

ALUNO(A): WYLLYANE RAYANA CHAVES  
CARVALHO

ARQUIVO DA TESE

**PONTOS DE CORTE DA RELAÇÃO CINTURA  
ESTATURA E CIRCUNFERÊNCIA DO PESCOÇO EM  
ADOLESCENTES: PREDIÇÃO DA OBESIDADE, RISCO  
CARDIOVASCULAR E RELAÇÃO COM MARCADORES  
INFLAMATÓRIOS**

**SÃO LUÍS - MA**

**MAIO- 2022**

**WYLLYANE RAYANA CHAVES CARVALHO**

**PONTOS DE CORTE DA RELAÇÃO CINTURA ESTATURA E  
CIRCUNFERÊNCIA DO PESCOÇO EM ADOLESCENTES:  
PREDIÇÃO DA OBESIDADE, RISCO CARDIOVASCULAR E  
RELAÇÃO COM MARCADORES INFLAMATÓRIOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em  
Saúde Coletiva da Universidade Federal do  
Maranhão, como requisito à obtenção do título de  
Doutor em Saúde Coletiva.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Karina Teixeira da  
Cunha França

Co-orientadora: Profa. Dra. Alcione Miranda dos  
Santos

**SÃO LUÍS - MA**

**MAIO- 2022**

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Carvalho, Wyllyane Rayana Chaves.

Pontos de corte da relação cintura estatura e circunferência do pescoço em adolescentes: predição da obesidade, risco cardiovascular e relação com marcadores inflamatórios / Wyllyane Rayana Chaves Carvalho. - 2022. 126 p.

Coorientador(a): Alcione Miranda Dos Santos.

Orientador(a): Ana Karina Teixeira da Cunha França.

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva/ccbs, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2022.

1. Circunferência do Pescoço. 2. Curva Roc. 3. Obesidade. 4. Razão cintura-estatura. 5. Risco Cardiovascular. I. Dos Santos, Alcione Miranda. II. França, Ana Karina Teixeira da Cunha. III. Título.

**PONTOS DE CORTE DA RELAÇÃO CINTURA ESTATURA E  
CIRCUNFERÊNCIA DO PESCOÇO EM ADOLESCENTES: PREDIÇÃO DA  
OBESIDADE, RISCO CARDIOVASCULAR E RELAÇÃO COM  
MARCADORES INFLAMATÓRIOS**

Wyllyane Rayana Chaves Carvalho

Tese apresentada em 27 de Maio de 2022 pela banca examinadora constituída dos seguintes membros:

**Banca Examinadora:**

---

Profa. Dra. Ana Karina da Cunha França  
Orientadora  
Universidade Federal do Maranhão

---

Profa. Dra. Alcione Miranda dos Santos  
Co-orientadora  
Universidade Federal do Maranhão

---

Profa. Dra. Elma Izze da Silva Magalhães  
Examinadora Externa  
Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT)

---

Profa. Dra. Taisa Lisboa Montagner Gomes  
Examinadora Externa ao PPGSC  
Instituto Federal do Maranhão (IFMA)

---

Profa. Dra. Sueli Ismael Oliveira de Sousa  
Examinadora Externa ao PPGSC  
Universidade Federal do Maranhão

---

Profa. Dra. Mônica Araújo Batalha  
Examinadora Interna-PPGSC  
Universidade Federal do Maranhão

*Aos meus pais, que são exemplos de doação, resistência e honestidade. Me ensinaram a valorizar o estudo como a melhor ferramenta de existir e resistir neste mundo desigual que insiste em negar espaços às minorais, excluir pobres, mulheres e pessoas racializadas. Se hoje chego ao maior nível de escolarização neste país é porque deixaram em muito de ser para que eu fosse e chegasse. Dedico a vocês toda minha vida de estudos e espaços alcançados, além do meu eterno amor.*

## AGRADECIMENTOS

Agradecer é genuíno. Importa. Muito! Agradecer pessoas que oportunizaram, incentivaram e tornaram menos densos alguns caminhos, e aqui agradecerei com um imenso contentamento, nada meramente formal, mas com um prazer e profundidade, a qual eu possa ser capaz de expressar nessas palavras, e lembrar de todos que caminharam comigo até a chegada. Pois eu cheguei!

Dito isto, agradeço em primeiro lugar a Deus por ter me dado o dom mais supremo, a minha vida, e nesta eu conseguir transbordar tantos sentidos, recomeços e sentimentos.

À professora Dra. Ana Karina Teixeira da Cunha França, minha orientadora, um ser humano incrivelmente dedicado, acolhedor, responsável. À você também dedico este trabalho. Foste nela que me segurei muitas vezes para não desistir dessa jornada, quando tudo se tornou amargo e difícil. Agradeço-lhe desde o primeiro momento por ter aceitado me orientar e de lá pra cá eu saber que existiria uma pessoa com quem podia contar, e apoiar-me. Alguém que me trazia incansavelmente de volta ao processo, as responsabilidades, a lembrança de que as durezas da vida não poderiam me impedir de chegar aos sonhos e conquistas que almejei e desejei pra mim. À você que sempre diz a verdade despida, mas também resgata, dá soluções, exige respostas e compromisso. Como és grande. E com essa grandeza me acolheu em tantos momentos durante o doutorado. Gestando, parindo, num puerpério, com um bebê no colo e em tantas ventanias que a vida me trouxe nesses anos. Me acolheu na decisão de qualificar em meio a um atropelo no corpo e mente que é um puerpério e disse “Vamos? Você precisa largar tudo e escrever em pouco mais de um mês. Você vai?” E eu fui, larguei. Fomos. Deu certo. Bonito demais saber que existem pesquisadores como você, que acolhem mulheres, mães. É bonito ver humanidade na academia. Como é bom ter sido você parte dessa minha história de formação e vida. Sua grandeza me encorajou. Obrigada, infinitamente!

À Serena, minha filha. Inimaginável concluir essa caminhada me tornando sua mãe. Que bom que me tornei e que chegou pra fazer parte dessa minha e tua história. Tu és a certeza da constância, do maior amor que me atravessa e transborda na vida. Tu fazes parte das memórias que tenho e terei desse dilúvio, dessa luta e da calma. É certo que

irei lembrar de muitas linhas finais deste trabalho escritas no seu quartinho enquanto dormias ou em nossa cama compartilhada. E das muitas vezes em que escrevi contigo em meu colo, amamentando.

Lembrarei-me daquele aconchego e daquela paz me invadindo, mesmo com o prazo já bem curto que batia a minha porta, pois ali, somente ali ao seu lado cabiam em mim tamanha força; aquela sensação de tempo diferente do real, um gigantismo inteiro dos melhores pensamentos, sensações, de sonhos, sonhos meus pra você, pra nós. Todo elance de energia, amor e motivação entregues a mim neste universo, nesta vida e talvez em outras, chegam principalmente por ti, basta lembrar-me da tua existência. Obrigada, minha filha. Todo sentindo de tornar-me parte das mudanças no meio social, inclusive como pesquisadora, aumentaram substancialmente com a sua chegada a este universo.

Aos meus pais, Ângela Carvalho e Raimundo Carvalho, aos quais dedico este trabalho, por me permitirem projeções de vida das quais os mesmos não puderam ter e essa colheita abundante do saber, maior riqueza que me foi oportunizada por eles. Meus pais carregam mãos e corpos calejados de trabalho duro e tendo o ensino médio em suas formações, puderam me ver ir além. Hoje presenciam eu tornar-me Doutora. É mais que um título, é o rompimento de barreiras, as quais sem vocês seriam intransponíveis. Subimos juntos até este topo. Eu lembrei de vocês em todas as dificuldades que vivi e senti durante esses anos de doutorado, e assim eu só quis retomar e continuar em muitos momentos por vocês, e pela compreensão do privilégio que era estar nesse nível de formação vindo de família pobre. Só fui capaz de almejar este projeto de vida para mim porque vocês abdicaram de projetos seus e trabalharam arduamente para que eu e meus irmãos pudéssemos sonhar e conquistar. Não há como agradecer essa forma de amar em vida. Isso é amor em estado puro.

Aos meus irmãos, Rayze Carvalho e Welkison Carvalho, que são meu apoio constante e sempre estiveram presentes e dispostos a dividir as felicidades e dificuldades dessa vida até aqui. A alegria que sentem e sinto vinda deles ao me verem nessa estrada da qualificação profissional é impagável e em todas as outras estradas da vida. Não poderiam ser melhores.

Aos meus amigos da infância (Carol Mendes); do CEFET (Renatha Lago); da Faculdade CEST (Marcelle Nava); da UFMA (Leandro Santos); da vida acadêmica (Wellyson Firmo) e muitos outros que sempre caminharam comigo, me fortaleceram e

me lembraram de onde vim e para onde eu poderia e merecia chegar, obrigada! Cada um de vocês é o cuidado divino existente na minha vida. São poesia, canto e oração. De vocês eu li e ouvi tantas palavras de amor, ternura, de felicidade nas tristezas e alegrias deste percurso e da vida.

À Vanda Ferreira, que é muito mais que babá da minha filha, é uma amiga. Sua contribuição foi grandiosa para finalização desta tese; em todos momentos em que estive cuidando de Serena para eu escrever eu senti paz e tranquilidade. Obrigada por ser essa profissional e ser humano incrível!

Ao Guilherme Ximenes, pelo cuidado, afeto, incentivo e amor neste momento e nos outros, e desde que o universo cruzou nossos caminhos. Em tão pouco tempo acreditou em mim de uma forma apaixonante e dedicada. Obrigada por tamanha inteireza e amor!

À minha terapeuta, Calíope Almeida, quem me acompanha há anos com um excelente trabalho e profissionalismo que me resgataram inúmeras vezes de volta para esta fase e me fizeram caminhar de maneira mais consciente esse tempo todo, enxergando os processos e circunstâncias da vida e cuidando de mim.

Aos professores do PGSC, em especial a professora Dra. Alcione Miranda, minha co-orientadora, por cada mediação, experiências e ensinamentos.

E ao professor que me incorporou a pesquisa e a ciência desde o ensino médio, Dr. Fábio Sales. Sempre serei grata por ter me colocado neste caminho.

À Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva (PGSC) pela oportunidade de formação e especialmente esta última ser um exemplo de seriedade de programa de pós-graduação.

À Secretaria do PGSC e dos demais setores, por estarem sempre disponíveis para auxiliar e apoiar os alunos. Sempre estiveram prontos a escutar, a orientar, direcionar, ajudar.

À Coordenação do projeto de pesquisa RPS, que gentilmente cederam o banco de dados para construção desta pesquisa.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a construção desta tese. Muito Obrigada!

“Todas as vitórias ocultam uma abdicação”.  
*Simone de Beauvoir*

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1** - Fluxograma amostral da Coorte de nascimento do RPS e das subamostras utilizadas do Terceiro Seguimento. São Luís, MA, Brasil, 2016.....42

### ARTIGO 1

**Figura 1** - Área under the ROC curve and 95% CI between WHtR and obesity in adolescents of both sexes from the RPS (Third Phase) birth cohort, São Luís, Maranhão, Brazil, 2016.....68

### ARTIGO 2

**Figura 1** - Fluxograma amostral da Coorte de nascimento do RPS e subamostra do Terceiro Seguimento. São Luís, MA, Brasil, 2016.....76

**Figura 2** – Área sob a curva Roc e IC 95% da CP e RCEst com obesidade, avaliada pelo Pletismografia por Deslocamento de Ar (PDA), em adolescentes de ambos os sexos da coorte de nascimento RPS (Terceira fase), São Luís, Maranhão, Brasil, 2016.....92

**Figura 3** – Área sob a curva Roc e IC 95% da CP e RCEst com risco cardiovascular, avaliado pelo Phatobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth (PDAY), em adolescentes de ambos os sexos da coorte de nascimento RPS (Terceira fase), São Luís, Maranhão, Brasil, 2016.....93

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1

<b>Tabela 1</b> - Socioeconomic and demographic characteristics of adolescents from the RPS birth cohort (Third stage), São Luís, Maranhão, Brazil, 2016.....	66
<b>Tabela 2</b> - Nutritional status of adolescents from the RPS birth cohort (Third phase), São Luís, Maranhão, Brazil, 2016.....	67
<b>Tabela 3</b> - Sensitivity and specificity of the WHtR cutoff points in relation to the measure of high body adiposity obtained by ADP, of adolescents from the RPS birth cohort (Third phase), São Luís, Maranhão, Brasil, 2016.....	69
<b>Tabela 4</b> - Association between serum levels of inflammatory markers and WHtR in adolescents from the RPS (Third Phase) birth cohort, São Luís, Maranhão, Brasil, 2016.....	70

### ARTIGO 2

<b>Tabela 1</b> - Características socioeconômicas e demográficas de adolescentes da coorte de nascimento RPS (Terceira fase), São Luís, Maranhão, Brasil, 2016.....	90
<b>Tabela 2</b> - Estado nutricional e risco cardiovascular de adolescentes da coorte de nascimento RPS (Terceira fase), São Luís, Maranhão, Brasil, 2016.....	91
<b>Tabela 3</b> - Sensibilidade e especificidade dos pontos de corte da CP e RCEst em relação à medida de adiposidade corporal elevada obtida pelo PDA, e do risco cardiovascular avaliado pelo PDAY, de adolescentes da coorte de nascimento RPS (Terceira fase), São Luís, Maranhão, Brasil, 2016.....	94

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1-</b> Métodos de avaliação da composição corporal.....	27
---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AUC - Área sob a curva Roc  
CC - Circunferência da Cintura  
CEP - Comitê de Ética em Pesquisa  
CEPEC - Centro de Pesquisa Clínica  
CCEB - Critério de Classificação Econômica Brasil  
CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico  
CP - Circunferência do Pescoço  
DEXA - Absorciometria de Raios X de Dupla Energia  
FAPEMA - Fundação de Amparo a Pesquisa e Desenvolvimento Científico do Maranhão  
FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo  
ERICA - Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes  
GLUT-4 - Transportador de Glicose Tipo 4  
IL-1 - Interleucina 1  
IL-1 $\beta$  - Interleucina 1  $\beta$   
IL-18 - Interleucina 18  
IMC - Índice de Massa Corporal  
HDL - High Density Lipoprotein Cholesterol  
LDL - Low Density Lipoprotein Cholesterol  
MCLG - Massa Corporal Livre de Gordura  
MCM - Massa Corporal Magra  
OMS - Organização Mundial de Saúde  
PCR - Proteína C Reativa  
PDA - Pletismografia por Deslocamento de Ar  
PDAY - Pathobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth  
RCEst - Relação Cintura Estatura  
RPS - Ribeirão Preto, Pelotas e São Luís  
TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido  
TNF- $\alpha$  - Fator de Necrose Tumoral- $\alpha$   
USP - Universidade de São Paulo  
RDC - Resolução da Diretoria Colegiada  
WHO - *World Health Organization*

CARVALHO, Wyllyane Rayana Chaves Carvalho, **Pontos de corte da relação cintura estatura e circunferência do pescoço em adolescentes: predição da obesidade, risco cardiovascular e relação com marcadores inflamatórios**, 2022, Tese (Doutorado em Saúde Coletiva) - Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 126p.

## RESUMO

**INTRODUÇÃO:** A obesidade é um importante fator para o aumento de células inflamatórias e risco cardiovascular, mesmo em populações jovens. Indicadores antropométricos estão sendo investigados, entre eles a Relação Cintura Estatura (RCEst) e Circunferência do Pescoço (CP), na predição da obesidade, desfechos cardiovasculares e relação com marcadores inflamatórios na adolescência. **OBJETIVO:** Identificar os pontos de corte da RCEst para determinação da obesidade e sua associação com marcadores inflamatórios em adolescentes (Artigo 1) e identificar os pontos de corte da CP e RCEst para a predição da obesidade e do risco cardiovascular em adolescentes (Artigo 2). **MÉTODOS:** Estudo transversal, com 2209 adolescentes de 18 e 19 anos (Artigo 1), avaliados no terceiro seguimento da coorte de nascimento realizada em São Luís 1997/1998, chamada “RPS”, realizada em 2016/2017 e uma subamostra de 648 adolescentes da referida coorte (Artigo 2). Identificou-se a área total sob a curva ROC (AUC) para avaliar a capacidade preditiva da RCEst e CP em relação ao percentual de Gordura Corporal (%GC), obtido pela Pletismografia por Deslocamento de Ar (PDA) e do risco cardiovascular por meio do *Phatobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth* (PDAY). Avaliou-se a associação da RCEst com Interleucina-6 (IL-6), Fator de necrose tumoral (TNF- $\alpha$ ) e a Proteína-C reativa (PCR). **RESULTADOS:** Artigo 1: Prevalência de obesidade pelo %GC foi de 10,3% no sexo masculino e 40,4% no sexo feminino. Identificados os pontos de corte da RCEst = 0,50 e AUC de 0,90 (IC95% 0,88-0,92) para o sexo feminino e RCEst = 0,51 e AUC de 0,93 (IC95% 0,90-0,97) para o masculino. A RCEst elevada esteve associada a maiores níveis de IL-6 e PCR ( $p < 0,05$ ). Artigo 2: Prevalência de obesidade pelo %GC foi de 7,6% no sexo masculino e 41,3% no sexo feminino e de alto risco pelo PDAY foram 13,8% e 10,9%, respectivamente. Identificados os pontos de corte da CP para o sexo masculino=44,0, a AUC foi 0,70 (IC95% 0,58-0,83); a RCEst=0,50, AUC de 0,90 (IC95% 0,80-0,99). No sexo feminino a CP =39,8, AUC foi 0,75 (IC95% 0,69-0,80) e a RCEst=0,50, AUC 0,87 (IC95% 0,83-0,90). Para predição do alto risco cardiovascular no sexo masculino, a AUC da CP foi de

0,71 (IC95% 0,62-0,80) e da RCEst, 0,73 (IC95% 0,63-0,82); no sexo feminino a AUC da CP foi 0,63 (IC95% 0,53-0,73) e da RCEst 0,55 (IC95% 0,45-0,65). **CONCLUSÃO:** Os indicadores antropométricos avaliados apresentaram capacidade preditiva estatisticamente significativas para identificar indivíduos obesos, em ambos os sexos. Valores elevados da RCEst foram associados aos marcadores inflamatórios precoces. Para a predição do risco cardiovascular, ambos indicadores foram classificados como moderados, exceto a RCEst no sexo feminino considerada com baixa capacidade preditiva para o risco. Este estudo contribuiu com a identificação dos pontos de corte de indicadores antropométricos simples que podem ser utilizados nos serviços de saúde para triagem de adolescentes com obesidade e risco cardiovascular elevado.

**Palavras-chave:** Obesidade, Razão cintura-estatura, Circunferência do Pescoço, Curva ROC, Risco cardiovascular.

CARVALHO, Wyllyane Rayana Chaves Carvalho, Cutoff points for the waist-to-height ratio and neck circumference in adolescents: obesity prediction, cardiovascular risk and relationship with inflammatory markers, 2022. Doctoral Thesis (Doctorate in Public Health)- Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 126p.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** Obesity is an important factor for the increase of inflammatory cells and cardiovascular risk even in young populations. Indicators are being investigated, including the Waist-to-Height Ratio (WHtR) and Neck Circumference (CP) in the prediction of obesity, cardiovascular outcomes and the relationship with inflammatory markers in adolescence. **OBJECTIVE:** To identify the cut-off points for the waist-to-height ratio (WHtR) to determine obesity and its association with inflammatory markers in adolescents (Article 1) and to determine the cut-off points for CP and WHtR for predicting obesity and cardiovascular risk in adolescents (Article 2). **METHODS:** Cross-sectional study with 2209 adolescents aged 18 and 19 (Article 1), belonging to the third phase of the birth cohort held in São Luís 1997/1998, called “RPS”, carried out in 2016/2017; and a subsample of 648 adolescents from that cohort (Article 2). The total area under the ROC curve (AUC) was identified to assess the predictive capacity of RCEstand CP in relation to% GC, obtained by ADP and cardiovascular risk by PDAY. The association of CERs with Interleukin-6 (IL-6), tumor necrosis factor (TNF- $\alpha$ ) and C-reactive protein (CRP) was evaluated. **RESULTS:** Article 1: Prevalence of obesity by %BF of 10.3% in males and 40.4% in females. The cutoff points of WHtR = 0.50 and AUC of 0.90 (95%CI 0.88-0.92) were identified for females and WHtR = 0.51 and AUC of 0.93 (95%CI 0.90 -0.97) for males. Elevated WHtR was associated with higher levels of IL-6 and CRP ( $p < 0.05$ ). Article 2: Prevalence of obesity of 7.6% in males and 41.3% in females and high risk by PDAY were from 13.8% and 10.9%, respectively. CP cutoff points identified for males=44.0, AUC was 0.70 (95%CI 0,58-0,83); WHtR=0.50, AUC 0.90 (95%CI 0.80-0.99). In females, PC=39.8, AUC was 0.75 (95%CI 0,69-0,80) and WHtR=0.50, AUC 0.87 (95%CI 0,83-0,90). To predict high cardiovascular risk in males, the AUC of CP was 0.71 (95%CI 0.62-0.80) and WHtR was 0.73 (95%CI 0.63-0.82); in females, the AUC of CP was 0.63 (95%CI 0.53-0.73) and WHtR was 0.55 (95%CI 0.45-

0.65). **CONCLUSION:** The anthropometric indicators evaluated showed a statistically significant predictive capacity to identify obese individuals, in both sexes. Elevated WHtR values were associated with early inflammatory markers. For the prediction of cardiovascular risk, both indicators were classified as moderate, except for WHtR in females, considered to have low predictive capacity for risk. This study contributed to the identification of cutoff points of simple anthropometric indicators that can be used in health services to screen adolescents with obesity and high cardiovascular risk.

**Keywords:** Obesity, waist-to-height ratio, neck circumference, ROC curve, cardiovascular risk.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>22</b>
<b>2.1 Objetivo geral.....</b>	<b>22</b>
2.1.1 Artigo 1.....	22
2.1.2 Artigo 2.....	22
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1 Obesidade: Panorama Geral e na Adolescência .....</b>	<b>233</b>
<b>3.2 Composição Corporal .....</b>	<b>25</b>
3.2.1 Métodos indiretos acurados e padrão ouro.....	26
3.2.2 Antropometria.....	29
3.2.2.1 Relação Cintura Estatura (RCEst).....	31
3.2.2.2 Circunferência do Pescoço (CP).....	33
<b>3.3 Obesidade e Marcadores Inflamatórios em Adolescentes.....</b>	<b>34</b>
<b>3.4 Risco Cardiovascular.....</b>	<b>38</b>
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>40</b>
<b>4.1 Delineamento do Estudo .....</b>	<b>40</b>
<b>4.2 População e Amostra.....</b>	<b>41</b>
<b>4.3 Procedimentos de Coleta de Dados .....</b>	<b>42</b>
<b>4.4 Análise Estatística.....</b>	<b>46</b>
<b>4.5 Aspectos Éticos.....</b>	<b>47</b>
<b>5 RESULTADOS .....</b>	<b>48</b>
<b>5.1 Artigo 1 .....</b>	<b>49</b>
<b>5.2 Artigo 2 .....</b>	<b>71</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>95</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>96</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>107</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A obesidade é considerada a desordem nutricional que mais acendeu no mundo nos últimos anos configurando-se como um problema de saúde pública preocupante (WHO, 2000; GOLDHABER-FIEBERT et al., 2013; MOURA et al., 2019). Nos indivíduos mais jovens, entre cinco e dezenove anos, esse aumento não foi diferente, pois as prevalências de obesidade aumentaram de forma substancial, especialmente nas últimas quatro décadas (OPAS, 2017).

Ademais, a obesidade caracteriza-se como um distúrbio nutricional e metabólico de origem multifatorial; um estado em que o percentual de gordura corporal se encontra elevado e fatores genéticos, emocionais e estilos de vida estão intimamente relacionados à sua gênese ou manutenção (BRASIL, 2017).

Registros de obesidade entre crianças e adolescentes têm aumentado tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento. No que se refere ao contexto mundial a prevalência da obesidade nesse grupo é de 6% em meninas e quase 8% em meninos (OPAS, 2017).

No Brasil, o Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes (ERICA) realizado em 2013 com 73.339 estudantes brasileiros na faixa etária de 12 a 17 anos demonstrou que a prevalência de obesidade nesta população foi de 8,4% (BLOCH et al., 2015).

Pesquisas explicam que a fase da transição entre a adolescência e os períodos precoces da vida adulta é a de maior incidência da doença. Uma das justificativas para este fato seria a existência de diferentes variações quanto a idade, forma e tamanho do corpo e suas relações entre os tecidos adiposo e muscular que ocorrem desde a puberdade (LOOMBA-ALBRETCH; STYNE, 2009; GOLDHABER-FIEBERT et al., 2013).

Usualmente, indivíduos adultos com percentuais de gordura corporal total acima de 30% são classificados como obesos (KNAZAWA et al., 2002), na adolescência os percentuais para meninos são  $\geq 25\%$  e para as meninas  $\geq 30\%$  (WILLIAMS, 1992).

A classificação da obesidade a partir da concentração de gordura no corpo é fundamental, pois é sabido que a distribuição da massa corporal adiposa é um importante fator para doenças correlacionadas ao excesso de peso, por isso sua mensuração acurada

torna-se também crucial para identificação adequada dos riscos para essas doenças (KNAZAWA et al., 2002).

No período da infância e da adolescência o conhecimento e a monitorização da composição corporal são fundamentais, pois fornecem subsídios para prevenção e diagnóstico de possíveis alterações à saúde (DE SOUZA; SARON; BARROS-FILHO, 2018). Os métodos que determinam a composição corporal e o estado nutricional variam segundo acurácia, complexidade, custos e disponibilidade (ELLIS, 2000).

Entre os métodos existentes, a Pletismografia por deslocamento de ar (PDA), que é bastante precisa, é considerada equivalente ao padrão ouro para mensuração da gordura corporal, embora de elevado custo (MELLO et al., 2005; RECH et al., 2007).

O uso da antropometria e de indicadores antropométricos na avaliação da obesidade são simples, rápidos, de baixo custo e podem ser aplicados em um grande número de indivíduos. O Índice de Massa Corporal (IMC) é o mais utilizado, por ser de fácil aplicabilidade e recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para avaliação do estado nutricional também em adolescentes, embora não mensure e nem diferencie massa magra e massa gorda (WHO, 1995; REZENDE et al., 2007; SHAH; BRAVERMAN, 2012; PELEGRINI et al., 2015).

Nessa perspectiva, novos indicadores foram propostos também para a predição da adiposidade central, e conseqüentemente relacionados ao risco cardiovascular, entre eles a relação cintura estatura (RCEst) e a circunferência do pescoço (CP), uma vez que se tornam úteis no diagnóstico da obesidade em adolescentes (SILVA et al., 2014).

A RCEst é um indicador que apresenta vantagem em relação à circunferência da cintura isolada, pois seu ajuste pela estatura permite que se proponha um ponto de corte único e aplicável à população geral, independentemente do sexo, idade e etnia. Além disso, é considerado um melhor indicador para a saúde de crianças e adolescentes que outros indicadores antropométricos (MCCARTHY et al., 2006; HAUN; PITANGA; LESSA, 2009). Mas bem como a CP, também necessita de pesquisas que possam estabelecer melhor os pontos de corte para tal indicador (DE SOUZA, 2016).

Quanto a CP, esta vem sendo vista como um marcador antropométrico capaz de identificar o acúmulo de gordura subcutânea no seguimento superior do corpo; sofre menos influências durante sua aferição e está associada a fatores cardiovasculares (PREIS et al. 2010; STABE et al., 2013). Entretanto, a literatura não estabeleceu definitivamente os pontos de corte da CP para determinação da adiposidade corporal e sua relação com o risco cardiometabólico em adolescentes (DE SOUZA, 2016).

Neste contexto, investigações sobre os pontos de corte de indicadores antropométricos são cruciais para a detecção da população em risco, principalmente se estes forem mais específicos e sensíveis, com melhor desempenho diagnóstico e de fácil aplicabilidade. Além disso, a adiposidade corporal é fator de risco para diversas doenças, entre as mais relacionadas destacam-se as cardiovasculares (FERREIRA; MOTA; DUARTE, 2012).

E, embora as manifestações clínicas dessas doenças ocorram mais na maturidade, evidências mostraram que podem estar presentes na infância e na adolescência comorbidades, como as dislipidemias, hipertensão arterial e resistência à insulina (FERREIRA; MOTA; DUARTE, 2012) e níveis elevados de interleucina 6 (IL-6), fator de necrose tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ) e proteína C reativa (PCR), substâncias essas que sinalizam o processo de inflamação (GUIMARÃES; GUIMARÃES, 2014).

A maioria dos estudos encontrados no Brasil e em outros países associaram os indicadores antropométricos como CP e RCEst a risco cardiovascular; compararam o desempenho desses indicadores na detecção de gordura corporal ou buscaram identificar a adiposidade corporal, global ou localizada, e estimaram a proporção de adolescentes e adultos com valores alterados quanto a esses e outros indicadores (SILVA et al., 2013; GONÇALVES et al., 2014; MAGALHÃES et al., 2014; SILVA et al., 2014; BLOCH et al., 2015; DE SOUZA et al., 2016; CHOI et al., 2017; HOSSEINI et al., 2017; LIMA; ROCHA, DE SOUZA, 2018; DUMITH et al., 2018; LINS, 2019). Entretanto, são escassos os estudos que identificaram pontos de cortes para a CP e RCEst na identificação do excesso de gordura corporal, utilizando tanto uma amostra robusta quanto métodos mais acurados como a PDA, tampouco correlacionando a marcadores inflamatórios precoces e de risco cardiovascular.

Portanto, o objetivo do estudo foi identificar pontos de corte da CP e RCEst na predição de obesidade, sua relação com marcadores inflamatórios e risco cardiovascular em adolescentes.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Identificar pontos de corte da Relação Cintura Estatura (RCEst) e Circunferência do Pescoço (CP) na predição da obesidade, relação com marcadores inflamatórios e risco cardiovascular em adolescentes.

#### 2.1.1 Artigo 1

Caracterizar a população em estudo segundo variáveis demográficas e socioeconômicas;

Avaliar o estado nutricional dos adolescentes por meio da Pletismografia por Deslocamento de Ar (PDA) e Índice de Massa Corporal (IMC);

Verificar a Relação Cintura Estatura (RCEst);

Calcular sensibilidade e especificidade da RCEst para determinar os pontos de corte para predição da obesidade;

Determinar os níveis séricos dos marcadores inflamatórios;

Associar os pontos de corte da RCEst com marcadores inflamatórios.

