

Artigo Original

**Relação dos componentes da síndrome metabólica com os índices lipídicos e parâmetros antropométricos em trabalhadores rurais: análise fatorial exploratória**

*Relationship of the metabolic syndrome components with lipid indexes and anthropometric parameters in rural workers: exploratory factor analysis*

*Relación de los componentes del síndrome metabólico con índices lipídicos y parámetros antropométricos en trabajadores rurales: análisis factorial exploratorio*

Analie Nunes Couto<sup>1</sup> ORCID 0000-0003-4819-5516

Carla Helena Augustin Schwanke<sup>1</sup> ORCID 0000-0002-0397-771X

Hildegard Hedwig Pohl<sup>2</sup> ORCID 0000-0002-7545-4862

<sup>1</sup> Escola de Medicina, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS – Brasil.

<sup>2</sup> Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, RS - Brasil.

E-mail: analiecouto@hotmail.com

Endereço: Av. Ipiranga, 6681 – Prédio 12A – 2º andar – sala 201 - Partenon, Porto Alegre – RS

Submetido: 07/06/2021

Aceito: 28/01/2022

**RESUMO**

**Justificativa e Objetivos:** A busca por indicadores simples e rápidos de rastreamento de síndrome metabólica (SM) é importante, devido à sua alta frequência na população adulta. Contudo, esse aspecto é pouco explorado na população rural brasileira. O objetivo deste estudo foi verificar a relação dos componentes da SM com índices lipídicos e parâmetros antropométricos em trabalhadores rurais. **Métodos:** Estudo transversal com trabalhadores rurais com 18 anos ou mais. A SM foi determinada pelo critério harmonizado. Foram investigados os seguintes componentes da SM: triglicérides (TG), glicose em jejum (GLI), pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD), HDL-c e circunferência da cintura (CC). Foram analisados os parâmetros antropométricos - índice de massa corporal (IMC), relação cintura/estatura (RCE) e

percentual de gordura corporal (%G) -, bem como os índices lipídicos - índice triglicéridos glicemia (TyG), produto de acumulação de lipídios (LAP) e índice de adiposidade visceral (VAI). Foi realizada análise fatorial exploratória que incluiu, no modelo I, os parâmetros antropométricos e, no modelo II, os índices lipídicos. **Resultados:** Dos 167 indivíduos investigados, 21,0% eram idosos ( $\geq 60$  anos), 39,5% do sexo masculino e 61,1% apresentaram SM, com maior frequência no sexo feminino. O modelo II respondeu a maior variância explicada (78,43%), incluindo os fatores metabólico (VAI, LAP, TyG, TG e o -HDL-c), cardiometabólico (PAS, PAD e CC) e glicêmico. O modelo I explicou 70,4% da variância, incluindo os fatores excesso de peso, pressão arterial e lipídico/glicêmico. **Conclusão:** o modelo que incluiu os índices lipídicos explicou a maior variância observada e o VAI apresentou a carga mais significativa desse fator.

**Descritores:** *Síndrome Metabólica. Antropometria. Índice. Saúde da População Rural. Trabalhadores Rurais.*

## ABSTRACT

**Background and Objectives:** The search for simple and rapid screening indicators for metabolic syndrome (MS) is important due to its high frequency in the adult population. And this aspect is little explored in the rural Brazilian population. The objective of this study was to verify the relationship of SM components with lipid indices and anthropometric parameters in rural workers. **Methods:** Cross-sectional study with rural workers aged 18 years or older. The SM was determined by harmonized criteria. The fasting glucose (GLI), systolic (SBP) and diastolic (DBP) blood pressure, HDL-c and waist circumference (WC); anthropometric parameters: body mass index (BMI), waist/height ratio (WHtR) and body fat percentage (%F); and lipid indices: glycemic triglyceride index (TyG), lipid accumulation product (LAP) and visceral adiposity index (VAI). Exploratory factor analysis was performed that included, in model I, the anthropometric parameters and, in model II, the lipid indices. **Results:** the 167 workers, 21.0% were elderly ( $\geq 60$  years), 39.5% were male and 61.1% had MS, with a higher prevalence in females. Model II responded to the highest explained variance (78.43%) including metabolic (VAI, LAP, TyG and TG and -HDL-c), cardiometabolic (SBP, DBP and CC) and glycemic factors. Model I explained 70.4% of the variance, which included excess weight, blood pressure and lipid/glycemic factors. **Conclusion:** the model that included the lipid indices explained the greatest variance observed and the VAI presented the most significant load of this factor.

