

## DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE EQUAÇÃO PREDITIVA PARA GORDURA VISCERAL

Mikaella Carla de França Cavalcanti<sup>1</sup>, Isa Galvão Rodrigues<sup>2</sup>, Ana Paula Dornelas Leão Leite<sup>2</sup>  
 Alcides da Silva Diniz<sup>1</sup>, Ilma Kruze Grande de Arruda<sup>1</sup>, Claudia Porto Sabino Pinho<sup>2</sup>

### RESUMO

A gordura visceral em excesso constitui um fator de risco independente e mais fortemente correlacionado a alterações metabólicas quando comparado à gordura abdominal total ou subcutânea. O objetivo do estudo foi desenvolver e validar uma equação preditiva para estimar o tecido adiposo visceral (TAV) a partir de parâmetros antropométricos e bioquímicos. Estudo metodológico desenvolvido a partir de dados de um delineamento transversal envolvendo indivíduos de ambos os sexos, com idade  $\geq 20$  anos, onde foi avaliado o TAV (por tomografia computadorizada); parâmetros antropométricos: índice de massa corpórea (IMC), circunferência abdominal (CA), circunferência do quadril (CQ), circunferência do pescoço (CP) e circunferência da coxa (CCx); bioquímicos: glicemia de jejum (GJ), hemoglobina glicada (HbA1C), triglicérides (TG), colesterol total (CT) e frações, proteína C-reativa (PCR) e ácido úrico (AU); e demográficos: sexo, idade e raça. Foram avaliados 160 indivíduos com idade entre 20 e 80 anos e média de  $53,2 \pm 13,9$  anos. A equação preditiva desenvolvida para estimativa do TAV em homens foi  $TAV = -2307,8 + 5,8(\text{idade}) - 34,1(\text{raça}) + 722,3(\text{Altura}) + 24,2(\text{CP}) - 3,2(\text{GJ}) + 52,8(\text{HbA1c}) + 29,3(\text{AU})$  ( $R^2$  ajustado: 67,6%). Para as mulheres,  $TAV = -109,0 + 1,1(\text{idade}) - 2,9(\text{CQ}) + 0,3(\text{TG}) + 5,8(\text{IMC}) + 118(\text{CP})$  ( $R^2$  ajustado: 48,1%). A capacidade preditiva das equações desenvolvidas em relação ao TAV determinado pela tomografia computadorizada foi de 64,1% e 49,6% para homens e mulheres, respectivamente. As equações propostas e validadas podem ser utilizadas para estimar o TAV quando exames de imagem não estiverem disponíveis, sendo uma ferramenta de mais fácil aplicabilidade e maior praticidade.

**Palavras-chave:** Gordura Intra-abdominal. Tomografia Computadorizada. Obesidade Abdominal. Estudos de Validação.

1 - Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, Brasil.

### ABSTRACT

Development and validation of predictive equation for visceral fat

Excess visceral fat is an independent risk factor and more strongly correlated to metabolic abnormalities when compared to total or subcutaneous abdominal fat. The objective of the study was to develop and validate a predictive equation to estimate visceral adipose tissue (VAT) from anthropometric and biochemical parameters. A methodological study developed from data from a cross-sectional study involving individuals of both sexes, aged  $\geq 20$  years, in which VAT was evaluated (computed tomography); anthropometric parameters: body mass index (BMI), waist circumference (WC), hip circumference (HC), neck circumference (NC) and thigh circumference (ThC); biochemicals: fasting glycemia (FG), glycated hemoglobin (HbA1C), triglycerides (TG), total cholesterol (TC) and fractions, C-reactive protein (CRP) and uric acid (UA); and demographic: gender, age and race. A total of 160 individuals aged between 20 and 80 years and mean of  $53.2 \pm 13.9$  years were evaluated. The predictive equation developed for estimating VAT in men was  $VAT = -2307.8 + 5.8(\text{age}) - 34.1(\text{race}) + 722.3(\text{Height}) + 24.2(\text{NC}) - 3.2(\text{FG}) + 52.8(\text{HbA1c}) + 29.3(\text{UA})$  ( $R^2$  adjusted: 67.6%). For women,  $VAT = -109.0 + 1.1(\text{age}) - 2.9(\text{HC}) + 0.3(\text{TG}) + 5.8(\text{BMI}) + 118(\text{NC})$  ( $R^2$  adjusted: 48.1%). The predictive capacity of the equations developed in relation to the VAT determined by the computed tomography was 64.1% and 49.6% for men and women, respectively. The proposed and validated equations can be used to estimate VAT when image exams are not available, being a tool that is easier to apply and more practical.

**key words:** Intra-abdominal Fat. Computed Tomography. Abdominal Obesity. Validation Studies.

2 - Universidade de Pernambuco, Recife-PE, Brasil.

## INTRODUÇÃO

A gordura abdominal é constituída por dois compartimentos: tecido adiposo subcutâneo (TAS) e visceral (TAV) que apresentam substanciais diferenças entre si (WHO, 2003; Küçük e colaboradores, 2016).

Na obesidade visceral, devido à maior atividade metabólica e endócrina dos adipócitos viscerais, observa-se um maior número de alterações metabólicas e hemodinâmicas (Hermsdorff e Monteiro, 2004), sendo evidente a importância da quantificação do TAV.

Os métodos de imagem são capazes de quantificar separadamente os componentes do tecido adiposo abdominal, como a Tomografia Computadorizada (TC), a Ressonância Nuclear Magnética (RNM) e a Ultrassonografia (USG).

Porém, a inviabilidade relacionada ao custo, disponibilidade e exposição à radiação restringem a utilização desses métodos na prática clínica (Petribu e colaboradores, 2012).

Sendo assim, pesquisadores ainda buscam identificar um marcador de alta validade para estimar a adiposidade visceral, que seja uma ferramenta simples e de baixo custo. Uma boa alternativa seriam os métodos antropométricos, pela praticidade de obtenção e baixo custo.