#### 2.1.2 Artigo 2

Caracterizar a população em estudo segundo variáveis demográficas e socioeconômicas;

Avaliar o estado nutricional dos adolescentes por meio da Pletismografia por Deslocamento de Ar (PDA) e Índice de Massa Corporal (IMC);

Estimar o risco cardiovascular em adolescentes por meio do escore *Pathobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth* (PDAY);

Verificar a Relação Cintura Estatura (RCEst) e Circunferência do Pescoço (CP);

Calcular sensibilidade e especificidade da RCEst e CP para determinar pontos de corte para identificação da obesidade e do risco cardiovascular.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 Obesidade: Panorama Geral e na Adolescência**

A obesidade é uma doença crônica, recidivante e muitas vezes silenciosa, cujo avanço tem se dado de forma acelerada em todo o mundo nos últimos anos. Estima-se que o crescimento expressivo da doença tenha dobrado entre 1980 e 2015 em mais de 70 países do mundo, assumindo grande destaque no cenário epidemiológico mundial, reconhecida como uma pandemia e, há algumas décadas, tem sido apontada como prioridade na agenda das políticas públicas em âmbito internacional e nacional (CASTRO, 2017; MOURA et al., 2019).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a obesidade é uma patologia caracterizada pelo acúmulo anormal ou excessivo de gordura no organismo, capaz de trazer prejuízos à saúde do indivíduo devido à sua relação a várias complicações metabólicas (WHO, 1998). Sua etiologia é complexa e multifatorial, resultando da interação de genes, ambiente, estilos de vida e fatores emocionais (BRASIL, 2017).

Ademais, é importante destacar que a doença é caracterizada como a forma grave do excesso de gordura corporal, enquanto que o sobrepeso é considerado um precursor da obesidade, no qual a proporção entre o peso e a altura do indivíduo já se apresenta acima do desejável. Dessa forma o excesso de peso mais a obesidade constituem o segundo fator de risco mais importante para a carga global de doenças e estão associados com várias doenças crônicas não transmissíveis (DCNT's) (DE SOUZA et al., 2016).

É importante salientar que é possível um indivíduo estar acima do peso, segundo parâmetros de avaliação e diagnóstico, mas não ser obeso, assim como ter excesso de gordura corporal e não estar acima do peso (MAHAN e ESCOTT-STUMP, p.847, 2012). Para a classificação do percentual de gordura da composição corporal, os indivíduos adultos que excedem 18% de gordura em sua massa total são considerados acima da normalidade e quando apresentam valores superiores a 30% são considerados obesos.

Na adolescência, período que compreende a faixa etária entre 10 e 19 anos (OMS,1995), o sobrepeso e a obesidade estão associados às características presentes desde a gestação e início da vida do indivíduo, como o peso pré-gestacional materno, o fumo durante a gestação e o estado nutricional na infância e envoltos aos fatores

ambientais vivenciados durante o processo de crescimento e desenvolvimento, como as mudanças no padrão de alimentação e de atividade física (VITOLLO, p. 79, 2014; BRASIL, 2017). Nessa fase a classificação da obesidade é diferente entre os sexos, os meninos que apresentam valores  $\geq 25\%$  de gordura corporal e as meninas  $\geq 30\%$  são obesos, segundo classificação de Williams (1992).

Uma análise conjunta de 2.416 estudos de medição de base populacional em 128,9 milhões de crianças, adolescentes e adultos, a fim de verificar as tendências mundiais para a obesidade, sobrepeso e baixo peso, constatou, no que se refere a obesidade, um aumento significativo da prevalência global de indivíduos obesos, de 0,7% e 0,9% em 1975, para 5,6% e 7,8% em 2016, em meninas e meninos, respectivamente (NCD, 2016).

No Brasil, o cenário não é diferente, a Pesquisa de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças crônicas por Inquérito Telefônico (Vigitel) de 2018, realizada pelo Ministério da Saúde, evidenciou o aumento de 67,8% de indivíduos obesos nos últimos treze anos, saindo de 11,8% em 2006 para 19,8% em 2018 (BLOCH et al., 2015) e em 2019 subiu para 20,3% (DA SILVA et al., 2021).

Nos adolescentes a prevalência também é elevada, de acordo com dados Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes (ERICA), realizado em 2013 com 73.339 estudantes brasileiros na faixa etária de 12 a 17 anos, que demonstrou a prevalência de 25,5% de excesso de peso nessa população, sendo 17,1% referente ao sobrepeso e 8,4% à obesidade (BLOCH et al., 2015).

As evidências apontam que uma das principais causas desse aumento se deve ao desequilíbrio energético entre as calorias consumidas e as calorias gastas. E que o ambiente moderno é um potente estímulo para a obesidade, tendo como fatores determinantes mais fortes os ambientais, entre eles a diminuição dos níveis de atividade física e o aumento da ingestão calórica, e os culturais. Ambos fatores desempenham papéis centrais na gênese do sobrepeso e obesidade em todo o mundo (ABESO, 2016; BRASIL, 2017).

Os indivíduos obesos têm maiores chances de desenvolverem doenças crônicas não transmissíveis como diabetes melito, dislipidemias, hipertensão, acidente vascular encefálico, dentre outros. Esses desfechos estão sendo diagnosticadas com maior frequência em crianças e adolescentes (GUIMARÃES JUNIOR et al., 2018).

Diante dessa problemática crescente de saúde pública é importante identificar métodos capazes de avaliar a quantificação, distribuição e classificação da doença nos indivíduos. Os indicadores antropométricos são utilizados para essa finalidade; são de baixo custo, boa correlação com a gordura abdominal e alguns são considerados marcadores de adiposidade central, como o Perímetro da Cintura (PC) (SANCHES et al., 2008), a RCEst (PITANGA, 2011) e mais recentemente a CP (TAHERI et al., 2016; KONDOLOT et al., 2016; VALENCIA-SOSA et al., 2019).

Existe ainda a avaliação da composição corporal, útil na avaliação da obesidade, realizada por diferentes técnicas, desde a Pesagem hidrostática (peso submerso), Bioimpedância Elétrica (BIA), Absorciometria com raios-X de dupla energia (DEXA), Pletismografia por deslocamento de ar ou técnicas de imagem como ressonância magnética, tomografia computadorizada, mas apresenta custo elevado e uso limitado na prática clínica. (GRECCO, 2012; ABESO, 2016).

### **3.2 Composição Corporal**

A composição corporal consiste nos componentes do corpo humano, que são principalmente, no que se refere ao nível molecular, – água, gordura, proteínas e minerais–, comumente em quantidades na ordem decrescente (BORGA et al., 2018). Estudos sobre esses componentes eram realizados desde o início do século XIX, por serem considerados importantes para a construção de equipamentos e uniformes de soldados dos exércitos nacionais (HAMMOND, 1955).

A partir do século XX a temática passa a ser intensificada, quando também são discutidos os achados sobre a associação do risco de doenças crônicas com o excesso de gordura corporal. A avaliação corporal passa a ser utilizada para identificação de riscos à saúde associados a níveis excessivamente altos de gordura corporal e acúmulo excessivo de gordura intra-abdominal (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000).

A análise da composição corporal é parte importante da avaliação nutricional, permitindo o diagnóstico de condições como obesidade abdominal. Além disso, as alterações de composição corporal são conhecidas por estarem associadas a várias doenças, como as cardiovasculares, diabetes, câncer, osteoporose e osteoartrite (BORGA et al., 2018).

Os métodos que avaliam a composição corporal são capazes de prever o estado nutricional, monitorar mudanças na composição corporal associadas a doenças e ao crescimento, desenvolvimento, maturação e idade; e fornecer informações sobre o estado

de saúde geral de um indivíduo (MAHAN e ESCOTT-STUMP, p. 335, 2012).

Além disso, por meio das técnicas de avaliação da composição corporal, torna-se possível estimar os diferentes compartimentos corporais de maneira quantitativa. Utilizando os resultados para acompanhar mudanças nos valores da massa livre de gordura e massa gorda, possibilitando detectar riscos à saúde, assim como o estado de performance das pessoas (GUEDES, 2013).

Ademais, diversas técnicas foram desenvolvidas nos últimos séculos na tentativa de obter uma maior compreensão da avaliação da composição corporal. São fatores importantes para a escolha a validade, exatidão, precisão e confiabilidade ao empregar algumas dessas medidas, custos, segurança, portabilidade, capacidade de invasão e especialização necessária para a operação (KASPER et al., 2021).

A avaliação da composição corporal pode ser realizada de forma direta, indireta e duplamente indireta. O método considerado direto é o padrão ouro e consiste na dissecação de cadáveres, pensando cada compartimento corporal separadamente (MARTIN; DRINKWATER, 1991). Já os métodos indiretos incluem dobras cutâneas, circunferências, bioimpedância elétrica, a absorciometria de raios X de dupla energia (DEXA), a densitometria e medida por meio da pesagem hidrostática e por deslocamento de ar, a PDA, ultrassom e ressonância magnética, entre outros (MAHAN e ESCOTT-STUMP, p. 335, 2012).

### 3.2.1 Métodos indiretos acurados e padrão ouro

A utilização de métodos acurados para a avaliação da composição corporal é fundamental, uma vez que a partir da determinação dos componentes do corpo humano, de forma quantitativa, podem ser utilizados os dados desta análise para detectar o grau de desenvolvimento e crescimento nos ciclos vitais, assim como, relacionar seus componentes à incidência de morbidade e mortalidade (SCHUBERT et al., 2019).

Existem os métodos indiretos considerados acurados e padrões ouro, que são capazes de verificar estimativas de gordura corporal em diferentes populações, entre eles se destacam a DEXA, a pesagem hidrostática e a PDA (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000; SILVA et al., 2013). No entanto, são técnicas mais complexas e sofisticadas que requerem equipamentos de alto custo e não portáteis (NUNES et al., 2009).

Ressalta-se que os métodos de imagem também têm sido cada vez mais utilizados para auxiliar na avaliação e no acompanhamento dos componentes corporais e

sua distribuição, permitindo a adequada caracterização da massa magra e massa gorda (CHAVES et al., 2022).

Quadro 1 discorre sobre exemplos de métodos de avaliação da composição corporal mais acurados ou padrão ouro.

#### **Quadro 1.** Métodos de avaliação da composição corporal

##### *Absorciometria de raios X de dupla energia (DEXA)*

A absorciometria de raios-X de dupla energia (DEXA) é um método de aferição da composição corporal amplamente conhecido. É um modelo de três compartimentos aferindo massa gorda e dois componentes da massa livre de gordura, conteúdo mineral ósseo e tecido magro. A DEXA, no entanto, não está amplamente disponível fora do ambiente hospitalar ou de pesquisa por ser um equipamento de alto custo e complexidade (BORGA, 2018).

Método considerado rápido que permite avaliação acurada do conteúdo mineral ósseo, da gordura corporal e da massa magra, com valores de referência bem estabelecidos na literatura (SHEPHERD et al., 2017; GONÇALVES et al., 2019; MESSINA et al., 2020).

A fonte de energia na DEXA é um tubo que contém um feixe de energia. A quantidade de perda de energia depende do tipo de tecido através do qual o feixe passa. Possibilita o cálculo do porcentual de gordura corporal e do Índice de Massa Gorda (IMG), além da identificação da relação entre gordura ginóide e andróide (taxa A/G) (KELLY, WILSON, HEYMSFIELD, 2009).

As principais limitações do método são a exposição à radiação ionizante, que apesar de baixa, pode limitar a realização de exames seriados; dificuldade de posicionamento para realização do exame, especialmente em indivíduos obesos, com alguma limitação funcional ou dor crônica (MAHAN e ESCOTT-STUMP, p. 335, 2012; CHAVES et al., 2022).

##### *Pletismografia de Deslocamento de Ar (PDA)*

A PDA é um método rápido, confortável, automático e seguro para avaliação da gordura corporal. Comercialmente conhecida pelo nome BOD POD® (FIELDS; GORAN; MCGRORY, 2002), este método tem se tornado uma técnica mais acessível e popular entre os pesquisadores que estudam composição corporal, pois se apresenta

como uma técnica não invasiva, solicitando pouca participação do avaliado, dispensando a sua necessidade de submersão em água, já que o volume corporal é obtido pelo deslocamento de ar (RIBEIRO; COLANTONIO, 2018).

Os aparelhos mais modernos de pletismografia são computadorizados, feitos de fibra de vidro, composto de duas câmaras fechadas, sendo uma a câmara de teste, onde o sujeito senta, e a outra câmara de referência; ambas são separadas por um diafragma que capta as mudanças de pressão e volume entre as câmaras (RIBEIRO; COLANTONIO, 2018). O volume corporal é estimado por meio do deslocamento de ar, com base na lei de Boyle (FIELDS; GORAN; MCGRORY, 2002).

A avaliação da gordura corporal por esse método é executada durante 3 a 5 minutos, requer que o indivíduo esteja descalço e usando o mínimo de roupa possível (FIELDS, 2000); o uso de touca de natação também é recomendado (HIGGINS, 2001). Outros fatores importantes de serem observados são: a temperatura corporal, a umidade relativa do ar, e o uso de objetos metálicos, pois estes não são recomendados (FIELDS, 2000).

Esse método consiste ainda em uma alternativa a pesagem hidrostática, especialmente para crianças, indivíduos altos, idosos, obesos e populações enfermas que embora seja padrão ouro, torna dificultoso para estes grupos serem pesados debaixo da água (KAC; SICHERI; GIGANTE, 2007; GRECCO, 2012).

Além disso, a PDA não possui limitação para avaliar indivíduos com obesidade mórbida, como observado em outros métodos, como, por exemplo, as avaliações realizadas por densitometria óssea (DEXA) (BALLARD et al., 2004). Essas características fazem com que a PDA, gradativamente, ganhe mais atenção, principalmente em investigações de populações (SILVA et al., 2013).

Entretanto, o uso de um BOD-POD normalmente é baseado no orçamento, na população de pacientes e na experiência do clínico (MAHAN e ESCOTT-STUMP, p. 335, 2012; CHAVES et al., 2022). Também é limitado quanto ao fornecimento do percentual de gordura dos seguimentos corporais (BALLARD et al., 2004) e ainda possui custo muito elevado, restringindo seu uso as pesquisas, como método de referência para validação de outros métodos menos acurados (SILVA et al., 2013).

#### *Pesagem Hidrostática*

A pesagem hidrostática calcula o percentual de gordura a partir da densidade

corporal, se destaca por sua precisão. Ela considera que o corpo é formado por dois componentes distintos, massa de gordura e massa livre de gordura (LUKASKI, 1987). A densidade corporal é determinada através da relação do peso no ar e o peso na água e, sabendo-se o valor é possível estimar o percentual de gordura corporal por meio dos modelos matemáticos de Siri (1961) e Brozek et al., (1963) (LOHMAN, 2019).

Para a correta utilização da técnica, se faz necessário o controle de variáveis que interferem diretamente nos valores de densidade corporal como gás gastrointestinal, volume residual e densidade da água. Apesar da elevada precisão do método, a utilização da pesagem hidrostática é demasiado limitada para avaliação de grupos populacionais, visto que é um exame demorado e de alta complexidade, requerendo grande cooperação do avaliado, sendo necessária a adaptação ao meio líquido para a realização do procedimento quantas vezes forem necessárias para que se obtenha um escore confiável do peso subaquático (HEYWARD, 2001; LOHMAN, 2019).

Em crianças e adolescentes este modelo é especialmente limitado, devido às diferenças na densidade corporal que ocorrem nos estágios de maturação e crescimento (DE SOUZA; SARON; BARROS-FILHO, 2018).

### 3.2.2 Antropometria

O histórico da antropometria, que trata das medidas físicas do corpo humano, remonta à antiguidade quando egípcios e gregos observavam e estudavam a relação das diversas partes do corpo humano. No entanto, a importância das medidas do corpo ganharia destaque somente na década de 40, devido a necessidade da produção em massa bem como o surgimento dos sistemas de trabalho complexos e a dependência destes as dimensões antropométricas dos seus operadores (SANTOS et. al., 1997).

No final do século XIX e início do século XX observou-se o desenvolvimento e a ampliação de estudos detalhados do homem vivo e as suas marcas no esqueleto. Foram notáveis os estudos realizados durante a Guerra Civil Americana, a Primeira e a Segunda Guerra Mundial, uma vez que as estatísticas fornecidas pelos militares de recrutas, relacionando as dimensões corporais com a ocupação, eram de importante interesse (SANTOS et. al., 1997).

A antropometria é um método duplamente indireto utilizado para fins de diagnóstico. Apesar das suas limitações, consiste atualmente no método isolado mais

universalmente utilizado no diagnóstico nutricional, principalmente no período da infância e adolescência, e recomendado pela OMS devido a praticidade, o baixo custo e a precisão diagnóstica tanto na prática clínica quanto em estudos epidemiológicos (WHO, 1995; SANTOS, 2017).

É considerada um bom preditor de condições de saúde, nutrição e sobrevida, consiste em um dos métodos mais convencionais que possibilita o diagnóstico do estado nutricional (SANT'ANNA et al., 2009), pois estuda as medidas de tamanho e proporções do corpo humano, relacionando-as com um padrão de referência, classificando os indivíduos, por exemplo, com excesso de peso ou desnutrição, bem como possibilita o acompanhamento do crescimento e desenvolvimento dos mesmos (LOURENÇO; TAQUETE; HASSELMANN, 2011).

Entre as medidas antropométricas e os indicadores mais clássicos estão o IMC, as pregas cutâneas e as circunferências ou também conhecidas como perímetros, entre elas a CC (SANT'ANNA et al., 2009). São fácil aplicabilidade e baixo custo, por isso são os mais utilizados na prática clínica e nos estudos epidemiológicos que envolvem grandes amostras (VASQUES et al., 2010). Entretanto, são limitados de diferenciar a gordura visceral da subcutânea e/ou há grande variabilidade intra e inter-avaliador (FERREIRA; SICHIERI, 2007).

O IMC é utilizado comumente para diagnóstico de obesidade. É obtido através da divisão do peso corporal, em quilos, pela altura em metros elevada ao quadrado, foi criado pelo matemático Lambert Adolphe Jacques Quetelet (PELEGRINI et al., 2015; BARON; BARROS-FILHO, 2018).

As circunferências são medidas de crescimento derivadas da massa muscular, massa gorda e do tamanho ósseo. As mais utilizadas para avaliação da composição corporal de crianças e adolescentes são: circunferência abdominal (CA), circunferência da cintura (CC), circunferência do quadril (CQ), circunferência do pescoço (CP) e circunferência do braço (CB) (TELLES; BARROS-FILHO, 2003; DE SOUZA; BARON; BARROS-FILHO, 2018).

Essas medidas antropométricas são tradicionalmente realizadas diretamente no indivíduo, em algum ponto anatômico, ou na superfície corpórea (KAC; SICHIERI; GIGANTE, 2007), por meio de métodos manuais convencionais e equipamentos simples e baratos como antropômetros, paquímetros e fitas métricas (BRAGANÇA et al., 2017).

Entretanto, com o advento de novas técnicas de aferição das medidas corporais,

surgiram as técnicas tridimensionais, como o 3DPS, que possibilita o estudo de diferentes circunferências corporais no entendimento da relação entre forma corporal e desfechos de saúde nos indivíduos (HEYMSFIELD et. al., 2018).

#### *Scanners tridimensionais- 3DPS*

Estudos das medidas tridimensionais do corpo humano iniciaram em meados da década de 1960, com a criação das primeiras técnicas de extração da imagem tridimensional do corpo humano (LERCH et. al., 2007).

A tecnologia que antes era usada para medir a forma 3D de um objeto, passa também a medir com precisão as formas do corpo humano. Scanners corporais 3D, entre eles o *Photonic*, e recentemente os 4D provaram ser eficientes e versáteis, mais rápidos e menos invasivos do que a antropometria convencional e outros métodos de imagem de corpo inteiro, como a DXA (HEYMSFIELD et al., 2018).

Scanners tridimensionais parecem ser uma boa tecnologia para avaliações corporais, permitindo medições corporais automatizadas, rápidas e fáceis, como circunferências, volumes corporais e massa gorda, entre outros (RUMBO-RODRIGUEZ et al., 2018). Sendo um método validado, inclusive para uso em crianças e adolescentes, que permitem medições corporais automatizadas de forma rápida e fácil, fornecendo dados reproduzíveis, confiáveis e precisos para avaliação das medidas corporais (RUMBO- RODRIGUEZ et al., 2021).

#### *3.2.2.1 Relação Cintura Estatura (RCEst)*

A RCEst possui o pressuposto de que para determinada estatura há um grau aceitável de gordura armazenada na porção superior do corpo e foi proposta a primeira vez na década de 1990 para fins de detectar obesidade e seus riscos (VELASQUEZ-MELENDEZ et al., 1999). Este indicador apresenta boa correlação com a gordura visceral, sendo útil para predizer riscos metabólicos associados à obesidade tanto em adultos quanto em crianças (MAGALHÃES et al., 2014).

A RCEst tem chamado atenção de pesquisadores desde as duas últimas décadas, por apresentar uma forte relação a diversos fatores de risco cardiovascular, sugerindo sua utilização em estudos populacionais nas diferentes faixas etárias (LIN et al., 2002).

Revisão sistemática e metanálise realizada com mais de 300.000 indivíduos adultos concluiu que a RCEst é a melhor ferramenta de triagem para detectar fatores de risco cardiometabólicos em ambos os sexos e diversos grupos étnicos, evidenciando sua

superioridade sobre o IMC e a CC (ASHWELL; GIBSON, 2012).

O ponto de corte 0,50 é o mais citado para ambos os sexos, em populações étnicas de faixa etária diferentes. Entretanto, estudos nacionais e internacionais com amostragens distintas destacam que valores próximos a 0,50 também são bons preditores para determinar a obesidade em adolescentes (NAMBIAR et al., 2010; ZHOU et al., 2014; CHOI et al., 2017; DUMITH et al., 2018).

O estudo brasileiro realizado por Dumith et al. (2018), no Piauí, definiram 0,46 e 0,48 como pontos de corte para adolescentes de 13 a 19 anos, sem considerar estágios de maturação; já os estudos de Choi et al. (2017), na Coreia do Sul, que referenciam 0,50 e 0,48; de Zhou et al. (2014), na China, que determinaram 0,47 e 0,45; de Nambiar et al. (2010), na Austrália, cujos valores sugeridos foram 0,48 e 0,47 e de Marrodán et al. (2013), na Espanha, que definiram ponto de corte de 0,51 e 0,50, para meninos e meninas, respectivamente, estudaram faixas etárias diferentes que perpassaram desde as idades iniciais até as finais da adolescência.

É consenso se considerar que um único valor de ponto de corte tornaria a RCEst um bom indicador antropométrico em saúde pública, quando comparado a outros indicadores que propõem para cada grupo específico valores de referência na triagem de risco (LI et al., 2006; BROWNING; HSIEH; ASHWELL, 2010).

E considerando que o mesmo ponto de corte para RCEst identificado para diversas populações está próximo de 0,50, como destacado nas pesquisas, há uma compreensão de que a CC deve ser inferior a metade da altura (ASHWELL, 2009).

Vale ressaltar ainda que recentemente a razão entre a circunferência da cintura e a estatura (RCEst), além de ter sido proposta como medida antropométrica para avaliar a adiposidade central, também vem sendo relacionada a mortalidade, independentemente do peso corporal total do indivíduo (CAI et al., 2013; TATSUMI et al., 2013; ZHANG et al., 2013).

Em linhas gerais, este parece ser um indicador de fácil aplicabilidade, sendo calculado por uma simples razão entre as medidas da cintura pela estatura. É considerado que o excesso de gordura na região central do corpo está associado ao aparecimento de doenças cardiometabólicas e alta taxa de mortalidade, a definição de pontos de corte para RCEst é de grande utilidade nos serviços de atenção à saúde, além de possibilitar o conhecimento da situação de grupos populacionais específicos frente a esses riscos, quando empregados na pesquisa epidemiológica (ASHWELL; GUNN; GIBSON, 2012).

### 3.2.2.2 Circunferência do Pescoço

A CP é um indicador relativamente novo para avaliação nutricional em crianças e adolescentes e tem apresentado bom desempenho em determinar obesidade central nestas fases da vida. Apresenta aferição rápida e simples, indicando a distribuição de gordura subcutânea na porção superior do organismo. (MAGALHÃES et al., 2014).

A utilização dessa medida é datada em 1956 quando Jean Vague, primeiro pesquisador a perceber que diferentes morfologias corporais ou tipos de distribuição de gordura estão relacionados com os riscos de saúde associados com a gordura corporal elevada, utilizou uma dobra da pele do pescoço na construção de um índice de diferenciação masculina para avaliar a distribuição da gordura na parte superior do corpo (VAGUE, 1947; VAGUE, 1956).

Estudo mais recente sugeriu como alternativa à CC a utilização da CP como indicador antropométrico para avaliação da gordura corporal, pois esta é uma medida mais simples, prática, padronizada, com menores influências durante sua aferição e que fornece resultados consistentes para indicar o acúmulo de gordura subcutânea na parte superior do corpo (VALENCIA-SOSA e t al., 2019).

A mensuração tradicional da CP é realizada com o indivíduo em pé e a cabeça posicionada no plano horizontal de Frankfurt. O avaliador efetua a palpação do pescoço para localizar a cartilagem cricóide, onde posteriormente posiciona a fita métrica exercendo pressão mínima no momento da tomada da medida para melhor contato da fita com a área da pele (LOHMAN; ROCHE, 1988).

A CP vem sendo considerada um melhor parâmetro de avaliação do risco cardiovascular quando comparada à gordura abdominal, possivelmente, pelo fato da região do pescoço ser responsável por uma maior liberação desse tipo de gordura, principalmente em indivíduos obesos (SANTOS, 2017).

Entretanto, são poucos os estudos epidemiológicos com adolescentes que utilizaram a CP como indicador antropométrico na avaliação da adiposidade corporal ou estabeleceram pontos de cortes para esta medida, embora seja de fácil aplicabilidade, baixo custo e exija pouca exposição do avaliado, segundo De Souza (2016). E destaca ainda que medida antropométrica é relativamente nova na prática clínica.

Entre os estudos realizados com adolescentes destaca-se o de Lou et al. (2012), que pesquisaram 2847 indivíduos na faixa etária de 7 a 12 anos, e identificaram os pontos

de corte da CP para sobrepeso e obesidade, respectivamente: 27,4 e 31,3 cm para os meninos e 26,3 e 31,4 cm para meninas. O estudo de Hatipoglu et al. (2010), realizado na Turquia com 967 crianças e adolescentes de 6 a 18 anos, identificaram os pontos de corte da CP para excesso de peso para meninos pré-púberes: 29 cm e púberes: 32,5cm; e meninas pré-púberes: 28 cm e púberes: 31 cm.

A metanálise realizada por Pei et al. (2018) também investigou a triagem da obesidade em população jovem chinesa e encontrou o valor de 32,5 de CP como preditor para tal condição nutricional. Enquanto González-Crotés et al. (2019) pesquisaram 548 adolescentes, entre 6 e 18 anos, no México e observaram a correlação entre a CP e fatores de risco cardiometabólicos.

Uma outra metanálise desenvolvida por pesquisadores iranianos, em 2018, reuniu 41 artigos avaliando a CP, obesidade e risco cardiovascular em diferentes faixas etárias. Os autores demonstraram como resultados que a CP é um bom preditor de obesidade e, quando alteradas ou aumentadas, estão correlacionadas a níveis aumentados de colesterol total, triglicerídeos e LDL nos adolescentes e adultos avaliados (ATAIE-JAFARI et al., 2018).

No Brasil, Silva et al. (2014) investigaram, em Campinas-SP, uma amostra de 388 adolescentes de 10 a 19 anos e identificaram os pontos de corte da CP para identificação de resistência à insulina para meninos: 34,8 cm; e para meninas: 34,1 cm. De Souza et al. (2016) avaliaram adolescentes de 12 a 17 anos (n=1474) e os pontos de corte da CP na faixa etária entre 15 a 17 anos que apresentaram bom desempenho para identificar a obesidade e risco cardiometabólico foram 38,4 cm no sexo masculino; e 35,8 cm para o sexo feminino.

Os estudos citados apresentaram a área sob a curva ( $AUC$ )  $\geq 0,75$  (consideradas moderada/boa) e sensibilidade e especificidade  $\geq 80\%$ . Notou-se também uma grande variabilidade entre os pontos de corte estabelecidos nessas diversas faixa etárias citadas, o que é descrito como uma justificativa para tais variações, uma vez que há uma tendência crescente da CP com a idade.

### **3.3 Obesidade e marcadores Inflamatórios em Adolescentes**

O tecido adiposo é tradicionalmente reconhecido por oferecer proteção mecânica aos órgãos contra traumas, atuar como isolante térmico e ser o maior reservatório de

energia do organismo. Contudo, a partir dos anos 90, estudos fizeram com que o mesmo pudesse ser visto como um órgão envolvido em numerosos processos metabólicos, fisiológicos, inflamatórios e cardiovasculares (VAN GAAL, 2006).

O aumento de gordura corporal na infância e adolescência, sobretudo a gordura abdominal, pode levar ao aparecimento da resistência insulínica e está diretamente relacionada a valores elevados de Ácidos Graxos Livres (AGL) na corrente sanguínea (SIGWALT; SILVA, 2014).

No Brasil, adolescentes com excesso de peso já apresentam, antes mesmo de atingir a maturidade, fatores de risco cardiovascular e metabólicos, como predisposição à elevação dos níveis séricos de VLDL-colesterol, LDL-colesterol, triglicerídeos (TG), apolipoproteína B e à diminuição de HDL-colesterol e apolipoproteína A-1, além de níveis elevados de pressão arterial sistólica e diastólica e ao desenvolvimento de indicadores de severidade da resistência insulínica (CARNEIRO et al., 2000).

Além disso, um estudo do Rio de Janeiro demonstrou que os maiores valores de índices ou medidas antropométricas em adolescentes acompanhados por 10 anos, foi capaz de associar-se a fatores de risco cardiovascular na fase adulta jovem (FONSECA et al., 2008).

Entre os índices mais novos, a RCEst é reconhecida por apresentar uma forte correlação a esses desfechos cardiovasculares e mortalidade (ASWELL et al., 2014; MILLAR et al., 2013) e a CP considerada um indicador de risco metabólico e cardiovascular (SANTOS, 2017).

Considerado um órgão endócrino, o tecido adiposo é capaz de modificar o funcionamento fisiológico de outros tecidos a partir das substâncias secretadas pelo mesmo. A secreção de moléculas biologicamente ativas pelos adipócitos estimula um processo de inflamação crônica. Nesse estado inflamatório pode ser encontrado um elevado nível de moléculas determinantes da evolução do processo de aterogênese (TENÓRIO et al., 2016).

A inflamação pode ser definida como o conjunto de alterações bioquímicas, fisiológicas e imunológicas em resposta à estímulos agressivos ao organismo (GERALDO; ALFENAS, 2008). Essas alterações e o grupo de reações humorais e celulares são iniciadas posteriormente após o dano. É esta reação que permite a sobrevivência durante o período pós-imediato à lesão tecidual, pelo desencadeamento da síntese e secreção de vários mediadores celulares no local do dano que mobilizam a resposta

metabólica de todo o organismo (SANTOS et al., 2008).

