2009.
- ALVES, L.C.; LEITE, I.C.; MACHADO, C.J. Factors associated with functional disability of elderly in Brazil: a multilevel analysis. **Rev Saude Publica**, v.44, n.3, p. 468-478, jun. 2010.
- ASHWELL, M.; GUNN, P.; GIBSON, S. Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta-analysis. **Obes Rev**, v.1, n.3, p.275-86, mar. 2012.
- AUSTIN, P.C.; LEE, D.S.; FINE, J.P. Introduction to the Analysis of Survival Data in the Presence of Competing Risks. **Circulation**, v.133, n.6, p. 601-9, fev. 2016.
- BACKHOLER, K. et al. The relationship between body mass index prior to old age and disability in old age. *Int J Obes (Lond)*, v.6, n.9, p.1180-6, set. 2012.
- BANERJEE, S. Multimorbidity-older adults need health care that can count past one. **Lancet**, v.385, n.9968, p.578-89, 2015.
- BARBERGER-GATEAU, P. et al. A hierarchical model of domains of disablement in the elderly: a longitudinal approach. **Disabil Rehabil**, v.22, n.7, p.308-317. 2000.
- BARRETO, S.M.; PASSOS, V.M.A.; LIMA-COSTA, M. F. F. Obesity and underweight among Brazilian elderly: the Bambuí Health and Aging Study. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.19, n.2, p.605-612, abr. 2003.
- BARROS, M.B.A. et al. Tendências das desigualdades sociais e demográficas na prevalência de doenças crônicas no Brasil, PNAD: 2003- 2008. **Ciênc. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.16, n.9, p.3755-3768, set. 2011.
- BAUMGARTNER, R.N. Body composition in elderly persons: a critical review of needs and methods. **Prog Food Nutr Sci.**, v.17, n.3, p.223-6, jul-set.1993.
- BEAUFRÈRE, B.; MORIO, B. Fat and protein redistribution with aging: metabolic considerations. **Eur J Clin Nutr**, v.54, suppl 3:s48-53, jun. 2000.
- BERTIN, E. et al. Evaluation of dual-energy X-Ray absorptiometry for body-composition assessment in rats. **J Nutr**, v.128, n.9, p.1550-4, set.1998.
- BERTOLI, S. et al. Association of Body Shape Index (ABSI) with cardio-metabolic risk factors: A cross-sectional study of 6081 Caucasian adults. **PLoS One**, v.12, n.9, e0185013, set. 2017.
- BIGAARD, J. et al. Body fat and fat-free mass and all-cause mortality. **Obes Res**, n.12, v.7, p.1042-9, jul. 2004.
- BRANCH, L.G. et al. A prospective study of functional status among community elders. **AJPH**, v.74, n.3, p.266-8. 1984.

BRASIL. Boletim Epidemiológico 16. Secretaria de Vigilância em Saúde, v. 51, abr. 2020. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/images/pdf/2020/April/16/Boletim-epidemiologico-SVS-16.pdf>. Acesso em: 9 fev. 2020

_____. Ministério da Saúde. Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) no Brasil 2011-2022. Brasília, 2011. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/plano_acoes_enfrent_dcnt_2011.pdf. Acesso em: 9 fev. 2020

_____. **Pesquisa Nacional de Saúde**. 2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/pns/2013/>. Acesso em: 9 fev. 2020

_____. VIGITEL, Brasil 2006: **Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico**. 2007.. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/julho/25/vigitel-brasil-2018.pdf>. Acesso em: 9 fev. 2020

BRAY, G.A. et al. Effect of dietary protein content on weight gain, energy expenditure, and body composition during overeating: a randomized controlled trial. **JAMA**, v.307, n.1, p.47-55, jan. 2012.

CAMPOS, A.C.V. et al. Prevalência de incapacidade funcional por gênero em idosos brasileiros: uma revisão sistemática com metanálise. **Rev Bras Geriatr Gerontol**, v.19, n.3, p.545-559. 2016.