Porém, são métodos que expressam medidas unidimensionais e indiretas para avaliar o TAV, não sendo eficazes em fornecer informações precisas e separadas sobre os componentes de gordura abdominal (Hayashi e colaboradores, 2007).

Dessa forma, alguns modelos matemáticos de equações preditivas vêm sendo testados e aplicados como método alternativo para avaliar gordura abdominal e quantificar o TAV. De maneira tradicional, esses modelos utilizam dados antropométricos e demográficos, mas algumas propostas têm incluído dados bioquímicos (Goel e colaboradores, 2008; Petribu e colaboradores, 2012).

Contudo, a utilização de um modelo preditivo para estimativa de compartimentos corporais deve ser efetuada com muita cautela, observando-se a faixa etária, o sexo e a raça da população em que foi validada, pois essas características influenciam fortemente a composição e distribuição de gordura corporal (Tchernof e Després, 2013).

Ainda não existem equações suficientemente disponíveis para prever a área

do TAV na literatura, sendo relevante que sejam desenvolvidos modelos preditivos a partir de medidas simples e usualmente disponíveis na prática clínica para estimar a gordura visceral, aumentando a possibilidade de identificar indivíduos com alto risco cardiometabólico.

Portanto, o objetivo deste estudo foi desenvolver e validar uma equação preditiva para estimar o TAV a partir de parâmetros antropométricos e bioquímicos em indivíduos atendidos em um hospital universitário no Nordeste brasileiro.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Estudo metodológico desenvolvido a partir de dados de um delineamento transversal envolvendo indivíduos de ambos os sexos, com idade  $\geq 20$  anos, atendidos ambulatorialmente em um hospital universitário no Nordeste brasileiro, no período de 2013 a 2015.

A amostra foi construída com base na adesão voluntária, sendo captados pacientes em primeira consulta com nutricionista.

Foram excluídos os indivíduos que apresentaram características que poderiam influenciar na medida de gordura intra-abdominal e/ou nas medidas antropométricas, tais como: hepato e/ou esplenomegalia, ascite, cirurgia abdominal recente, gestantes, mulheres que tiveram filhos até 6 meses antes do rastreamento; portadores de limitações físicas e claustrofóbicas.

O tamanho amostral foi calculado considerando-se um erro  $\alpha$  de 5%, um erro  $\beta$  de 20%, com uma correlação média estimada entre as variáveis antropométricas/bioquímicas e o TAV de 0,6 (p) e uma variabilidade de 0,12 ( $d^2$ ). Utilizando-se a fórmula  $n = [(Z\alpha/2 + Z\beta/2)^2 \times (p \times (1 - p))] / d^2$ , obteve-se o tamanho amostral mínimo de 131 indivíduos. No sentido de corrigir eventuais perdas, a amostra foi acrescida de 30%, resultando em 171 unidades amostrais.

O TAV foi avaliado por TC de abdômen sem contraste. A área do TAV foi obtida por meio do tomógrafo Philips Brilliance CT-10 slice (VMI Indústria e Comércio Ltda, Lagoa Santa-MG, Brasil) e o exame foi realizado em jejum completo de quatro horas com o paciente em decúbito dorsal.

O corte tomográfico foi obtido com parâmetros radiográficos de 140 kV e 45 mA, no nível da quarta vértebra lombar (L4), tendo espessura de 10 mm. A área do TAV foi

determinada em cm<sup>2</sup> tomando-se como limites as bordas internas dos músculos reto abdominal, oblíquo interno e quadrado lombar, excluindo-se o corpo vertebral e incluindo a gordura retroperitoneal, mesentérica e omental. Para identificação do tecido adiposo, utilizaram-se os valores de densidade de -50 e -250 unidades Hounsfield (Rockall e colaboradores, 2003; Eickemberg e colaboradores, 2013).

Foram avaliados os seguintes parâmetros antropométricos: peso, altura, circunferência abdominal (CA), circunferência do quadril (CQ), circunferência do pescoço (CP) e circunferência da coxa (CCx). Peso e altura foram mensurados segundo técnicas padronizadas<sup>10</sup>, com a utilização de balança eletrônica (Welmy®, Santa Bárbara d'Oeste-SP, Brasil), com capacidade de 150Kg, divisão de 100g, e estadiômetro acoplado, com precisão de 1mm. O IMC foi obtido pela equação:  $\text{Peso(kg)}/\text{Altura(m)}^2$  (Lohman, Roche e Martorell, 1998).

Todas as circunferências corporais foram aferidas com uma fita métrica inelástica, com precisão de 0,1 cm. A CA foi aferida no ponto médio entre a última costela e a crista ilíaca, enquanto a CQ, na região do quadril na área de maior protuberância (WHO, 1998).

A CP foi aferida no ponto médio da coluna cervical até o meio-anterior do pescoço. Em homens, foi realizada abaixo da proeminência laríngea (Bem-Noun e Laor, 2006). E a CCx foi obtida do lado direito do corpo, no ponto médio entre a dobra inguinal e a borda proximal da patela (Vasques e colaboradores, 2010).

Para cada ponto antropométrico avaliado, uma dupla medição foi obtida. Quando a diferença de aferição foi maior que 0,1cm ou 0,1kg, uma terceira medida foi realizada. A medida final considerada foi a média entre os dois valores mais próximos.

Foram avaliados os seguintes parâmetros bioquímicos: glicemia de jejum (GJ), hemoglobina glicada (HbA1C), triglicérides (TG), colesterol total (CT) e frações, proteína C-reativa (PCR) e ácido úrico (AU). A coleta seguiu o protocolo de preparo (Sociedade Brasileira de Cardiologia, 2013) e GJ, perfil lipídico e AU foram analisados pelo método enzimático, e HbA1c e PCR por turbidimetria.