O estado inflamatório que acomete indivíduos obesos é denominado inflamação metabólica ou metainflamação, e este estado inflamatório parece ser o ponto crucial para os estágios do processo da aterosclerose. A origem desse conceito apoia-se no fato de que o nível circulante de muitas citocinas e proteínas de fase aguda associadas à inflamação apresenta-se elevado em pacientes obesos (CONWEY, 2004).

O fator desencadeante para o processo de inflamação ocorrer é o excesso de nutrientes, o qual se manifesta com o aumento do tamanho do adipócito (hipertrofia) e também do seu número (hiperplasia), chamado de adipogênese. Essa adipogênese implica na diferenciação de pré-adipócitos em adipócitos maduros, os quais secretam citocinas pró- inflamatórias, fatores e moléculas de adesão. Essas alterações tornam o tecido adiposo disfuncional e dão início de um processo inflamatório vascular crônico com surgimento de citocinas (CONWEY, 2004).

As citocinas são hormônios protéicos tipicamente conhecidos como mediadores e reguladores de respostas imunes e inflamatórias. É sabido que as adipocinas podem exercer ações antagônicas no processo inflamatório (HOLCOMB et al., 2000).

Entre os marcadores inflamatórios associados à patogênese dos distúrbios cardiometabólicos estão a Interleucina-6 (IL-6), a Proteína C- Reativa (PCR) e o Fator de Necrose Tumoral - $\alpha$  (TNF-  $\alpha$ ) que são liberados pelo endotélio e estimulam moléculas de adesão, aumentando o risco vascular (GERALDO; ALFENAS, 2008; VOLP et al., 2008). Já podem ser encontrados em crianças e adolescentes níveis elevados de IL-6, TNF- $\alpha$  e PCR, substâncias que sinalizam o processo de inflamação (GUIMARÃES; GUIMARÃES, 2014).

#### *Interleucina 6 (IL-6)*

A IL-6 é uma citocina com atuação tanto na resposta imune inata como na adaptativa. É sintetizada por monócitos, células endoteliais, fibroblastos e outras células em resposta a microrganismos, além de ser estimulada por outras citocinas, especialmente a interleucina-1 (IL-1) e TNF- $\alpha$  e na regulação metabólica da PCR (DE SOUZA et al., 2008).

É reconhecida no envolvimento de uma série de atividades imunológicas, em especial a síntese de substâncias de fase aguda pelo fígado, a IL-6 é um importante marcador inflamatório, estando envolvida na regulação metabólica da PCR, além de ser

amplamente expressa durante uma reação inflamatória, produzindo efeitos indesejáveis em vários órgãos. A IL-6, normalmente, é expressa em níveis baixos, exceto durante infecção, trauma ou outros fatores estressantes (TONET et al., 2008).

Na hiperglicemia, característica da intolerância à glicose, há relação com a síntese imediata de marcadores, entre eles a IL-6, com variações dos níveis séricos positivamente relacionados e com aumentos mais significativos na hiperglicemia em pulsos, situação comum no diabético (DE SOUZA et al., 2008).

A IL-6 também desempenha papel importante no processo de ruptura da placa de aterosclerose, e tem seus valores séricos aumentados nesses eventos. Esse aumento pode estar relacionado ao aumento da PCR, já que a IL-6 promove a síntese hepática desta proteína; porém, a PCR também tem seu efeito aterogênico, mediado em parte pela síntese de IL-6. Em homens saudáveis, níveis elevados de IL-6 estão associados ao risco aumentado de futuras isquemias miocárdicas (LINDMARK et al., 2001).

#### *Proteína C-Reativa (PCR)*

A PCR, sintetizada nos hepatócitos sob estímulo primário da IL-6, é um marcador inflamatório que apresenta aumento de seus níveis em condições inflamatórias agudas. Após um estímulo como lesão tecidual, inflamação e/ou infecção a PCR é produzida pelo fígado. Também pode ser sintetizada nas lesões ateroscleróticas por células musculares lisas e macrófagos, rins, neurônios, alvéolos pulmonares e tecido adiposo (RAMOS et al., 2009).

A PCR atua como reguladora da produção de óxido nítrico no endotélio e coordena a produção e secreção de várias citocinas, aumentando a atividade pró-inflamatória de diferentes adipocinas. A IL-1 e TNF- $\alpha$  podem induzir a expressão de RNA mensageiro para a produção de PCR. Níveis elevados de PCR no plasma são considerados preditores independentes de doença arterial coronária (GOMES et al., 2010).

A adiponectina é inversamente proporcional à concentração de PCR. Possui a habilidade de regular negativamente a expressão gênica da PCR no adipócito; por outro lado, a hipoadiponectinemia está associada a altos níveis da PCR (VOLP et al., 2008).

Dessa forma, a PCR é o melhor marcador inflamatório validado em termo de predição de risco cardiovascular, que apresenta mais força em predizer risco para doenças (PEARSON et al., 2003). Todavia, algumas limitações devem ser consideradas, pois os níveis séricos podem aumentar de forma transitória depois de alguma grande infecção,

trauma ou evento isquêmico agudo (VOLP et al., 2008).

O excesso de gordura corporal estimula a secreção de citocinas pró-inflamatórias responsáveis por elevar as concentrações de PCR. As alterações da PCR em associação com as lipídicas, são utilizadas para o rastreamento de Doença Cardiovascular (DCV) (GUEDES; MENDES, 2021).

A PCR, além de um marcador inflamatório de aterosclerose e eventos coronarianos, é também um mediador de doença coronariana devido à sua contribuição na formação de lesão, na ruptura das placas e nos mecanismos de trombose coronariana (TEIXEIRA et al., 2014).

#### *Fator de Necrose Tumoral - $\alpha$ (TNF- $\alpha$ )*

O *TNF- $\alpha$*  é uma citocina inflamatória secretada em grande quantidade por humanos obesos e pacientes com resistência insulínica, não somente iniciando, mas também propagando a formação de lesão aterosclerótica. A *TNF- $\alpha$*  participa da aceleração da aterogênese e também reduz a biodisponibilidade do óxido nítrico nas células endoteliais e prejudica a vasodilatação endotélio-dependente, promovendo disfunção endotelial. Além disso, provoca a apoptose nas células endoteliais, contribuindo para a injúria endotelial (ROSE et al., 2004).

Foi inicialmente identificado como um polipeptídeo produzido por macrófagos durante infecções, doenças, cânceres, situações estas que contribuem para o desenvolvimento de caquexia. É também caracterizado por sua capacidade de induzir a necrose em células tumorais, de onde advém o nome fator de necrose tumoral (ROSE et al., 2004) e apresentar grande diversidade de atividades biológicas, entre quais estão respostas imunológicas, reações inflamatórias e neovascularização. Por exemplo, é o regulador-chave da síntese de IL-6, proteínas de fase aguda e haptoglobina (ROZEN et al., 1998).

Outro fato a ser considerado é que o *TNF- $\alpha$*  no tecido adiposo está positivamente correlacionado com o IMC, porcentagem de gordura corporal e hiperinsulinemia. E é sabido que a redução de massa corporal diminui a concentração circulante dessa adipocina (ROZEN et al., 1998).

### **3.4 Risco Cardiovascular**

As Doenças Cardiovasculares (DCV) são consideradas as principais Doenças Não Transmissíveis (DCNT), e configuram como principal causa de mortalidade dos

últimos 20 anos e problema de saúde pública global (WHO, 2020). É mais comum que se manifestam clinicamente na idade adulta, entretanto, ultimamente são observados em fases mais jovens, como em crianças e adolescentes, cada vez mais desfechos cardiovasculares (HAKSING et al., 2016).

As exposições precoces são importantes na doença coronariana e outras doenças associadas. É possível que o início precoce da aterosclerose esteja relacionado a fatores comportamentais. Um estudo transversal de base populacional realizado com 2.400 estudantes de 12 a 17 anos na cidade de Recife - PE analisou os comportamentos relacionados ao estilo de vida de adolescentes e encontrou que os principais fatores responsáveis por um estilo de vida de risco para saúde foram hábitos alimentares inadequados e o sedentarismo (BEZERRA et al., 2021).

Ademais, a literatura aponta que o processo de aterosclerose tem início na infância, antes dos sintomas clínicos serem percebidos. O acúmulo de células espumosas contendo lipídios podem começar a se aderir na aorta na infância, enquanto nas coronárias, as estrias gordurosas começam a aparecer no início da adolescência. Ao passar dos anos as estrias de gordura tornam-se placas que levam a processos isquêmicos e infarto (GENOVESI et al., 2019).

Portanto, o monitoramento da situação cardiovascular e metabólica da população brasileira em todos ciclos da vida tem sua importância pelo fato de que as doenças do aparelho cardiovascular representam significativas causas de mortes nacional e internacionalmente. Nesta perspectiva, a avaliação do risco de eventos cardiovasculares, a fim de identificar técnicas efetivas e viáveis para a triagem da população, é crucial para promoção da saúde e prevenção de agravos, especialmente de forma precoce (SOARES et al., 2018).

#### *Pathobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth (PDAY)*

O consenso em termos de definição do risco cardiovascular em crianças e adolescentes não é algo bem definido e discriminado, a existência de diferenças quanto as alterações que se verificam durante o crescimento e desenvolvimento, entre os gêneros e entre as diversas etnias possibilitam tão somente orientações para os componentes individuais do risco (SILVA, 2009).

Apesar disso, existem algumas formas de se avaliar o risco cardiovascular como um todo, como o uso do escore *Pathobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth* (PDAY), relativo a um estudo multicêntrico iniciado para documentar a história

natural da aterosclerose, bem como a relação com fatores de risco para DCV (MCMAHAN et al., 2005).

O PDAY estratifica precocemente indivíduos jovens, de 15 a 34 anos, quanto ao risco para doença aterosclerótica, estabelecendo como premissa que fatores de risco para DCV estão associados, mesmo décadas antes do desfecho acontecer, com as fases inicial e avançada das lesões ateroscleróticas na carótida e na aorta abdominal durante a adolescência e início da vida adulta (MCGILL et al., 2004).

Trata-se, portanto de um algoritmo de risco global com múltiplos fatores de risco como idade, sexo, tabagismo, pressão arterial sistólica (PAS), colesterol total e lipoproteína de alta densidade- colesterol (HDL-c)(PDAY Research Group, 1990).

Tal escore é normalizado de modo que o aumento de uma unidade é equivalente a uma alteração exponencial positiva nas chances de lesão. Outro ponto relevante corresponde à idade. Para cada aumento de 5 anos na idade, o mesmo valor de pontos é adicionado (GASTALDELLI, 2010; SAUNDERS et al., 2014). O PDAY foi baseado no *Framingham Risk Score* (FRS) (D'AGOSTINO et al., 2008).

Embora ainda sejam escassos os estudos que utilizam os critérios do PDAY para a estratificação do risco cardiovascular em adolescentes (DE SOUZA, 2016), seu uso confere uma classificação panorâmica do risco cardiovascular e possibilita inferências e discussões a partir de seus resultados.

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1 Delineamento do Estudo**

Trata-se de um estudo de validação, do tipo transversal, realizado com dados provenientes do consórcio de coortes intitulado "Determinantes ao longo do ciclo vital da obesidade, precursores de doenças crônicas, capital humano e saúde mental- RPS", referente a um consórcio das coortes realizadas pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (USP) e Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Os participantes destas coortes foram avaliados em três seguimentos. No presente trabalho foram utilizados somente dados da coorte de São Luís coletados no terceiro seguimento com adolescentes entre 18 e 19 anos.

## 4.2 População e Amostra

Em São Luís, a coorte incluiu recém-nascidos vivos de partos hospitalares de mães residentes no município, de março de 1997 a fevereiro de 1998. Como já mencionado anteriormente, os participantes desta coorte foram avaliados em três seguimentos: ao nascimento, na infância (7 a 9 anos) e na adolescência (18 e 19 anos).

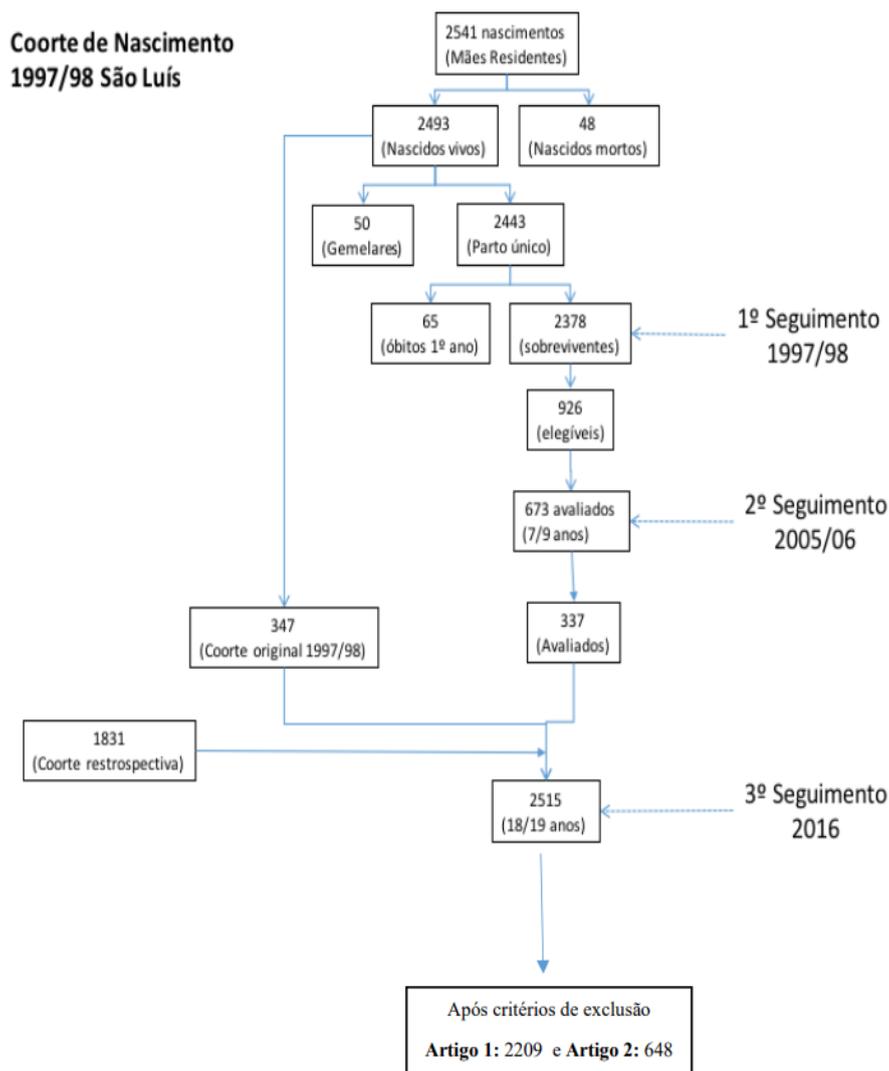
No nascimento, a coorte foi conduzida em dez hospitais públicos e privados de São Luís, no período de março de 1997 a fevereiro de 1998. Foram incluídos 2541 nascimentos, com 6,4% de perdas, devidas a recusas ou alta precoce.

O segundo seguimento foi realizado com os pesquisados aos 7-9 anos de idade entre os anos de 2005 e 2006. A coleta aconteceu a partir de identificação por meio de censo escolar, sendo elegíveis todas as crianças com baixo ou alto peso ao nascer e um terço das demais, totalizando 926 crianças. A taxa de participação foi de 72,7% (673 participantes).

O terceiro seguimento, cujos dados foram utilizados no presente estudo, teve como objetivo avaliar os desfechos nutricionais, doenças crônicas, saúde mental e capital humano, e foi realizada com adolescentes aos 18 e 19 anos em 2016. Foi feita a busca de todos os indivíduos incluídos na primeira fase do estudo, nas quatro juntas de Alistamento Militar na ilha de São Luís, no censo escolar de 2014 e adolescentes matriculados em universidades. Os identificados foram convidados a comparecer ao seguimento, totalizando 684 participantes.

Com o objetivo de aumentar o poder da amostra, e prevenindo perdas futuras, a coorte foi aberta para incluir outros indivíduos nascidos em São Luís, MA no ano de 1997. Inicialmente através de sorteio utilizando o banco do SINASC e numa segunda etapa incluindo voluntários identificados nas escolas e universidades. Houve a inserção de 1831 adolescentes que foram submetidos a todos os testes e questionários realizados na terceira fase da coorte, além de um questionário aplicado às mães para coletar dados perinatais. Totalizando 2515 adolescentes participantes no terceiro seguimento.

Destes 2515, 2209 adolescentes constituíram a amostra do artigo 1, após exclusão daqueles que não tinham Altura, CC ou %GC. No que se refere ao artigo 2, a amostra foi composta por 648 adolescentes, após exclusão dos indivíduos sem dados de CP, CC e %GC. A seguir o fluxograma amostral do estudo (Figura 1).



**Figura 1.** Fluxograma amostral da Coorte de nascimento do RPS e das subamostras utilizadas do Terceiro Seguimento. São Luís, MA, Brasil, 2016.

### 4.3 Procedimentos de Coleta de Dados

Foram utilizados métodos clássicos de entrevista e aplicação de questionários estruturados (ANEXO A). Os dados foram coletados por grupos de alunos e graduados da área da saúde devidamente treinados, identificados e uniformizados nas dependências da Universidade Federal do Maranhão (UFMA).

Os adolescentes elegíveis para o terceiro seguimento da pesquisa foram convidados a comparecerem ao prédio Lílian Flores da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Neste local foram realizados o preenchimento de questionários, a aferição de medidas antropométricas, realização de medições da composição corporal através de equipamentos, bem como foram realizados exames clínicos e a coleta de

material biológico dos participantes. Durante a coleta, as informações foram registradas no programa *Research Electronic Data Capture* (Redcap®), que é online e considerado seguro para o registro e armazenamento de dados de pesquisas (HARRIS et al., 2009).

Foi realizado estudo piloto com simulação de todas as etapas da pesquisa, para checagem e ajustes técnicos. Os dados foram coletados online, utilizando o sistema RedCap.

A coleta dos dados foi organizada em estações sequenciais, englobando o questionário e equipamentos de avaliação. No que se refere ao questionário, o mesmo contemplou diversas informações, e as de interesse para o presente estudo foram: identificação; escolaridade; trabalho; família, moradia e renda. Quanto aos equipamentos utilizados na coorte e pertinentes a presente pesquisa temos o *BodPod*®, *Photonic Scanner* e o estadiômetro *AlturaXata*®. Também foram realizadas a coleta de sangue para mensurar os marcadores pró e anti-inflamatórios Interleucina 6 (IL-6), a proteína C reativa (PCR) e Fator de Necrose Tumoral (TNF-  $\alpha$ ) utilizados no artigo 1; e HDL-C, LDL-C e glicemia e níveis pressóricos utilizados para avaliar marcadores de risco cardiovascular no artigo 2.

#### 4.3.1 Variáveis estudadas

Foram utilizadas informações dos adolescentes sobre situação socioeconômica e demográfica, dados antropométricos e composição corporal, marcadores bioquímicos, inflamatórios e cardiovasculares.

##### *Dados socioeconômicos e demográficos*

Foram utilizadas as variáveis referentes às características socioeconômicas dos adolescentes (ANEXO A) com as seguintes categorizações: idade (18 anos/19 anos); sexo (masculino/feminino); classe econômica pelo critério CEB - Classificação Econômica Brasil (2009) (A, B, C, D, E, sendo a classe A mais rica e escolarizada e a classe E a mais pobre e menos instruída); estuda atualmente (sim/não); trabalha atualmente (sim/não); tem alguma religião (sim/não); cor da pele (branca, preta/negra, parda/mulata/cabocla/morena); pais separados ou divorciados (sim/não); chefe de família (pai, mãe, avós, próprio adolescente); plano de saúde (sim/não); geração “nem estuda, nem trabalha” (sim/não).

### *Dados antropométricos*

Foram utilizados os dados antropométricos referentes ao peso e altura (variáveis numéricas), mensuradas uma única vez. Para aferição do peso utilizou-se a balança antropométrica de marca Filizola, com precisão de 100 gramas e capacidade de 150 kg, que foi posicionada próximo ao equipamento de pletismografia por ar, o Bod Pod® Gold Standard da marca COSMED, onde os adolescentes ficaram em pé, no centro da balança, descalços, sem brincos, anéis, próteses dentárias e outros tipos de materiais metálicos; além de usarem roupa leve, de lycra, justa ao corpo, sendo uma bermuda curta e touca tanto para homens quanto para mulheres, além do uso de um “top” para as mulheres. A medida do peso foi aferida em quilogramas (kg) (BRASIL, 2011).

A altura foi mensurada por meio do estadiômetro da marca Altuxata®, com os adolescentes em pé, no centro do equipamento, mãos ao longo do corpo, cabelos soltos, postura ereta e observando um ponto fixo a sua frente, usando as mesmas roupas leves descritas na aferição da pesagem. Esta medida foi detalhada em centímetros (cm) (BRASIL, 2011).

Para o levantamento das circunferências da cintura e do pescoço utilizou-se o equipamento de escaneamento tridimensional 3D, o *Photonic Scanner* (3DPS), da marca [TC] que utiliza a fotogrametria, onde câmeras no interior do equipamento projetam luzes sobre o corpo do indivíduo. A seguir, calculou-se a distância entre os feixes de luz projetados (aproximadamente 400 mil feixes de luz) e as extremidades corporais. A partir do cálculo dessa distância é que um modelo tridimensional da superfície corporal é formada.

A partir desse modelo da superfície corporal, o aplicativo desenvolvido pela TC2 é capaz de obter inúmeras medidas antropométricas. Também é possível obter o comprimento dos membros a partir de diferentes pontos de referência, a amplitude do abdômen, do peito, etc. Ademais, o aparelho também pode calcular de uma forma indireta o volume corporal por seguimento e também a área de superfície corporal. O aplicativo permite a extração dessas medidas no momento da avaliação do indivíduo, mas também armazena os dados brutos de imagem de forma que é possível, num momento posterior, a extração de novas medidas que venham a ser necessárias.

A grande vantagem desta técnica é o tempo médio para obtenção da imagem corporal, que é de apenas 12 segundos, sendo muito mais rápido do que a antropometria

tradicional. Além disso, é indolor e não tem nenhuma contraindicação, apenas não se podendo analisar indivíduos que não conseguem permanecer em pé, usando roupas escuras e se movimentando durante o teste (DOS SANTOS, 2016).

Após o sistema ser ligado, a calibração é realizada e em seguida se dá o início dos testes. Haverá ajuste de luzes, escaneamento e logo após a imagem em 3D será gerada esalva. Os passos são informados na tela do computador e o aguarda a mensagem de teste realizado (DOS SANTOS, 2016).

### *Gordura corporal*

O percentual de gordura corporal (%GC) dos avaliados foi mensurado por meio de plestismografia por deslocamento de ar (PDA). O aparelho que foi utilizado nesse projeto é o *Bod Pod® Gold Standard* da marca *COSMED* (Roma, Itália) e o exame realizado tem duração de cinco minutos. Para minimização do erro potencial devido ao fluxo de ar entre as portas e janelas, o equipamento foi instalado em um canto de uma sala. O aparelho é calibrado diariamente com um volume conhecido de 50 litros. A partir do volume e da massa corporal, o aparelho calcula a densidade corporal. Esta foi utilizada na equação de Siri para determinar a massa gorda e a massa livre de gordura dos adolescentes (SIRI, 1993).

Os indivíduos foram avaliados no *Bod Pod®* por técnico treinado usando o protocolo descrito na própria documentação do aparelho.

Para o cálculo de adiposidade de gordura corporal em adolescentes foi utilizado a fórmula de Slaghter (1998) e os percentuais de gorduras obtidos foram interpretados pela classificação de Williams et al. (1992) que considera obesos os meninos com percentual de gordura  $\geq 25\%$  e meninas com  $\geq 30\%$ .

### *Marcadores inflamatórios e cardiovasculares*

Sobre as variáveis correspondentes aos marcadores pró inflamatórios e cardiovasculares, os utilizados no presente estudo foram: a interleucina 6 (IL-6), a proteína C reativa (PCR) e o Fator de Necrose Tumoral  $-\alpha$  (TNF-  $\alpha$ ), glicemia em Jejum, HDL e LDL, colesterol. As amostras biológicas foram mensuradas a partir da análise do sangue, separado o soro e armazenado em tubos tipo eppendorf a  $-80^{\circ}\text{C}$  até o momento da análise, utilizando-se para tal, material estéril e descartável conforme as normas de biossegurança para material biológico.

As amostras foram analisadas no laboratório da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Maranhão, utilizando o kit Milliplex® MAP Human Cytokine, fabricado pela Merck (Darmestádio, Alemanha), de acordo com as instruções do fabricante.

A pressão arterial, também foi um parâmetro utilizado para avaliação do risco cardiovascular. Esta foi verificada pelo método oscilométrico com aparelho digital Omron® modelo HEM-7221NT (STERGIOU, YIANNES, RARRA, 2006). Foram utilizados manguitos de tamanho apropriado à circunferência dos braços dos adolescentes e considerada a média das três medidas de pressão arterial sistólica e diastólica aferidas no adolescente, após um minuto de descanso, na posição sentada, com o braço dominante apoiado em suporte, de modo que a artéria radial ficasse no mesmo nível do coração, e a média entre as três medidas foi utilizada para análise (BLOCH et al; 2015).

O risco cardiovascular foi avaliado por meio do *Phatobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth* (PDAY) que é um algoritmo de risco global com múltiplos fatores de risco cardiovascular e apresenta como vantagem estimar a probabilidade de lesões ateroscleróticas precoces em adolescentes e adultos jovens (PDAY Research Group, 1990). Este foi obtido a partir das variáveis e suas respectivas pontuações: idade (e anos, de 10-19 = 0; 20-24 = 5; 25-29 = 10; 30-34 = 15 pontos), sexo (masculino=0; feminino = -1 ponto), colesterol não HDL (em mg/dL, <130 = 0; 130-159 = 2; 160-189 = 4; 190-219 = 6;  $\geq 220 = 8$  pontos), HDL (em mg/dL, <40 = 1; 40-59 = 0;  $\geq 60 = -1$  ponto), tabagismo (não = 0; sim = 1 ponto), pressão arterial (normal = 0; elevada = 4), obesidade (avaliada pelo IMC, não obeso = 0 e obeso = 6 para o sexo masculino; não obeso e obeso = 0 para o sexo feminino); hiperglicemia ( glicose em jejum <126 mg/dL e hemoglobina glicosilada <6,5% = 0; glicose em jejum  $\geq 126$  mg/dL e hemoglobina glicosilada  $\geq 6,5\% = 5$  pontos). A partir do somatório das pontuações de cada variável, o risco cardiovascular foi classificado em baixo (pontuação  $\leq 0$ ), intermediário (pontuação  $\geq 1$  e  $\geq 4$ ) e alto (pontuação  $\geq 5$  pontos).

## 4.2 Análise Estatística

As variáveis categóricas foram descritas por meio de frequências absolutas e relativas, enquanto que as quantitativas foram apresentadas por meio de médias ou medianas e intervalo entre os p25 e p75.

Foi utilizada a curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) para analisar a validade preditiva da CP e da RCEst, bem como, a determinação dos pontos de corte para a identificação da adiposidade corporal e posterior correlação com marcadores inflamatórios. Para cada ponto de corte foram calculados valores de sensibilidade e especificidade, dispostos no gráfico da curva ROC, que apresenta no eixo das ordenadas os valores de sensibilidade e nas abscissas o complemento da especificidade. A curva ROC é um método gráfico para avaliação, organização e seleção de sistemas de diagnóstico e/ou predição (MARTINEZ et al., 2003).

A área sob a curva (*AUC*) descreve a probabilidade de identificar corretamente indivíduos que são verdadeiro-positivos e indivíduos que não são. Uma pontuação ótima terá uma *AUC* com valor de 1,0. Portanto, quanto mais próximo de 1,0 maiores serão a sensibilidade e a especificidade (MARTINEZ et al., 2003). Considerou-se valores moderados excelentes quando entre 0,90-1,00; bons, entre 0,80-0,90; razoáveis, entre 0,70-0,80; e pobre, entre 0,60-0,70 (SWETS, 1988).

No o artigo 1 utilizou-se testes Mann-Whitney para comparar os marcadores inflamatórios em relação aos pontos de corte identificados para a RCEst. No artigo 2 para verificação da normalidade da idade foi calculado o coeficiente de assimetria, de curtose e o teste Shapiro-Wilk.

Os dados foram exportados do sistema REDCap e analisados no programa estatístico STATA® (versão 14.0). Foram adotados nível de significância de 5% e intervalo de confiança igual a 95% (IC95%).

### **4.3 Aspectos Éticos**

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital Universitário - UFMA (número do parecer: 1.302.489) (ANEXO B) e todos os adolescentes que participaram do estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) (ANEXO C).

As informações obtidas foram exclusivamente da terceira fase da coorte para a execução do estudo em questão, no qual foram mantidas sob sigilo e respeitadas todas as normas éticas.

## 5 RESULTADOS

Os resultados serão apresentados no formato de dois artigos originais. O primeiro artigo intitulado “Obesidade corporal em adolescentes: Pontos de Corte da Relação Cintura Estatura e marcadores inflamatórios”, aceito para publicação na revista *Nutrition Hospitalaria*, teve como objetivo a identificação de pontos de corte da Relação Cintura Estatura para determinação da obesidade e sua relação com marcadores inflamatórios em adolescentes.

Os principais achados do artigo 1 consistiram em identificar se o valor da RCEst 0,50 apresenta melhor equilíbrio entre a sensibilidade e especificidade no sexo feminino e mostra-se associado aos maiores níveis de PCR e IL-6. Para o sexo masculino, o ponto de corte 0,51 apresentou melhor equilíbrio, embora o 0,50 também tenha se mostrado adequado por manter boa sensibilidade e especificidade. Esses dois pontos de corte identificados foram associados a níveis mais elevados da PCR.

O segundo artigo intitulado “Pontos de corte da circunferência do pescoço e da relação cintura estatura como preditores da obesidade e risco cardiovascular em adolescentes”, aceito para publicação na Revista de Saúde Pública, teve como objetivo a determinação de pontos de corte da Circunferência do Pescoço e Relação Cintura Estatura para predição da obesidade e do risco cardiovascular em adolescentes.

Neste segundo artigo, os resultados foram os seguintes: os pontos de corte definidos para a CP foram 44,0cm e 40,0cm para os sexos masculino e feminino, respectivamente; e para a RCEst 0,50 em ambos os sexos.

Tanto a RCEst como a CP foram capazes de detectar a obesidade nos adolescentes. Para a predição do risco cardiovascular precoce ambos os indicadores possuem capacidade razoável de detecção, exceto a RCEst no sexo feminino que apresentou capacidade inferior ou considerada pobre para predizer o risco.

**5.1 Artigo 1**

**WAIST-TO-HEIGHT RATIO CUT OFF POINTS TO PREDICT  
OBESITY IN ADOLESCENTS AND ASSOCIATION WITH  
INFLAMMATORY MARKERS**

Artigo publicado na Revista Nutrición Hospitalaria.