**Keywords:** *Metabolic Syndrome. Anthropometry. Index. Health of the Rural Population. Rural Workers.*

## RESUMEN

**Antecedentes y objetivos:** La búsqueda de indicadores de detección simples y rápidos para el síndrome metabólico (SM) es importante debido a su alta frecuencia en la población adulta. Y este aspecto es poco explorado en la población rural brasileña. El objetivo de este estudio fue verificar la relación de los componentes del SM con índices lipídicos e parámetros antropométricos en trabajadores rurales. **Métodos:** estudio transversal con trabajadores rurales de 18 años o más. El SM fue determinado por

criterio armonizado. Se investigaron los siguientes componentes de la SM: triglicéridos (TG), glucosa en ayunas (GLI), presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD), HDL-c y circunferencia de cintura (CC); parámetros antropométricos: índice de masa corporal (IMC), relación cintura /talla (WHtR) y porcentaje de grasa corporal (% F); y índices de lípidos: índice glucémico de triglicéridos (TyG), el producto de acumulación de lípidos (LAP) y el índice de adiposidad visceral (VAI). Se realizó un análisis factorial exploratorio que incluyó, en modelo I, los parámetros antropométricos y, en el modelo II, los índices lipídicos. **Resultados:** De los 167 trabajadores, 21,0% eran ancianos ( $\geq 60$  años), 39,5% hombres y 61,1% tenían SM, con mayor frecuencia en mujeres. El modelo II respondió a la mayor varianza explicada (78,43%) incluyendo factores metabólico (VAI, LAP, TyG y TG y -HDL-c), cardiometabólico (SBP, DBP y CC) y glucémico. El modelo I explicó el 70,4% de la varianza, que incluía exceso de peso, presión arterial y factores lipídicos / glucémicos. **Conclusión:** el modelo que incluyó los índices lipídicos explicó la mayor varianza observada y el VAI presentó la carga más significativa de este factor.

**Palabras clave:** *Síndrome Metabólico. Antropometría. Índice; Salud de la Población Rural. Trabajadores Rurales.*

## INTRODUÇÃO

A Síndrome Metabólica (SM) tem sido amplamente estudada no mundo por suas repercussões negativas à saúde dos indivíduos. Essa síndrome é um grande problema de saúde pública por sua forte associação com as doenças cardiovasculares e diabetes tipo 2. É caracterizada por um conjunto de alterações metabólicas e fatores de risco agrupados, incluindo obesidade central, níveis elevados de triglicéridos (TG), pressão arterial elevada, níveis baixos de colesterol de lipoproteína de alta densidade (HDL-c) e hiperglicemia <sup>1</sup>.

As maiores taxas de mortalidade e morbidade no Brasil são por consequência de doenças cardiometabólicas e diabetes <sup>2</sup>. A prevalência de SM na população adulta brasileira, encontrada a partir da Pesquisa Nacional de Saúde (PNS), de 2013, é de 38,4%, sendo maior entre as mulheres, relacionada com baixa escolaridade e idade mais avançada <sup>3</sup>. Em estudo com população rural, realizado entre 2004 e 2005, a SM foi diagnosticada em 14,9% dos participantes <sup>4</sup>.

As medidas antropométricas convencionais, como índice de massa corporal (IMC), circunferência da cintura (CC), relação cintura-quadril (RCQ), relação cintura-estatura (RCE) e percentual de gordura (%G), são capazes de predizer múltiplos fatores de risco metabólico <sup>5</sup>. No entanto, alguns parâmetros convencionais têm se mostrado menos precisos para predizer a SM, pois fornecem informações limitadas sobre a distribuição da gordura corporal <sup>6</sup>.

O estabelecimento de marcadores substitutos para diagnosticar de forma fácil e eficaz é essencial para a triagem da SM. Recentemente, novos preditores também foram validados em diferentes populações, tais como: o índice de adiposidade visceral (VAI), calculado com base no índice de massa corporal (IMC), circunferência da cintura (CC) e características lipídicas (TG e HDL-c); o produto de acumulação de lipídios (LAP), baseado na combinação de níveis de triglicerídeos séricos (TG) e CC; e o produto dos níveis de glicose plasmática de jejum e TG (índice TyG) <sup>7, 8, 9</sup>.

Contudo, a relação entre componentes da síndrome metabólica, medidas antropométricas e índices lipídicos, até onde sabemos, ainda não foi avaliada em trabalhadores rurais. Assim, o objetivo deste estudo foi verificar a relação dos componentes da SM com índices lipídicos e parâmetros antropométricos em trabalhadores rurais.

## **MÉTODOS**

### **Desenho do estudo**

Trata-se de um estudo transversal.

### **População de estudo**

Foram utilizados dados de 167 trabalhadores rurais, selecionados em uma amostragem por conveniência do projeto “Triagem de fatores de risco relacionados ao excesso de peso em trabalhadores da agroindústria usando novas tecnologias analíticas e de informação em saúde”, coletados entre 2013 e 2016. Foram incluídos trabalhadores rurais do Vale do Rio Pardo/RS, maiores de 18 anos, que tivessem todas as variáveis para o cálculo dos índices lipídicos. Foram excluídos os indivíduos com deficiências neurológicas ou motoras que dificultassem as avaliações, os que faziam uso de insulina e as gestantes.

### **Procedimentos e coleta de dados**

Os dados foram obtidos em um dia único, por alunos de graduação e de pós-graduação e por profissionais treinados, registrados em um banco de dados e coletados conforme descrição. Os dados demográficos (idade e sexo) foram coletados a partir de um questionário padronizado do projeto.