A presença de hipertensão arterial (HAS) e/ou diabetes mellitus (DM) foi considerada quando o paciente relatava diagnóstico prévio; uso de drogas anti-

hipertensivas e/ou anti-hiperglicemiantes; e/ou havia registro em seu prontuário. A cor da pele foi autodefinida pelo entrevistado, considerando-se branco, pardo e preto (Almeida e colaboradores, 2008).

O protocolo do estudo foi submetido à avaliação do Comitê de Ética, sendo aprovado sob o número de protocolo 271.400/2013.

Os dados foram analisados com o auxílio do programa Statistical Package for Social Sciences - SPSS versão 13.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). As variáveis contínuas foram testadas quanto à normalidade de distribuição pelo teste Kolmogorov Smirnov, sendo descritas na forma de média e de desvio padrão.

Na descrição das proporções, procedeu-se uma aproximação da distribuição binomial à distribuição normal pelo intervalo de confiança de 95%. O teste t de Student para amostras independentes foi empregado para comparação entre médias dos parâmetros antropométricos e gordura visceral entre os sexos. As proporções foram comparadas pelo teste do Qui Quadrado de Pearson.

A correlação de Pearson foi utilizada na análise univariada para avaliar a relação entre os parâmetros antropométricos com o TAV. Na análise multivariada foi utilizada a regressão linear múltipla stepwise para idade, raça e variáveis antropométricas, como variáveis independentes (ou preditoras) e o TAV foi usado como variável resposta. Análise de regressão backward foi adotada para a modelagem e o teste de Wald foi utilizado para verificar a significância estatística do modelo.

Foram incluídos na regressão múltipla os parâmetros antropométricos que apresentaram associação com o TAV na análise univariada e foram considerados os modelos em que as variáveis apresentaram VIF (variance inflation factor) <10 (Meyers, 1990). Regressão linear simples foi empregada para avaliar o poder explicativo da equação preditiva do TAV em relação ao volume de TAV determinado por TC (padrão ouro). Foi estabelecida significância estatística quando valor  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

Compuseram a amostra 160 indivíduos com idade entre 20 e 80 anos, com predominância do sexo feminino (73,7%), e média de idade entre os sexos de 53,1(±13,9) anos para homens e 53,4(±12,7) anos para mulheres ( $p=0,925$ ).

A população do estudo caracterizou-se por elevada adiposidade, evidenciada por elevadas médias de IMC e CA. Para um

mesmo nível de adiposidade abdominal total e subcutânea, os homens apresentaram maior valor absoluto de TAV ( $p < 0,001$ ).

**Tabela 1** - Características demográficas, clínicas, bioquímicas e antropométricas de homens e mulheres atendidos em um hospital universitário do Nordeste do Brasil, Recife-PE, 2020.

Variável	Homem n=42	Mulher n=118	p-valor*
Idade (anos)	53,1 ±13,9	53,4±12,7	0,925
Cor da pele (n, %)			0,722
Branco	15 (28,3%)	38 (71,7%)	
Negro	6 (31,6%)	13 (68,4%)	
Pardo	21 (23,9%)	67 (76,1%)	
Diabetes (n, %)	10 (23,8%)	37 (31,9%)	0,326
Hipertensão (n, %)	26 (61,9%)	67 (57,8%)	0,640
CT (mg/dl)	198,0±56,6	209,1 ± 49,1	0,256
HDL (mg/dl)	43,9±11,5	49,6 ± 12,7	0,016
LDL (mg/dl)	127,4 ± 51,0	129,4 ± 42,1	0,804
TG (mg/dl)	173,1±35,3	154,2±28,5	0,606
GJ (mg/dl)	109,1±27,2	111,1±47,1	0,798
HbA1c (%)	6,6±1,2	6,7±1,5	0,688
PCR (mg/dl)	3,0±0,8	5,3±0,5	0,018
AU (mg/dl)	5,9 ± 1,4	4,6 ± 1,2	<0,001
Peso (kg)	88,7 ± 19,3	78,2 ± 16,4	0,001
Estatura (m)	1,71±0,06	1,59±0,07	<0,001
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	30,3 ± 5,9	31,0 ± 6,2	0,542
CA (cm)	106,0 ± 15,2	99,4 ± 13,6	0,011
CQ (cm)	108,1 ± 11,8	109,6 ± 13,0	0,507
CP (cm)	40,8 ± 3,5	36,0 ± 3,0	<0,001
CCX (cm)	53,4 ± 7,7	56,3 ± 9,6	0,096
TAT (cm <sup>2</sup> )	782,9 ± 222,9	742,2 ± 178,6	0,237
TAV (cm <sup>2</sup> )	328,4 ± 114,4	252,5 ±76,1	<0,001
TAS (cm <sup>2</sup> )	454,5 ± 163,3	488,8 ± 156,5	0,230

**Legenda:** \*p-valor: Qui Quadrado de Pearson para variáveis categóricas; t de Student para variáveis contínuas. CT – Colesterol Total; LDL - lipoproteína de baixa densidade; HDL-lipoproteína de alta densidade; TG – triglicerídeos; GJ – glicose de jejum; HbA1c – hemoglobina glicosilada; PCR – proteína C reativa; AU – ácido úrico; IMC – índice de massa corporal; CA – circunferência abdominal; CQ – circunferência do quadril; CP – circunferência do pescoço; CCX – circunferência da coxa; TAT – tecido adiposo total; TAV – tecido adiposo visceral; TAS – tecido adiposo subcutâneo

A idade foi correlacionada com o TAV no sexo feminino ( $r = 0,257$ ;  $p = 0,005$ ), mas não no sexo masculino ( $r = 0,101$ ;  $p = 0,523$ ) na análise univariada. Maior coeficiente de correlação com o TAV entre os homens foi

observado para a CA ( $r = 0,645$ ;  $p < 0,001$ ) e TG ( $r = 0,627$ ;  $p < 0,001$ ), e entre as mulheres, o parâmetro antropométrico CP ( $r = 0,512$ ;  $p < 0,001$ ) e o bioquímico TG ( $r = 0,390$ ;  $p < 0,001$ ).