Fator de impacto 1.057 e Qualis B2

## **Waist-to-height ratio cutoff points to predict obesity in adolescents and association with inflammatory markers**

Puntos de corte de la relación cintura-altura para predecir la obesidad en adolescents y asociación con marcadores inflamatórios

### **Author names and ORCID:**

Wyllyane Rayana Chaves Carvalho<sup>1</sup> (Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7704-9951>), Ana Karina Teixeira da Cunha França<sup>1</sup> (Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4460-2631>), Alcione Miranda dos Santos<sup>1</sup> (Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9711-0182>), Luana Lopes Padilha<sup>1</sup> (Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7162-2726>), Eduarda Gomes Boguea<sup>1</sup> (Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2656-8238>)

### **Affiliations of the authors:**

<sup>1</sup> Postgraduation Program of Collective Health, Department of Public Health, Federal University of Maranhão, São Luís, Maranhão, Brazil. Address: Rua Barão de Itapary, n. 155, Centro, São Luís-MA, Brasil. Zip Code: 65020-070.

**Conflict of interest:** The authors state that there are no relevant conflicts of interest.

**Financial support:** This study was supported by the Brazilian National Research Council (CNPq; process 471923/2011-7 and 561058/2015-5), the Foundation for Scientific Research and Development of Maranhão (FAPEMA; process 0035/2008), and the São Paulo Research Foundation (FAPESP; process 2008-53593-0) and the University Level Professional Training Center (CAPES- FINANCE CODE 001).

### **Corresponding Author:**

Wyllyane Rayana Chaves Carvalho

Address: Rua Barão de Itapary, n. 155, Centro, São Luís-MA, Brasil. Zip Code: 65020-070.

Phone number: +55 98 32729674. E-mail: [wyllyanerayana@gmail.com](mailto:wyllyanerayana@gmail.com)

## ABSTRACT

**Introduction:** Obesity increases inflammatory molecules and cardiovascular risk even in young populations. New indicators are being investigated, including the Waist-to-Height Ratio (WHtR) to predict obesity and the relationship with inflammatory markers in childhood and adolescence. **Objective:** To identify the cutoff points of the WHtR to determine obesity and its association with inflammatory markers in adolescents in São Luís, state of Maranhão, Brazil. **Methods:** This is a cross-sectional study, with 2209 adolescents aged 18 and 19, belonging to the third phase of the birth cohort entitled “RPS”, carried out in 2016. The total area under the ROC curve (AUC) was identified to assess the predictive capacity of WHtR in relation to Body Fat percentage (%BF), obtained by Air displacement Plethysmography (ADP). The association of WHtR with inflammatory markers Interleukin-6 (IL-6), Tumor necrosis factor (TNF- $\alpha$ ) and C-reactive protein (CRP) was evaluated. **Results:** Prevalence of obesity by the %BF of 10.3% in males and 40.4% in females. The cutoff points for the WHtR were 0.50 for females and 0.51 for males and a AUC 0.90 (95% CI 0.88-0.92) and 0.93 (95% CI 0.90-0.97). There was an association of elevated WHtR with higher levels of IL-6 and CRP ( $p < 0.05$ ). **Conclusion:** The predictive capacity of WHtR for obesity was excellent. Elevated values of the WHtR were associated with early inflammatory markers. This study contributed to the identification of cut-off points for simple and low-cost anthropometric indicators.

**Keywords:** Obesity. Waist-to-height ratio. ROC curve. Inflammation.

## RESUMEN

**Introducción:** La obesidad aumenta las moléculas inflamatorias y el riesgo cardiovascular incluso en poblaciones jóvenes. Se están investigando nuevos indicadores, incluida la Relación Cintura-Altura (RCE) para predecir la obesidad y la relación con los marcadores inflamatorios en la infancia y la adolescencia. **Objetivo:** Identificar los puntos de corte de la RCE para determinar la obesidad y su asociación con marcadores inflamatorios en adolescentes de São Luís, Estado de Maranhão, Brasil. **Métodos:** Se trata de un estudio transversal, con 2.209 adolescentes de 18 y 19 años, pertenecientes a la tercera etapa de la cohorte de nacimiento denominada "RPS", realizado en 2017. Se identificó el área total bajo la curva ROC (AUC) como evaluar la capacidad predictiva del RCE en relación al porcentaje de grasa corporal (%GC), obtenido a través del Pletismografía por desplazamiento de aire (PDA). Se evaluó una asociación de RCE con marcadores inflamatorios interleucina-6 (IL-6), factor de necrosis tumoral (TNF- $\alpha$ ) y proteína C reactiva (PCR). **Resultados:** Prevalencia de obesidad por% GC de 10,3% en hombres y 40,4% en mujeres Los puntos de corte para la RCE fueron 0,50 para mujeres y 0,51 para hombres y AUC 0,90 (IC 95% 0,88-0,92) y 0,93 (IC 95% 0,90- 0,97). Hubo una asociación de RCE de nivel superior con niveles más altos de IL-6 y PCR ( $p < 0,05$ ). **Conclusión:** La capacidad de predicción de RCE para la obesidad fue excelente. Los valores elevados de RCE se asociaron con marcadores inflamatorios tempranos. Este estudio contribuyó a la identificación de puntos de corte para indicadores antropométricos simples y de bajo costo.

**Palabras clave:** Obesidad. Relación Cintura-Altura. Curva de Roc. Inflamación.

## INTRODUCTION

Over the past four decades, obesity in younger individuals has increased worldwide from less than 1% (11 million) in 1975 to near 6% in girls and near 8% in boys (124 million) in 2016. In general, the number of obese aged between 5 and 19 years has grown more than ten times [1].

In Brazil, the obesity prevalence is even higher in this population, with rate at 8.4% in the age group 12 to 17 years in 2015 [2]. The growth of the disease in individuals ages 18 and over is also relevant, increasing by 11.8% in 2006 to 19.8% in 2018 [3]. Evidence shows that comorbidities may be associated with obesity even in childhood and adolescence [4]. Induces changes in adipose tissue function and increasing the amount of inflammatory mediators such as CRP and pro-inflammatory interleukins [5].

Therefore, measuring obesity in individuals is crucial for early intervention [6]. The existing measurement methods have great variability in accuracy, complexity, costs, and availability of each one [7,8]. Body Mass Index (BMI) is the most used in population studies to monitor obesity, although it does not measure adipose tissue [9]. To this end, other measures and anthropometric indices have emerged to assess abdominal adiposity, including the Waist-to-Height Ratio (WHtR) [10], which is a good indicator also in adolescents [11]. Some researches show that WHtR has a good correlation with visceral fat and cardiovascular diseases [11-15].

National and international studies proposed the cut-off point for WHtR at 0.50 or close to this point, based on BMI and bioimpedance. However, despite its relevance, there is a lack of studies using robust samples and gold standard methods to propose WHtR cut-offs for adolescents [11-16].

Considering the practicality of simple and accurate anthropometric methods and indices to assess obesity in adolescents, the association with cardiovascular diseases, and changes in inflammatory markers, this study aimed to define the cut-off points for WHtR with better level of sensitivity and specificity, using more accurate methods to determine obesity and its association with inflammatory markers in adolescents.

## METHODS

### *Study design*

A cross-sectional study based on data from the RPS Birth Cohort Consortium (Ribeirão Preto, Pelotas, and São Luís). This work was based on the data of the third phase of the birth cohort from the municipality of São Luís (1997/1998). The detailed methodology of the cohort is described in other publications [17,18].

### *Population and Sample in the study*

The third phase of the cohort was carried out with participants aged 18 - 19 years to assess nutritional outcomes, chronic diseases, mental health, and human capital, in 2016. In this phase, 2515 adolescents were evaluated, of which 654 belonged to the birth phase and 1861 were born in São Luís-MA in 1997, who were selected from the four Military Enlistment office in São Luís island, the 2014 school census, and universities and included to increase the power of the sample and predict future losses. The adolescents included later made all the tests and responded the questionnaires the were carried out with the adolescents in the birth cohort. A questionnaire was also applied to the mothers to collect perinatal data.

This study included individuals from the third-phase cohort of both sexes and those having anthropometric and body composition data. Participants lacking data on the WHtR and body fat percentage (%BF) were not included. After applying the criteria, 2209 adolescents were eligible to compose the sample of the study. The loss was calculated at 12.1% of the sample due to lack of data.

### *Data Collection*

This study used data on socioeconomic, demographic, anthropometric, body composition, and inflammatory markers of adolescents were collected by trained researchers using questionnaires and measurement instruments. Data were entered in the web-based application. Research Electronic Data Capture (Redcap®)[19], which is a secure web application for recording and storing research data.

Socioeconomic and demographic variables assessed: sex (male and female); age (18 years and 19 years (only two individuals were 17 years old, thus they were grouped into the 18 year old category)); socioeconomic class according to Brazilian Economic Classification-CEB[20] (A/B, C, and D/E); currently studying (yes and no); currently working (yes and no); self-declared skin color (black, brown, and white); and schooling (elementary school, high school, high school technical course, vocational technical course, higher education in progress, pre-university course, adult education). Anthropometric indices measured were body weight, height, and waist circumference. Weight (in kg) was measured on a scale attached to the COSMED BOD POD Gold Standard ADP. Participants were instructed to stand in the center of the scale, barefoot and wearing lycra form-fitting clothing, tops for women and shorts for both sexes. Height (in cm) was measured using an Altuxata<sup>®</sup> stadiometer, with adolescents standing in the center of the equipment, arms alongside the body, upright position, looking at a point straight ahead, and wearing the same clothing used for weighing. Waist circumference (WC) was measured (in cm) using a 3-Dimensional Photonic Scanner (3DPS) [TC manufacturer]. This technology is used for body surface analysis to detect anatomical structure, through photogrammetry.

Body Mass Index was used to assess the ratio between weight (kg) and height (m<sup>2</sup>) and classified according to Z-score adjusted for sex and age. The recommendations by the World Health Organization (WHO) and used by the Ministry of Health of Brazil [21] were as follows: underweight (<Z-score -2); eutrophy ( $\geq$ Z-scores -2 and <Z-scores +1); overweight ( $\geq$ Score-Z +1 and <Z-score +2); and obesity ( $\geq$ Score-Z +2). To evaluate abdominal fat, the WHtR was calculated from the ratio between WC and height. Body Fat percentage (%BF) was assessed via COSMED BOD POD Gold Standard ADP. At the time of the test, the participants wore the same lycra form-fitting clothing and a swim cap to compress the hair. The plethysmograph was calibrated daily with a 50 L volume. The body fat percentage of the adolescents was calculated using the Slaughter's equation (1998) and classified as obese ( $\geq$ 25% for men and  $\geq$ 30% for women) and non-obese (<25% for men and <30% for women ) [22].

The inflammatory markers Interleukin 6 (IL-6), Tumor necrosis factor (TNF-ALFA), and C-reactive protein (CRP) were measured in blood samples from a subsample of 533 individuals. Serum was separated and stored in Eppendorf tubes at -80°C until analysis, using sterile and disposable material in compliance with biosafety regulations for biological material. Four (4) blood samples were collected by venipuncture from non-

fasting adolescents. The samples were analyzed in the laboratory of the Faculty of Dentistry of the Federal University of Maranhão (UFMA), using the kits Milliplex® Human Cytokine/Chemokine Magnetic Bead Panel - Immunology Multiplex Assay (HCYTOMAG-60K), with Luminex™xMAP technology (EMD Millipore Corporation, USA, according to the manufacturer's instructions).

### *Statistical Analysis*

Categorical variables were described using absolute and relative frequencies and quantitative variables using means and standard deviation. Coefficients of asymmetry and kurtosis were calculated and the Shapiro Wilk and Kolmogorov-Smirnov tests were performed to verify the normality of the numerical variables. The Receiver Operating Characteristic (ROC) curve was used to analyze the predictive validity of WHtR in discriminating obese adolescents in relation to the percentage of body fat obtained by ADP. The areas under the ROC curve (AUC) and the confidence intervals were determined and the WHtR values with the best balance between sensitivity and specificity were identified.

The ROC curve is a graphical method for evaluating, organizing and selecting diagnostic and/or prediction systems. AUC describes the probability of correctly identifying individuals who are true-positive and those who are not [23]. AUC values close to 1.0 and between 0.90 and 1.0 are considered highly accurate tests [24] and are statistically significant when the lower limit of the 95% CI is greater than 0.50 [25].

The Mann-Whitney test was used to compare the inflammatory markers in relation to the cutoffs identified for WHtR. Data were exported from the REDCap system and analyzed using the STATA® statistical program (version 14.0), with significance level of 5% and confidence interval of 95% (95% CI).

### *Ethical Aspects*

The base project for this research, the RPS cohort, was approved by the Research Ethics Committee of the University Hospital - UFMA with Opinion No. 1,302,489.

## RESULTS

The study included 2209 adolescents, with a prevalence of 18 years old (73.6%), female (51.6%), single (96.7%), self-declared brown (64%), and economic class A/B (51.6%). Data indicated that 42.8% of the adolescents reported having completed high school and 21.3% had a paid activity (Table I).

The prevalence of obesity among adolescents, according to BMI, was 4.1% in males and 4.7% in females ( $p$  value = 0.104) and, according to %BF, 10.3% in males and 40.4% in females ( $p$  value <0.001) (Table II).

The median WHtR (interquartile range) was 0.48 (0.45-0.52). In the comparison by gender, males had a lower WHtR median (0.47 vs 0.49;  $p$  value <0.001) (data not inserted into a table).

The area of the ROC curve between WHtR and obesity was 0.93 (95% CI 0.90-0.97) for males and 0.90 (95% CI 0.88-0.92) for females, showing statistically significant predictive ability to identify obese individuals (lower limit of the 95% CI (AUC) was > 0.50) (Figure I).

Table III describes the sensitivity and specificity values for the WHtR cut-offs. For females, WHtR of 0.50 was the cutoff showing the best balance between sensitivity (80.0%) and specificity (80.1%) to detect obesity. For males, 0.51 was found the most accurate cutoff (90.9% sensitivity and 83.8% specificity), and 0.50 also showed good sensitivity (92.7%) and specificity (76.4%). Female adolescents classified as obese (WHtR > 0.50) had significantly higher median values of inflammatory CRP and IL-6 markers ( $P$  <0.001), whereas for males, only CRP showed significance for the cutoffs 0.50 and 0.51 ( $p$  <0.001) (Table IV).

## DISCUSSION

In this study, the predictive capacity of WHtR in determining obesity in Brazilian adolescents was evaluated in relation to the percentage of body fat assessed by ADP and its association with inflammatory markers. For females, the WHtR cutoff at 0.50 showed the best balance between sensitivity and specificity and was associated with higher levels

of CRP and IL-6. For males, the cutoff at 0.51 showed the best balance, but the cutoff at 0.50 was also satisfactory, maintaining good sensitivity and specificity, and both were associated with higher levels of CRP only.

Positive aspects of this study include using ADP, which is considered a gold standard for detecting obesity, as well as being the first Brazilian study to use ADP to identify the cut-off values for WHtR to predict obesity in adolescents associated with inflammatory markers. In addition, waist circumference for calculating WHtR was obtained from Photonic Scanner (3DPS) uses photogrammetry, where cameras inside the equipment project light onto the individual's body. From the calculation of the distance between the projected light beams and the extremities of the body, a three-dimensional model of the body surface is formed. In studies with large samples, the great advantage of this technique is the average time to obtain the body image, which is much faster than traditional anthropometry. On the other hand, some limitations are the result of the fact that non-randomized sampling and inflammatory markers were carried out in only one subsample, although the sample size is considered valid for studies on this theme.

Adolescents classified as obese by BMI were 4.1% of males and 4.7% of females, which were lower than values described by the Brazilian literature with prevalence of around 8.4% in this age group [2]. The low prevalence of obesity in adolescents assessed by BMI may be related with the fact that São Luís is one of the state capitals with the lowest overall prevalence of overweight and obesity, according to the Surveillance of Risk and Protection Factors for Chronic Diseases by Telephone Survey (Vigitel), of the Ministry of Health [3].

Despite the low prevalence of obesity identified by BMI in these adolescents, percentage of body fat assessed by ADP showed higher values: 40.4% of girls and 10.3% of boys. This finding points to an increase in body fat, especially in females.

These data corroborate recent reports from a study carried out by Imperial College of London and the World Health Organization (WHO) on the increase in body fat in increasingly younger individuals. In the last four decades, the number of obese children and adolescents between 05 and 19 years of age has increased worldwide, from 11 million in 1975 to 124 million in 2016 [1].

This trend is worrying, since studies show that adolescents with obesity have greater chances of becoming obese adults and body composition in this phase predicts that of adult life. In addition, it is at the stage of transition between adolescence and early

adulthood that the disease manifests itself most often [26-28]. It is of note the difference in the prevalence of obesity between the methods used in this study, which may be due to the characteristics inherent to each of them. BMI is calculated from simple anthropometric measurements, even though it makes no difference between fat mass and lean mass [29]. Body fat percentage was determined by ADP, which is an accurate and reliable method of measuring body fat in adolescents, but it is costly and operationally complex for use in healthcare [12].

It is already clear that, besides the general obesity indicators, the central obesity indicators are important, including WHtR, which is useful for assessing the distribution of body fat and diagnosing high abdominal fat in adolescents [11]. Studies have demonstrated that WHtR is a good indicator for children' and adolescents' health in comparison with other anthropometric indicators, as it is based on the assumption that for a given height, there is an acceptable degree of fat stored in the upper portion of the body. Some studies point to this indicator as having a good correlation with visceral fat and cardiovascular diseases [11,15]. In this respect, it is pivotal to determine cutoff values for these age groups. In this study, WHtR showed a high predictive capacity to identify obese adolescents in both genders, since the area under the ROC curve was equal to or greater than 90% and the lower limit of the 95% CI was greater than 0.50 [25]. In addition, the cutoffs for WHtR at 0.50 for girls and 0.51 for boys were identified as having the best balance between sensitivity and specificity for detecting obesity.

These WHtR agree among the cutoff points found in literature. National and international studies [11,14, 30-33] indicate WHtR close to 0.50 as the cutoff point to predict high body fat and risk of developing cardiovascular diseases in individuals of both sexes and populations of different age groups. However, the authors assessed obesity using less accurate anthropometric parameters such as BMI and WC and only Lin et al. [30] and Lins et al. [14] investigated adolescents.

Lin et al. [30] investigated 55,563 adolescents and young adults in Taiwan. The cutoff points for the waist-to-height ratio to predict obesity were 0.48 for men and 0.45 for women, with the areas under the ROC curve below 80%. In Brazil, Lins et al. [14] assessed the relationship of the WHtR and metabolic changes in 37,815 adolescents aged 12 to 17 years and found the cutoff points 0.45 for girls and 0.44 for boys and the areas under the ROC curve of 0.74 and 0.70, respectively. It is worth noting that the studies above mentioned did not use more accurate methods to measure fat and showed regular area under the ROC curve (between 0.70 to 0.80), in addition to this, Lins et al. [14]

evaluated adolescents a little younger than those in the present study.

Although in this study the cutoff point at 0.51 for males is taken as the best balance between sensitivity and specificity, the cutoff at 0.50 was also considered adequate for detecting obesity and could be an option with sensitivity still higher (92.7%) and good specificity (76.4%). It is acknowledged that it would be practical for clinical application to use a single cutoff value for WHtR and 0.50 is already accepted for adults [11].

In addition to determining the cutoff points, we investigated the association of WHtR with cardiovascular risk. In general, research shows that this index is strongly associated with several cardiovascular risk factors and recommends its use in population studies in different age groups [34].

In the present study, high WHtR values were associated with CRP and IL-6 in females and only CRP in males. This finding is important to broaden the discussion about high levels of early inflammatory markers in obese adolescents and clarify this relationship. Notably, Brazilian and international studies that related WHtR to inflammatory markers were not found. CRP acts as a regulator of nitric oxide production in the endothelium and coordinates the production and secretion of various cytokines, increasing the pro-inflammatory activity of different adipokines. Elevated plasma CRP levels are considered the greatest independent predictors of coronary artery disease [35].

Other studies have also investigated the relationship between inflammatory markers and obesity [36,37]. The National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) in the United States evaluated 16,335 children between 1 and 17 years of age and found an increase in CRP in overweighted or obese children and adolescents, by BMI, occurring in early childhood and continuing into adolescence and peaking between the ages of 9 and 14 years [36].

In Brazil, only Bragança et al. [18] reported association between higher IL-6 and CRP concentrations with obesity classified by BMI in the same sample of adolescents of the present study. Similarly, Oliveira [37] studied 53 adolescent girls and found association between fat mass and body fat percentage assessed by dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) with CRP, but not with IL-6.

Mantovani et al. [38] evaluated inflammatory markers in 104 children and adolescents in Belo Horizonte and observed that plasma levels of Tumor Necrosis Factor Type 1 (sTNFR1) were significantly higher in the obese group. And all adipokines

differed significantly when lean subjects were compared to overweight and obesity individuals. Jaleel et al. (2013) [39] evaluated 90 individuals (60 control and 30 obese) aged between 5 and 18 years in Pakistan and found an increase in serum levels of TNF- $\alpha$  were significantly higher in obese subjects compared to the control group. A study carried out with 446 children and adolescents 6 to 12 years old, in three cities in Spain, found that C-reactive protein, IL-6, and TNF- $\alpha$  were increased in obese individuals, as well as in those with the highest WHtR o TNF- $\alpha$  foi associado ao WHtR, um indicador sensível de obesidade central [40].

The present study found high prevalence of obesity in adolescents, especially in females, according to the percentage of body fat measured by ADP. It also identified the cutoff points of WHtR at 0.50 for girls and 0.51 for boys as having the best balance between sensitivity and specificity to diagnose obesity. However, it also recognizes that the cutoff at 0.50 could be chosen for males, since a single standardized value can be applied for both sexes, which would facilitate its use in healthcare. This cutoff value is also adequate for males as it maintained satisfactory sensitivity and specificity. Finally, from these cutoff points an association was observed between obesity and higher levels of inflammatory markers IL-6 and CRP.

In view of the increase in the prevalence of obesity, especially in young individuals such as adolescents, and the concomitant increase in health complications related to it, this study contributed to the determination of the cutoff value for WHtR in adolescents. Because it is a simple, fast and low-cost anthropometric indicator, it will help to improve the diagnosis of obesity in healthcare and, because it is related to changes in inflammatory markers, it will help to prevent early cardiovascular outcomes.

## **ACKNOWLEDGMENTS**

The authors thank all the volunteers who contributed to the study. Financial support: This study was financed by Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001, by Brazilian National Council Scientific and Technological Development (CNPq), Research Support Foundatin of the State of Maranhão (FAPEMA) and also by Supporting Programs for Centers of Excellence (PRONEX).

## REFERENCES

- [1] WHO. Consideration of the evidence on childhood obesity for the Commission on Ending Childhood Obesity: report of the Ad hoc Working Group on Science and Evidence for Ending Childhood Obesity. Geneva: World Health Organization, 2016.
- [2] Bloch KV, Szklo M, Kuschnir MCC, Abreu GA, Barufaldi LA, Klein CH et al. The study of cardiovascular risk in adolescents - ERICA: rationale, design and sample characteristics of a national survey examining cardiovascular risk factor profile in Brazilian adolescents. *BMC Public Health*, 2015; 15 (1): 1-10. <https://doi.org/10.1590/1413-81232021267.08912021>.
- [3] Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças não Transmissíveis. Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2018. Brasília: Ministério da Saúde, 2019.
- [4] Souza, L.G.; Santos, Z.E.A.; Beghetto, M.G. et al. Impacto de uma estratégia de manejo do excesso de peso infanto-juvenil. *Sci Med.*, 2019; 29 (3):33486, 2019. <https://doi.org/10.15448/1980-6108.2019.3.3348>.
- [5] Balistreri CR, Caruso C, Candore G. The role of adipose tissue and adipokines in obesity-related inflammatory diseases. *Mediators Inflamm*. 2010. <https://doi.org/10.1155/2010/802078>.
- [6] Knazawam M, Yoshiike N, Osaka T, Numba Y, Zimmet P, Inoue S. Criteria and classification of obesity in Japan and Asia-Oceania. *Asia Pac J Clin Nutr* 2002; 11 (8): 732-8. <https://doi.org/10.1159/000088200>.
- [7] Carvalho MLM. Comparação do Percentual de Gordura Corporal em Jogadores de Futebol por Dobras Cutâneas e Bioimpedância Elétrica [Monografia Especialização]. Centro Universitário de Belo Horizonte, Belo Horizonte, 2005.
- [8] Ellis KJ. Human body composition: in vivo methods. *Phys Reviews* 2000; 80 (2): 649-80.
- [9] Pelegrini A, Silva DAS, Silva, JMFL, Grigollo L, Petroski EL. Indicadores antropométricos de obesidade na predição de gordura corporal elevada em adolescentes. *Rev Paul Pediatr* 2015; 33 (1): 56-62. <https://doi.org/10.1016/j.rpped.2014.06.007>
- [10] McCarthy HD, Ashwell M. A study of central fatness using waist-to-height ratios in UK children and adolescents over two decades supports the simple message-keep your waist circumference to less than half your height. *Int J Obes (Lond)* 2006; 30: 988-92. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803226>.
- [11] Pitanga FJG, Lessa I. Razão cintura-estatura como discriminador do risco coronariano de adultos. *Rev Assoc Med Bras* 2006; 52: 157-61. <https://doi.org/10.1590/S0104-42302006000300016>.
- [12] Silva DA, Petroski EL, Peres MA. Accuracy and measures of association of anthropometric indexes of obesity to identify the presence of hypertension in adults: a population-based study in Southern Brazil. *Eur J Nutr* 2013; 52 (1): 237-46. <https://doi.org/10.1007/s00394-012-0314-8>.

- [13] Magalhães EIS, Sant'Ana LFR, Priore SE, Franceschini SDCC. Perímetro da cintura, relação cintura/estatura e perímetro do pescoço como parâmetros na avaliação da obesidade central em crianças. *Rev Paul Pediatr.* 2014; 32(3): 273-81. <https://doi.org/10.1590/0103-0582201432320>.
- [14] Lins PRM. Análise e utilização do indicador antropométrico razão cintura estatura na avaliação do risco metabólico em adolescentes brasileiros [Tese de doutorado]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2019.
- [15] Haun DR, Pitanga FJG. Razão cintura-estatura comparado a outros indicadores antropométricos de obesidade como preditor de risco coronariano elevado. *Rev Assoc Med Bras* 2009; 55(6): 705-11. <https://doi.org/10.1590/S0104-42302009000600015>.
- [16] Mello MT, Dâmaso AR, Antunes HKM, Siqueira KO, Castro ML, Bertolino SV. Avaliação da composição corporal em adolescentes obesos: o uso de dois diferentes métodos. *Rev Bras Med Esporte* 2005; 11(5): 267-70. <https://doi.org/10.1590/S0103-05822009000300013>.
- [17] Silva AA, Coimbra LC, Silva RAD, Alves MTSDB, Lamy Filho F, Lamy ZC. Perinatal health and mother-child health care in the municipality of Sao Luis, Maranhao State, Brazil. *Cad Saude Publica* 2001; 17 (6): 1413-23. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2001000600025>.
- [18] Bragança, MLBM, De Oliveira, BR, Fonseca, JM, Batalha, MA, Boguea, EG, Coelho, CCNSC, Kac, G, Da Silva, AAM. Avaliação do perfil de biomarcadores sanguíneos em adolescentes classificados pelo índice de massa corporal e percentual de gordura corporal. *Saúde Pública* 2020; 36(6):e00084719. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00084719>.
- [19] Harris PA, Taylor R, Thielke R, Payne J, Gonzalez N, Conde JG. Research electronic data capture (REDCap): a metadata-driven methodology and workflow process for providing translational research informatics support. *J Biomed Inform* 2009; 42:377-81.
- [20] Critério de Classificação Econômica Brasil/2009. ABEP: ABEP Assoc Bras Empres Pesqui n.d. <http://www.abep.org> (accessed April 20, 2019).
- [21] BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à saúde. Departamento de Atenção Básica. Orientações para a coleta e análise de dados antropométricos em serviços de saúde: norma técnica do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional – SISVAN. Brasília: Ministério da Saúde, 2011.
- [22] Williams DP, Going SB, Lohman TG, Harsha DW, Srinivasan SR, Webber LS, et al. Body Fatness and Risk for Elevated Blood-Pressure, Total Cholesterol, and Serum-Lipoprotein Ratios in Children and Adolescents. *Am J Public Health* 1992; 82: 358–63.
- [23] Martinez EZ, Louzã-Neto F, Pereira BB. A curva ROC para Testes Diagnósticos. *Cad Saúde Colet (Rio de J)* 2003; 11: 7-31.
- [24] Swets JA. Measuring the Accuracy of Diagnostic Systems. *Science, New Series* 1988; 240 (4857): 1285–1293.
- [25] Hanley JA, McNeil BJ. The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiology* 1982;143(1): 29-36. <https://doi.org/10.1148/radiology.143.1.7063747>
- [26] Loomba-Albrecht LA, Styne D. Effect of puberty on body composition. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes* 2009; 16 (1): 7-15. <https://doi.org/10.1097/med.0b013e328320d54c>.

- [27] Yannakoulia M, Panagiotakos D, Pitsavos C, Lentzas Y, Chrysohooou C, Skoumas I, et al. Five-Year Incidence of Obesity and Its Determinants: The ATTICA Study. *Pub Heal Nutr*. 2009; 12 (1): 36-43. <https://doi.org/10.1017/S1368980008001900>.
- [28] Gooldhaber-Fiebert JD, Rubinfeld RE, Bhattacharya J, Robinson TN, Wise PH. The utility of childhood and adolescent obesity assessment in relation to adult health. *Med Decis Making* 2013; 33 (2):163-75. <https://doi.org/10.1177/0272989X12447240>.
- [29] Grecco MSM. Validação de Índice de Massa Corporal (IMC) ajustado pela massa gorda obtido por impedância bioelétrica [Tese de doutorado]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo; 2012. [acesso 2020 Agosto 22]. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/17/17138/tde-13072012-143709/pt-br.php>.
- [30] Lin WY, Lee LT, Chen CY, Lo H, Hsia HH, Liu IL et al. Optimal cut-off values for obesity: using simple anthropometric indices to predict cardiovascular risk factors in Taiwan. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2002; 26 (9): 1232-38. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0802040>.
- [31] 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* 2003; 27: 610–16. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0802259>.
- [32] Yhoo EG. Waist-to-height ratio as a screening tool for obesity and cardiometabolic risk. *Korean J Pediatric* 2016; 59 (11): 425-31. <https://doi.org/10.3345/kjp.2016.59.11.425>.
- [33] Li C, Ford ES, Mokdad AH, Cook S. Recent trends in waist circumference and waist-height ratio among US children and adolescents. *Pediatric* 2006;118:e1390-8. <https://doi.org/10.1542/peds.2006-1062>.
- [34] Pitanga FJG. Antropometria na avaliação da obesidade abdominal e risco coronariano. *Rev Bras Cine- antropom Desempenho Hum*. 2011;13(3):238-41. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2011v13n3p238>.
- [35] Lemieux I, Pascot A, Prud'home D, Alméras N, Bogaty P, Nadeau A, et al. Elevated C-reactive protein: another component of the atherothrombotic profile of abdominal obesity. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2001; 21 (6): 961-7. <https://doi.org/10.1161/01.atv.21.6.961>.
- [36] Cook S, Weitzman M, Auinger P, Nguyen M, William H, Dietz WH et al. Prevalence of a Metabolic Syndrome Phenotype in Adolescents Findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2003; 157 (8):821-7. <https://doi.org/10.1001/archpedi.157.8.821>.
- [37] Oliveira PRC, Associação entre adiposidade, parâmetros metabólicos e marcadores inflamatórios em adolescentes do sexo feminino. [Dissertação de mestrado]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2014. [acesso 2020 Agosto 22]. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br>.
- [38] Mantovani RM, Rocha NP, Magalhães DM, Barbosa IG, Teixeira AL, Simões e Silva AC. Early changes in adipokines from overweight to obesity in children and adolescents. *J Pediatr (R J)*. 2016; 92(6):624-630. <https://doi.org/10.1016/j.jped.2016.02.015>.