CANNING, K.L. et al. Relationship between obesity and obesity-related morbidities weakens with aging. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v.69, n.1, n.87-92, jan. 2014.

CANOY, D. et al. Cigarette smoking and fat distribution in 21,828 British men and women: a population-based study. **Obes Res**, v.13, n.8, p.1466-1475. 2005.

CARSLAKE, D.; JEFFREYS, M.; DAVEY, S.G. Being overweight in early adulthood is associated with increased mortality in middle age. **Sci Rep**, v.6, n. 36046, out. 2016.

BARRETO, S.M.; PASSOS, V.M. A.; LIMA-COSTA, M.F.F. Obesity and underweight among Brazilian elderly: the Bambuí Health and Aging Study. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 605-612, abr. 2003.

CARVALHO, M.S. et al. **Análise de Sobrevivência**: teoria e aplicações em saúde, 2ª edição, 2011.

CETIN, D.C.; NASR, G. Obesity in the elderly: more complicated than you think. **Cleve Clin J Med**, v.81, n.1, p.51-61, jan. 2014.

CHAPMAN, I.M. Obesity paradox during aging. **Interdiscip Top Gerontol**, v.37, p.20-36. 2010.

CHEN, H.; GUO, X. Obesity and functional disability in elderly Americans. **J Am Geriatr Soc**, v.56, n.4, p.689-94, abr. 2008.

CHIOLERO, A. et al. Consequences of smoking for body weight, body fat distribution, and insulin resistance. **Am J Clin Nutr**, v.87, n.4, p.801-809. 2008.

CHUMLEA, W.C. et al. Body composition estimates from NHANES III bioelectrical impedance data. **Int J Obes**, v.26, n.12, p.1596-609. 2002.

DESPRÉS JP, LEMIEUX I. Abdominal obesity and metabolic syndrome. **Nature**, v.444, n.7121, p.881-7, dez. 2006.

DEY, D.K. et al. Height and body weight in elderly adults: a 21-year population study on secular trends and related factors in 70- year-olds. **J Gerontol**, v.56A, n.12, M780-4. 2001.

DEY, D.K. et al. Height and body weight in the elderly. I. A 25-year longitudinal study of a population aged 70 to 95 years. **Eur J Clin Nutr**, v.53, n.12. p.905-14, dez. 1999.

DUARTE, Y.A.O.; ANDRADE, C.L.; LEBRÃO, M.L. O Índice de Katz na avaliação da funcionalidade dos idosos. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 41, n.2, p.317-325, Jun. 2007.

EPPING-JORDAN, J. et al. The challenge of chronic conditions: WHO responds. **BMJ**, v.323, n.7319, p.947-8, out. 2001.

FINE, J.P.; GRAY, R.J. A proportional hazards model for the subdistribution of a competing risk. **Journal of the American Statistical Association**, v.94, p.496-509. 1999.

FLANDERS, W.D.; AUGESTAD, L.B. Adjusting for reverse causality in the relationship between obesity and mortality. **Int J Obes (Lond)**, v.32, suppl 3:s42-6, ago. 2008.

FLEGAL, K.M. et al. Association of all-cause mortality with overweight and obesity using standard body mass index categories: a systematic review and meta-analysis. **JAMA**, v.309, n.1, p.71-82. 2013.

FLEGAL, K.M. et al. Reverse causation and illness-related weight loss in observational studies of body weight and mortality. **Am J Epidemiol**, v.173, n.1, p.1-9, jan. 2011.

FLEGAL, K.M.; IOANNIDIS, J.P.A. The Obesity Paradox: A Misleading term that should be abandoned. **Obesity (Silver Spring)**, v.26, n.4, p.629-630, abr. 2018.

FLEGAL, K.M. A paradox or a challenge? **J Thorac Dis**, v.11, suppl 9,s1369-s1371, maio. 2019.

FORSTER, S.; GARIBALLA, S. Age as a determinant of nutritional status: a cross sectional study. **Nutr J**, v.27; 4, 28, out. 2005.