**Tabela 2** - Correlação entre o tecido adiposo visceral (TAV) e parâmetros antropométricos e bioquímicos em homens e mulheres atendidos em um hospital universitário do Nordeste brasileiro, Recife-PE, 2020.

Variáveis	Sexo Masculino		Sexo Feminino	
	TAV	*p-valor	TAV	*p-valor
Idade (anos)	0,101	0,523	0,257	0,005
Peso (Kg)	0,560	<0,001	0,304	0,001
Estatuta (m)	0,186	0,251	0,086	0,372
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	0,558	<0,001	0,265	0,005
CA (cm)	0,645	<0,001	0,432	<0,001
CQ (cm)	0,443	0,004	0,061	0,523
CP(cm)	0,591	<0,001	0,512	<0,001
CCX (cm)	0,281	0,079	-0,002	0,983
CT (mg/dl)	0,249	0,126	0,102	0,315
HDL (mg/dl)	-0,248	0,128	0,192	0,058
LDL (mg/dl)	0,190	0,247	-0,042	0,682
TG (mg/dl)	0,627	<0,001	0,390	<0,001
GJ (mg/dl)	0,129	0,433	0,293	0,004
HbA1c (%)	0,137	0,418	0,273	0,008
PCR (mg/dl)	0,118	0,481	0,261	0,015
AU (mg/dl)	0,359	0,021	0,100	0,325

**Legenda:** \*p-valor – Correlação de Pearson; IMC – índice de massa corporal; CA – circunferência abdominal; CQ – circunferência do quadril; CP – circunferência do pescoço; CCX – circunferência da coxa; CT - colesterol total; LDL - lipoproteína de baixa densidade; HDL- lipoproteína de alta densidade; TG – triglicerídeos; GJ – glicose de jejum; HbA1c – hemoglobina glicosilada; PCR – proteína C reativa; AU – ácido úrico.

Na análise de regressão linear múltipla, foram apresentados quatro modelos para os homens e três para mulheres.

O modelo 4 foi considerado o melhor modelo preditivo do TAV para os homens: TAV= -2307,8 + 5,8\*(idade) – 34,1\*(raça) +

722,3\*(Altura) + 24,2\*(CP) – 3,2\*(GJ) + 52,8\*(HbA1c) + 29,3\*(AU), por menor número de variáveis, menor VIF e coeficiente de regressão ajustado semelhante aos outros modelos (R<sup>2</sup>=67,6%).

**Tabela 3** - Coeficientes de regressão linear múltipla de equações preditivas para estimativa do tecido adiposo visceral (TAV) em homens atendidos em um hospital universitário do Nordeste brasileiro, Recife-PE, 2020.

Eq	Const	EP	CQ	LDL	TG	ID	RÇ	EST	CP	GJ	Hb A1c	AU	R <sup>2</sup> %	R <sup>2</sup> % Aj
1	- 2622,9	540,3	-3,2	-0,6	0,2	6,1	-44,6	1049	28,3	-3,7	53,8	35,8	79,9	69,8
2	- 2250,3	478,1	-	-0,3	0,1	5,8	-40,9	750,8	21,6	-3,2	53,6	33,7	78,0	68,5
3	- 2264,0	476,1	--	-	0,1	5,9	-39,5	738,0	21,9	-2,9	48,9	31,0	77,1	68,8
4	- 2307,8	483,7	-	-	-	5,8	-34,1	722,3	24,2	-3,2	52,8	29,3	75,2	67,6

**Legenda:** Eq – Equações; Const – Constante; EP – Erro Padrão; CQ – circunferência do quadril (cm), LDL – lipoproteína de baixa densidade (mg/dL), TG: triglicérides (mg/dL); ID – idade (anos); RÇ: raça (1 – branco; 2 – preto; 3 – pardo); EST – Altura (m); CP: circunferência do pescoço (cm); GJ – glicemia de jejum (mg/dL); HbA1c – hemoglobina glicada (%); AU: ácido úrico (mg/dL). Colineariedade: Eq. 1: VIF de 1,4 a 5,3; Eq. 2: VIF de 1,3 a 4,2; Eq. 3: VIF de 1,3 a 3,8; Eq.4: VIF de 1,2 a 2,9.

Para as mulheres, o modelo 3 foi selecionado para prever o TAV (tabela 4):  $TAV = -109,0 + 1,1*(idade) - 2,9*(CQ) + 0,3*(TG) + 5,8*(IMC) + 118*(CP)$ , com coeficiente de regressão ajustado ( $R^2$ ) de 48,1%.

A adição de outras variáveis não promoveu um aumento no poder explicativo do modelo. Um  $VIF < 10$  foi definido como critério para seleção dos modelos, indicando que não houve viés de colinearidade.