- [39] Jaleel A, Aheed B, Jaleel S, et al. Association of adipokines with obesity in children and adolescents. *Biomark Med.* 2013;7(5):731-735.  
<https://doi.org/10.2217/bmm.13.41>.
- [40] Olza J, Aguilera CM, Gil-Campos M, et al. Waist-to-height ratio, inflammation and CVD risk in obese children. *Public Health Nutr.* 2014;17(10):2378-85.  
<https://doi.org/10.1017/S1368980013003285>.

## TABLES

**Table I.** Socioeconomic and demographic characteristics of adolescents from the RPS birth cohort (Third stage), São Luís, Maranhão, Brazil, 2016.

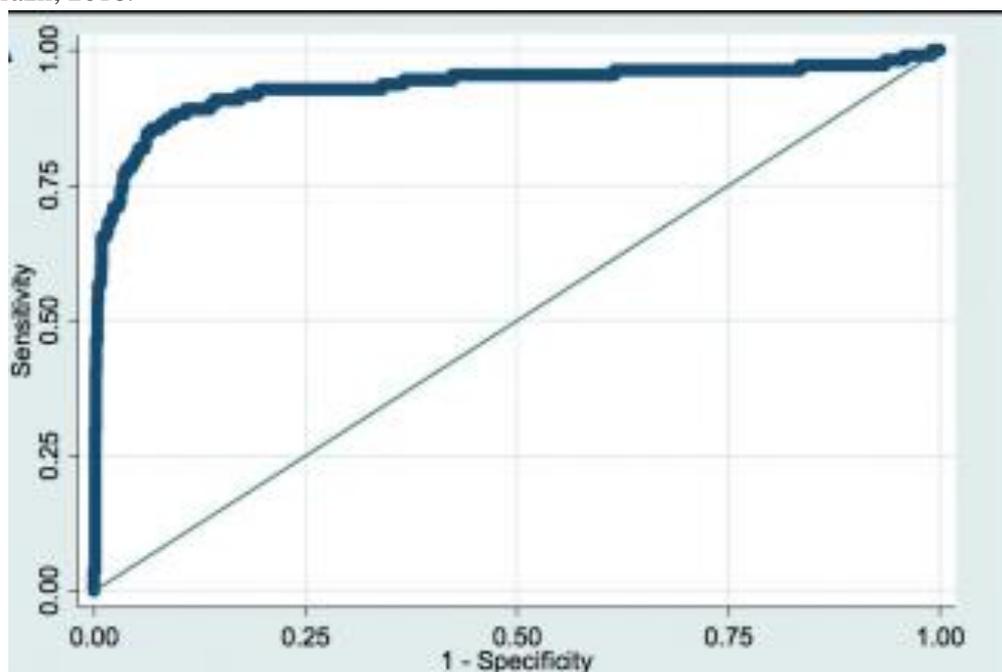
<b>Variables</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Sexo</b>		
Male	1070	48,4
Female	1139	51,6
<b>Age</b>		
18 years	1629	73,7
19 years	580	26,3
<b>Marital Status</b>		
Not married	2136	96,7
Stable union	72	3,2
Widower	1	0,1
<b>Color</b>		
White	421	19,2
Black	368	16,7
Brown/mulatto/cabocla/ brunette yellow/oriental	1406	64,0
	2	0,1
<b>Mother's education in years</b>		
Fundamental	9	0,6
Complete High School	642	42,8
High School technical course	8	0,5
Technical or vocational course	120	8,0
Higher education in progressive Pre-university course	559	37,2
	112	7,5
Adult Education	51	3,4
<b>Economic classic*</b>		
A/B	1138	51,6
C	832	37,6
<b>Total</b>	<b>2,209</b>	<b>100</b>

**Table II.** Nutritional status of adolescents from the RPS birth cohort (Third phase), São Luís, Maranhão, Brazil, 2016.

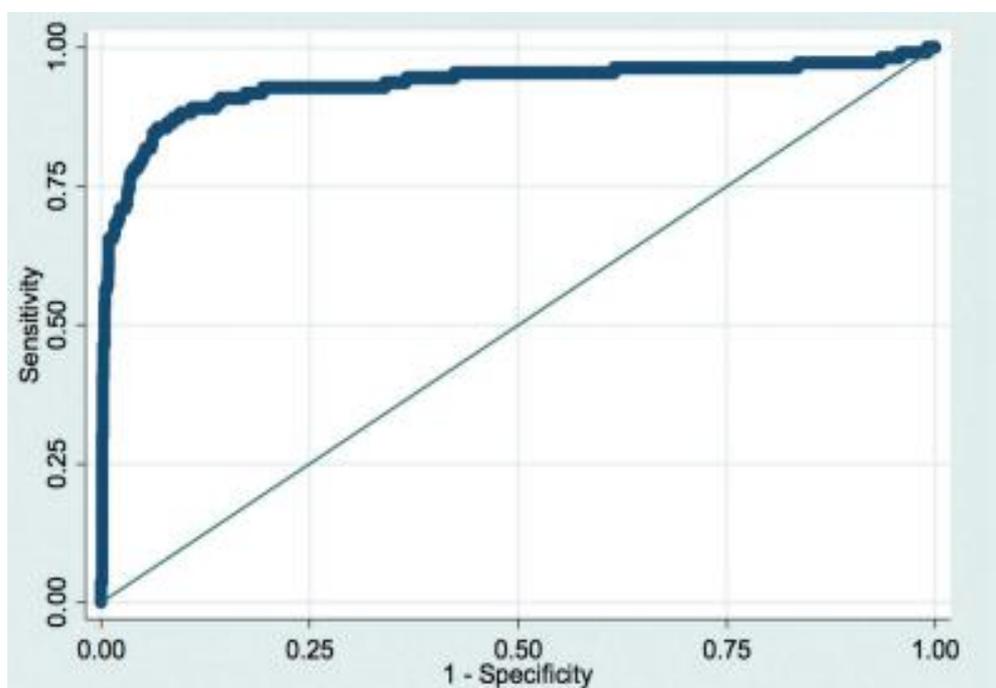
<b>Variables</b>	<b>Total n (%)</b>	<b>Men n (%)</b>	<b>Women n (%)</b>	<b>p value</b>
<b>BMI</b>				<i>&lt;0,104</i>
Low	86 (3,9)	43 (4,0)	43 (3,8)	
Eutrophy	1699 (77,0)	845 (79,0)	854 (75,1)	
Overweight	324 (14,7)	138 (13,0)	186 (16,4)	
Obesity	98 (4,4)	44(4,1)	54 (4,7)	
<b>%BF, by ADP</b>				<i>&lt; 0,001</i>
Not obese	1639 (74,2)	960 (89,7)	679 (59,6)	
Obese	570 (25,8)	110 (10,3)	460 (40,4)	

IMC: BMI: Body Mass Index. %BF: percentage of body fat. ADP: Air Displacement Plethysmography.

Figure I. Area under the ROC curve and 95% CI between WHtR and obesity in adolescents of both sexes from the RPS (Third Phase) birth cohort, São Luís, Maranhão, Brazil, 2016.



A. Male - Area under the ROC curve 0.93 and 95%CI 0.90-0.97;



B. Female - Area under the ROC Curve 0.90 and 95%CI 0.88-0.92.

**Table III.** Sensitivity and specificity of the WHtR cutoff points in relation to the measure of high body adiposity obtained by ADP, of adolescents from the RPS birth cohort (Third phase), São Luís, Maranhão, Brasil, 2016.

<b>Variables</b>	<b>Sensitivity</b>	<b>Specificity</b>
<b>Men – RCEst</b>		
0,50 <sup>#</sup>	92,7	76,4
0,51*	90,9	83,8
0,52	89,1	87,7
<b>Women – RCEst</b>		
0,49	87,8	73,6
0,50* <sup>#</sup>	80,0	80,1
0,51	70,4	87,0

\*\*Optimal cutoff point. #Adults reference cutoff point. ADP: Air Displacement Plethysmography. RCEst: Waist to height ratio.

**Table IV.** Association between serum levels of inflammatory markers and WHtR in adolescents from the RPS (Third Phase) birth cohort, São Luís, Maranhão, Brasil, 2016.

Variables	PCR (ng/mL)		IL-6 (pg/mL)		TNFa (pg/mL)	
	Median	(P25-P75)	Median	(P25-P75)	Median	(P25-P75)
<i>Male</i>						
RCEst $\leq$ 0.50	0,07	(0,02-0,14)	1,34	(0,87-2,75)	5,85	(4,11-9,20)
RCEst $>$ 0.50	0,15	(0,07-0,38)	1,65	(1,05-3,47)	6,15	(4,33-8,11)
p-value	< 0,001		0,146		0,731	
RCEst $\leq$ 0.51	0,07	(0,02-0,15)	1,34	(0,87-8,97)	6,00	(4,22-8,97)
RCEst $>$ 0.51	0,15	(0,07-0,43)	1,65	(1,18-3,47)	6,15	(4,33-8,11)
p-value	< 0,001		0,086		0,702	
<i>Female</i>						
RCEst $\leq$ 0.50	0,05	(0,02-0,13)	1,65	(1,28-2,45)	4,67	(3,28-6,55)
RCEst $>$ 0.50	0,10	(0,06-0,23)	2,45	(1,28-4,33)	4,91	(3,72-7,72)
p-valor	< 0,001		0,038		0,253	

RCEst: Waist to height ratio; PCR: C-Reactive Protein; IL-6: Interleukin 6; TNFa: Tumor necrosis factor alpha.

## 5.2 Artigo 2

**PONTOS DE CORTE DA CIRCUNFERÊNCIA DO PESCOÇO E DA RELAÇÃO  
CINTURA ESTATURA COMO PREDITORES DA OBESIDADE E RISCO  
CARDIOVASCULAR EM ADOLESCENTES**

Artigo aceito na Revista de Saúde Pública em 25 de Abril de 2022.

Fator de impacto JCR 2,016 e Qualis A2

**MANUSCRITO****MAN 4349****Rev Saude Publica.****Tipo: Artigo Original****Título resumido: CP, RCEst, obesidade e risco cardiovascular****Autores refs:** Carvalho WRC et al.

Pontos de corte da circunferência do pescoço e da relação cintura estatura como preditores da obesidade e risco cardiovascular em adolescentes

Cutoff points for neck circumference and waist-to-height ratio as predictors of obesity and cardiovascular risk in adolescents

Título resumido: CP, RCEst, obesidade e risco cardiovascular

Wyllyane Rayana Chaves Carvalho<sup>1</sup>, Ana Karina Teixeira da Cunha França<sup>1</sup>, Alcione Miranda dos Santos<sup>1</sup>, Luana Lopes Padilha<sup>1</sup>, Eduarda Gomes Boga<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal do Maranhão.

**Financiamento:** Este estudo foi apoiado pelo Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq). Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA). Centro de Formação Profissional de Nível Superior (CAPES – Finance code 001). Departamento de Ciência e Tecnologia da Ministério da Saúde (DCIT).

Autor correspondente:

Wyllyane Rayana Chaves Carvalho

Endereço: Rua Barão de Itapary, nº155, Centro. CEP: 65020-070.

Tel: (98) 33729674

Cel: (98) 991185090

e-mail: wyllyane\_rayana@hotmail.com

**Recebido: 5 nov 2021**

**Aprovado: 25 abr 2022**

**Como citar:** Carvalho WRC, França AKTC, Dos Santos AM, Padilha LL, Boga EG. Pontos de corte da circunferência do pescoço e da relação cintura-estatura como preditores da obesidade e risco cardiovascular em adolescentes. Rev Saude Publica. 2023;57:xx. <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2023057004349>

**OBJETIVO:** Determinar os pontos de corte da circunferência do pescoço (CP) e da relação cintura-estatura (RCEst) para a predição da obesidade e do risco cardiovascular em adolescentes. **MÉTODOS:** Estudo transversal desenvolvido com uma subamostra de 648 adolescentes de 18 e 19 anos de idade pertencentes à terceira fase da coorte “RPS” (Ribeirão Preto, Pelotas e São Luís) realizada em 2016. Identificou-se a área sob a curva ROC (AUC) para avaliar a capacidade preditiva da CP e RCE em relação ao percentual de gordura corporal (%GC), obtido pela pletismografia por deslocamento de ar (PDA), e do risco cardiovascular estimado pelo Phenobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth (PDAY). **RESULTADOS:** A prevalência de obesidade pelo %GC foi de 7,6% no sexo masculino e 39,4% no sexo feminino (p-valor < 0,001) e o alto risco para PDAY foi de 13,8% e 10,9%, respectivamente. Para a CP, o ponto de corte identificado para o sexo masculino foi de 44,0 cm e as AUC foram de 0,70 (IC95% 0,58-0,83) para predição de obesidade e de 0,71 (IC95% 0,62-0,80) para predição do alto risco cardiovascular; e para o sexo feminino foi de 40 cm e as AUC foram de 0,75 (IC95% 0,69-0,80) e de 0,63 (IC95% 0,53-0,73), respectivamente. Para a RCEst, o ponto de corte identificado foi de 0,50 para ambos os sexos e as AUC para a predição da obesidade e do alto risco segundo o PDAY foram de 0,90 (IC95% 0,80-0,99) e 0,73 (IC95% 0,63-0,82), respectivamente, para o sexo masculino; e de 0,87 (IC95% 0,83-0,90) e 0,55 (IC95% 0,45-0,65), respectivamente, para o sexo feminino. **CONCLUSÃO:** RCEst e CP como bons discriminadores para avaliar a obesidade e risco cardiovascular em adolescentes, especialmente no sexo masculino.

**DESCRITORES:** Adolescente. Razão Cintura-Estatura. Pescoço. Antropometria. Fatores de Risco de Doenças Cardíacas. Obesidade.

**DESCRIPTORS:** Adolescent. Waist-Height Ratio. Neck. Anthropometry. Heart Disease Risk Factors. Obesity.

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o excesso de peso e a obesidade têm apresentado um crescimento substancial, sendo considerados desfechos preocupantes para a saúde pública em todo o mundo<sup>1</sup>. Destaca-se que os períodos mais críticos para o desenvolvimento do excedente de gordura corporal ocorrem na primeira infância e adolescência, entretanto, é na adolescência que um maior acúmulo de gordura tende a permanecer na fase adulta<sup>2</sup>.

É consenso na literatura que a obesidade, sobretudo a central, predispõe os indivíduos a doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), o que pode ser explicado por relacionar-se a condições metabólicas específicas que favorecem a ocorrência de dislipidemias, hipertensão arterial, resistência à insulina e diabetes<sup>3,4</sup>.

A incidência dessas doenças tornou-se uma epidemia mundial<sup>5</sup>. Diante deste desafio, a Organização Mundial da Saúde (OMS) destaca como meta global para 2025 que se reduza a mortalidade prematura por DCNT em 25% e, para isto, um dos eixos estabelecidos é deter o aumento da prevalência de obesidade<sup>6</sup>. Nessa perspectiva, é importante a realização do diagnóstico da obesidade a partir da utilização de instrumentos simples e precisos para avaliação do excesso de gordura corporal.

Indicadores antropométricos são propostos para determinar a associação entre obesidade e risco cardiovascular em diversos estudos. A maior parte utilizou indicadores e métodos tradicionais, entre eles Índice de Massa Corporal (IMC) e Circunferência da Cintura (CC), a fim de comparar o desempenho desses indicadores na detecção de gordura corporal geral e do risco cardiovascular<sup>7-9</sup>.

Recentemente, outros indicadores começaram a ser estudados, entre eles a relação cintura estatura (RCEst) e circunferência do pescoço (CP)<sup>9</sup>.

A RCEst é considerada uma importante ferramenta para identificação da gordura corporal e risco de doenças cardiovasculares<sup>5,13,14</sup>, e tem ganhado destaque em estudos populacionais em diferentes faixas etárias<sup>10,11</sup>. Além disso, quando comparado a outros indicadores, sugere-se como vantagem a determinação de um único valor de ponto de corte da RCEst como um bom indicador antropométrico em saúde pública<sup>12</sup>. Em estudos nacionais e internacionais, observa-se uma pequena variação de pontos de corte da RCEst com objetivos de prever a obesidade e risco cardiovascular em crianças, adolescentes e adultos, embora os valores determinados sejam próximos ou iguais a 0,50<sup>9,14-17</sup>.

No que se refere à CP, destaca-se que a gordura acumulada no pescoço é essencialmente subcutânea<sup>7</sup>, o que justificaria sua correlação com risco cardiovascular e resistência à insulina<sup>18</sup>, pois há uma maior atividade lipolítica desse compartimento de gordura, especialmente em indivíduos obesos<sup>19</sup>. Apesar de novo, este indicador apresenta como vantagens: ter um bom desempenho em determinar obesidade na infância e adolescência; ser aferido de maneira rápida e simples<sup>7</sup>; e não ser influenciada pela distensão abdominal pós-prandial ou por movimentos respiratórios<sup>20</sup>. No entanto, poucos são os estudos que avaliaram sua capacidade preditiva para obesidade e risco cardiovascular, especialmente em adolescentes.

Considerando a importância de identificar a capacidade preditiva de indicadores antropométricos simples, a partir de métodos considerados padrão-ouro, para a identificação de obesidade e risco cardiovascular na assistência à saúde, este estudo teve como objetivo determinar os pontos de corte da CP e da RCEst, a partir da pletismografia por deslocamento de ar (PDA), para a predição da obesidade e do risco cardiovascular em adolescentes.

## **MÉTODOS**

### **Delineamento e amostra do estudo**

Estudo transversal realizado com dados do Consórcio de Coortes de Nascimento RPS realizado por três cidades brasileiras (Ribeirão Preto, Pelotas e São Luís) e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário – UFMA (Parecer N° 1.302.489).

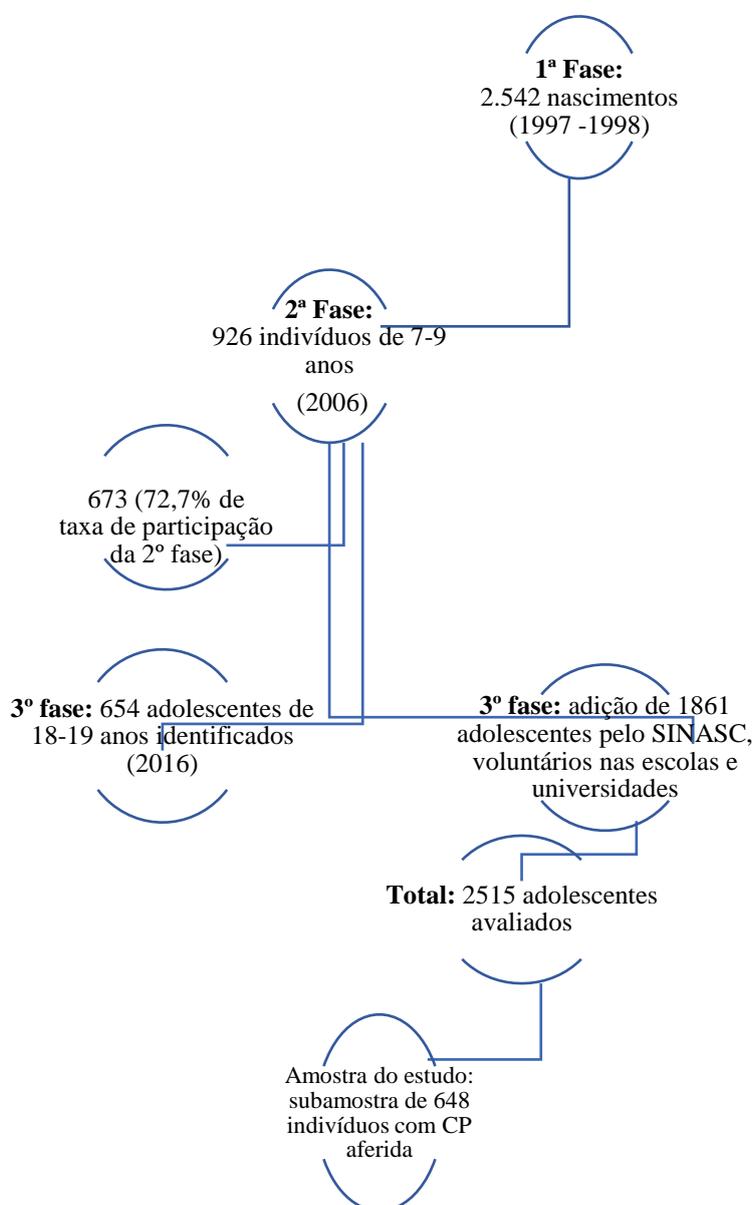
Os participantes da coorte da cidade de São Luís foram avaliados em três fases da vida: 1ª fase – nascimento; 2ª fase – infância (7 a 9 anos) e 3ª fase – adolescência (18 e 19 anos). A metodologia detalhada encontra-se no estudo de Bragança et al<sup>21</sup>. Para este trabalho utilizaram-se dados apenas da 3ª fase.

A 3ª fase da coorte foi realizada em 2016, com os indivíduos entre 18 e 19 anos de idade, e objetivou avaliar os desfechos nutricionais, doenças crônicas, saúde mental e capital humano. Nesta fase foram avaliados 2.515 adolescentes, sendo 654 pertencentes da fase do nascimento (1ª fase) e 1861 adolescentes nascidos em São Luís, MA, em 1997 que foram incluídos com objetivo de aumentar o poder da amostra e prever perdas futuras à coorte. Estes adolescentes incorporados na 3ª fase foram incluídos a partir da seleção nas quatro Juntas de Alistamento Militar na ilha de São Luís (MA); nas escolas de ensino

médio com base em dados do censo escolar de 2014; e nas universidades. Ressalta-se que esses adolescentes foram submetidos aos mesmos testes e instrumentos aplicados aos adolescentes da fase de nascimento. Também foi aplicado um questionário às mães para coletar dados perinatais.

Destes 2.515 adolescentes avaliados na 3ª fase, foram incluídos neste estudo somente aqueles que tiveram dados da CP, CC e (%GC) aferidos. Após a aplicação destes critérios, 648 adolescentes foram elegíveis para compor a amostra final. A Figura 1 ilustra o plano amostral do estudo.

**Figura 1.** Fluxograma da amostra em estudo.



## Coleta e Análise de Dados

Os dados foram obtidos por uma equipe treinada, por meio da aplicação de questionários e utilização de equipamentos, e registrados no programa *Research Electronic Data Capture* (Redcap®)<sup>22</sup>.

Utilizaram-se os seguintes dados socioeconômicos e demográficos: sexo (masculino e feminino); idade (18 e 19 anos); classe socioeconômica, segundo Classificação Econômica no Brasil (CEB) (A/B, C e D/E); se estuda atualmente (sim e não); se trabalha atualmente (sim e não); cor da pele autodeclarada (preta, parda e branca); escolaridade (ensino fundamental, ensino médio, curso técnico nível médio, curso técnico profissionalizante, superior em andamento, curso pré-vestibular, EJA/PEJA); e hábito de fumar (sim e não).

Os dados antropométricos de interesse foram peso corporal, estatura, CC e CP. Para aferição do peso (em kg) utilizou-se a balança do próprio PDA, na qual os adolescentes foram posicionados em pé, no centro do equipamento, descalços, usando roupas de lycra justa ao corpo, sendo “top” para as mulheres e bermuda curta para ambos os sexos.

A altura (cm) foi mensurada através do estadiômetro da marca Altuxata®, com os adolescentes descalços e em pé no centro do equipamento, com mãos ao longo do corpo, postura ereta, face voltada para frente, no Plano de Frankfurt, e observando um ponto fixo. A CP e CC (em cm) foram obtidas a partir da imagem tridimensional do corpo por meio do aparelho *3-Dimensional Photonic Scanner (3DPS)*-([TC] Labs, Cary, Estados Unidos). A relação cintura-estatura foi calculada por meio da razão entre CC e estatura.

Para avaliar a adequação do peso para a estatura foi utilizado o IMC. Este foi obtido por meio da razão entre peso corporal (kg) e estatura (m<sup>2</sup>), classificado em escore-Z, de acordo com sexo e idade. Foram utilizados os critérios: baixo peso (< Escores-Z - 2); eutrofia ( $\geq$  Escores-Z -2 e < Escores-Z +1); sobrepeso ( $\geq$  Escore-Z +1 e < Escore-Z +2) e obesidade ( $\geq$  Escore-Z +2)<sup>23</sup>. Para a avaliação da gordura abdominal foi utilizada a CP e RCEst.

Para a verificação da adiposidade corporal foi utilizada a técnica da PDA, por meio do aparelho Bod Pod® Gold Standard da marca Cosmed (Roma, Itália). No momento do teste, os adolescentes estavam com as mesmas vestimentas utilizadas na

aferição das medidas antropométricas e foi fornecida uma touca para comprimir os cabelos durante a PDA. O pletismógrafo era calibrado diariamente com um volume conhecido de 50 litros. Com base no volume corporal mensurado e da massa corporal, o aparelho calculava a densidade corporal, que foi utilizada na equação de Siri para determinar a massa de gordura dos adolescentes<sup>24</sup>. O percentual de gordura corporal dos adolescentes foi classificado em obeso ( $\geq 25\%$  para homens e  $\geq 30\%$  para mulheres) e não obeso ( $< 25\%$  para homens e  $< 30\%$  para mulheres) por Williams et al<sup>25</sup>.

A pressão arterial foi verificada pelo método oscilométrico com aparelho digital Omron® modelo HEM-7221NT. Foram utilizados manguitos de tamanho apropriado à circunferência dos braços e considerada a média das três medidas de pressão arterial sistólica e diastólica aferidas, após um minuto de descanso, na posição sentada, com o braço dominante apoiado em suporte de modo que a artéria radial ficasse no mesmo nível do coração.

Os marcadores bioquímicos utilizados foram glicemia pós-prandial, colesterol total, HDL e LDL, mensurados a partir da análise do sangue dos indivíduos. Realizou-se a separação do soro e armazenamento em *eppendorf* a  $-80^{\circ}\text{C}$  até o momento da análise. No momento da coleta de sangue os adolescentes não estavam em jejum e não foram questionados sobre o horário de sua última refeição realizada. As amostras foram analisadas no laboratório da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Maranhão (UFM), por meio do Milliplex MAP Human Cytokine Kit, fabricado pela Merck (Darmestádio, Alemanha).

O risco cardiovascular foi avaliado por meio do *Pathobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth* (PDAY), que é um algoritmo de risco global com múltiplos fatores de risco cardiovascular, e apresenta como vantagem estimar a probabilidade de lesões ateroscleróticas precoces em adolescentes e adultos jovens<sup>26</sup>. Este foi desenvolvido com base no Framingham Risk Score (FRS) e estabelece como premissa que fatores de risco para DCV estão associados, décadas antes do desfecho cardiovascular, com as fases inicial e avançada das lesões ateroscleróticas durante a adolescência e início da vida adulta.

A estratificação do risco pelo PDAY é obtida pela soma dos valores atribuídos a fatores modificáveis como colesterol não HDL, colesterol HDL, tabagismo, pressão arterial, IMC, glicemia de jejum (GJ) e hemoglobina glicosilada HBA1c, bem como

fatores demográficos (idade, sexo). Se o resultado do somatório obtido for superior a zero estima-se probabilidade para lesões ateroscleróticas; portanto, risco cardiovascular<sup>27,28</sup>.

Assim, considerando estas estratificações, o PDAY foi obtido neste estudo a partir das variáveis e suas respectivas pontuações: idade (em anos, de 10-19 = 0; 20-24 = 5; 25-29 = 10; 30-34 = 15 pontos), sexo (masculino = 0; feminino = -1 ponto), colesterol não HDL (em mg/dL, < 130 = 0; 130-159 = 2; 160-189 = 4; 190-219 = 6;  $\geq 220$  = 8 pontos), HDL (em mg/dL, < 40 = 1; 40-59 = 0;  $\geq 60$  = -1 ponto), tabagismo (não = 0; sim = 1 ponto), pressão arterial (normal = 0; elevada = 4), obesidade (avaliada pelo IMC, não obeso = 0 e obeso = 6 para o sexo masculino; não obeso e obeso = 0 para o sexo feminino) e hiperglicemia (glicose pós prandial < 140mg/dL = 0 e glicose em jejum  $\geq 140$ mg/dL = 5 pontos). A partir do somatório das pontuações de cada variável, o risco cardiovascular foi classificado em baixo (pontuação = 0), intermediário (pontuação  $\geq 1$  e  $\leq 4$ ) e alto (pontuação  $\geq 5$  pontos).

### **Análise Estatística**

As variáveis sociodemográficas, nutricionais e de risco cardiovascular foram descritas por meio de frequências absolutas e relativas. Apenas a variável idade foi descrita por meio de média e desvio padrão. Para verificação da normalidade da variável idade foi calculado o coeficiente de assimetria, de curtose e o teste Shapiro-Wilk.

Utilizou-se a curva ROC (*receiver-operator curve*) para analisar a validade preditiva da CP e RCEst em discriminar os adolescentes obesos, em relação ao %GC obtido pela PDA, e com alto risco cardiovascular, em relação ao PDAY. Foram determinadas as áreas sob a curva (AUC) ROC e os intervalos de confiança, e identificados os valores da CP e RCEst com melhor equilíbrio entre sensibilidade e especificidade.

A curva ROC é um método gráfico para avaliação, organização e seleção de sistemas de diagnóstico e/ou predição. A AUC descreve a probabilidade de identificar corretamente indivíduos que são verdadeiro-positivos e aqueles que não são. Estes valores apresentam significância estatística quando o limite inferior do IC95% for superior a 0,50. São considerados valores da área sob a curva ROC excelentes quando entre 0,90–1,00; bons, entre 0,80–0,90; razoáveis, entre 0,70–0,80; e pobres, entre 0,60–0,70<sup>29</sup>.

Os dados foram exportados do sistema REDCap para análise no programa STATA® (versão 14.0). Foram adotados nível de significância de 5% e intervalo de

confiança de 95% (IC95%).