Os parâmetros bioquímicos envolveram a dosagem sérica de glicose em jejum (GLI), TG e HDL-c. A coleta de sangue foi realizada por punção venosa pela manhã, após doze horas de jejum noturno. As análises bioquímicas foram realizadas em amostras de soro e plasma (EDTA/Fluoreto), no equipamento automatizado Miura 200 (I.S.E., Rome, Italy), utilizando kits comerciais da Kovalent (Kovalent do Brasil). Tanto as coletas quanto as análises bioquímicas foram realizadas no Laboratório de Bioquímica do Exercício da UNISC.

Os parâmetros antropométricos investigados foram IMC, CC, RCE e %G. O peso, a estatura, a CC e as dobras cutâneas foram aferidos no Laboratório de Atividade Física da UNISC. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado como peso/altura<sup>2</sup>. O peso e a estatura foram aferidos utilizando a balança antropométrica tipo plataforma (Welmy SA, Santa Bárbara do Oeste, Brasil), capacidade 150 kg com divisão de 100 g e estadiômetro acoplado com precisão de 1 mm. A CC foi medida utilizando fita métrica não extensível no ponto médio entre a borda costal inferior e superior da crista ilíaca, em um plano perpendicular. A RCE foi determinada através da relação entre a CC (cm) e a altura (cm). O %G foi estimado através da obtenção da densidade corporal calculada pela soma de sete dobras cutâneas (peitoral, tricípital, subescapular, supra ilíaca, abdominal, coxa e axilar média, com 3 repetições) e posteriormente calculada a equação de Siri <sup>10</sup>  $\%G = [(4,95/DENS) - 4,50] \times 100$ . O compasso modelo Lange foi utilizado para a medição das dobras cutâneas.

A pressão arterial sistólica (PAS) e a diastólica (PAD) foram mensuradas com o indivíduo em repouso de 5 minutos em ambiente calmo, com a bexiga vazia, sentado, com os pés apoiados no chão, duas vezes com esfigmomanômetro de mercúrio, conforme a 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial <sup>11</sup>.

Para a identificação da SM, foram utilizados os critérios clínicos definidos de acordo com os critérios harmonizados da *American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute (AHA/NHLBI)* e da *International Diabetes Federation (IDF)* <sup>1</sup>. A presença de quaisquer 3 dos 5 fatores de risco constituiu um diagnóstico de SM: CC  $\geq 90$  cm para homens e  $\geq 80$  cm para mulheres (ponto de corte para a população sulamericana), TG  $\geq 150$  mg/dL ou tratamento medicamentoso, glicemia de jejum  $\geq 100$  mg/dL ou tratamento medicamentoso, HDL-c  $< 40$  mg/dL para homens e  $< 50$  mg/dL para mulheres ou tratamento medicamentoso, pressão arterial  $\geq 130/85$  mmHg ou tratamento medicamentoso.

Em relação aos índices lipídicos:

• VAI foi calculado através das equações: Homens=  $[CC/39,68 + (1,88 \times IMC)] \times [TG \text{ (mmol/L)}/1,03] \times [1,31/HDL\text{-c (mmol/L)}]$ ; Mulheres=  $[CC/36,58 + (1,89 \times IMC)] \times [TG \text{ (mmol/L)}/0,81] \times [1,52/HDL\text{-c (mmol/L)}]$  <sup>7</sup>.

• LAP foi calculado através das equações: Homens=  $[CC \text{ (cm)} - 65] \times [TG \text{ (mmol/l)}]$ ; Mulheres=  $[CC \text{ (cm)} - 58] \times [TG \text{ (mmol/l)}]$  <sup>8</sup>.

• TyG foi calculado como:  $\text{Ln} [\text{triglicérides em jejum (mg/dl)} \times \text{glicose em jejum (mg/dl)} / 2]$ , sendo Ln (logaritmo natural) <sup>9</sup>.

### Aspectos éticos

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Santa Cruz do Sul (CEP-UNISC) CAAE: 43252721.1.0000.5343. Todos participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), em conformidade com a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde - Ministério da Saúde.

### Análise estatística

A análise foi realizada no software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), para Windows versão 23.0 (IBM, Armonk, NY, USA). As características descritivas dos participantes foram apresentadas como frequência (frequência relativa) e as variáveis contínuas foram expressas como média  $\pm$  desvio padrão e/ou medianas (intervalo interquartil 25-75). A normalidade foi testada usando o teste de Kolmogorov-Smirnov. O teste *t Student* foi usado para comparar as médias entre os sexos, enquanto as medianas foram comparadas usando o teste U de Mann-Whitney. Teste de correlação de *Spearman* e teste de correlação de *Pearson* foram usados para calcular coeficientes de correlação entre variáveis contínuas. O nível de significância adotado foi de 5% ( $p < 0,05$ ).

A análise fatorial exploratória foi realizada em dois modelos: I- para investigar a relação entre os componentes da SM (CC, PA, GLI, TG e HDL-c) e os parâmetros antropométricos (IMC, RCE e %G); II- para investigar a relação entre os componentes da SM e os índices lipídicos (TyG, VAI e LAP).