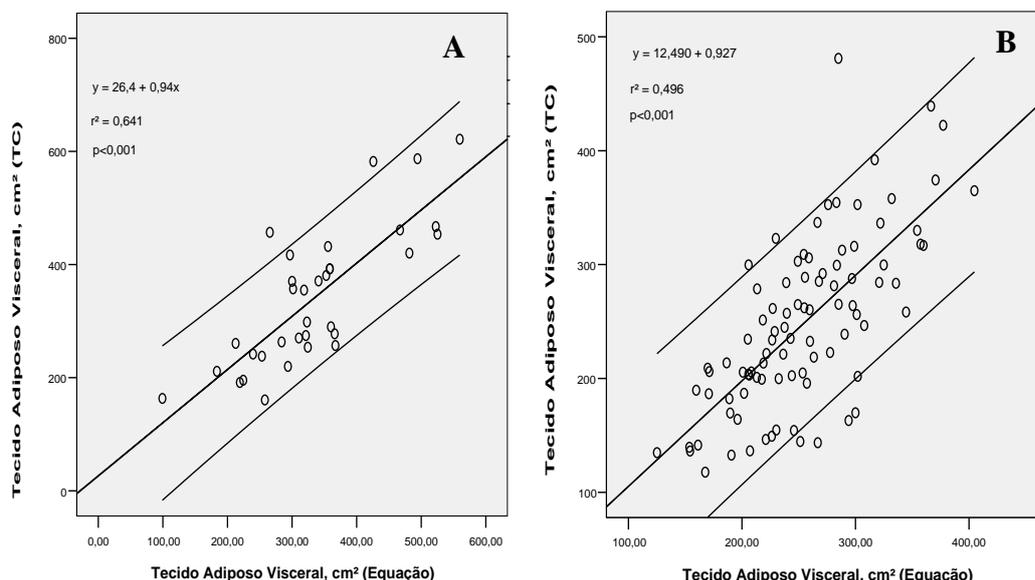
**Tabela 4** - Coeficientes de regressão linear múltipla de equações preditivas para estimativa do tecido adiposo visceral (TAV) em mulheres atendidas em um hospital universitário do Nordeste brasileiro. Recife-PE, 2020.

Eq	Const	EP	CA	EST	Idade	CQ	CP	IMC	TG	$R^2$ %	$R^2$ % Ajust
1	-303,2	201,8	-0,8	177,9	1,5	-3,6	9,5	9,3	0,3	53,5	48,2
2	-263,3	198,6	-	128,4	1,3	-3,5	9,6	7,6	0,3	52,7	48,1
3	-109,0	122,0	-	-	1,1	-2,9	11,0	5,8	0,3	51,9	48,1

**Legenda:** Eq – Equações; Const – Constante; EP – Erro Padrão; CA – circunferência abdominal (cm), EST – Estatura (m); ID – idade (anos); CQ: Circunferência do Quadril (CQ); CP: circunferência do pescoço (cm); IMC: índice de Massa Corpórea (Kg/m<sup>2</sup>); TG: triglicérides (mg/dL). Colineariedade: Eq. 1: VIF de 1,1 a 9,5; Eq. 2: VIF de 1,0 a 9,1; Eq. 3: VIF de 1,0 a 6,5.

Na validação das equações, foi observada capacidade preditiva das equações desenvolvidas de 64,1% para o sexo

masculino e 49,6% para o sexo feminino em relação ao volume de TAV determinado pela TC ( $p < 0,001$ ).



**Figura 1** - Regressão Linear Simples entre o volume de Tecido Adiposo Visceral (TAV) determinado pela Equação Preditiva e volume de TAV obtido pela Tomografia Computadorizada (TC) em homens (A) e mulheres (B) atendidos em um hospital universitário do Nordeste brasileiro ( $p < 0,001$ ), Recife-PE, 2020.

## DISCUSSÃO

Já foi demonstrada a limitação de medidas antropométricas isoladas para prever a área do

TAV, sendo o desenvolvimento de equações preditivas uma estratégia

potencialmente útil demonstrada em algumas investigações (Pinho e colaboradores, 2017). É importante considerar que a generalização da aplicabilidade de um modelo preditivo para estimativa de área corporal deve ser realizada com cautela, considerando-se a faixa etária,

sexo, raça e nível de adiposidade da população em que foi validada.

Neste estudo, o maior valor absoluto de TAV em homens, para mesma idade, IMC, nível de adiposidade abdominal total e subcutânea, quando comparado ao sexo feminino, é um resultado que corrobora com dados previamente descritos na literatura (Sampaio e colaboradores, 2007; Oliveira e colaboradores, 2014).

Este fato pode ser explicado pela secreção de hormônios esteróides e a densidade local de seus receptores, que influenciam nas características sexuais específicas de distribuição de gordura corporal, levando a maior acúmulo de TAV no sexo masculino (Seidell e colaboradores, 1987).

Essas diferenças sexuais no padrão de distribuição de gordura corporal evidenciam a importância das análises estratificadas por sexo e da construção de modelos preditivos distintos para homens e mulheres.

O estudo propôs o desenvolvimento de modelos preditivos simples, combinando antropometria e bioquímica, para ser usada como ferramenta clínica para quantificar o TAV, tendo a equação desenvolvida para o sexo masculino, grau de predição mais elevado (67,6%) quando comparado ao modelo de regressão obtido para o sexo feminino (48,1%), com resultados relativamente semelhantes a dados anteriormente publicados (Janssen, Katzmarzyk e Ross, 2004; Brundavani, Murthy e Kurpad, 2006; Goel e colaboradores, 2008).

Foi observado um bom poder explicativo do modelo preditivo na estimativa do TAV quando aplicado na população de estudo e comparado com os valores obtidos com a TC, que é o método padrão-ouro na avaliação do TAV ( $r^2=64,1\%$  e  $r^2=49,6\%$  para homens e mulheres, respectivamente), reforçando a aplicabilidade dos modelos desenvolvidos.

Um modelo recente, desenvolvido por Pinho e colaboradores (2017) com 109 brasileiros, com idade média de 50,3 anos, que também considerava apenas dados antropométricos, apresentou valor preditivo de 64,1% e 40,4% para homens e mulheres, respectivamente.

Petribu e colaboradores (2012) estudando mulheres com idade entre 19 e 36 anos e IMC médio de 21,95kg/m<sup>2</sup> encontrou menor poder preditivo (34%) ao utilizar equações que continham apenas medidas

antropométricas, reforçando a ideia de que outros parâmetros, além dos antropométricos contribuem para variação do TAV. Ao incluir parâmetros bioquímicos, o poder preditivo da equação elevou-se (45%), além de apresentar menor erro padrão de estimativa. Esses achados também são defendidos por Nagai e colaboradores (2008) que afirmam que um modelo de regressão é mais preciso quando não utilizam apenas índices antropométricos.