## RESULTADOS

Foram avaliados 648 adolescentes: a média de idade foi de  $18,5 \pm 0,5$  anos e a maioria era do sexo feminino (54,4%), solteiros (98,0%), autodeclarados pardos (61,4%) e pertencentes à classe C (43,7%). 35,2% referiram cursar o pré-vestibular ou estar cursando ensino superior (Tabela 1).

Notou-se obesidade, segundo o diagnóstico do IMC, apenas no sexo masculino: 3,8%. Por meio da PDA, observou-se prevalência de obesidade de 7,6% no sexo masculino e 39,4% no sexo feminino ( $p$ -valor  $< 0,001$ ). A prevalência de adolescentes com alto risco cardiovascular, avaliado pelo PDAY, foi maior no sexo masculino (13,8% *versus* 10,9%;  $p < 0,001$ ) (Tabela 2).

A AUC-ROC da CP e RCEst para a predição da obesidade são apresentadas na Figura 1 e Tabela 3. Para o sexo masculino, a AUC da CP foi de 0,70 (IC95% 0,58–0,83) e da RCEst, 0,90 (IC95% 0,80–0,99), enquanto para o sexo feminino a AUC da CP foi 0,75 (IC95% 0,69–0,80) e da RCEst, 0,87 (IC95% 0,83–0,90). Os indicadores antropométricos avaliados apresentaram capacidade preditiva estatisticamente significativa para identificar indivíduos obesos em ambos os sexos.

Na Figura 2 e Tabela 3 são apresentadas a AUC-ROC da CP e RCEst para a predição do alto risco cardiovascular. Para o sexo masculino, a AUC da CP foi de 0,71 (IC95% 0,62–0,80) e da RCEst, 0,73 (IC95% 0,63–0,82), enquanto para o sexo feminino a AUC da CP foi de 0,63 (IC95% 0,53–0,73) e da RCEst, 0,55 (IC95% 0,45–0,65).

Apenas a RCEst não apresentou capacidade preditiva estatisticamente significativa para identificar as adolescentes com alto risco cardiovascular.

Para a predição da obesidade e do alto risco cardiovascular foram identificados os pontos de corte da CP de 40,0 cm para o sexo feminino (sensibilidade e especificidade de 64,7% e 72,2% para obesidade, respectivamente; e 61,8% e 59,2%, para o risco cardiovascular, respectivamente) e 44,0 cm para o sexo masculino (68,2% de sensibilidade e 65,9% de especificidade para a obesidade; e 63,2% de sensibilidade e 63,8% de especificidade para o risco cardiovascular). Para a RCEst, foi identificado o ponto de corte de 0,50 em ambos os sexos tanto para prever a obesidade (sensibilidade = 90,9% e 78,7%; especificidade = 75,3% e 79,4%, para o sexo masculino

e feminino, respectivamente) quanto o alto risco cardiovascular (sensibilidade = 63,2% e 50,0%; especificidade = 72,5% e 55,9%, para o sexo masculino e feminino, respectivamente) (Tabela 3).

## DISCUSSÃO

Neste estudo, avaliou-se a capacidade preditiva da CP e RCEst no diagnóstico da obesidade em adolescentes brasileiros, utilizando o %GC obtido pela PDA, bem como na predição do risco cardiovascular por meio do PDAY. Os pontos de corte definidos para a CP foram 44,0 cm e 40,0 cm para os sexos masculino e feminino, respectivamente, e para a RCEst 0,50 em ambos os sexos.

O principal resultado observado foi a possibilidade de detecção da obesidade, em adolescentes de ambos os sexos, por meio da relação cintura-estatura e da circunferência do pescoço. A RCEst, especialmente, teve bom desempenho quando comparada à CP, que apresentou desempenho razoável. Além disso, para a predição do risco cardiovascular precoce, os dois índices apresentaram uma capacidade razoável para o sexo masculino, enquanto ambos apresentaram capacidades inferiores para o sexo feminino.

A prevalência de obesidade entre os adolescentes, pelo IMC, foi observada apenas no sexo masculino. Este índice antropométrico é considerado melhor para discriminar excesso de gordura corporal em homens do que em mulheres<sup>21</sup>. Apesar disso, esta prevalência foi menor do que a descrita pela literatura nacional para essa fase da vida, que é em torno de 8,4%<sup>8</sup>. Entretanto, por meio da PDA notaram-se prevalências maiores: 7,6% dos meninos e 39,4% das meninas eram obesos.

É válido destacar que o uso da antropometria e de indicadores antropométricos na avaliação da obesidade são simples, rápidos, de baixo custo e podem ser aplicados em um grande número de indivíduos. Além disso, o IMC é o mais utilizado e recomendado pela OMS para avaliação do estado nutricional também em adolescentes, mas não é capaz de mensurar nem diferenciar massa magra e massa gorda como outros métodos (a PDA, por exemplo) fazem<sup>30,31</sup>.

Para tanto, novos indicadores foram propostos para a predição da adiposidade

central e, conseqüentemente, relacionados ao risco cardiovascular, entre eles a RCEst e a CP, uma vez que têm se apresentado úteis no diagnóstico da obesidade em adolescentes<sup>32</sup>.

No que diz respeito aos pontos de corte definidos para a RCEst dos pesquisados, o ponto de corte com melhor desempenho diagnóstico para obesidade foi de 0,50, em ambos os sexos, e apresentou AUC de 0,87 e 0,90 para o sexo feminino e masculino, respectivamente, considerados bons/ótimos. Grande parte dos estudos com adolescentes indicam valores de RCEst iguais ou próximos a 0,50.

Dumith et al.<sup>15</sup> identificaram 0,46 e 0,48 como pontos de corte; Choi et al.<sup>16</sup> referenciaram 0,50 e 0,48; Zhou et al.<sup>10</sup> determinaram 0,47 e 0,45; Marrodán et al.<sup>17</sup>, 0,51 e 0,50, para meninos e meninas, respectivamente; e Brannsether et al.<sup>33</sup> referiram 0,50, para ambos os sexos. Essa convergência dos pontos de corte identificados nos estudos o torna mais seguro e válido como um bom discriminador da obesidade.

Neste estudo, para a CP os pontos de corte foram 40 cm para o sexo feminino e 44 cm para o masculino, e apresentaram capacidade preditiva para a obesidade classificada como moderada (♀ AUC 0,75 e IC95% 0,69-0,80; ♂ AUC 0,70 e IC95% 0,58-0,83). Salienta-se, também, que essa medida apresentou uma menor variabilidade descrita nos estudos nacionais e internacionais quanto ao ponto de corte da RCEst para adolescentes, bem como a AUC, notando-se valores  $\geq 0,80$  (consideradas moderada/boa) e sensibilidade e especificidade superior a 80%, que são considerados bons quanto ao desempenho preditivo.

É complexa a discussão científica desses dados obtidos nos estudos, pois os métodos utilizados para predição da obesidade de indicadores antropométricos são distintos, a exemplo de estudos internacionais que determinam os pontos de corte da CP para obesidade ou risco cardiovascular por meio da análise dos percentis da CP e não pela curva Roc<sup>34,35</sup>.

Os estudos internacionais determinaram os pontos de corte da CP a partir da curva Roc, como o de Lou et al.<sup>20</sup> que apresenta valores de 27,4 a 31,3 cm para meninos e 26,3 a 31,4 cm para meninas; Hatipoglu et al.<sup>36</sup> identificaram 32,5 cm e 31 cm na fase puberal para meninos e meninas, respectivamente. Estes estudos avaliaram conjuntamente crianças e adolescentes e apresentaram AUC  $\geq 0,75$ , sensibilidade e

especificidade > 70% – valores preditivos considerados bons, corroborando os achados deste artigo.

No Brasil, são escassos os trabalhos que determinaram valores preditivos da CP na adolescência. De Souza et al.<sup>37</sup> avaliaram uma amostra robusta de adolescentes de 12 a 17 anos (n = 1474) e os pontos de corte da CP apresentaram bom desempenho para identificar a obesidade e risco cardiometabólico (entre 15 e 17 anos, o ponto de corte foi 38,4 cm para o sexo masculino e 35,8 cm para o feminino, com AUC > 0,80 em ambos). Ferreti et al.<sup>38</sup> avaliaram 1.668 adolescentes de 10 a 17 anos de escolas públicas e identificaram os pontos de corte da CP, a partir do IMC, de 32,6 cm e 37,9 cm e as AUC de 0,80 e 0,93 para meninos e meninas, respectivamente. Ambos os estudos utilizaram o IMC para classificação da obesidade.

É provável que a variação dos valores de ponto de corte observados seja atribuída à diferença da faixa etária, uma vez que avaliamos adolescentes com idades de 18 e 19 anos, enquanto os demais avaliaram uma faixa etária mais ampla. Housseni et al.<sup>35</sup> ressaltam que há uma tendência crescente do aumento da CP com a idade.

Outra possível explicação para essa variação seria a diferença na forma de mensurar a CP e a obesidade nas pesquisas.

Utilizamos o aparelho *Photonic* para mensuração das medidas de circunferências, que afere a medida a partir da imagem tridimensional do corpo, enquanto nos estudos citados foi utilizada a fita inelástica; e o PDA para avaliação do %GC, enquanto os demais utilizaram métodos menos acurados, tais como o IMC, dobras cutâneas e bioimpedância. Por fim, salienta-se como um fator importante as diferenças étnicas dos indivíduos avaliados nos estudos.

No que diz respeito ao risco cardiovascular, 12,2% dos adolescentes neste estudo foram classificados como de alto risco segundo PDAY que, apesar de pouco difundido, estima a probabilidade de lesões ateroscleróticas precoces em adolescentes e adultos jovens, pois consiste em um algoritmo de risco global com múltiplos fatores de risco cardiovascular<sup>22</sup>. Entre os fatores de risco inseridos no algoritmo estão: exames bioquímicos alterados, pressão arterial elevada, diagnóstico de obesidade, hábito de fumar, idade e sexo.

Entretanto, nem sempre são acessíveis todas estas informações para avaliação de adolescentes com alto risco cardiovascular, e a identificação de um indicador antropométrico simples, de baixo custo e acessível à assistência à saúde, como a CP e a RCEst, poderiam auxiliar na triagem nutricional. Neste estudo, para a predição do alto risco cardiovascular, foram identificados os mesmos pontos de corte para a CP de 44 cm (AUC:0,71; IC95% 0,62-0,80) para o sexo masculino e de 40 cm (AUC:0,63; IC95% 0,53-0,73) para o feminino, e para RCEst de 0,50 para ambos os sexos (♂AUC:0,73; IC95% 0,63-0,82; e ♀ AUC:0,55, IC95% 0,45-0,65).

De uma forma geral, ambos os indicadores antropométricos apresentaram boa capacidade preditiva, porém a RCEst não se apresentou estatisticamente significativa para identificar as adolescentes com alto risco cardiovascular (limite inferior do IC95% da AUC < 0,50).

Identificou-se na literatura apenas um estudo que avaliou a capacidade preditiva da CP para risco cardiovascular utilizando o PDAY, e sugeriu os pontos de corte de 35,6 cm para o sexo feminino e 36,6 cm no masculino nos adolescentes na fase pós puberal<sup>26</sup>. Ademais, os estudos nacionais e internacionais – como o de Oliveira et al.<sup>39</sup> – identificam relações da CP e RCEst apenas como fatores de risco cardiovasculares isolados.

É sabido que ainda não há consenso sobre o parâmetro antropométrico que melhor se correlaciona a alterações metabólicas e risco cardiovascular na adolescência. A RCEst é considerada simples de calcular, interpretar e uma excelente ferramenta de triagem clínica não invasiva<sup>40</sup>, reconhecida por apresentar uma forte correlação com desfechos cardiovasculares e mortalidade<sup>40</sup>; neste estudo, entretanto, não apresentou significância para detectar riscos cardiovasculares em adolescentes do sexo feminino.

A CP é um indicador relativamente novo e, embora sejam necessários mais estudos que proponham a identificação de seus pontos de corte, é considerada um bom preditor da obesidade em crianças e adolescentes<sup>18,22</sup>, bem como para fatores de risco metabólicos e doenças cardiovasculares<sup>41</sup>. Por não ser influenciada pela distensão abdominal pós-prandial ou por movimentos respiratórios<sup>18</sup>, torna-se vantajosa na prática dos serviços e apresentou-se como bom preditor para os desfechos elencados no estudo.

Uma limitação do estudo foi ser constituído por uma subamostra não aleatória. Contudo, o tamanho da subamostra obtida não difere dos estudos dispostos na literatura, e é por vezes maior que alguns destes. Por sua vez, como aspectos positivos são elencados: utilização da PDA, método considerado equivalente ao padrão-ouro para a identificação da obesidade; o fato de ser o primeiro estudo brasileiro a determinar pontos de corte da CP na predição da obesidade em adolescentes utilizando a PDA; e a utilização do PDAY para avaliação do risco cardiovascular precoce, um algoritmo de risco global com múltiplos fatores de risco cardiovascular.

## CONCLUSÃO

Observou-se uma alta prevalência de obesidade nos adolescentes, especialmente no sexo feminino, quando avaliada o %GC por meio da PDA, método de elevada acurácia. Os valores para CP de 40,0cm e 44,0cm para os sexos feminino e masculino, respectivamente, e para a RCEst de 0,50 em ambos os sexos foram determinados como pontos de corte para a detecção da obesidade e de alto risco cardiovascular.

Os resultados deste estudo destacam a RCEst e CP como bons discriminadores para avaliar a obesidade e risco cardiovascular em adolescentes, especialmente no sexo masculino. No entanto, a RCEst apresentou limitação para prever risco cardiovascular nas adolescentes.

O estudo contribuiu propondo pontos de corte da CP e RCEst capazes de prever obesidade e risco cardiovascular em adolescentes, auxiliando na triagem dessas manifestações clínicas de forma precoce, simples, de baixo custo e acessível na utilização nos serviços de promoção e assistência à saúde.

## REFERÊNCIAS

1. World Health Organization. Obesity and overweight. Geneva (CH): WHO;2021 [citado 12 nov 2020]. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>.
2. Nascimento CA, Araujo PES, Fonseca Junior SJ. Prevenção do sobrepeso e da obesidade na escola e nas aulas de educação física: uma revisão sistemática da literatura. Revista UNIABEU, V.10, N. 24, janeiro-abril de 2017.
3. Brasil. Ministério da Saúde. Vigitel Brasil 2016. Brasília: Ministério da Saúde; 2017.

4. Marcelo Junior SG, Fraga AS, Araújo TB, Tenório MCC. Fator de risco cardiovascular: a obesidade entre crianças e adolescentes nas macrorregiões brasileiras. *Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento*, São Paulo. v.12. n.69. p.132- 142. Jan./Fev. 2018.
5. Reis, GMS, Araújo SM, Medeiros JMB, Menezes AFA. Razão cintura/estatura e indicadores antropométricos de adiposidade. *BRASPEN J* 2018; 33 (4): 435-9.
6. World Health Organization. WHO Global NCD Action Plan 2013-2020 [Internet]. Genebra: World Health Organization, 2013 [acessado em 12 nov. 2020]. Disponível em: Disponível em: [http://www.who.int/nmh/events/ncd\\_action\\_plan/en/](http://www.who.int/nmh/events/ncd_action_plan/en/).
7. Magalhães, EIS et al. Perímetro da cintura, relação cintura/estatura e perímetro do pescoço como parâmetros na avaliação da obesidade central em crianças. *Rev Paul Pediatr*. 2014;32(3)
8. Bloch KV, et al. The study of cardiovascular risk in adolescents - ERICA: rationale, design and sample characteristics. *BMC Public Health*. 2015;15:94-103.
9. Lins, PRM. Análise e utilização do indicador antropométrico razão cintura estatura na avaliação do risco metabólico em adolescentes brasileiros. [Tese de doutorado] João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba; 2019.
10. Zhou D, Yang M, Yuan Z.-P, Zhang D.-D, Liang L, Wang C.-L et al. Waist-to-height ratio: A simple, effective and practical screening tool for childhood obesity and metabolic syndrome. *Prev. Med*. 2014, 67, 35–40. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2014.06.025>.
11. Haun, D R; Pitanga, F J G ; Lessa, I. Razão cintura/estatura comparado a outros indicadores antropométricos de obesidade como preditor de risco coronariano elevado. *Rev. Assoc. Med. Bras*. vol.55 no.6 São Paulo, 2009.
12. Browning, L.M., Hsieh, S.D. and Ashwell, M. (2010) A 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. *Nutrition Research Reviews*, 23, 247-269. <https://doi.org/10.1017/S0954422410000144>.
13. 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. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, v. 56, n. 5, p. 303-307, 2005.
14. Pitanga FJG, LESSA I. Razão cintura-estatura como discriminador do risco coronariano de adultos, *Rev. Assoc. Med. Bras*, v. 52, n. 3, p. 157-61, 2006.
15. Dumith SC, Muraro MFR, Monteiro AR, Machado KP, Dias M, Oliz MM et al. Propriedades diagnósticas e pontos de corte para predição de excesso de peso por indicadores antropométricos em adolescentes de Caracol, Piauí, 2011. *Epidemiol. Serv. Saúde*. 2011, 27. Brasília.
16. Choi DH, Hur Y-I, Kang J-H, Kim K, Cho Y-G, Hong S-M et al. Usefulness of the Waist Circumference-to-Height Ratio in Screening for Obesity and Metabolic Syndrome among Korean Children and Adolescents: Korea National Health and

- Nutrition Examination Survey, 2010–2014. *Nutrients*. 2017 Mar; 9(3): 256. <https://doi.org/10.3390/nu9030256>.
17. Marrodán MD, Martínez-Álvarez JR, González-Montero De Espinosa M, López-Ejeda N, Cabañas MD, Prado C. Diagnostic accuracy of waist to height ratio in screening of overweight and infant obesity. *Med Clin (Barc)* 2013;140:296-301. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2012.01.032>.
  18. Torriani M, Gill CM, Daley S, Oliveira AL, Azevedo DC, Bredella MA. Compartmental neck fat accumulation and its relation to cardiovascular risk and metabolic syndrome. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2014; 100: 1244-1251. <https://doi.org/10.3945/ajcn.114.088450>.
  19. Liang J, Teng F, Liu X, Zou C, Wang Y, Dou L, et al. Synergistic effects of neck circumference and metabolic risk factors on insulin resistance: the cardio-metabolic risk in Chinese (CRC) study. *Diabetol Metab Syndr*. 2014;6(1):116. <https://doi.org/10.1186/1758-5996-6-116>.
  20. Lou D-H, Yin F-Z, Wang R, MA C-M, LIU X-L, LU Q. Neck circumference is an accurate and simple index for evaluating overweight and obesity in Han children. *Ann Hum Biol*. 2012 Mar;39(2):161-5. <https://doi.org/10.3109/03014460.2012.660990>.
  21. Bragança, MLBM, Oliveira, BR, Fonseca, JM, Batalha, MA, Boguea, EG, Coelho, CCNSC, Kac, G, Silva, AAM. Avaliação do perfil de biomarcadores sanguíneos em adolescentes classificados pelo índice de massa corporal e percentual de gordura corporal. *Saúde Pública* 2020; 36(6). <https://doi.org/10.1590/0102-311X00084719>.
  22. Harris PA, Taylor R, Thielke R, Payne J, Gonzalez N, Conde JG. Research electronic data capture (REDCap): a metadata-driven methodology and workflow process for providing translational research informatics support. *J Biomed Inform* 2009; 42:377-81.
  23. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretária de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Orientações para a coleta e análise de dados antropométricos de saúde: Norma Técnica do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional – SISVAN. Brasília, 2011. 76 p.
  24. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods 1961. *Nutrition* 1993; 9:480-91.
  25. Williams DP, Going SB, Lohman TG, Harsha DW, Srinivasan SR, Webber LS, et al. Body fatness and risk for elevated blood pressure, total cholesterol, and serum lipoprotein ratios in children and adolescents. *Am J Public Health* 1992; 82:358-63.
  26. PDAY Research Group. Relationship of atherosclerosis in young men to serum lipoprotein cholesterol concentrations and smoking: a preliminary report from the Pathobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth (PDAY) Research Group. *The Journal of the American Medical Association*, 1990; 264: 3018-3024.
  27. Gastaldelli U, Basta L. Gordura ectópica e doença cardiovascular: o que é o link? *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2010;20(7):481-90. PMID:20659791. <http://dx.doi.org/10.1016/j.numecd.2010.05.005>.

28. Saunders TJ, Chaput JP, Tremblay MS. Sedentary behaviour as an emerging risk factor for cardiometabolic diseases in children and youth. *Can J Diabetes*. 2014;38(1):53-61. PMID:24485214. [http:// dx.doi.org/10.1016/j.jcjd.2013.08.266](http://dx.doi.org/10.1016/j.jcjd.2013.08.266).
29. Swets JA. Measuring the Accuracy of Diagnostic Systems. *Science, New Series* 1988; 240 (4857): 1285–1293.
30. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva, Switzerland: WHO, 1995.
31. Pelegri, A. et al. Indicadores antropométricos de obesidade na predição de gordura corporal elevada em adolescentes. *Rev. paul. pediatr ., São Paulo* , v. 33, n. 1, p. 56-62, Mar. 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rpped.2014.06.007>.
32. Silva CdCd, Zambon MP, Vasques ACJ, Rodrigues AMdB, Camilo DF, Antonio MÂR, et al. Neck circumference as a new anthropometric indicator for prediction of insulin resistance and components of metabolic syndrome in adolescents: Brazilian Metabolic Syndrome Study. *Rev Paul Pediatr*. 2014;32(2):221–9.
33. Brannsether B, Roelants M, Bjerknes R, Júlíusson PB. Waist circumference and waist-to-height ratio in Norwegian children 4-18 years of age: reference values and cut-off levels. *Acta Paediatr*. 2011;100:1576-82.
34. Katz SL, Vaccani JP, Clarke J, Hoey L, Colley RC, Barrowman NJ. Creation of a reference dataset of neck sizes in children: standardizing a potential new tool for prediction of obesity-associated diseases? *BMC Pediatr*. 2014;14:159. [https://doi.org: 10.1186/1471-2431-14-159](https://doi.org/10.1186/1471-2431-14-159).
35. Hosseini M, Motlagh ME, Yousefifard M, Qorbani M, Ataei N, Asayesh H et al. Neck Circumference Percentiles of Iranian Children and Adolescents: The Weight Disorders Survey of CASPIAN IV Study. *Int J Endocrinol Metab*. 2017 Oct; 15(4): e13569. Published online 2017 Jul 29. [https://doi.org: 10.5812/ijem.13569](https://doi.org/10.5812/ijem.13569)
36. Hatipoglu N, Mazicioglu MM, Kurtoglu S, Kendirci M. Neck circumference: an additional tool of screening overweight and obesity in childhood. *Eur J Pediatr*. 2010;169(6):733-9.
37. De Souza MFC. Identificação de pontos de corte da circunferência do pescoço para determinação dos níveis excesso de peso e predição do risco cardiometabólico em adolescentes. 67 f.: il. Tese (doutorado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal de Sergipe, 2016.
38. Ferretti RL, Cintra IP, Passos MAZ, Ferrari GLM, Fisberg M. Elevated neck circumference and associated factors in adolescents. *BMC Public Health* 2015;15(208):2-10.
39. Oliveira LFL, Costa RB. Educação física escolar e a obesidade infantil. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, v. 10, n. 1, p. 87-101, 2016.
40. Jamar G, De Almeida FR, Gagliardi A, Sobral MR, Ping CT, Sperandio E, Romiti M, Arantes R, Dourado VZ. Evaluation of waist-to-height ratio as a predictor of insulin resistance in non-diabetic obese individuals. A cross-sectional study.

Original articles Sao Paulo Med. J. 135 (05). Sep-Oct 2017.  
<https://doi.org/10.1590/1516-3180.2016.0358280417>.

41. Millar S, Perry IJ, Phillips CM. Surrogate measures of adiposity and cardiometabolic risk – why the uncertainty? A review of recent meta-analytic studies. *J Diabetes Metab*. 2013. [https://doi.org: 10.4172/2155-6156](https://doi.org/10.4172/2155-6156).

## TABELAS

**Tabela 1.** Características socioeconômicas e demográficas de adolescentes da coorte de nascimento RPS (Terceira fase), São Luís, Maranhão, Brasil, 2016.

Variáveis	n	%
<b>Sexo</b>		
Masculino	290	44,8
Feminino	358	55,2
<b>Idade</b>		
18 anos	332	51,2
19 anos	316	48,8
<b>Estado Civil</b>		
Solteiro	635	98
União estável	13	2
<b>Cor</b>		
Branca	134	20,8
Preta	106	16,5
Parda/mulata/cabocla/ Morena	406	62,4
Amarela/oriental	2	0,3
<b>Escolaridade da mãe em anos</b>		
Fundamental	1	0,2
Curso técnico ou profissionalizante	30	4,6
Ensino superior em andamento	228	35,2
Curso pré vestibular	230	35,5
EJA/PEJA*	12	1,8
Ignorado	147	22,7
<b>Classe Econômica**</b>		
A/B	381	58,8
C	201	31
D/E	3	0,5
Ignorado	63	9,7
<b>Total</b>	<b>648</b>	<b>100</b>

\*EJA/PEJA: Educação de Jovens e Adultos/Programa de Educação de Jovens e Adultos.

\*\*De acordo com o Critério de Classificação Econômica Brasil-ABEP

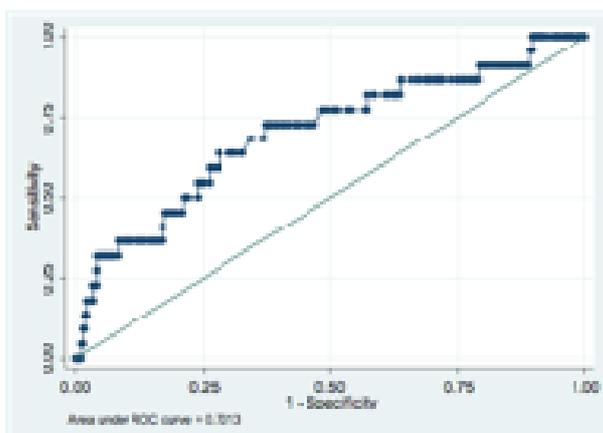
**Tabela 2.** Estado nutricional e risco cardiovascular de adolescentes da coorte de nascimento RPS (Terceira fase), São Luís, Maranhão, Brasil, 2016.

<b>Variáveis</b>	<b>Totaln (%)</b>	<b>Homens n (%)</b>	<b>Mulheres n (%)</b>	<b>p-valor</b>
<b>IMC</b>				<0,235
Baixo	27 (4,0)	10 (3,4)	17 (4,5)	
Eutrofia	507 (78,4)	236 (81,4)	271 (76,0)	
Sobrepeso	92 (14,2)	33 (11,4)	59 (16,5)	
Obesidade	22 (3,4)	11 (3,8)	11(3,0)	
<b>%GC, por ADP</b>				<0,001
Não obeso	478 (73,8)	268 (92,4)	210 (58,7)	
Obeso	170 (26,2)	22 (7,6)	148(41,3)	
<b>Risco cardiovascular, pelo PDAY</b>				<0,001
Baixo	398 (61,4)	149 (51,4)	249 (69,6)	
Intermediário	171 (26,4)	101 (34,8)	70 (19,6)	
Alto	79 (12,2)	40 (13,8)	39 (10,9)	

IMC: Índice de Massa Corporal. %GC: percentual de gordura corporal. ADP: Pletismografia Por Deslocamento de Ar. PDAY: Phatobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth.

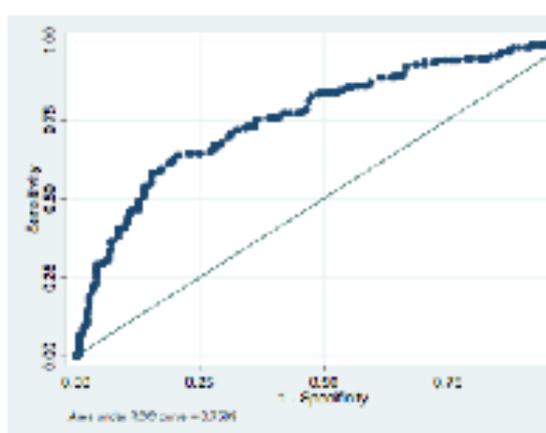
**Figura 2.** Área sob a curva Roc e IC 95% da CP e RCEst com obesidade, avaliada pelo Pletismografia por Deslocamento de Ar (PDA), em adolescentes de ambos os sexos da coorte de nascimento RPS (Terceira fase), São Luís, Maranhão, Brasil, 2016.

A. Sexo masculino - CP



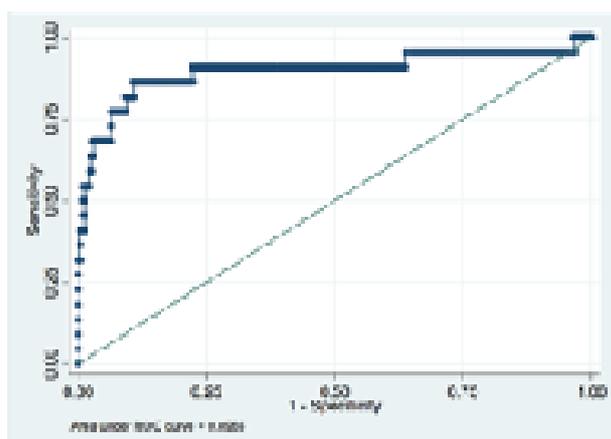
AUC 0,70 (IC95% 0,58-0,83)

B. Sexo feminino - CP



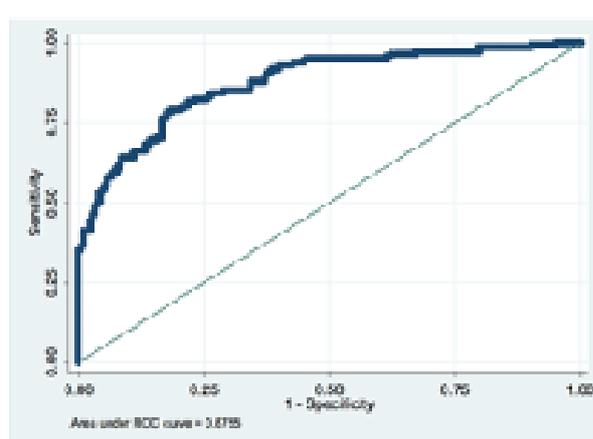
AUC 0,75 (IC95% 0,69-0,80)

C. Sexo masculino - RCEst



AUC 0,90 (IC95% 0,80-0,99)

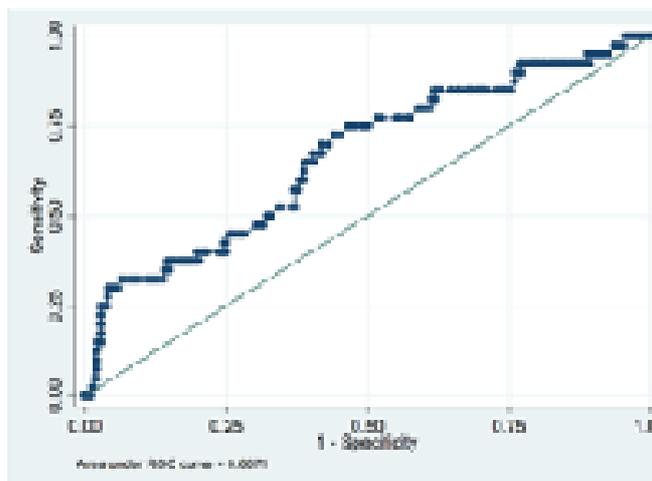
D. Sexo feminino - RCEst



AUC 0,87 (IC95% 0,83-0,90).