Utilizou-se o método de análise de componentes principais a fim de reduzir o número de variáveis originais em menos fatores latentes. A análise fatorial consiste em três etapas: extração fatorial, a qual produz o número mínimo de fatores que retêm o máximo possível da variância total nos dados originais; rotação varimax, para tornar os fatores mais facilmente interpretáveis; e interpretação baseada em cargas fatoriais

rotacionadas. Maiores cargas fatoriais representam maior correlação entre a variável e o fator latente.

O método de Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) foi estimado em  $>0,6$  e o teste de esfericidade de Bartlett significativo ( $p < 0,001$ ) como indicativo de adequação da amostragem nas análises. O número de fatores foi extraído com base em fatores identificados com autovalores  $\geq 1$ . Os fatores foram interpretados com base nas cargas que relacionam as variáveis aos fatores, pois cargas fatoriais maiores representam mais correlação entre a variável e o fator latente. As cargas fatoriais  $\geq 0,4$  foram consideradas significativas para identificar as variáveis que compõem um fator, conforme Tsai et al.<sup>12</sup>.

## RESULTADOS

Participaram do estudo 167 trabalhadores rurais, sendo 79,0% (N=132) adultos e 21,0% (N= 35) idosos (com 60 anos ou mais), com 60,5% (N= 101) do sexo feminino e 39,5% (N= 66) do sexo masculino. A média de idade foi  $50,49 \pm 10,76$  anos (homens=  $50,62 \pm 10,82$  anos; mulheres=  $50,41 \pm 10,78$  anos), variando entre 18 e 73 anos.

A frequência de síndrome metabólica foi de 61,1% (N= 102) na amostra total, sendo 67,6% (N= 69) no sexo feminino e 32,4% (N= 33) no masculino. As características antropométricas e metabólicas da amostra total e por sexo estão apresentadas na Tabela 1. O sexo feminino apresentou médias/medianas significativamente superiores às do sexo masculino para IMC, RCE, %G, VAI, LAP. O sexo masculino apresentou média da CC significativamente superior.

**Tabela 1.** Características metabólicas, antropométricas e dos índices lipídicos na amostra total e conforme sexo.

Variáveis	Sexo			P
	Amostra total (N= 167)	Masculino (N= 66)	Feminino (N= 101)	
CC (cm)	90,99 $\pm$ 9,68	93,00 $\pm$ 9,46	89,68 $\pm$ 9,64	<b>0,030*</b>
TG (mg/dL)	108,31 (80-158)	98,46 (76,3-152,7)	111 (84,1-162,5)	0,263
PAS (mmHg)	130 (120-142)	126,50 (120-140)	130 (118-143)	0,449
PAD (mmHg)	80 (76-89)	80,00 (71,5-90)	80,00 (76-88)	0,894
GLI (mg/dL)	100,4 (92-112)	100,20 (95-116,5)	100,66 (90,40-109)	0,184

<b>HDL-c (mg/dL)</b>	51,23 ± 10,99	49,68 ± 10,26	52,24 ± 11,38	0,141*
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	28,47 (25,91-3,68)	27,07 (25,5-29,28)	29,94 (26,75-33,72)	<b>0,001</b>
<b>RCE</b>	0,55 ± 0,06	0,54 ± 0,05	0,56 ± 0,06	<b>0,026*</b>
<b>%G</b>	28,31 (22,10-32,04)	21,62 (18,53-24,38)	31,22 (29,21-34,17)	<b>0,001</b>
<b>VAI</b>	1,47 (0,96-2,40)	1,09 (0,83-2,01)	1,75 (1,18-2,7)	<b>0,001</b>
<b>LAP</b>	36,09 (21,80-36,09)	30,27 (18,8-54,43)	39,20 (24,92-61,4)	<b>0,050</b>
<b>TyG</b>	8,66 ± 0,51	8,64 ± 0,55	8,67 ± 0,48	0,730*

CC (Circunferência da cintura); TG (triglicerídeos); PAS (Pressão Arterial Sistólica); PAD (Pressão Arterial Diastólica); GLI (glicemia de jejum); HDL-c (lipoproteína de alta densidade); IMC (Índice de Massa Corporal); RCE (Relação cintura/estatura); %G (Percentual de gordura corporal); VAI (*Visceral Adiposity Index*); LAP (*Lipid Accumulation Product*); TyG (*triglyceride/glucose index*); \*teste t de Student para amostras independentes, resultados em média (± desvio padrão); teste de Mann-Whitney, resultados em mediana (intervalo interquartil 25-75). Considerando  $p < 0,05$  (5%) significativo.

A correlação entre as 12 variáveis analisadas, que configuram componentes da SM, medidas antropométricas e índices TyG, LAP e VAI, é apresentada na Tabela 2. No teste de correlação entre os parâmetros antropométricos e os componentes da SM, foi encontrada correlação significativa, positiva e forte do IMC com a CC ( $r=0,776$ ), sendo fraca com PAS, PAD e TG. A RCE correlacionou-se positiva, forte e significativamente com a CC ( $r= 0,884$ ), sendo fraca com a PAS, PAD, GLI e TG. Já o %G obteve correlação fraca, positiva e significativamente com a CC, PAS e TG. Ao correlacionar os índices lipídicos e os componentes da síndrome metabólica, constatou-se correlação significativa, forte e positiva do TyG, LAP e VAI com TG ( $r= 0.951$ ,  $r= 0.864$ ,  $r= 0.914$ , respectivamente). O VAI apresentou correlação moderada e inversa com HDL-c ( $r= -0,607$ ) e correlação fraca e positiva com CC ( $r= 0,295$ ). Os índices TyG e LAP apresentaram correlação inversamente proporcional com o HDL-c ( $r= -0,380$ ;  $r= -0,348$ ) e positiva com as demais variáveis da SM.