Embora a equação proposta nesse estudo para as mulheres tenha sido capaz de explicar 48,1% da variabilidade do TAV, a aplicação desse modelo ainda se mostra mais prática quando comparada aos métodos de imagem indicados para avaliar a área deste tecido.

A escolha pelo modelo preditivo que utilize a menor quantidade possível de variáveis é justificada pela menor chance de erros, além da maior aplicabilidade prática. Um modelo que utilize muitas variáveis preditoras e/ou tecnologias caras torna a predição do TAV limitada (Chen e colaboradores, 2014).

Alguns autores relataram que a inclusão de mais de três variáveis de predição para estimativa do TAV poderia aumentar o erro padrão sem resultar em melhoria no poder explicativo do modelo (Chen e colaboradores, 2014).

Entretanto, apesar do modelo encontrado nesta investigação apresentar mais de três variáveis, tanto as bioquímicas quanto as antropométricas são de fácil acesso e manuseio.

Alguns fatores afetam a performance do modelo de regressão: (a) validação cruzada, (b) VIF maior do que 10, (c) o tamanho da amostra, (d) a escolha das variáveis preditoras independentes, (e) e os erros de predição ou erro padrão de estimativa (Guo, Chumlea e Cockram, 1996).

Além disso, todas as variáveis que compuseram a equação preditiva, para ambos os sexos, apresentaram VIF inferior a 10, minimizando a possibilidade de vieses de colinearidade.

O efeito da contribuição da idade para a predição do TAV foi evidenciado no sexo feminino, assim como descrito por outros autores (Demura e Sato, 2007; Ashwell, Gunn e Gibson, 2012).

As modificações fisiológicas que acompanham o processo de envelhecimento, onde se observa redução da massa livre de gordura e aumento da massa gorda total, com notável aumento da gordura visceral em vez

da subcutânea, justifica a importância dessa variável na predição do TAV (Cervi, Franceschini e Priore, 2005).

A raça foi um parâmetro incluso na equação preditiva no sexo masculino, semelhante a outros estudos (Piernas-Sánchez e colaboradores, 2010; Stabe e colaboradores, 2013).

Já foi observado que mulheres e homens brancos, caucasianos ou hispânicos apresentam um maior TAV quando comparados aos negros e aos afro-americanos (Carroll e colaboradores, 2008), sendo relevante considerar as características raciais da população em que um modelo preditivo foi validado. Na população brasileira, caracterizada pela miscigenação racial, com interação de diferentes etnias, ainda são escassos os modelos preditivos para quantificação da gordura intra-abdominal.

Dentre os parâmetros antropométricos, a CP foi uma medida inserida nos modelos feminino e masculino. Um estudo brasileiro envolvendo pacientes adultos em tratamento ambulatorial por DM2, síndrome metabólica e obesidade, com idade entre 18 e 60 anos apontou a CP como um parâmetro adicional e inovador para determinar a distribuição da gordura corporal e um bom preditor da gordura visceral (Preis e colaboradores, 2010).

Essa possível relação tem sido atribuída ao fato de que as concentrações de ácidos graxos livres sistêmicos são determinadas principalmente pela gordura da parte superior do corpo (Nevill e colaboradores, 2011).

No modelo preditivo das mulheres, ainda foram incluídos IMC e CQ. O IMC é indicado como um bom parâmetro para expressar a gordura corporal em excesso e útil para quantificar a obesidade global (Tchernof e Després, 2013), mas sua capacidade preditiva do TAV deve ser observada com cautela, uma vez que alguns autores demonstraram sua impropriedade em prever o TAV (Sampaio e colaboradores, 2007).

Como parâmetros bioquímicos, glicemia de jejum e HbA1c compuseram a equação preditiva desenvolvida para os homens. Há muitas evidências que conectam a adiposidade visceral a alterações no perfil glicídico, tendo em vista que os ácidos graxos livres inibem a secreção de insulina pela célula pancreática e limitam a captação de glicose induzida pela insulina (Tchernof e Després, 2013).

O AU também foi inserido no modelo de regressão masculino. Não há referência na literatura a respeito da correlação entre esta variável bioquímica e a gordura visceral medida pela TC (Fang e Alderman, 2000), sendo ainda necessário que mais estudos sejam desenvolvidos para demonstrar essa relação.

O único parâmetro bioquímico que fez parte da equação preditiva do sexo feminino foi o TG e sua relação com o TAV já está demonstrada na literatura (Després e colaboradores, 2008).

Acredita-se que, na presença de obesidade visceral, a atividade lipolítica nos adipócitos é alta, ocasionando maior liberação dos ácidos graxos livres e consequente acúmulo celular, principalmente no fígado, músculo e pâncreas. O excesso de ácidos graxos livres no fígado fornece substrato para produção de triglicerídeos hepáticos e lipoproteínas ricas em triglicerídeos na circulação (Conceição-Machado e colaboradores, 2013).

Os parâmetros antropométricos e bioquímicos inseridos em modelos preditivos validados anteriormente são variados e parecem depender das características da população em que foram validados.

Nagai e colaboradores (2008) desenvolveram e validaram uma equação para prever o TAV em homens, usando como variáveis a razão cintura/estatura (RCE) e o nível sérico de TG ( $TAV = 857,66 \times RCE + 0,22 \times TG - 378,31$ ), apresentando alta sensibilidade e especificidade (0,833 e 0,900, respectivamente).

É importante discutir que os modelos de estimativa do TAV para homens e mulheres foram compostos por diferentes variáveis e essas particularidades devem ser observadas sob o ponto de vista biológico, em que as características sexuais influenciam a distribuição de gordura corporal, mas também se deve considerar que o pequeno número de homens incluídos no estudo pode limitar o poder estatístico da amostra.