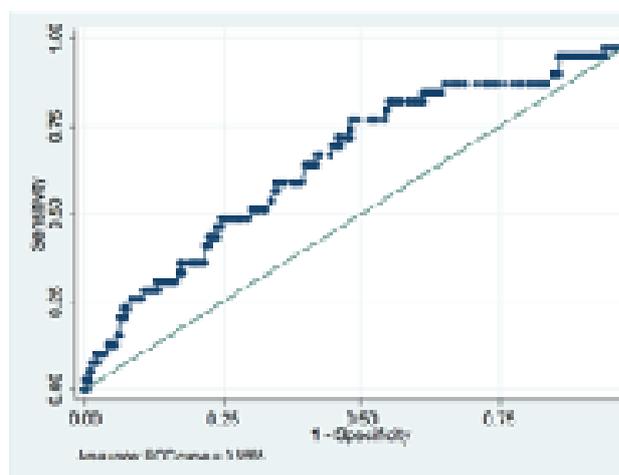
**Figura 3.** Área sob a curva Roc e IC 95% da CP e RCEst com risco cardiovascular, avaliado pelo Pathobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth (PDAY), em adolescentes de ambos os sexos da coorte de nascimento RPS (Terceira fase), São Luís, Maranhão, Brasil, 2016.

A. Sexo masculino – CP



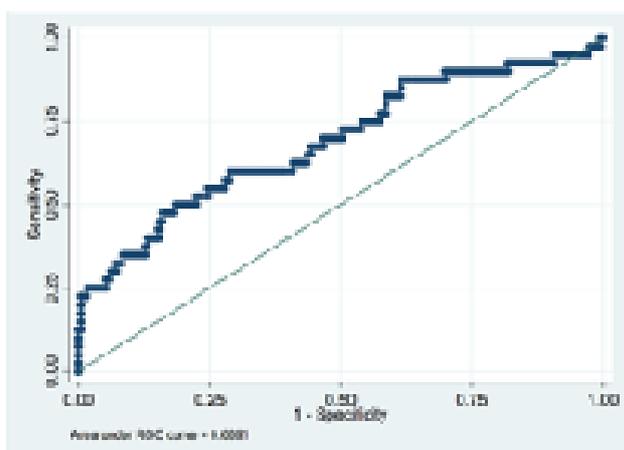
AUC 0,71 (IC95% 0,62-0,80)

B. Sexo feminino - CP



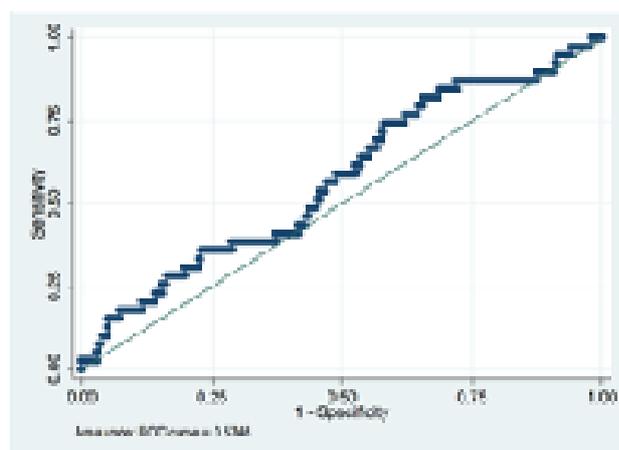
AUC 0,63 (IC95% 0,53-0,73)

C. Sexo masculino – RCEst



AUC 0,73 (IC95% 0,63-0,82)

D. Sexo feminino - RCEst



AUC 0,55 (IC95% 0,45-0,65)

**Tabela 3.** Sensibilidade e especificidade dos pontos de corte da CP e RCEst em relação à medida de adiposidade corporal elevada obtida pela PDA, e do risco cardiovascular avaliado pelo PDAY, de adolescentes da coorte de nascimento RPS (Terceira fase), São Luís, Maranhão, Brasil, 2016.

Variáveis		AUC	IC 95%	Ponto de corte	Sensibilidade	Especificidade
<b>Sexo masculino</b>						
%GC	CP (cm)	0,70	0,58-0,83	44,0	68,2%	65,3%
	RCEst	0,90	0,80-0,99	0,50	90,9%	77,6%
PDAY	CP (cm)	0,71	0,62-0,80	44,0	65,0%	60,8%
	RCEst	0,73	0,63-0,82	0,50	60,0%	70,0%
<b>Sexo feminino</b>						
%GC	CP (cm)	0,75	0,69- 0,80	39,8	69,6%	69,0%
	RCEst	0,87	0,83-0,90	0,50	79,0%	79,5%
PDAY	CP (cm)	0,63	0,53-0,73	39,8	57,4%	58,4%
	RCEst	0,55	0,45-0,65	0,50	53,8%	53,3%

ADP: Pletismografia por Deslocamento de Ar. AUC: área sob a curva Roc . IC: Intervalo de confiança. CP: Circunferência do pescoço. RCEst: Relação cintura estatura. PDAY: Phatobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo notou elevada prevalência de obesidade nos adolescentes, por meio do percentual de gordura corporal mensurada pela PDA, especialmente no sexo feminino. Os pontos de corte da RCEst de 0,50 para meninas e 0,51 para meninos foram definidos como os de melhor equilíbrio entre sensibilidade e especificidade para diagnosticar a obesidade. Porém, o valor de 0,50 também pode ser adotado para o sexo masculino, pois a padronização de um único valor para ambos os sexos facilitaria a sua utilização nos serviços de saúde; e, neste caso, manteve boa sensibilidade e especificidade. Por fim, a partir destes pontos de corte, foi verificada associação entre obesidade e maiores níveis dos marcadores inflamatórios IL-6 e PCR, trazendo a discussão para a importância da utilização desse indicador antropométrico para triagem do risco metabólico e cardiovascular desses indivíduos jovens.

No que se refere a CP, os valores de 39,8 cm e 44,0 cm para os sexos masculino e feminino, respectivamente, predizem obesidade e alto risco cardiovascular; para a RCEst o valor de 0,50 em ambos os sexos foi o melhor ponto de corte para detecção de alto risco cardiovascular, ambos pelo PDAY.

Os resultados deste estudo destacam a RCEst e CP como bons discriminadores para avaliar a obesidade e risco cardiovascular em adolescentes. No entanto, a RCEst mostrou-se superior a CP para predizer a obesidade, por apresentar maior AUC, mas apresentou limitação para predizer risco cardiovascular precoce nas adolescentes.

Com esses referenciais, será possível a utilização dessas medidas antropométricas de baixo custo, boa aplicabilidade e fácil utilização nos serviços de saúde.

## REFERÊNCIAS

- ABESO, AB. para o Estudo da Obesidade e da S. M. Diretrizes Brasileiras de Obesidade: **Obesidade**. Sao Paulo: ISBN, 2016.
- ASHWELL, M, CLARKE, G. Obesity risk: importance of the waist-to-height ratio. **Nursing Standard (through 2013)**, v. 23, n. 41, p. 49, 2009.
- 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**, v. 13, n. 3, p. 275-286, 2012.
- ATAIE-JAFARI, A. et al. Neck circumference and its association with cardiometabolic risk factors: a systematic review and meta-analysis. **Diabetol Metab Syndr**. v.10, n. 72, p.1-32, 2018.
- BALLARD, JO, WHITLOCK, MC. The incomplete natural history of mitochondria. **Molecular ecology**, v. 13, n. 4, p. 729-744, 2004.
- BEZERRA, MKA et al. Estilo de vida de adolescentes estudantes de escolas públicas e privadas em Recife: ERICA. **Cien Saud Colet**. v. 26, p. 221-32, 2021.
- BLOCH, KV et al. The study of cardiovascular risk in adolescents - ERICA: rationale, design and sample characteristics. **BMC Public Health**. v.15, n.94, p.1-10, 2015.
- BRAGANÇA, MLBM. et al. Avaliação do perfil de biomarcadores sanguíneos em adolescentes classificados pelo índice de massa corporal e percentual de gordura corporal. **Saúde Pública**. v. 36, n.6.p. 1-13, 2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Orientações para a coleta e análise de dados antropométricos em serviços de saúde: Norma Técnica do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional - SISVAN / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2011.**
- BRASIL. Ministério da Saúde (MS). **Secretaria de Vigilância em Saúde**. Departamento de Análise de Situação de Saúde. Plano de ações estratégicas para a saúde do adolescente. Brasília. 2017.
- BORGA M, WEST J, BELL JD, et al. Advanced body composition assessment: from body mass index to body composition profiling. **J Investig Med**. v. 66, p.1-9, 2018.
- BROWNING, LM, HSIEH, SD, ASHWELL, M. A 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. **Nutrition research reviews**, v. 23, n. 2, p. 247-269, 2010.
- CAI, L et al. Waist-to-height ratio and cardiovascular risk factors among Chinese adults in Beijing. **PloS one**, v. 8, n. 7, p. 298, 2013.

CASTRO, IRR de. Obesidade: urge fazer avançar políticas públicas para sua prevenção e controle. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 33, n. 7, p. e00100017, 2017.

CARNEIRO, JRI et al. Obesidade na adolescência: fator de risco para complicações clínico-metabólicas. **Arq. Bras. Endo- cr. Metabol.**, v.44, n.5, p.390-396, 2000.

CARVALHO, MLM. Comparação do Percentual de Gordura Corporal em Jogadores de Futebol por Dobras Cutâneas e Bioimpedância Elétrica. 2005. 41 f. **Monografia (Especialização)** - Curso de Curso de Nutrição Esportiva, UNI-BH Centro Universitário de Belo Horizonte, Belo Horizonte, 2005.

CHAVES, LGCM, GONÇALVES, TJM, BITENCOURT, AGV, RSTOM, RA, PEREIRA, TR, VELLUDO, SF. Avaliação da composição corporal pela densitometria de corpo inteiro: o que os radiologistas precisam saber. **Radiol Bras.** v. 55(5), p.305–311. Set/Out,2022.

CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO ECONÔMICA BRASIL/2009. ABEP: ABEP Assoc Bras Empres Pesqui n.d. <http://www.abep.org> (accessed April 20, 2019).

CHOI, DH. et al. Usefulness of the Waist Circumference-to-Height Ratio in Screening for Obesity and Metabolic Syndrome among Korean Children and Adolescents: Korea National Health and Nutrition Examination Survey, 2010–2014. **Nutrients.** v.9, n.3, p.256, 2017.

COLLABORATION, NCD Risk Factor. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128• 9 million children, adolescents, and adults. **Lancet**, v. 390, n. 10113, p. 2627-42, 2017.

CONWAY, B, RENE, A. Obesity as a disease: no lightweight matter. **Obesity Reviews**, v. 5, n. 3, p. 145-151, 2004.

D'AGOSTINO, SR et al. General cardiovascular risk profile for use in primary care: the Framingham Heart Study. **Circulation**, v. 117, n. 6, p. 743-753, 2008.

DA SILVA, LES et al. Tendência temporal da prevalência do excesso de peso e obesidade na população adulta brasileira, segundo características sociodemográficas, 2006-2019. **Epidemiol. Serv. Saúde.**v.30. n.1, p.1-13, 2021.

DE SOUZA, MFC. **Identificação de pontos de corte da circunferência do pescoço para determinação dos níveis excesso de peso e predição do risco cardiometabólico em adolescentes.** 67 f.: il. Tese (doutorado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal de Sergipe, 2016.

DE SOUZA, EB, BARROS FILHO, A, DE, A.; SARON, MLG. Métodos De avaliação Da composição Corporal Em Pediatria. **CadUniFOA.** v. 13, p.123-136, 2018.

DOS SANTOS, N et al. **Antropotecnologia: a ergonomia dos sistemas de produção.** 1ª Ed. Genesis. Curitiba. 1997.

DOS SANTOS, LP. **Forma corporal aos seis anos: componentes e determinantes**. 2016. Tese (Doutorado em Epidemiologia). Programa de Pós Graduação em Epidemiologia da Universidade Federal de Pelotas. Rio Grande do Sul, p.81-83. 2016.

DUMITH, SC et al. Propriedades diagnósticas e pontos de corte para predição de excesso de peso por indicadores antropométricos em adolescentes de Caracol, Piauí, 2011. **Epidemiol. Serv. Saúde**.v.27, n.1,2011.

ELLIS, KJ. Human body composition: in vivo methos. **Phys Reviews**. v. 80, n. 2, p. 649-680, 2000.

FERREIRA, MG, SICHIERI, R. Antropometria como método de avaliação do estado de nutrição e saúde do adulto. In: Kac G, Sichieri R, Gigante DP (organizadores). **Epidemiologia nutricional**. Rio de Janeiro: Atheneu; 2007. p.93-104.

FERREIRA, F, MOTA, JA, DUARTE, J. Prevalence of overweight and obesity in schooladolescents of Castelo Branco district, Portugal: a study based in body mass index, waist circumference and percentage of body fat. **Revista Portuguesa de Saúde Pública**, 30(1): 47-54, 2012.

FIELDS DA, GORAN MI. Body composition techniques and the four-compartment model in children. **J Appl Physiol**. v.89, p.613-620, 2000.

FIELDS DA, GORAN, MI, MCGRORY, EA. Body-composition assessment via air-displacement plethysmografia in adults and children: a review 1, 2, 3. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.75, p.453-67, 2002.

FONSECA, FL. et al. A Relação entre a Pressão Arterial e Índices Antropométricos na Infância/Adolescência e o Comportamento das Variáveis de Risco Cardiovascular na Fase Adulta Jovem, em Seguimento de 17 Anos: Estudo do Rio de Janeiro. **Rev SOCERJ**. v.21, n.5, p.281-290, 2008.

GASTALDELLI, A, BASTA, G. Ectopic fat and cardiovascular disease: what is the link? **Nutrition, Metabolism and cardiovascular diseases**, v. 20, n. 7, p. 481-490, 2010.

GENOVESI, S. et al. Prevention of cardiovascular diseases in children and adolescents. **High Blood Press Cardiovasc Prev**. v. 26, n. 3, p. 191-7, 2019.

GERALDO, MJ, ALFENAS, R, C. Papel da Dieta na Prevencao e no Controle da Inflamacao Cronica – Evidencias Atuais. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabolismo**. v. 52, n. 6, p. 952-67, 2008.

GUEDES, DP, MELLO, ERB. Prevalence of overweight and obesity among Brazilian children and adolescents: systematic review and meta-analysis. **ABCS Health Sciences**. v.46,n.21301, 2021.

GUIMARÃES, ICB, GUIMARÃES, AC. Síndrome Metabólica na infância e adolescência. Um fator maior de risco cardiovascular. **Revista Baiana de Saúde Pública**.v. 30. n. 2. 2014.

GUIMARÃES J, M. dos S. et al. Fator de risco cardiovascular: a obesidade entre crianças e adolescentes nas macrorregiões brasileiras. *RBONE - Revista Brasileira De Obesidade, Nutrição E Emagrecimento*. v.12, n.69,p.132-142, 2018.

GOLDHABER-FIEBERT, JD et al. The utility of childhood and adolescent obesity assessment in relation to adult health. *Med Decis Making*. v.33, n.2, p.163-175, 2013.

GOMES, F et al. Obesidade e doença arterial coronariana: papel da inflamação vascular. *Arquivos brasileiros de cardiologia*, v. 94, n. 2, p. 273-279, 2010.

GONÇALVES, F, MOURÃO, P. A avaliação da composição corporal- a medição de pregas adiposas como técnica para a avaliação da composição corporal. *Motricidade*, v. 4, n. 4, p. 14-22, 2008.

GONÇALVES TJM, HORIE LM, GONÇALVES SEAB, et al. Diretriz BRASPEN de terapia nutricional no envelhecimento. *BRASPEN J. Sup 3*. v. 34, p.2-58, 2019.

GONZÁLEZ-CORTÉS, CA. et al. Neck Circumference and Its Association with Cardiometabolic Risk Factors in Pediatric Population. *Medicina*. v.55, n.5, p.183, 2019.

GRECCO, MSM. **Validação do Índice de Massa Corporal (IMC) ajustado pela massa gorda obtido por impedância elétrica**. [Tese de doutorado]. Ribeirão Preto: Universidade de Medicina de Ribeirão Preto/USP, 2012.

HAMMOND, WH. Body measurements of pre-school children. *Brit J Prev Soc Med*. v.9, p.152-158, 1955.

HARRIS, PA et al. Research electronic data capture (REDCap): a metadata-driven methodology and workflow process for providing translational research informatics support. *J Biomed Inform* .v.42, p. 377-381, 2009.

HAKSING, E et al. Risk profiles of lipids, blood pressure, and anthropometric measures in childhood and adolescence: project heartBeat. *BMC Obesidade*. v. 3, n. 9, 2016.

HATIPOGLU N; MAZICIOGLU MM; KURTOGLU S; KENDIRCI M. Neck circumference: an additional tool of screening overweight and obesity in childhood. *Eur J Pediatr*. v.169, n.6, p.733-739,2010.

HEYWARD, V.H; STOLARCZYK, L.M. **Avaliação da composição corporal aplicada**. 1.ed. São Paulo: Manole, 2000.

HEYWARD V. ASEP methods recommendation: body composition assessment. *J Exer Physiol*.v.4, n.4, p.1-12, 2001.

HEYMSFIELD SB, BOURGEOIS B., NG BK, SOMMER MJ, LI X., SHEPHERD JA. Antropometria digital: uma revisão crítica. *EUR. J. Clin. nutr*. v.72, p. 680-687, 2018.

HIGGINS, Paul B. et al. Effect of scalp and facial hair on air displacement plethysmography estimates of percentage of body fat. *Obesity research*, v. 9, n. 5, p. 326-330, 2001.

HOLCOMB, Ilona N. et al. FIZZ1, a novel cysteine-rich secreted protein associated with pulmonary inflammation, defines a new gene family. **The EMBO journal**, v. 19, n. 15, p. 4046-4055, 2000.

HOSSEINI M, MOTLAGH ME, YOUSEFIFARD M, QORBANI M, ATAEI N, ASAYESH H et al. Neck Circumference Percentiles of Iranian Children and Adolescents: The Weight Disorders Survey of CASPIAN IV Study. **Int J Endocrinol Metab**. V.15, n.4, p.13569, 2017.

KAC, G, SICHIERI, R, GIGANTE, DP. Epidemiologia Nutricional. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz/ **Editora Atheneu**, p.580, 2007. .

KASPER, A. M et al. Come Back Skinfolts, All Is Forgiven: A Narrative Review of the Efficacy of Common Body Composition Methods in Applied Sports Practice. **Nutrients**, v. 13, n. 4, p. 1075, mar. 2021.

KELLY, TL, WILSON, KE, HEYMSFIELD, SB. Dual energy X-ray absorptiometry body composition reference values from NHANES. **PLoS One**.v.4, p.7038, 2009.

KNAZAWAM, M et al. Criteria and classification of obesity in Japan and Asia-Oceania. **Asia Pac J Clin Nutr**.v.94,p.1-12, 2002.

KONDOLOT, M et al. Risk factors for overweight and obesity in children aged 2–6 years. **Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism**. v.30, n.5, p.499-505, 2016.

LERCH T, MACGILLIVRAY M, DOMINA T. 3D Laser Scanning: A model of multidisciplinary research. **J Textile & Apparel, Technology & Management**. v. 5, n. 4, p.1-22, 2007.

LI, C et al. Recent trends in waist circumference and waist-height ratio among US children and adolescents. **Pediatric**. v.118, n.5, p.1390-1398, 2006.

LIMA, TCRM, ROCHA, VS, DE SOUZA, MFC. Pontos de corte da circunferência do pescoço para identificação de excesso de peso em adultos: um estudo transversal. **Nutr. clín. diet. hosp**.v.38, n.4, p.90-94, 2018.

LIN, WY et al. Optimal cut-off values for obesity: using simple anthropometric indices to predict cardiovascular risk factors in Taiwan. **Int J Obes Relat Metab Disord**. v.26, n.9, p.1232-8. 2002.

LINS, PRM. **Análise e utilização do indicador antropométrico razão cintura estatura na avaliação do risco metabólico em adolescentes brasileiros** [Tese de doutorado em Ciências da Nutrição]. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, p.38-68, 2019.

LINDMARK, E et al. Relationship between interleukin 6 and mortality in patients with unstable coronary artery disease: effects of an early invasive or noninvasive strategy. **Jama**, v. 286, n. 17, p. 2107-2113, 2001.

LOCH, KV, SZKO, M, KUSCHINIR, MCC, ABREU, GA; BARUFALDI, LA, KLEIN, CH et al. ERICA: prevalências de hipertensão arterial e obesidade em adolescentes

brasileiros. **Rev Saúde Pública**. v.50. sup 1. 9s, 2016.

LOOMBA-ALBRECHT, LA, STYNE, D. Effect of puberty on body composition. *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes & Obesity*. 2009. v.16, n.1, p.10-5,

LOHMAN, T.G. Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. **Exerc Sport Sci Rev**. v.14, p.325-357, 1986.

LOHMAN, T.G. ACSM's Body Composition Assessment; Human Kinetic: Champaign, IL, USA, 2019.

LOU, D-H. et al. Neck circumference is an accurate and simple index for evaluating overweight and obesity in Han children. **Ann Hum Biol**. v.39, n.2, p.161-165, 2012.

LOURENÇO, AM, TAQUETE, SR, HASSELMANN, MH. Avaliação nutricional: antropometria e conduta nutricional na adolescência. **Adolescência e Saúde**, Rio de Janeiro. v.8, n.1, p.51-58, jan./mar., 2011.

LUKASKI HC. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. **The American Journal of Clinical Nutrition**. v. 46. n.4, p. 537–556, 1987.

MAGALHÃES, EIS, SANT'ANA, LFR, PRIORE, SE, FRANCESCHINI, SDCC. Perímetro da cintura, relação cintura/estatura e perímetro do pescoço como parâmetros na avaliação da obesidade central em crianças. **Rev Paul Pediatr**. v.32, n.3,p.273-284, 2014.

MAHAN, LK, ESCOTT-STUMP, S, RAYMOND, JL. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. 13.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MARRODÁN, MD et al. Diagnostic accuracy of waist to height ratio in screening of overweight and infant obesity. **Med Clin (Barc)**. v.140, n.7, p.296-301, 2013.

MARTIN, AD, DRINKWATER, DT. Variability in the measures of body fat. **Sports Medicine**, v. 11, n. 5, p. 277-288, 1991.

MARTINEZ, EZ, LOUZAA-NETO F, PEREIRA BB. A curva ROC para Testes Diagnósticos. **Cad Saúde Colet**. v.11, p.7-31, 2003.

MCGILL JR, HC et al. Associations of coronary heart disease risk factors with the intermediate lesion of atherosclerosis in youth. **Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology**, v. 20, n. 8, p. 1998-2004, 2000.

MCCARTHY HD, ASHWELL M. A study of central fatness using waist-to-height ratios in UK children and adolescents over two decades supports the simple message-keep your waist circumference to less than half your height. **Int J Obes (Lond)**. v.30, n.6, p.988-992, 2006.

MCMAHAN, W, JONES, BA,WALKER, ID. Design and implementation of a multi-section continuum robot: Air-octor. In: **2005 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems**. IEEE, p. 2578-2585, 2005.

MELLO, MT et al. Avaliação da composição corporal em adolescentes obesos: o uso de dois diferentes métodos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 5, set./out., 2005.

MESSINA, C et al. Body composition with dual energy X-ray absorptiometry: from basics to new tools. **Quant Imaging Med Surg**. v.10, p.1687-1698, 2020.

MILLAR, S, PERRY, IJ, PHILLIPS, CM. Surrogate measures of adiposity and cardiometabolic risk – why the uncertainty? A review of recent meta-analytic studies. **J Diabetes Metab. Sup** 11, 2013.

MOURA JRA et al. Construção e validação de cartilha para prevenção do excesso ponderal em adolescentes. **Acta Paul. Enferm.** v.32, n.4, p. 365-372, 2019.

NAMBIAR S; HUGHES I; DAVIES, PSW. Developing waist-to-height ratio cut-offs to define overweight and obesity in children and adolescents. **Public health nutrition**, v. 13, n. 10, p. 1566-1574, 2010.

NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. **Lancet [Internet]**. 2017.

NUNES R, CLEMENTE E, PANDINI J, COBAS R, DIAS V, SPERANDEI S, et al. Confiabilidade da classificação do estado nutricional obtida através do IMC e três diferentes métodos de percentual de gordura corporal em pacientes com diabetes melito tipo 1. **Arq Bras Endocrinol Metab.** v. 53, n. 3, p.360-367, 2009.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE BRASIL (OPAS). **Obesidade entre crianças e adolescentes aumentou dez vezes em quatro décadas, revela novo estudo do Imperial College London e da OMS**. Disponível em: [http://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5527:obesidade-entre-criancas-e-adolescentes-aumentou-dez-vezes-emquatro-decadas-revela-novo-estudo-do-imperial-college-london-e-da-oms&Itemid=82](http://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5527:obesidade-entre-criancas-e-adolescentes-aumentou-dez-vezes-emquatro-decadas-revela-novo-estudo-do-imperial-college-london-e-da-oms&Itemid=82).> Acesso em nov 2021.

PDAY Research Group. Relationship of atherosclerosis in young men to serum lipoprotein cholesterol concentrations and smoking: a preliminary report from the Pathobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth (PDAY) Research Group. *The Journal of the American Medical Association*, 1990.

PEARSON, TA. et al. Markers of inflammation and cardiovascular disease: application to clinical and public health practice: a statement for healthcare professionals from the Centers for Disease Control and Prevention and the American Heart Association. **Circulation**. v.107, n.3, p.499-511, 2003.

PEI, X et al. Neck circumference may be a valuable tool for screening individuals with obesity: findings from a young Chinese population and a meta-analysis. **BMC Public Health**. v.18, p.529, 2018.

PELEGRINI, A et al. Indicadores antropométricos de obesidade na predição de gordura corporal elevada em adolescentes. **Revista Paulista de Pediatria**, v.33, p.55-56. 2015.

- PREIS SR, MASSARO JM, HOFFMANN U, et al. Neck circumference as a novel measure of cardiometabolic risk: the Framingham Heart Study. **J Clin Endocrinol Metab.** v.95, n.8, p.3701-3710, 2010.
- PITANGA, FJG. Antropometria na avaliação da obesidade abdominal e risco coronariano. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.**v.13, n.3, p.238-241, 2011.
- RAMOS, AM et al. Marcadores inflamatórios da doença cardiovascular em idosos. **Arq. Bras. Cardiol**, v. 92, n. 3, p. 233-240, 2009.
- RECH, CR et al. Estimativa da composição corporal por meio da absorptometria radiológica de dupla energia. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento.** v.15, n.4, p.87-98, 2007.
- REZENDE, F et al. Revisão crítica dos métodos disponíveis para avaliar a composição corporal em grandes estudos populacionais e clínicos. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición.** v.57, n.4, Caracas, 2007.
- RIBEIRO, SML, COLANTINO, E. Composição Corporal por Densitometria | Pesagem Hidrostática e Pletismografia. In: Tirapegue, J. **Avaliação Nutricional Teoria e Prática.** Ed. Saraiva. 2ª edição. 2018.
- ROEBUCK, JÁ, KROEMER, KHE, THOMSON, WG. **Engineering anthropometry methods.** Wiley-interscience, 1975.
- ROSE, DP, KOMNINO, D, STEPHENSON, GD. Obesity, adipocytokines, and insulin resistance in breast cancer. **Obesity reviews**, v. 5, n. 3, p. 153-165, 2004.
- ROZEN, FLORENCE, ZHANG, JIANCHUN, POLLAK, MICHAEL. Antiproliferative action of tumor necrosis factor-alpha on MCF-7 breastcancer cells is associated with increased insulin-like growth factor binding protein-3 accumulation. **International journal of oncology**, v. 13, n. 4, p. 865-874, 1998.
- RUMBO-RODRIGUEZ L, SANCHEZ-SANSEGUNDO M, FERRER-CASCALES R, GARCIA-D URSO N, HURTADO SANCHEZ JÁ, ZARAGOZA-MARTI A. Comparison of body scanner and manual anthropometric measurements of body shape: a systematic review. **Int J Environ Res Public Health.** v. 18, n. 12, p.6213, 2021.
- SANCHES, LB et al. Auto-anticorpos anti-LDLox e sua correlação com o perfil lipídico e o estado nutricional de adolescentes. **Jornal de Pediatria**, v. 84, p. 258-263, 2008.
- SANT'ANNA, MSL, PRIORE, SE, FRANCESCHINI, SCC. Métodos de avaliação da composição corporal em crianças. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 27, n.3, p. 315-21, 2009.
- SANTOS, MG et al. Fatores de risco no desenvolvimento de aterosclerose na infância e adolescência. **Arq. Bras. Cardiol**, v. 90, n. 4, p. 301-308, 2008.
- SANTOS, VR. Avaliação da Composição Corporal e Prevalência de Obesidade Infanto-

Juvenil: Uma Revisão Sistemática. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, 16: 188-199, mar., 2017.

SAUNDERS, TJ, CHAPUT, JP, TREMBLAY, MS. Sedentary behaviour as an emerging risk factor for cardiometabolic diseases in children and youth. **Canadian journal of diabetes**, v. 38, n. 1, p. 53-61, 2014.

SHAH, NR, BRAVERMAN, ER. Measuring adiposity in patients: The utility of Body Mass Index (BMI), percent body fat, and leptina. **PLoS ONE**. V.7, n.4, apr., 2012.

SHEPHERD JA, NG BK, SOMMER MJ, et al. Body composition by DXA. **Bone**. v.5, p.101-105, 2017.

SILVA, DA, PETROSK, EL, PERES, M.A. Accuracy and measures of association of anthropometric indexes of obesity to identify the presence of hypertension in adults: a population-based study in Southern Brazil. **Eur J Nutr**. v.52, n.1, p.237-246, 2013.

SILVA, CDCD et al. Neck circumference as a new anthropometric indicator for prediction of insulin resistance and components of metabolic syndrome in adolescents: Brazilian Metabolic Syndrome Study. **Rev Paul Pediatr**. v.32,n.2, p.221-229, 2014.

SIGWALT, FR, SILVA, RCR da. Resistência à insulina em adolescentes com e sem excesso de peso de município da Grande Florianópolis-SC. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 67, p. 43-47, 2014.