GALLAGHER, D. et al. Health percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. **Am J Clin Nutr**, v.72, n.3, p.694-70. 2000.

GALLICCHIO, L. et al. Body mass, polymorphisms in obesity-related genes, and the risk of developing breast cancer among women with benign breast disease. **Cancer Detect Prev**, v.31, n.2, p.95-101. 2007.

GELLERT, C.; SCHÖTTKER B.; BRENNER, H. Smoking and all-cause mortality in older people: systematic review and meta-analysis. **Arch Intern Med**, v.172, n.11, p.837-844. 2012.

GLOBAL BMI MORTALITY COLLABORATION. Body-mass index and all-cause mortality: individual-participant-data meta-analysis of 239 prospective studies in four continents. **Obes Res**, v.12, n.7, p.1042-9, jul. 2016.

GOING, S.; WILLIAMS, D.; LOHMAN, T. Aging and body composition: biological changes and methodological issues. **Exerc Sport Sci Rev**, v.23, p.411-58. 1995.

GÓMEZ-AMBROSI, J. et al. Body mass index classification misses subjects with increased cardiometabolic risk factors related to elevated adiposity. **Int J Obes (Lond)**, v.36, n.2, p.286-94, fev. 2012.

GOMEZ-PERALTA, F. et al. Relationship between "a body shape index (ABSI)" and body composition in obese patients with type 2 diabetes. **Diabetol Metab Syndr**, v.10, n.21, mar. 2018.

GRINKER, J.A. et al. Changes in patterns of fatness in adult men in relation to serum indices of cardiovascular risk: the Normative Aging Study. **Int J Obes Relat Metab Disord**, v.24, n.10, p.1369-78, out. 2000.

HAGHIGHATDOOST, F. et al. Assessing body shape index as a risk predictor for cardiovascular diseases and metabolic syndrome among Iranian adults. **Nutrition**, v.30, n.6, p.636-44. 2014.

HARTIGAN, I. A comparative review of the Katz ADL and the Barthel Index in assessing the activities of daily living of older people. **Int J Older People Nurs**, v.2, n.3, p.204-12, set. 2007.

HE, S.; CHEN, X. Could the new body shape index predict the new onset of diabetes mellitus in the Chinese population? **PLoS One**, v.8, n.1, e50573. 2013.

HEYMSFIELD, S.B. et al. Body mass index as a phenotypic expression of adiposity: quantitative contribution of muscularity in a population-based sample. **Int J Obes (Lond)**, v.33, n.12, p.1363-73, dez. 2009.

HSIEH, S.D.; 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**, v.19, n.8, p.585-9, ago. 1995.

HSIEH, S.D.; YOSHINAGA, H. Do people with similar waist circumference share similar health risks irrespective of height? **Tohoku J Exp Med**, v.188, n.1, p.55-60, maio. 1999.

HU, F.B. Measurements of adiposity and body composition. In: **Obesity Epidemiology**. Oxford University Press; 2008.

HUANG, K.C. et al. Obesity in the elderly and its relationship with cardiovascular risk factors in Taiwan. **Obes Res**, v.13, n.1, p.170-8. jan. 2005.

HUANG, Y. et al. Physical fitness, physical activity, and functional limitation in adults aged 40 and older. **Med Sci Sports Exerc**, v. 30, n.9, p.1430-5, set. 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Perfil dos idosos responsáveis pelos domicílios no BRASIL. 2002. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv929.pdf>. Acesso em: 9 fev. 2020

_____. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - PNAD Contínua. 2012. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/17270-pnad-continua.html>. Acesso em: 9 fev. 2020

_____. Primeiros resultados definitivos do Censo 2010: População do Brasil é de 190.755.799 pessoas. 2011a. Disponível em: www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/defaultt_sinopse.sht. Acesso em: 9 fev. 2020

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. 2011b.. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/hom5>. Acesso em: 9 fev. 2020

_____. Síntese de Indicadores Sociais. Uma Análise das Condições de Vida. 2013. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv66777.pdf>. Acesso em: 9 fev. 2020

JENSEN, G.L.; HSIAO, P.Y. Obesity in older adults: relationship to functional limitation. **Curr Opin Clin Nutr Metab Care**, v.13, n.1, p.46-51, jan. 2010.