**Tabela 2.** Correlação entre os componentes da Síndrome Metabólica, medidas antropométricas e índices lipídicos.

Variáveis	CC*	PAS	PAD	Glicose	HDL-c*	TG	IMC	RCE*	%G	TyG*	LAP	VAI
CC*	1	0.265**	0.333**	0.196*	-0.153* †	0.331**	<b>0.776**</b>	<b>0.884**</b> †	0.276**	0.336** †	0.681**	0.295**
PAS	--	1	0.682**	0.264**	0.197*	0.177*	0.255**	0.322**	0.157*	0.239**	0.262**	0.089
PAD	--	--	1	0.213**	0.034	0.187*	0.293**	0.326**	0.148	0.231**	0.290**	0.143
GLI	--	--	--	1	0.126	0.158*	0.144	0.231**	-0.061	0.419**	0.184*	0.137
HDL-c*	--	--	--	--	1	-0.392**	-0.081	-0.067 †	0.012	-0.380** †	-0.348**	-0.607**
TG	--	--	--	--	--	1	0.287**	0.371**	0.213**	<b>0.951**</b>	<b>0.864**</b>	<b>0.914**</b>
IMC	--	--	--	--	--	--	1	<b>0.876**</b>	0.667**	0.290**	0.639**	0.338**
RCE*	--	--	--	--	--	--	--	1	0.521**	0.351** †	0.717**	0.384**
%G	--	--	--	--	--	--	--	--	1	0.400**	0.427**	0.372**
TyG*	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	<b>0.844**</b>	<b>0.870**</b>
LAP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	<b>0.837**</b>
VAI	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1

CC (Circunferência da cintura); PAS (Pressão Arterial Sistólica); PAD (Pressão Arterial Diastólica); GLI (glicose em jejum); HDL-c (lipoproteína de alta densidade); TG (triglicerídeos); IMC (Índice de Massa Corporal); RCE (Relação cintura/estatura); %G (Percentual de gordura corporal); TyG (*triglyceride/glucose (TyG) index*); LAP (*lipid accumulation product*); VAI (*Visceral Adiposity Index*); †: teste de correlação Pearson (variáveis paramétricas); teste de correlação *Spearman*; † teste de correlação *Pearson*; Significâncias de \*: p<0,05; \*\*: p<0,001.

A análise fatorial dos componentes da síndrome metabólica com parâmetros antropométricos e índices lipídicos (VAI, LAP, TyG) identificou três fatores dominantes com autovalor > 1 em ambas as análises. A análise que incluiu os índices lipídicos respondeu a maior variância total dos dados (78,4%), se comparada com a análise que incluiu os parâmetros antropométricos (70,4%). Os padrões de carregamento das análises fatoriais, após a rotação varimax, são mostrados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Cargas fatoriais de componentes da síndrome metabólica com parâmetros antropométricos e índices lipídicos na análise fatorial exploratória (N= 167).

Variáveis	Modelo I Componentes da SM + Parâmetros antropométricos			Variáveis	Modelo II Componentes da SM + VAI, LAP e TyG		
	Fator 1	Fator 2	Fator 3		Fator 1	Fator 2	Fator 3
CC	<b>0,774</b>	0,269	0,294	CC	0,383	<b>0,563</b>	0,024
TG	0,248	0,079	<b>0,696</b>	TG	<b>0,924</b>	0,161	0,047
PAS	0,183	<b>0,887</b>	-0,060	PAS	-0,049	<b>0,873</b>	0,141
PAD	0,202	<b>0,831</b>	0,040	PAD	0,041	<b>0,860</b>	0,004
GLI	-0,100	0,368	<b>0,499</b>	GLI	0,108	0,087	<b>0,981</b>
HDL-c	-0,030	0,254	<b>-0,795</b>	HDL-c	<b>-0,634</b>	0,267	-0,045
IMC	<b>0,943</b>	0,143	0,066	VAI	<b>0,955</b>	0,023	0,016
RCE	<b>0,897</b>	0,256	0,187	LAP	<b>0,868</b>	0,395	0,004
%G	<b>0,763</b>	-0,036	-0,121	TyG	<b>0,841</b>	0,218	0,389
Variância explicada %	<b>40,02</b>	<b>16,50</b>	<b>14,38</b>	Variância explicada %	<b>46,62</b>	<b>20,59</b>	<b>11,22</b>
Variância acumulada %	<b>40,02</b>	<b>56,52</b>	<b>70,90</b>	Variância acumulada %	<b>46,62</b>	<b>67,21</b>	<b>78,43</b>