Outras limitações devem ser destacadas na interpretação dos resultados obtidos. A ausência de validação cruzada e o fato da população brasileira ter características raciais muito específicas, restringindo o uso das equações desenvolvidas para populações de outras raças.

Portanto, outros estudos devem ser realizados para testar a aplicabilidade das

equações desenvolvidas em outras populações.

### CONCLUSÃO

A combinação de variáveis demográficas (idade, cor de pele), antropométricas e bioquímicas foi útil para o desenvolvimento de modelos de regressão capazes de prever o TAV em ambos os sexos.

Portanto, quando exames de imagem não estiverem disponíveis, as equações propostas podem ser uma ferramenta de mais fácil aplicabilidade e maior praticidade clínica e epidemiológica.

### DECLARAÇÃO

Os autores declaram não haver conflito de interesse.

### REFERÊNCIAS

1-Almeida, I.C.G.B.; Sá, K.N.; Silva, M.; Baptista, A.; Matos, M.A.; Lessa, I. Prevalência de dor lombar crônica na população da cidade de Salvador. *Revista Brasileira de Ortopedia*. Vol. 43. Num. 3. 2008. p. 96-102.

2-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. *Obesity Reviews*. Vol. 13. Num. 3. 2012. p. 275-86.

3-Bem-Noun, L.; Laor, A. Relationship between changes in neck circumference and cardiovascular risk factors. *Experimental and Clinical Cardiology*. Vol. 11. Num. 1. 2006. p. 14-20.

4-Brundavani, V.; Murthy, S.R.; Kurpad, A.V. Estimation of deep-abdominal-adipose-tissue (DAAT) accumulation from simple anthropometric measurements in Indian men and women. *European Journal of Clinical Nutrition*. Vol. 60. Num. 5. 2006. p. 658-66.

5-Carroll, J.F.; Chiapa, A.L.; Rodriguez, M.; Phelps, D.R.; Cardarelli, K.M.; Vishwanatha, J.K.; Bae, S.; Cardarelli, R. Visceral fat, waist circumference and BMI: Impact of race/ethnicity. *Obesity*. Vol. 16. Num. 3. 2008. p. 600-607.

6-Cervi, A.; Franceschini, S.M.C.; Priore, S.E. Critical analysis of the use of the body mass

index for the elderly. *Revista de Nutrição*. Vol. 18. Num. 6. 2005. p. 765-775.

7-Chen, C.H.; Chen, Y.Y.; Chuang, C.L.; Chiang, L.M.; Chiao, S.M.; Hsieh, K.C. The study of anthropometric estimates in the visceral fat of healthy individuals. *Nutrition Journal*. Vol. 13. Num. 46. 2014. p. 1-8.

8-Conceição-Machado, M.E.P.; Silva, L.R.; Santana, M.L.P.; Pinto, E.J.; Silva, R.C.R.; Moraes, L.T.L.P.; Couto, R.D.; Assis, A.M.O. Hypertriglyceridemic waist phenotype: association with metabolic abnormalities in adolescents. *Jornal de Pediatria*. Vol. 89. Num. 1. 2013. p.56-63.

9-Demura, S.; Sato, S. Prediction of visceral fat area at the umbilicus level using fat mass of the trunk: The validity of bioelectrical impedance analysis. *Journal of Sports Sciences*. Vol. 25. Num. 7. 2007. p. 823-833.

10-Després, J.P.; Lemieux, I.; Bergeron, J.; Pibarot, P.; Mathieu, P.; Larose, E.; Rodés-Cabau, J.; Bertrand, O.F.; Poirier, P. Abdominal Obesity and the Metabolic Syndrome: Contribution to Global Cardiometabolic Risk. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*. Vol. 28. Num. 6. 2008. p.1039-1049.

11-Eickemberg, M.; Oliveira, C.C.; Roriz, A.K.C.; Fontes, G.A.V.; Mello, A.L.; Sampaio, L.R. Bioimpedância elétrica e gordura visceral: uma comparação com a tomografia computadorizada em adultos e idosos. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia*. Vol. 57. Num. 1. 2013. p. 27-32.

12-Fang, J.; Alderman, M.H. Serum uric acid and cardiovascular mortality: the NHANES I epidemiologic follow-up study, 1971-1992. *JAMA*. Vol. 283. Num. 18. 2000. p. 2404-2410.

13-Goel, K.; Gupta, N.; Misra, A.; Poddar, P.; Pandey, R.M.; Vikram, N.K.; Wasir, J.S. Predictive equations for body fat and abdominal fat with DXA and MRI as reference in Asian Indians. *Obesity*. Vol. 16. Num. 2. 2008. p. 451-456.

14-Guo, S.S.; Chumlea, W.C.; Cockram, D.B. Use of statistical methods to estimate body composition. *The American Journal of Clinical Nutrition*. Vol. 64. Num. 3. 1996. p. 428S-435S.

15-Hayashi, T.; Boyko, E.J.; McNeely, M.J.; Leonetti, D.L.; Kahn, S.E.; Fujimoto, W.Y. Minimum Waist and Visceral Fat Values for Identifying Japanese Americans at Risk for the Metabolic Syndrome. *Diabetes Care*. Vol. 30. Num. 1. 2007. p. 120-127.

16-Hermsdorff, H.H.M.; Monteiro, J.B.R. Gordura Visceral, Subcutânea ou Intramuscular: Onde Está o Problema? *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia*. Vol. 48. Num. 6. 2004. p. 803-811.

17-Janssen, I.; Katzmarzyk, P.T.; Ross, R. Waist circumference and not body mass index explains obesity-related health risk. *The American Journal of Clinical Nutrition*. Vol. 79. Num. 3. 2004. p.379-384.