JI, M.; ZHANG, S.; AN, R. Effectiveness of A Body Shape Index (ABSI) in predicting chronic diseases and mortality: a systematic review and meta-analysis. **Obes Rev**, v.19, n.5, p.737-759, maio. 2018.

JYRKKÄ, J. et al. Association of polypharmacy with nutritional status, functional ability and cognitive capacity over a three-year period in an elderly population. **Pharmacoepidemiol Drug Saf**, v.20, n.5, p.514-22. 2011.

KATZ, S.; AKPOM, C.A. A measure of primary sociobiological functions. **Int J Health Serv**, v.6, p.493-508. 1976.

KATZ, S. et al. Studies of illness in the aged. The index of adl: a standardized measure of biological and psychosocial function. **JAMA**, v.185, p.914-919.1963.

KEHDY, F.S. et al. Origin and dynamics of admixture in Brazilians and its effect on the pattern of deleterious mutations. **Proc Natl Acad Sci USA**, v.112, n.28, p.8696-701, jul. 2015.

KOYANAGI, A. et al. The association between obesity and severe disability among adults aged 50 or over in nine high-income, middle-income and low-income countries: a cross-sectional study. **BMJ Open**, v.5, n.4, e007313, abr. 2015.

KRAKAUER, J.C.; KRAKAUER, N.Y. Combining Body Mass and Shape Indices in Clinical Practice. **Case Rep Med**, v.2016, n.1526175. 2016.

KRAKAUER, N.Y.; KRAKAUER, J.C. A new body shape index predicts mortality hazard independently of body mass index. **PLoS ONE**, v.7 n.7, e39504. 2012.

KRAKAUER, N.Y.; KRAKAUER, J.C. Dynamic association of mortality hazard with body shape. **PLOS ONE**, v.9, n.2, e88793. 2014.

KUK, J.L.; SAUNDERS, T.J.; DAVIDSON, L.E.; ROSS, R. Age-related changes in total and regional fat distribution. **Ageing Res Rev**, v. 8, n.4, p.339-48. 2009.

KUMAR, A. et al. The effect of obesity on incidence of disability and mortality in Mexicans aged 50 years and older. **Salud pública Méx**, Cuernavaca, v.57, supl. 1, p. s31-s38. 2015.

KYLE, U.G.; GENTON, L.; PICHARD, C. Body composition: what's new? **Curr Opin Clin Nutr Metab Care**, v.5, n.4, p.427-33, jul. 2002.

LARSSON, B. et al. Abdominal adipose tissue distribution, obesity, and risk of cardiovascular disease and death: 13 year follow up of participants in the study of men born in 1913. **Br Med J (Clin Res Ed)**, v. 288, n. 6428, p.140-4, maio. 1984.

LAWLOR, D.A et al. Reverse causality and confounding and the associations of overweight and obesity with mortality. **Obesity (Silver Spring)**, v.14, n.12, p.2294-2304. 2006.

LEAN, M.E.; HAN, T.S.; MORRISON, C.E. Waist circumference as a measure for indicating need for weight management. **BMJ**, v.311, n.6998, p.158-61, jul. 1995.

LEE, J.S, et al. A study on indices of body fat distribution for screening for obesity. **Sangyo Eiseigaku Zasshi**, v.37, n.1, p.9-18, jan. 1995.

LEMIEUX, I. Energy partitioning in gluteal-femoral fat: does the metabolic fate of triglycerides affect coronary heart disease risk? **Arterioscler Thromb Vasc Biol**, v.24, n.5, p.795-7, maio. 2004.