IMC (Índice de Massa Corporal) descrito em Kg/m<sup>2</sup>; RCE (Relação cintura/estatura); %G (Percentual de gordura corporal); CC (Circunferência da cintura, em centímetros); TG (Triglicerídeos séricos em jejum); PAS (Pressão Arterial Sistólica); PAD (Pressão Arterial Diastólica); GLI (Glicose em jejum); TyG (*triglyceride/glucose index*); VAI (*Visceral Adiposity Index*); LAP (*lipid accumulation product*); Fatores com autovalor ≥1 foram selecionados para análise. As cargas fatoriais são calculadas após a rotação Varimax com normalização Kaiser das variáveis em cada fator extraído. Todos os valores de p são <0,001. Números em negrito representam variáveis com carga fatorial >0,4.

Na análise que incluiu os parâmetros antropométricos (modelo I), o IMC, RCE, CC e %G contribuíram positivamente no fator 1. O IMC apresentou a maior carga fatorial desse fator, o qual explicou 40,02% da variância total. A PAS e PAD tiveram contribuições positivas no fator 2, que explicou 16,5% da variância total. O fator 3

explicou 14,38% da variação, sendo que as variáveis TG e glicose apresentaram contribuições positivas e o HDL-c contribuiu negativamente nesse fator. O fator 1 foi interpretado como fator de excesso de peso/obesidade. O fator 2 foi interpretado como o fator de pressão arterial. Por fim, o fator 3 foi interpretado como fator lipídico/glicêmico.

Já na análise que incluiu os índices lipídicos (modelo II), o fator 1 foi responsável pela maior proporção da variância total (46,62%), composto positivamente pelo VAI, LAP, TyG e TG, enquanto o HDL-c contribuiu negativamente nesse fator. O VAI apresentou a carga mais significativa desse fator. A PAS, PAD e a CC contribuíram positivamente para o fator 2, que explicou 20,59% da variância total. A glicose (GLI) contribuiu positivamente para o fator 3, que explicou 11,22% da variância total. Assim, o fator 1 foi interpretado como fator metabólico, o fator 2 como fator cardiometabólico e o fator 3 como fator glicêmico.

## **DISCUSSÃO**

No presente estudo, a análise fatorial foi utilizada para reduzir variáveis inter-relacionadas, componentes-chave da síndrome metabólica e/ou preditoras, a três fatores não correlacionados em uma amostra com trabalhadores rurais. Até onde sabemos, nenhum estudo anterior investigou o agrupamento dos componentes da SM em dois modelos distintos, como o modelo I (parâmetros antropométricos) e o modelo II (índices lipídicos).

O modelo II foi o que respondeu a maior variância explicada (78,43%). Incluiu os fatores metabólico (VAI, LAP, TyG, TG e o HDL-c), cardiometabólico (PAS, PAD e a CC) e glicêmico. Já o modelo I explicou 70,4% da variância e incluiu os fatores excesso de peso, pressão arterial e lipídico/glicêmico. Nossos resultados sugerem que os índices foram melhor relacionados com os componentes da síndrome metabólica.

Semelhante aos nossos achados, Shin e Kim <sup>8</sup>, em seu estudo, identificaram que os índices LAP, VAI, TyG e a RCE foram positivamente correlacionados com CC, PAS e PAD, TG e nível de glicose em jejum, sendo negativamente correlacionados com HDL-c. Tais achados foram encontrados na amostra total, nos homens e nas mulheres.

Em estudo realizado com indivíduos da área rural da Índia, utilizando também variáveis cardiometabólicas em análise fatorial, três fatores foram extraídos e responderam 71% da variância. O fator 1 foi carregado positivamente pela CC, TG e

lipoproteína de densidade muito baixa (VLDL), sendo negativamente carregado pelo HDL-c. O fator 2 foi carregado positivamente por colesterol total e lipoproteína de baixa densidade (LDL-c). O fator 3 estava carregado positivamente pela PAS e PAD <sup>13</sup>.

Semelhante aos achados do nosso estudo no modelo I, estudo realizado com trabalhadores rurais e da indústria brasileiros identificou que o fator 1 foi também fortemente carregado com variáveis relacionadas a sobrepeso, obesidade e gordura visceral (IMC, área de gordura visceral, CC, %G). O segundo fator foi carregado por TG, VAI, TyG e LAP. O fator 3 incluiu IL-8, IL-6, IL-1 $\beta$  e de GLI <sup>14</sup>.

Como é possível perceber, semelhante aos nossos achados no modelo II, Shin e Kim <sup>8</sup> e Deshmukh et al. <sup>13</sup> também encontraram relação positiva do TG e negativa com HDL-c no fator 1. Os nossos achados no modelo I assemelham-se aos resultados encontrados em nossas pesquisas prévias <sup>14</sup> no fator 1, composto por variáveis relacionadas ao excesso de peso/obesidade.