18-Küçük, U.; Küçük, H.O.; Cüce, F.; Balta, S. Relação entre Circunferência do Pescoço e Espessura da Gordura Epicárdica em uma População de Homens Saudáveis. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. Vol. 107. Num. 3. 2016. p. 266-270.

19-Lohman, T.G.; Roche, A.F.; Martorell, R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign. Human Kinetics Pub. 1988.

20-Meyers, R. Classical and modern regression wiht application. Boston. Duxbury. 1990.

21-Nagai, M.; Komiya, H.; Mori, Y.; Ohta, T. Developments in estimating visceral fat area from medical examination data. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*. Vol. 15. Num. 4. 2008. p.193-198.

22-Nevill, A.M.; Stavropoulos-Kalinoglou, A.; Metsios, G.S.; Koutedakis, Y.; Holder, R.L.; Kitas, G.D.; Mohammed, M.A. Inverted BMI rather than BMI is a better proxy for percentage of body fat. *Annals of Humam Biology*. Vol. 38. Num. 6. 2011.p. 681-684.

23-Oliveira, C.C.; Roriz, A.K.C.; Moreira, P.A.; Eickemberg, M.; Amaral, M.T.R.; Passos, L.C.S. Anthropometric indicators associated with hypertriglyceridemia in the predition of visceral fat. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*. Vol. 16. Num. 5. 2014. p. 485-493.

24-Petribu, M.M.V.; Guimarães, F.J.S.P.; Cabral, P.C.; Santos, E.M.C.; Diniz, A.S.; Arruda, I.K.G. Desenvolvimento e validação de equação preditiva da gordura visceral em mulheres jovens. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*. Vol. 14. Num. 3. 2012. p. 333-342.

25-Piernas-Sánchez, C.M.; Morales Faló, E.M.; Zamora Navarro, S.; Garaulet Aza, M. Study and classification of the abdominal adiposity throughout the application of the two-dimensional predictive equation in the clinical practice. *Nutricion Hospitalaria*. Vol. 25. Num. 2. 2010. p. 270-274.

26-Pinho, C.P.S.; Diniz, A.S.; Arruda, I.K.G.; Leite, A.P.D.L.; Petribú, M.M.V.; Rodrigues, I.G. Predictive models for estimating visceral fat: The contribution from anthropometric parameters. *Plos One*. Vol. 12. Num. 7. 2017. p. 1-12.

27-Preis, S.R.; Massaro, J.M.; Hoffmann, U.; D'Agostino, R.B.; Levy, D.; Robins, S.J.; Meigs, J.B.; Vasan, R.S.; O'Dornnell, C.J.; Fox, C.S. Neck circumference as a novel measure of cardiometabolic risk: the Framingham Heart study. *Journal Clinical of Endocrinology and Metabolism*. Vol. 95. Num. 8.2010. p. 3701-3710.

28-Rockall, A.G.; Sohaib, S.A.; Evans, D.; Kaltsas, G.; Isidori, A.M.; Monson, J.P.; Besser, G.M.; Grossman, A.B.; Reznick, R.H. Computed tomography assessment of fat distribution in male and female patients with Cushing's syndrome. *European Journal of Endocrinology*. Vol. 149. Num. 6. p.561-567.

29-Sampaio, L.R.; Simoes, E.J.; Assis, A.M.; Ramos, L.R. Validity and reliability of the sagittal abdominal diameter as a predictor of visceral abdominal fat. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia*. Vol. 51. Num. 6. 2007. p. 980-986.

30-Seidell, J.C.; Oosterlee, A.; Thijssen, M.A.O.; Burema, J. Assessment of intra-abdominal and subcutaneous abdominal fat: relation between anthropometry and computed tomography. *The American Journal of Clinical Nutrition*. Vol. 45. Num. 1. 1987. p. 7-13.

31-Sociedade Brasileira de Cardiologia. V Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. *Arquivos*

Brasileiros de Cardiologia. Vol. 101. Num. 4. 2013. p. 1-22.

Recebido para publicação em 06/06/2020  
Aceito em 01/02/2021

32-Stabe, C.; Vasques, A.C.; Lima, M.M.; Tambascia, M.A.; Pareja, J.C.; Yamanaka, A.; Geloneze, B. Neck circumference as a simple tool for identifying the metabolic syndrome and insulin resistance: results from the Brazilian Metabolic Syndrome Study (Brams). *Clinical Endocrinology*. Vol. 78. Num. 6. 2013. p. 874-881.

33-Tchernof, A.; Després, J.P. Pathophysiology of human visceral obesity: an update. *Physiological Reviews*. Vol. 93. Num. 1. 2013. p.359-404.

34-Vasques, A.C.; Priore, S.E.; Rosado, L.E.F.P.L.; Franceschini, S.C.C. The use of anthropometric measures to assess visceral fat accumulation. *Revista de Nutrição*. Campinas. Vol. 23. Num. 1. 2010. p.107-118.

35-World Health Organization. Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation on Obesity. Geneva. 1998.

36-World Health Organization. Obesity and overweight. Geneva. 2003.

E-mail dos autores:

cfcnikaella@gmail.com  
isagalvao@gmail.com  
dornelas\_leao@hotmail.com  
diniz.alcides@hotmail.com  
ilmakruze@hotmail.com  
claudiasabinopinho@hotmail.com  
cfcnikaella@gmail.com

Orcid dos autores:

0000-0003-2426-1582  
0000-0002-1582-1683  
0000-0001-5091-6373  
0000-0002-8574-5970  
0000-0002-7142-1967  
0000-0002-5689-5048

Autor correspondente:

Mikaella Carla de França Cavalcanti.  
cfcnikaella@gmail.com  
Avenida General Polidoro, 380.  
Bloco G Apto 301.  
Várzea, Recife-PE, Brasil.  
CEP: 50740-050.