LEWIS, G.F. et al. Disordered fat storage and mobilization in the pathogenesis of insulin resistance and type 2 diabetes. **Endocr Rev**, v.23, n.2, p.201-29, abr. 2002.

BRANCH, L.G.; JETTE, A. M. A prospective study of long-term care institutionalization among the aged. **Am J Public Health**, v. 72, n.12, p.1373-1379, dez. 1982.

LIMA-COSTA, MF; FIRMO, J.O.; UCHOA, E. The Bambuí Cohort Study of Aging: methodology and health profile of participants at baseline. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 27, supl. 3, p. s327-s335. 2011.

LIMA-COSTA, M. F. et al. Predictors of 10-year mortality in a population of community-dwelling Brazilian elderly: the Bambuí cohort study of aging. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.27, supl. 3, p.s360-s369. 2011.

- LUU, Y.K. et al. In vivo quantification of subcutaneous and visceral adiposity by micro-computed tomography in a small animal model. **Med Eng Phys**, v.3, n.1, p.34-41, jan. 2009.
- MAIA, F.O. et al. Risk factors for mortality among elderly people. **Rev Saude Publica**, v. 40, n.6, p.1049-56, dez. 2006.
- MALACHIAS, M.V.B. et al. 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial: Capítulo 1 - Conceituação, Epidemiologia e Prevenção Primária. **Arq. Bras Cardiol**, São Paulo, v.107, n.3, supl.3, p.1-6, set. 2016.
- MALTA, D.C. et al. A construção da vigilância e prevenção das doenças crônicas não transmissíveis no contexto do Sistema Único de Saúde. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v.15, n.3, p. 47-65, set. 2006.
- MASLOW, A.L. et al. Fitness and adiposity as predictors of functional limitation in adults. **J Phys Act Health**, v.8, n.1, p.18-26. jan .2011.
- MOORE, S.C. Waist versus weight: which matters more for mortality? **Am J Clin Nut**, v.89, n.4, p.1003-4, abr. 2009.
- NAM, S. et al. Waist circumference (WC), body mass index (BMI), and disability among older adults in Latin American and the Caribbean (LAC). **Arch Gerontol Geriatr**, v.55, n.2, p.e40-e47. 2012.
- NASCIMENTO, C.M. et al. Estado nutricional e fatores associados em idosos do Município de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 12, p. 2409-2418, dez. 2011.
- NASCIMENTO-SOUZA, M.A.; LIMA-COSTA, M.F.; PEIXOTO, S.V. “A body shape index” and its association with arterial hypertension and diabetes mellitus among Brazilian older adults: National Health Survey (2013). **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 8, e00175318, 2019.
- NEVILL, A.M. et al. Relationship between adiposity and body size reveals limitations of BMI. **Am J Phys Anthropol**, v.129, n.1, p.151-6, jan, 2006.
- NATIONAL INSTITUTE ON ALCOHOL ABUSE AND ALCOHOLISM RETHINKING DRINKING (NIAAA). **Alcohol and your health. National Institutes of Health**. 2010.
Disponível em:
http://pubs.niaaa.nih.gov/publications/RethinkingDrinking/Rethinking_Drinking.pdf. Acesso em: 9 fev. 2020
- LIMA-COSTA, M.F. Aging and public health: the Brazilian Longitudinal Study of Aging (ELSI-Brazil). **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 52, supl. 2, 2s, 2018.
- ONAT, A. et al. Neck circumference as a measure of central obesity: associations with metabolic syndrome and obstructive sleep apnea syndrome beyond waist circumference. **Clin Nutr**, v.28, n.1, p.46-51, fev. 2009.

ORGANIZAÇÃO PAN AMERICANA DE SAÚDE. **Folha informativa - Envelhecimento e saúde**; 2018. Disponível em:

https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5661:folha-informativa-envelhecimento-e-saude&Itemid=820. Acesso em: 9 fev. 2020

PAIXAO, J.R, C.M.; REICHENHEIM, M.E. Uma revisão sobre instrumentos de avaliação do estado funcional do idoso. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 1, p. 7-19, fev. 2005.