A SM é um grupo de anormalidades metabólicas que inclui obesidade central, resistência à insulina, dislipidemia aterogênica e hipertensão. A prevalência de SM corresponde geralmente à prevalência de obesidade <sup>15</sup>, sendo que parâmetros de obesidade geral, como IMC, CC e RCE, foram associados com essa síndrome <sup>5</sup>. Entre os mecanismos envolvidos na obesidade, está a resistência à insulina no tecido adiposo, que prejudica a inibição da lipólise mediada pela insulina, havendo o aumento nos ácidos graxos livres circulantes que inibem o efeito antilipolítico da insulina. No entanto, os depósitos de gordura visceral contribuem mais para a resistência à insulina do que a gordura subcutânea, sendo a obesidade central a mais proposta, por ser o principal gatilho para a maioria das vias endócrinas e imunológicas dos adipócitos envolvidas na SM <sup>15, 16</sup>. Ainda não há uma total compreensão da SM, mas a resistência à insulina é a hipótese mais amplamente aceita para a fisiopatologia subjacente, devido ao excesso de ácidos graxos como consequência da lipólise inadequada <sup>17</sup>.

Nas últimas décadas, os índices TyG, VAI e LAP foram associados com forte capacidade preditiva para a resistência à insulina <sup>9, 18, 19</sup>. Esses mesmos índices também vêm sendo testados para prever a SM <sup>20, 21, 22</sup>. Em avaliação da capacidade preditiva e do valor de corte de 11 parâmetros relacionados à obesidade (IMC, CC, RCQ, RCE, índice de conicidade, VAI e índice TyG, entre outros) na identificação da SM em adultos, foi observado que o índice TyG e o VAI tiveram o maior desempenho preditivo em diferentes grupos de idade (30–50 anos e 51–70 anos) em ambos os sexos <sup>23</sup>.

Em nosso estudo, aplicamos a análise fatorial na população geral a fim de explorar a melhor variância entre os dois modelos. A análise fatorial considera a estrutura correlacional subjacente entre marcadores individuais, minimiza vários problemas de teste e não requer suposições biológicas a priori, oferecendo vantagens sobre outras abordagens para criar variáveis de resumo <sup>24</sup>. Entretanto, são necessárias maiores explorações quanto às associações entre as variáveis antropométricas convencionais com os índices lipídicos na predição da síndrome metabólica na população estudada, além da natureza transversal desta análise e o tamanho amostral, não permitindo estratificar a amostra por sexo, o que configura uma fragilidade em nosso estudo. Além disso, os resultados dos estudos de análise fatorial exploratória podem ser testados posteriormente em análises confirmatórias, usando conjuntos de dados independentes, mas incluindo as mesmas variáveis.

Em conclusão, nosso estudo deteve-se em explorar o agrupamento de fatores em dois modelos independentes. Assim, mostrou que o modelo II, que incluiu os índices lipídicos VAI, LAP e TyG, explicou a maior variância observada. Nesse sentido, os índices lipídicos investigados apresentaram melhor relação com os componentes da SM em trabalhadores rurais, especialmente o índice lipídico VAI. No entanto, sugere-se que outros estudos sejam realizados a fim de explorar as relações dos índices lipídicos com outras variáveis, como a faixa etária (adultos e pessoas idosas).

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Os autores declaram não haver conflito de interesse.

## **REFERÊNCIAS**

1. Alberti KGMM, Eckel RH, Grundy SM, et al. Harmonizing the Metabolic Syndrome: A Joint Interim Statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation*. 2009;120:1640–1645. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.109.192644>

2. Marques, MV, Santos SSAN, Lima MV, et al. Distribuição espacial da mortalidade por diabetes no Brasil. *Revista Saúde e Desenvolvimento Humano*. 2020; 8(3): 113-122. <http://dx.doi.org/10.18316/sdh.v8i3.6135>
3. Oliveira LVA, Santos BNS, Machado IE, et al. Prevalência da Síndrome Metabólica e seus componentes na população adulta brasileira. *Ciência & Saúde Coletiva* 2020;25(11): 4269-4280. <https://doi.org/10.1590/1413-812320202511.31202020>
4. Pimenta AM, Gazzinelli A, Velasquez-Melendez G. Prevalência da síndrome metabólica e seus fatores associados em área rural de Minas Gerais (MG, Brasil). *Ciência & Saúde Coletiva*. 2011;16(7): 3297-3306. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232011000800029>
5. Gu Z, Li D, He H, et al. Body mass index, waist circumference, and waist-to-height ratio for prediction of multiple metabolic risk factors in Chinese elderly population. *Sci Rep*. 2018;8(1):385. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18854-1>
6. Nascimento-Ferreira MV, Rendo-Urteaga T, Vilanova-Campelo RC, et al. The lipid accumulation product is a powerful tool to predict metabolic syndrome in undiagnosed Brazilian adults. *Clin Nutr*. 2017;36(6):1693-1700. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2016.12.020>
7. Amato MC, et al. Visceral Adiposity Index: a reliable indicator of visceral fat function associated with cardiometabolic risk. *Diabetes Care*. 2010;33(4) :920-922. <https://doi.org/10.2337/dc09-1825>
8. Kahn HS. The "lipid accumulation product" performs better than the body mass index for recognizing cardiovascular risk: a population-based comparison. *British Medical Association Cardiovasc Disord*. 2005; 5 :1-26, 2005. <https://doi.org/10.1186/1471-2261-5-26>
9. Simental-Mendia LE, Rodriguez-Moran M, Guerrero-Romero F. The product of fasting glucose and triglycerides as surrogate for identifying insulin resistance in apparently healthy subjects. *Metab Syndr Relat Disord*. 2008;6:299–304. <https://doi.org/10.1089/met.2008.0034>
10. Heyward VH. Avaliação física e prescrição de exercício: técnicas avançadas. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. xvi, 485 p.
11. Malachias, MVB, Plavnik FL, Machado CA, et al. 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial: Capítulo 1 - Conceituação, Epidemiologia e Prevenção Primária. (2016). *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 107(3, Suppl. 3), 1-6. <https://doi.org/10.5935/abc.20160151>
12. Tsai TY, Hsu PF, Lin CC, et al. Factor analysis for the clustering of cardiometabolic risk factors and sedentary behavior, a cross-sectional study. *PloS one*. 2020; 15(11): e0242365. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242365>
13. Deshmukh PR, Kamble P, Goswami K, et al. Metabolic syndrome in the rural population of wardha, central India: an exploratory factor analysis. *Indian J Community Med*. 2013;38(1):33-38. <https://doi.org/10.4103/0970-0218.106625>