PEREIRA, D.M.G.; SILVA, B.Y.C. Índices antropométricos tradicionais e novos e sua relação com a glicemia de diabéticos tipo 2. **BRASPEN J**, v. 32, n.1, p.49-53. 2017.

PRADO, C.M. et al. Sarcopenic obesity: A Critical appraisal of the current evidence. **Clin Nutr**, v.31, n.5, p.583-601, out. 2012.

REZENDE, F.A.C. et al. Discriminatory Ability of New and Traditional Anthropometric Indices for Hypertension and Diabetes in the Elderly. **HSOA Journal of Gerontology & Geriatric Medicine**, v.5, p.1-6. 2019.

SAMPER-TERNENT, R.; AL SNIH, S. Obesity in Older Adults: Epidemiology and Implications for Disability and Disease. **Rev Clin Gerontol**, v.22, n.1, p.10-34, fev. 2012.

SANTOS, J.P.; LIMA-COSTA, M.F.; PEIXOTO, S.V. Aspectos nutricionais associados à infecção crônica pelo Trypanosoma cruzi (Chagas 1909) entre idosos: Projeto Bambuí. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 6, p. 1141-1148, jun. 2013.

SEIDELL, J.C.; VISSCHER, T.L. Body weight and weight change and their health implications for the elderly. **Eur J Clin Nutr**, v.54, suppl 3:s33-9, jun. 2000.

SHUSTER, A. et al. The clinical importance of visceral adiposity: a critical review of methods for visceral adipose tissue analysis. **Br J Radiol**, v.85, n.1009, p.1-10. 2012.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2019-2020**. 2019. Disponível em:

<https://www.diabetes.org.br/profissionais/images/DIRETRIZES-COMPLETA-2019-2020.pdf>. Acesso em 28 maio 2020

SONG, X. et al. Comparison of various surrogate obesity indicators as predictors of cardiovascular mortality in four European populations. **Eur J Clin Nutr**, v.67, n.12, p. 1298–1302, dez. 2013.

STENHOLM, S. et al. Sarcopenic obesity: definition, cause and consequences. **Curr Opin Clin Nutr Metab Care**, v.11, n.6, p.693-700, nov. 2008.

SZWARCWALD, C.L. et al. Pesquisa Nacional de Saúde no Brasil: concepção e metodologia de aplicação. **Ciênc Saúde Coletiva**, v.19, n.2, p.333-42, fev. 2014.

VATCHEVA, K.P. et al. Multicollinearity in Regression Analyses Conducted in Epidemiologic Studies. **Epidemiology (Sunnyvale)**, v.6, n.2, pii: 227, abr. 2016.

VERAS, R. Population aging today: demands, challenges and innovations. **Rev Saúde Pública**, v.43, n.3, p.548-54. 2009.

VILLAREAL, D.T. et al. Obesity in older adults: technical review and position statement of the American Society for Nutrition and NAASO, The Obesity Society. **Obes Res**, v.13, n.11, p.1849-63, nov. 2005.

VISSCHER, T.L. et al. A comparison of body mass index, waist-hip ratio and waist circumference as predictors of all-cause mortality among the elderly: the Rotterdam study. **Int J Obes Relat Metab Disord**, v.25, n.11, p.1730-5, nov. 2001.

WALTER, S. et al. Mortality and disability: the effect of overweight and obesity. **Int J Obes (Lond)**, v.33, n.12, p.1410-8, dez. 2009.

WANG, H.; CHEN, Y.E.; EITZMAN, D.T. ATVB in Focus: Ectopic and Perivascular Fat: Basic Mechanisms and Clinical Consequences: Imaging Body Fat: Techniques and Cardiometabolic Implications. **Arterioscler Thromb Vasc Biol**; v.34, p.2217-23. 2014.

WINTER, J.E. et al. BMI and all-cause mortality in older adults: a meta-analysis. **Am J Clin Nutr**, v.99, n. 4, p.875-890. 2014.

WONG, L.L.; RODRÍGUEZ & CARVALHO, J.A. O rápido processo de envelhecimento populacional do Brasil: sérios desafios para as políticas públicas. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v.23, n.1, p.5-26. 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks**. Geneva, Suíça; 2009. Disponível em: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44203/9789241563871_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 06 ago. 2020

_____. **Information sheet: global recommendations on physical activity for health 65 years and above**. Geneva. 2011. Disponível em: <https://www.who.int/dietphysicalactivity/physical-activity-recommendations-65years.pdf?ua=1>. Acesso em: 20 maio 2020

_____. **Life expectancy increased by 5 years since 2000, but health inequalities persist**. Geneva. 2016. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/detail/19-05-2016-life-expectancy-increased-by-5-years-since-2000-but-health-inequalities-persist>. Acesso em: 20 maio 2020

_____. **Physical status: the use and interpretation of anthropometry**. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series 854. Geneva.1995. Disponível em: https://www.who.int/childgrowth/publications/physical_status/en/. Acesso em: 20 maio 2020

_____. **Waist Circumference and Waist-Hip Ratio**. Report of WHO Expert Consultation. Geneva. 2008. Disponível em: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44583/9789241501491_eng.pdf?sequence=1. Acesso em: 20 maio 2020

ZHANG, J. et al. Sex- and Age-Specific Optimal Anthropometric Indices as Screening Tools for Metabolic Syndrome in Chinese Adults. **Int J Endocrinol**, 2018:1067603, set. 2018.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Avaliação do pressuposto de proporcionalidade dos riscos ao longo do tempo

Tabela 1. Avaliação da presença de correlação linear entre o tempo de sobrevivência e o resíduo para os modelos do artigo 2

Indicadores antropométricos avaliados em quartis	Valor p global dos modelos avaliados*			
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
<i>A body shape index</i> ($m^{11/6} \times kg^{-2/3}$)	0,150	0,141		
Circunferência da cintura (cm)	0,078	0,064		
Relação cintura-estatura	0,111	0,100		
Índice de massa corporal (kg/m^2)	0,133		0,193	0,183

Modelo 1: ajustado pelas variáveis idade, sexo, escolaridade, tabagismo, consumo de risco de álcool e prática insuficiente de atividade física.

Modelo 2: ajustado pelas variáveis do modelo 1, acrescido de IMC (contínuo).

Modelo 3: ajustado pelas variáveis do modelo 1, acrescido de CC (contínuo).

Modelo 4: ajustado pelas variáveis do modelo 1, acrescido de ABSI (contínuo).

Tabela 2. Avaliação da presença de correlação linear entre o tempo de sobrevivência e o resíduo para os modelos do artigo 3

Indicadores antropométricos avaliados em tercís	Valor p global dos modelos avaliados*			
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
<i>A body shape index</i> ($m^{11/6} \times kg^{-2/3}$)	0,125	0,096		
Circunferência da cintura (cm)	0,303	0,228		
Relação cintura-estatura	0,411	0,210		
Índice de massa corporal (kg/m^2)	0,249		0,292	0,198

Modelo 1: ajustado por idade (contínua), sexo, cor da pele autorreferida, escolaridade, tabagismo atual, consumo de risco de álcool, prática insuficiente de atividade física e sorologia positiva para *Trypanosoma cruzi*, como descritas na tabela 1.

Modelo 2: ajustado pelas variáveis do modelo 1, acrescido de IMC (contínuo).

Modelo 3: ajustado pelas variáveis do modelo 1, acrescido de CC (contínua).

Modelo 4: ajustado pelas variáveis do modelo 1, acrescido de ABSI (contínuo).

APÊNDICE B: Primeira página do artigo 1 publicado na revista Cadernos de Saúde Pública.