14. Couto AN, Kleinpaul WV, Renner JDP et al. Nutritional status, insulin resistance and cytokine biomarkers: principal component analysis approach. *IJDR*. 2019; 09(10): 30659-30664. <https://www.journalijdr.com/nutritional-status-insulin-resistance-and-cytokine-biomarkers-principal-component-analysis-approach>
15. Rochlani Y, Pothineni NV, Kovelamudi S, et al. Metabolic syndrome: pathophysiology, management, and modulation by natural compounds. *Ther Adv Cardiovasc Dis*. 2017;11(8):215-225. <https://doi.org/10.1177/1753944717711379>
16. Nolan CJ, Prentki M. Insulin resistance and insulin hypersecretion in the metabolic syndrome and type 2 diabetes: Time for a conceptual framework shift. *Diab Vasc Dis Res*. 2019;16(2):118-127. <https://doi.org/10.1177/1479164119827611>
17. McCracken E, Monaghan M, Sreenivasan S. Pathophysiology of the metabolic syndrome. *Clin Dermatol*. 2018;36(1):14-20. <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2017.09.004>
18. Guerrero-Romero F, Simental-Mendía LE, González-Ortiz M, et al. The product of triglycerides and glucose, a simple measure of insulin sensitivity. Comparison with the euglycemic-hyperinsulinemic clamp. *J Clin Endocrinol Metab*. 2010;95(7):3347-51. <https://doi.org/10.1210/jc.2010-0288>
19. Mirmiran P, Bahadoran Z, Azizi F. Lipid Accumulation Product Is Associated with Insulin Resistance, Lipid Peroxidation, and Systemic Inflammation in Type 2 Diabetic Patients. *Endocrinology and Metabolism*. 2014;29(4):443-449. <https://doi.org/10.3803/EnM.2014.29.4.443>
20. Li R, Li Q, Cui M, et al. Clinical surrogate markers for predicting metabolic syndrome in middle-aged and elderly Chinese. *J Diabetes Investig*. 2018;9(2):411-418. <https://doi.org/10.1111/jdi.12708>
21. Shin KA, Kim YJ. Usefulness Of Surrogate Markers Of Body Fat Distribution For Predicting Metabolic Syndrome In Middle-Aged And Older Korean Populations. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2019;12:2251-2259. <https://dx.doi.org/10.2147%2FDMSO.S217628>
22. Raimi TH, Dele-Ojo BF, Dada SA, et al. Triglyceride-Glucose Index and Related Parameters Predicted Metabolic Syndrome in Nigerians. *Metab Syndr Relat Disord*. 2021;19(2):76-82. <https://doi.org/10.1089/met.2020.0092>
23. Chiu TH, Huang YC, Chiu H, et al. Comparison of Various Obesity-Related Indices for Identification of Metabolic Syndrome: A Population-Based Study from Taiwan Biobank. *Diagnostics (Basel)*. 2020;10(12):1081. <https://doi.org/10.3390/diagnostics10121081>
24. Brinkley TE, Hsu FC, Beavers KM, et al. Total and abdominal adiposity are associated with inflammation in older adults using a factor analysis approach. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2012;67(10):1099-1106. <https://doi.org/10.1093/gerona/gls077>

**Contribuições dos autores:**

**Analie Nunes Couto** contribuiu para a concepção do estudo, análise de dados e redação do artigo.

**Carla Helena Augustin Schwanke** contribuiu na concepção, revisão e aprovação final do artigo.

**Hildegard Hedwig Pohl** contribuiu com o planejamento, concepção e delineamento do projeto, assim como do presente artigo, revisão e aprovação final do artigo.

Todos os autores aprovaram a versão final a ser publicada e são responsáveis por todos os aspectos do trabalho, incluindo a garantia de sua precisão e integridade.

Layout Version