CSP CADERNOS DE SAÚDE PÚBLICA
REPORTS IN PUBLIC HEALTH

ARTIGO
ARTICLE

“A body shape index” and its association with arterial hypertension and diabetes mellitus among Brazilian older adults: *National Health Survey (2013)*

“A *body shape index*” e a associação com hipertensão arterial e diabetes mellitus entre idosos brasileiros: a *Pesquisa Nacional de Saúde (2013)*

“A *body shape index*” y su asociación con la hipertensión arterial y diabetes mellitus entre adultos mayores brasileños: *Encuesta Nacional de Salud (2013)*

Mary Anne Nascimento-Souza ¹
Maria Fernanda Lima-Costa ¹
Sérgio Viana Peixoto ^{1,2}

doi: 10.1590/0102-311X00175318

Abstract

The aim was to evaluate the separate and joint association of abdominal adiposity indicators (a body shape index – ABSI, waist circumference – WC, waist-to-height ratio – WHtR) and body mass index (BMI) with arterial hypertension and diabetes mellitus, in Brazilian older adults. Data from the 2013 Brazilian National Health Survey (PNS 2013) were used for the population aged 60 years or older (10,537 older adults). Arterial hypertension and diabetes mellitus outcomes were self-reported and the following anthropometric indices were evaluated by direct measurement: a ABSI, BMI, WC and WHtR. Associations were assessed by logistic regression, with adjustments for confounding factors. The results of this study evidenced a higher strength of association between the report of arterial hypertension and diabetes mellitus with BMI, WC and WHtR in the Brazilian population of older adults in separate analyses, when compared to ABSI. When adjusted for BMI, ABSI showed a greater strength of association with the outcomes, but it was not superior to the performance of WC and WHtR. Considering the lower strength of association, in separate and joint analyses, between the new index (ABSI) and the chronic conditions assessed, BMI, WC and WHtR probably remain as useful indices in public health, at least in relation to arterial hypertension and diabetes mellitus in Brazilian older adults.

Aging; Anthropometry; Diabetes Mellitus; Hypertension; Obesity

Correspondence

S. V. Peixoto
Instituto René Rachou, Fundação Oswaldo Cruz,
Av. Augusto de Lima 1715, Belo Horizonte, MG
30190-009, Brasil.
sergio@cpqrr.fiocruz.br

¹ Instituto René Rachou, Fundação Oswaldo Cruz, Belo Horizonte, Brasil.

² Escola de Enfermagem, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.



This article is published in Open Access under the Creative Commons Attribution license, which allows use, distribution, and reproduction in any medium, without restrictions, as long as the original work is correctly cited.

APÊNDICE C: Carta de aceite do artigo 3**CSP** **CADERNOS DE SAÚDE PÚBLICA**
REPORTS IN PUBLIC HEALTH

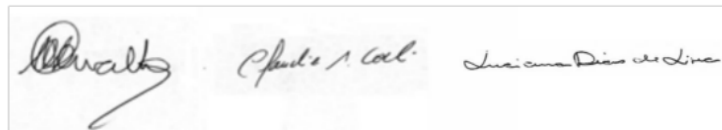
Rio de Janeiro, 15 de maio de 2020.

Ilmo(a) Sr(a). Mary Anne Nascimento-Souza:

Em nome do Conselho Editorial de Cadernos de Saúde Pública, comunicamos que o artigo de sua autoria, em colaboração com Juliana Vaz de Melo Mambrini, Sérgio Viana Peixoto, intitulado "ASSOCIAÇÃO ENTRE A BODY SHAPE INDEX E MORTALIDADE: COORTE DE IDOSOS DE BAMBUÍ", foi aprovado quanto ao seu mérito científico.

A conclusão do processo editorial de seu artigo dependerá da avaliação técnico-editorial com vistas a detectar dúvidas de formatação, referências bibliográficas, figuras e/ou tabelas. Comunicação nesse sentido lhe será enviada oportunamente.

Atenciosamente,



Marília Sá Carvalho

Cláudia Medica Coeli

Luciana Dias de Lima
Editoras