SIRI, WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods 1961. **Nutrition**. 1993.

SOARES, R et al. Fatores de risco cardiovascular associados à hipertensão arterial sistêmica em escolares. **Revista Pesquisa em Fisioterapia**, v. 8, n. 4, p. 478-488, 2018.

SCHUBERT, MM et al. Reliability and validity of various laboratory methods of body composition assessment in young adults. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 39, n. 2, p. 150–159, 2019.

STABE, C et al. Neck circumference as a simple tool for identifying the metabolic syndrome and insulin resistance: results from the Brazilian Metabolic Syndrome Study. **Rev. Clinical Endocrinology**.; p. 874–881.2013.

STERGIOU, GS, YIANNES NG, RARRA VC. Validation of the Omron 705 IT oscillometric device for home blood pressure measurement in children and adolescents: the Arsakion School Study. **Blood Press Monit**. v.11, n.4, p.229-234, 2006.

SWETS, JA. Measuring the Accuracy of Diagnostic Systems. **Science**. p. 1285–1293. 1988.

TAHERI, M. Neck Circumference as a Useful Marker for Screening Overweight and Obesity in Children and Adolescents. **Oman Medical Journal**. v. 31, n. 3: 170–175, 2016.

TATSUMI, Y et al. Effect of age on the association between waist-to-height ratio and incidence of cardiovascular disease: the Suita study. **Journal of epidemiology**, v. 23, n.

5, p. 351-359, 2013.

TEIXEIRA, BC et al. Marcadores inflamatórios, função endotelial e riscos cardiovasculares. **Jornal vascular brasileiro**, v. 13, p. 108-115, 2014.

TENÓRIO, MCC et al. Inflamação subclínica e doença cardiovascular na obesidade: o papel do exercício físico contínuo e intervalado como tratamento. **RBPFEEX-Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**. Vol. 10. Num. 61. p. 692-704. 2016.

TONET, AC et al. Association between the-174 G/C promoter polymorphism of the interleukin-6 gene and cardiovascular disease risk factors in Brazilian older women. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 41, n. 1, p. 47-53, 2008.

VAN GAAL, LF, MERTENS, IL, DE BLOCK, CE. Mechanisms linking obesity with cardiovascular disease. **Nature**, v. 444, n. 7121, p. 875-880, 2006.

VALENCIA-SOSA, E et al. Neck circumference as an indicator of elevated central adiposity in children. **Public Health Nutrition**.v.22, n.10, p..1755-1761, 2019.

VAGUE, J. La différenciation sexuelle facteur déterminant des formes de l'obésité. **Presse med**, v. 30, p. 339-340, 1947.

VAGUE, J. The degree of masculine differentiation of obesities: a factor determining predisposition to diabetes, atherosclerosis, gout, and uric calculous disease. **The American journal of clinical nutrition**, v. 4, n. 1, p. 20-34, 1956.

VASQUES, ACJ. et al. Utilização de medidas antropométricas para a avaliação do acúmulo de gordura visceral. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 1, p. 107-118, 2010.

VELÁSQUEZ-MELÉNDEZ, G et al. Relationship between stature, overweight and central obesity in the adult population in São Paulo, Brazil. **International Journal of Obesity**, v. 23, n. 6, p. 639-644, 1999.

VITOLO, MR. **Nutrição—da gestação ao envelhecimento**. Editora Rubio, 2014.

VOLP, ACP. et al. Capacidade dos Biomarcadores Inflamatórios em Predizer a Síndrome Metabólica. **Arq. Bras. Endocrinol. Metab**, v. 52, n.3, p. 537-549, 2008.

WILLIAMS, DP. et al. Body Fatness and Risk for Elevated Blood-Pressure, Total Cholesterol, and Serum-Lipoprotein Ratios in Children and Adolescents. **Am J Public Health**. v.82,n.3, p.358-363, 1992.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva, 1995. p.60. (WHO – Technical Report Series, 854).

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation on Obesity. Geneva: WHO; 1998.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a who Consultation. Tech Rep Ser. Vol. 894. i-xii. p. 1-253.

2000.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Global Action Plan for the Prevention and Control of NCDs 2013-2020. Geneva; 2020.

ZHANG, Z et al. Comparison of various anthropometric and body fat indices in identifying cardiometabolic disturbances in Chinese men and women. **PloS one**, v. 8, n. 8, p. e70893, 2013.

ZHOU, D et al. Waist-to-height ratio: A simple, effective and practical screening tool for childhood obesity and metabolic syndrome. **Prev. Med.** 2014, 67, 35–40.

**ANEXOS**

## ANEXO A – QUESTIONÁRIO GERAL 1 DO ADOLESCENTE

### BLOCO B - ESTUDOS

VAMOS COMEÇAR ESTA ENTREVISTA FALANDO SOBRE SEUS ESTUDOS. D001.

Você está estudando atualmente? Sim - Não

D002a. Em que ano você está? EJA/PEJA - Pré-Vestibular

D002b. Grau (marcar): fundamental – médio - curso técnico ensino médio ou médio integrado

curso técnico ou profissionalizante – faculdade - especialização/residência – mestrado –doutorado - curso pré-vestibular - EJA/PEJA (atual supletivo)

D003. Até que ano você completou antes de parar de estudar (Ano)

D003b. Grau (marcar): fundamental – médio - curso técnico ensino médio ou médio integrado Faculdade - especialização/residência – mestrado – doutorado - Não se aplica

(nunca estudou) **BLOCO C - TRABALHO**

AGORA VAMOS FALAR SOBRE O SEU TRABALHO.

VAMOS CONSIDERAR COMO TRABALHO QUALQUER ATIVIDADE QUE VOCÊ REALIZA GANHANDO ALGUM DINHEIRO OU OUTRA COISA EM TROCA PELO SEU TRABALHO

D006. Você já trabalhou alguma vez na vida? Sim – Não

### BLOCO D - FAMÍLIA, MORADIA E RENDA

AGORA VAMOS FALAR SOBRE A SUA FAMÍLIA E QUEM MORA COM VOCÊ D023a.

Qual a sua situação conjugal? Você está...? (ler opções) Solteiro(a) - Casado(a) - Morando com companheiro(a) - Separado(a) ou divorciado(a) - Viúvo(a)

SL003. Qual a cor da sua pele? Branca - Preta/negra - Parda/mulata/cabocla/morena -

Amarelo/oriental – Indígena - Não Sabe

SL004. Você tem alguma religião ou culto? Sim – Não - Não sabe

SL005 Qual a sua religião: Católica - Evangélica. Ex: Batista, Assembléia de deus, Bethesda, Universal, Adventistas, Testemunha de Jeová, Luterana - Espírita/Kardecista - Umbanda/ Candomblé – Judaica - Orientais. Ex: Budista – Outra - Não sabe. Qual? D024. Contando com você, quantas pessoas moram na casa que você vive? (considere apenas as pessoas que moram na casa há pelo menos 3 meses)

AGORA VAMOS FALAR SOBRE A SUA CASA E ALGUMAS COISA QUE VOCÊS TÊM

D029. Vocês têm televisão em casa?

Sim - Não D029a. Quantas? (TV(s)) -

Não sabe

D030. Vocês têm rádio? Sim -

Não D030a. Quantos?

(rádio(s)) - Não sabe D031.

Vocês têm carro? Sim - Não

D031a. Quantos? (carro(s)) -

Não sabe D032. Vocês têm

moto? Sim- Não D032a.

Quantas? (moto(s)) - Não

sabe

D033. Vocês têm empregada doméstica mensalista? Sim – Não - Não se aplica D033a. Quantas? (empregada(s)) - Não sabe

D034. Vocês têm faxineira/diarista? Sim – Não - Não

se aplica D034a. Quantos dias por semana?

dias/semana

D035. Vocês têm máquina de lavar roupa que não seja do tipo tanquinho? Sim – Não

- Não se aplica

D035a. Quantas? (lava-roupa(s)) -

Não sabe D036. Vocês têm DVD?

Sim - Não

D036a. Quantos? (DVD) Não sabe

D037. Vocês têm aparelho de ar condicionado ou split?

Sim - Não D037a. Quantos? (aparelhos) - Não sabe

D038. Vocês têm computador de mesa ou notebook?

Sim - Não D038a. Quantos? (computadores) - Não

sabe

D038b. Este(s) computador(es) tem acesso a internet 24 horas?

Sim - Não D039. Vocês têm micro-ondas? Sim - Não

D039a. Quantos? (Micro-ondas) - Não sabe

D040. Vocês têm máquina de lavar louça?

Sim - Não D040a. Quantas? (lava louças) -

Não sabe

D041. Vocês têm secadora de roupa?

Sim - Não D041a. Quantas? (secadoras)

- Não sabe

D042. Vocês têm geladeira?

Sim - Não D042a. Quantas?

(geladeiras) - Não sabe

D043. Vocês têm freezer separado ou geladeira duplex?

Sim - NãoD043a. Quantos? (freezers) - Não sabe

D044. Quantos banheiros têm na casa? (banheiros(s))

D044a. Quantos banheiros com chuveiro têm na casa? (banheiros(s) com chuveiro)

D045. Quantos cômodos são utilizadas para dormir? (cômodos)

D046. A água utilizada na sua casa vem de onde? (ler opções): Rede geral de distribuição, "CAEMA" - Poço ou nascente - Outro meio

D047. A rua em frente a sua casa é pavimentada ou asfaltada? Sim -Não

D048. No mês passado, você recebeu alguma renda mesmo que seja uma mesada? Sim - Não

D048a. Quanto recebeu no mês passado somente pelo seu trabalho? -Não sabe

D048b. Quanto você recebeu decorrente de mesada, pensão ou qualquer outra fonte de renda que não seja o trabalho? - Não sabe

D050. No mês passado, quantas pessoas que moram contigo receberam alguma renda? (Lembrando que inclui (pessoas): salário/aposentadoria/bolsa - família/bico/pensão/programassociais para jovens/outro benefício social)

D050a. Qual renda de [geral\_d024a] ? -

Não seiD050b. Qual renda de

[geral\_d024b] ? - Não seiD050c. Qual

renda de [geral\_d024c] ? - Não sei

D050d. Qual renda de [geral\_d024d] ? -

Não seiD050e. Qual renda de

[geral\_d024e] ? - Não seiD050f. Qual

renda de [geral\_d024f] ? - Não sei

D050g. Qual renda de [geral\_d024g] ? -

Não seiD050h. Qual renda de

[geral\_d024h] ? - Não seiD050i. Qual

renda de [geral\_d024i] ? - Não sei

D050j. Qual renda de [geral\_d024j] ? -

Não sei

D051. No mês passado a família teve outra fonte de renda? (Além dessas que você já falou). Lembrando que precisa somar cada quantia e colocar o valor total. Sim – Não - Não sabe

D051a. Quanto? - Não sabe

D052. No mês passado alguém que mora contigo recebeu algum benefício social como, porexemplo, seguro desemprego, aposentadoria, bolsa família, pensão? Sim - Não - Não sabe

D052a. Seguro-desemprego? Sim – Não - Não sabe

D052b. Aposentadoria (idade, tempo de contribuição, deficiência ou invalidez)? Sim – Não - Não sabe

D052c. LOAS (idoso ou deficiente)? Sim – Não - Não sabe

D052d. Bolsa família? Sim – Não - Não sabe

D052m. Pensão por morte ou doença específica? Sim – Não -

Não sabe D052p. Outro? Sim – Não - Não sabe

D52pa. Qual?

D053. Quem é o chefe da família (ou a pessoa que ganha mais)? Pai – Mãe – Avô – Avó - Próprio jovem - Outro

D053a. Quem?

SL006. Qual foi o último curso que essa pessoa frequentou ou frequenta? Nunca estudou - Alfabetização de jovens e adultos - Ensino fundamental ou 1o grau - Ensino médio ou 2o grau - Superior graduação incompleto - Superior graduação completo - Não sabe

SL007. Qual ano que essa pessoa frequenta ou até que ano frequentou? Primeiro – Segundo – Terceiro – Quarto – Quinto – Sexto – Sétimo – Oitavo – Nono - Não sabe

SL007a. Qual ano que essa pessoa frequenta ou até que ano

frequentou?Primeiro ano - Segundo ano - Terceiro ano

SL008. No que trabalha a pessoa com a maior renda da família? (Descreva a ocupação. Caso seja aposentado,colocar a última atividade que exerceu). Fora da população economicamente ativa - Não sabe

SL009. Qual a relação de trabalho do chefe da família? Trabalha por conta própria - Assalariado ou empregado - Dono de empresa-empregador - Faz bico - Não se aplica - Não sabe

BLOCO F -

SAÚDE

PLANOS DE

SAÚDE

L020. Você tem algum plano de saúde médico particular, de empresa ou órgão público?  
Sim -Não

## ANEXO B- QUESTIONÁRIO DO BOD POD

**Bod Pod**

Chave do participante: \_\_\_\_\_

Entrevistador: \_\_\_\_\_

- Amy Lily Lopes Cruz  
 Ana Caroline Abreu Araujo  
 Aline Oliveira Diniz  
 Lidia Maria Castro Rolim  
 Liliane dos Santos Rodrigues  
 Camila Domínguez  
 Camila Rolim  
 Edivaldo Pinheiro  
 Thanielle Pereira  
 Ana Caroline Mendes Ramos  
 Letícia Michelly Mugnaini  
 Rafaela Fereira Nunes  
 Emanuel Catarino Serra  
 Bianca Victoria da Fátima  
 Lucilla de Jesus Pinheiro  
 Jacileia Silva dos Santos  
 Monica Araujo Batalha  
 Rafael Oliveira da Costa Pinto  
 Aline Batista  
 Eulina Trindade Costa  
 Lívia Lima Costa  
 Elisa Miranda Costa  
 Ana Carolina Kibeiro  
 Polyana Oliveira Marinho  
 Lívia dos Santos Rodrigues  
 Elizama Conceição Rocha  
 Carlos Cássio Carneiro Silva

Você é {nome\_crianca}?

- Sim  
 Não

Horário de início: \_\_\_\_\_

Apenas observe: O participante possui alguma limitação física (deficientes físicos, cadeirantes, etc.) ou outra condição que impeça a realização do exame?

- Sim  
 Não

Vou te fazer algumas perguntas antes de fazermos este teste:

O participante está utilizando bandagem de gesso?

- Sim  
 Não

Você está grávida?

- Sim  
 Não

Altura

\_\_\_\_\_  
{(cm)}

Peso

\_\_\_\_\_  
{(kg)}

IMC:

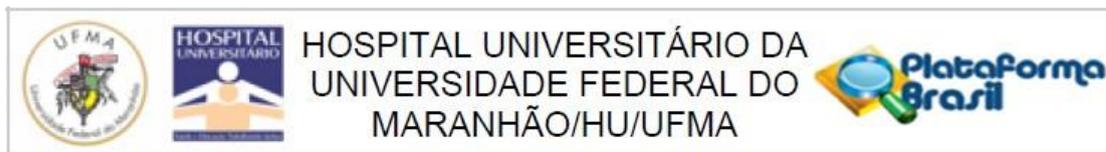
\_\_\_\_\_

Percentual de gordura:

\_\_\_\_\_  
{%}

Medida fora do limite aceitável. Faça um novo escaneamento!

**NÃO REALIZAR EXAME!**

**ANEXO C – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Determinantes ao longo do ciclo vital da obesidade, precursores de doenças crônicas, capital humano e saúde mental - Uma contribuição das coortes de nascimento de São Luís para o SUS

**Pesquisador:** ANTÔNIO AUGUSTO MOURA DA SILVA

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 49096315.2.0000.5086

**Instituição Proponente:** Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão/HU/UFMA

**Patrocinador Principal:** Departamento de Ciência e Tecnologia

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 1.302.489

**ANEXO D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**NOME DA PESQUISA:** “Determinantes ao longo do ciclo vital da obesidade, precursores de doenças crônicas, capital humano e saúde mental”.

**PESQUISADOR RESPONSÁVEL:** Prof. Dr. Antônio Augusto Moura da Silva

**TELEFONES PARA CONTATO:** (98) 32729881/32729875.

**PATROCINADOR FINANCEIRO DA PESQUISA:** MINISTÉRIO DA SAÚDE – DEPARTAMENTO DE CIENCIA E TECNOLOGIA (DECIT)

**OBJETIVOS DA PESQUISA:**

Somos um grupo de pesquisadores da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e estamos dando continuidade a uma pesquisa iniciada nos anos de 1997/98, com crianças nascidas de março de 1997 a fevereiro de 1998, para avaliar sua saúde e analisar dados que possam auxiliar no entendimento das questões de saúde da população atual. Convidamos você, que já foi avaliado por nós na ocasião do nascimento, a participar novamente desta pesquisa.

Este é um formulário de consentimento, que fornece informações sobre a pesquisa. Se concordar em participar, você deverá assinar este formulário.

Antes de conhecer a pesquisa, é importante saber o seguinte:

- Você está participando voluntariamente. Não é obrigatório participar da pesquisa.
- Você pode decidir não participar ou desistir de participar da pesquisa a qualquer momento.
- Esta pesquisa está sendo conduzida com indivíduos que nasceram nos anos de 1997/98, que foram avaliados aos 07/09 anos. Este é o terceiro momento deste grande estudo. Portanto, gostaríamos que você participasse novamente como voluntário(a), nos ajudando neste estudo.
- Ressaltamos que, da mesma forma que foi muito importante a sua participação nos outros momentos da pesquisa, sua participação agora é muito importante para que as informações obtidas possam contribuir para o conhecimento mais completo da sua saúde.
- Afirmamos ainda que a pesquisa só será iniciada após aprovação do

Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão. Comitês de Ética são colegiados interdisciplinares e independentes, de relevância pública, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, criados para garantir a proteção dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

- Este termo de consentimento livre e esclarecido será rubricado em todas as suas páginas e assinadas, ao seu término, por você, ou por seu representante legal, assim como pelo pesquisador responsável, ou membro da equipe.
- Este termo de consentimento livre e esclarecido foi elaborado em duas vias, sendo que uma ficará com o pesquisador responsável e outra com você.

#### O QUE DEVO FAZER PARA PARTICIPAR DESTA PESQUISA?

Se você concordar em participar desta pesquisa, você responderá a algumas perguntas sobre situação sociodemográfica, será avaliado seu crescimento físico e o seu desenvolvimento. Serão realizados exames clínicos (medidas antropométricas, de composição corporal), laboratoriais (coleta de sangue) e exame dos dentes para nos fornecer informações mais completas sobre sua saúde.

#### QUAIS SÃO OS RISCOS DA PESQUISA?

Os profissionais que realizarão as entrevistas e os exames são treinados para as tarefas. Os questionários podem conter algumas perguntas que lhe causem incômodo ao responder. Reiteramos que o estudo não apresenta nenhum risco físico, entretanto o participante poderá sentir algum desconforto ou constrangimento pelo tempo gasto no preenchimento do questionário. Nesta ocorrência será dada a oportunidade de interromper sua participação, se assim desejar, e retomá-la em outro período ou interrompe-la definitivamente sem nenhum tipo de ônus.

Comunicamos que serão colhidos 15 mL de sangue no braço através da utilização de materiais novos, estéreis e descartáveis, por pessoal habilitado e especializado. As amostras para análise molecular serão retiradas das mesmas

amostras coletadas, sem a necessidade de coletas adicionais. A coleta do material poderá deixar uma pequena mancha roxa, mas que desaparecerá rapidamente. Será tomado todo o cuidado técnico para que isso não aconteça como leve compressão no local, colocação de adesivo estéril no local da punção, braço levantado por alguns minutos após a coleta, além dos cuidados para evitar infecção.

#### HÁ BENEFÍCIOS EM PARTICIPAR DESTA PESQUISA?

Há benefícios em participar deste estudo. A avaliação de sua saúde é sempre muito importante, sendo uma oportunidade de orientação em caso de dúvidas e questionamentos sobre sua saúde. Se houver alguma alteração detectada você será encaminhado(a) para tratamento. A sua participação vai nos ajudar a entender alguns problemas de saúde dos jovens que poderão ser prevenidos no futuro. O sigilo de todas as informações será garantido, nenhum dado que permita sua identificação será fornecido. Quando este estudo acabar, os resultados serão discutidos com outros pesquisadores e divulgados para que muitas pessoas se beneficiem desse conhecimento, mas sem identificar sua participação no estudo. Além disso, ainda poderá ainda contribuir com novas estratégias para o melhoramento do processo de saúde de muitas pessoas.

#### E A CONFIDENCIALIDADE?

Os registros referentes a você permanecerão confidenciais. Você será identificado por um código, e suas informações pessoais contidas nos registros não serão divulgadas sem sua expressa autorização. Além disso, no caso de publicação deste estudo, não serão utilizados seus nomes ou qualquer dado que os identifiquem. As pessoas que podem examinar seus registros são: o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário, a equipe de pesquisadores e os monitores da pesquisa.

Você terá total acesso aos seus resultados de exames e avaliações, sendo disponibilizados após a realização dessas avaliações, e sempre que houver seu interesse em conhecer.

#### O QUE FAÇO EM CASO DE DÚVIDAS OU PROBLEMAS?

Para solucionar dúvidas relativas a este estudo ou a uma lesão relacionada à

pesquisa, entre em contato com os Profs. Drs: Antonio Augusto Moura da Silva ou Vanda Maria Ferreira Simoes ou Rosângela Fernandes Lucena Batista (98) 3272-9681, das 8:00 às 18 horas .

Para obter informações sobre seus direitos como objeto de pesquisa, entre em contato com: Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão pelo telefone (98) 2109-1250.

Endereço do CEP-HUUFMA: Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário. Telefone (98) 2109 1250, endereço Rua Barão de Itapary, 227, quarto andar, Centro, São Luís-MA. CEP- 65.020-070.

Se você entendeu a explicação e concorda voluntariamente em participar deste estudo, por favor, assine abaixo. Uma cópia ficará com você e a outra com o pesquisador responsável. A participação é voluntária e você pode deixar a pesquisa em qualquer momento, sem ter que dar qualquer justificativa ou ser penalizado.

Agradecemos muito a sua colaboração.

ASSINATURAS:

Nome do voluntário: \_\_\_\_\_

Assinatura do voluntário: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Nome do Pesquisador: \_\_\_\_\_

Assinatura do Pesquisador: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## ANEXO E – NORMAS DA REVISTA PRIMEIRO ARTIGO

# Nutrición Hospitalaria

Órgano Oficial

Sociedad Española de Nutrición Clínica y Metabolismo ■ Sociedad Española de Nutrición ■ Federación Latino Americana de Nutrición Parenteral y Enteral ■ Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética

## Información para los autores

*Nutrición Hospitalaria* considerará para su publicación aquellos trabajos relacionados con el soporte nutricional, la nutrición clínica y la alimentación humana. La revista se adhiere a las normas del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, por lo que los manuscritos deben elaborarse siguiendo sus recomendaciones, que pueden encontrarse en su página web: <http://www.icmje.org>.

Todas las contribuciones originales, además de las que considere el Comité Editorial, serán evaluadas antes de ser aceptadas por revisión externa y anónima por pares (*peer review*). El envío de un artículo a *Nutrición Hospitalaria* implica que es original y que no ha sido previamente publicado ni está siendo evaluado para su publicación en otra revista. No se aceptará material previamente publicado. Los autores son responsables de obtener los oportunos permisos para reproducir parcialmente el material, ya sea texto, tablas o figuras.

Factor de impacto (2020): 1,057  
ISSN (versión papel): 0212-1611  
ISSN (versión electrónica): 1699-5198  
[www.nutricionhospitalaria.org](http://www.nutricionhospitalaria.org)

### REMISIÓN DE LOS MANUSCRITOS

Los manuscritos pueden remitirse, en español o en inglés, por vía electrónica a través de la web [www.nutricionhospitalaria.org](http://www.nutricionhospitalaria.org) donde el autor encontrará toda la información necesaria para el envío. El autor para correspondencia podrá hacer un seguimiento, en todo momento, del proceso de revisión del artículo a través de este sistema. Todos los originales aceptados quedan como propiedad permanente de *Nutrición Hospitalaria* y no podrán ser reproducidos en parte o totalmente sin permiso de la Editorial de la revista. No se aceptarán trabajos publicados anteriormente o presentados al mismo tiempo a otra revista.

Todos los artículos deben ir acompañados del correspondiente documento de cesión de derechos y de una carta de presentación donde se explique el tipo de artículo que se envía (y si es Original, especificando para qué área), la aportación y relevancia del mismo dentro del campo de la nutrición, así como la declaración de que es un texto original, que no se encuentra en proceso de evaluación en ninguna otra revista y la declaración de cualquier tipo de conflicto de intereses o la existencia de cualquier tipo de relación económica.

### SECCIONES

Fundamentalmente la revista consta de las siguientes secciones:

**Originales.** Trabajos preferentemente prospectivos, de investigación clínica, y otras contribuciones originales sobre etiología, fisiopatología, anatomía patológica, epidemiología, diagnóstico y tratamiento. La extensión debe ser de 4.000 palabras, excluyendo bibliografía y resumen, 7 tablas y/o figuras, y 40 citas bibliográficas como máximo. Es necesario incluir números de línea en todo el texto, comenzando por la página de título.

**Notas clínicas.** Descripción de uno o más casos clínicos de excepcional observación que supongan una aportación importante al conocimiento del proceso, realizando una revisión crítica de la literatura. La extensión máxima debe ser de 2.000 palabras, excluidos resumen, abstract y bibliografía. Se aceptarán de 2 a 4 figuras y/o tablas. La bibliografía no debe superar las 15 referencias.

**Cartas al Editor.** En esta sección se publicarán a la mayor brevedad objeciones o comentarios relativos a artículos publicados recientemente en la revista. La extensión máxima será de 500 palabras y el texto no se estructurará en apartados. La bibliografía no debe superar las 10 referencias. Sólo se admitirá una tabla o figura.

**Revisiones.** En la actualidad, salvo excepciones, la política de la revista es encargar las revisiones. No obstante, artículos con evaluaciones sistemáticas de la literatura con criterios de búsqueda prediseñados (y, si es posible, con gradación de la evidencia), y no solo revisiones narrativas, tienen mejor cabida en nuestra revista, especialmente si el autor de la revisión tiene publicaciones sobre el tema en cuestión.

Si finalmente decide enviar un artículo a esta sección, aunque no haya sido por encargo, debe conocer que los artículos para esta sección, al igual que el resto, deben ser gestionados a través de la plataforma de la revista: se le asignará a un editor y pasará la evaluación por pares, por lo que el artículo podrá ser rechazado directamente, aceptarse o solicitarse cambios mayores o menores.

La extensión no deberá superar las 5.000 palabras, excluyendo el resumen (250 palabras no estructurado) y la bibliografía (60 citas máximo). Se aceptarán un máximo de 7 entre figuras y/o tablas.

**Otras secciones.** La revista incluye otras secciones (Editorial, Artículos especiales, Guías de Práctica Clínica y Grupos de trabajo de SENPE) cuyos trabajos son escritos por encargo del Comité de Redacción.

### PRESENTACIÓN Y ESTRUCTURA DE LOS TRABAJOS

Los artículos pueden remitirse en español o inglés y deben ser presentados de la siguiente manera:

1. En la **primera página** del artículo se indicarán, en el orden que aquí se cita, los siguientes datos: título del artículo, nombre y apellidos de todos los autores, nombre y dirección completos del centro de trabajo y dirección para la correspondencia, y otras especificaciones cuando se considere necesario (conflicto de intereses, financiación, registro de ensayos clínicos, etc.). Desde esta primera página de título y hasta el final del manuscrito deben incluirse números de línea en todo el texto.
2. **Resumen y abstract.** Su extensión será para los artículos de la sección de Originales de 250 palabras. Se caracterizará por: a) poder ser comprendido sin necesidad de leer parcial o totalmente el artículo; b) estar redactado en términos concretos desarrollando los puntos esenciales del artículo; c) su ordenación observará el esquema general del

## INFORMACIÓN PARA LOS AUTORES

artículo en miniatura; y d) no incluirá material o datos no citados en el texto. En los artículos para la sección de Originales irá estructurado en los siguientes apartados: introducción, objetivos, métodos, resultados y conclusiones.

En los artículos para la sección de Notas Clínicas irá estructurado en: introducción, caso clínico y discusión y la extensión será de 150 palabras.

Todos los artículos remitidos en español deben llevar el título traducido en inglés así como el resumen y las palabras clave igualmente en ambos idiomas. Lo mismo pasa con los artículos remitidos en inglés, que deberán contener el título, resumen y palabras clave también en español.

3. **Palabras clave.** Se asignarán de tres a seis palabras clave de acuerdo con el MeSH de Index Medicus/MEDLINE, disponible en: <http://www.nlm.nih.gov/mesh/>

#### 4. Texto

##### 4.1. Originales: Introducción, Material y métodos, Resultados y Discusión

- Introducción: será lo más breve posible y su regla básica consistirá en proporcionar solo la explicación necesaria para que el lector pueda comprender el texto que sigue a continuación.
- Material y métodos: se indica el tipo de estudio, el criterio de selección empleado, las técnicas utilizadas, proporcionando los detalles suficientes para que una experiencia determinada pueda repetirse sobre la base de esta información.
- Resultados: relatan, no interpretan, las observaciones efectuadas con el material y métodos empleados. Estos datos se pueden publicar en detalle en el texto o bien en forma de tablas y figuras.
- Discusión: el autor o autores intentarán ofrecer sus propias opiniones sobre el tema. Destacan aquí: 1) el significado y la aplicación práctica de los resultados; 2) las consideraciones sobre una posible inconsistencia de la metodología y las razones por las cuales pueden ser válidos los resultados; 3) la relación con publicaciones similares y comparación entre las áreas de acuerdo y desacuerdo; y 4) las indicaciones y directrices para futuras investigaciones.
- Agradecimiento. Cuando se considere necesario, se citará a las personas, centros o entidades que hayan colaborado o apoyado la realización del trabajo.

Además de la versión completa del texto (con autores y centros), debe enviarse una versión "ciega" del artículo en la que no figuren los nombres de los autores ni los centros de trabajo, ni debajo del título ni dentro del texto. Esta versión será la que se envíe a la evaluación por pares. En esta versión "ciega" no deben ir ni Agradecimientos ni Financiación, así como ningún otro dato que permita identificar la autoría del manuscrito.

4.5. **Revisiones:** los artículos de revisión serán solicitados por los editores. Solo en casos excepcionales el Comité Editorial podrá valorar material no encargado previamente. En este caso los autores deberán enviar a ([nutricion@grupoaran.com](mailto:nutricion@grupoaran.com)) una carta de motivación previa antes de escribir el artículo de revisión. En cualquier caso, todos los artículos de revisión se someten a la misma revisión por pares y proceso editorial que los artículos originales. Deberán constar de: un resumen, los apartados que consideren los autores (en función de la temática) y unas conclusiones.

5. **Texto sin identificar.** Además de la versión completa con autores, en los artículos para la sección de Originales y Revisiones los autores deben remitir una versión sin identificación, que es la que se enviará a revisión por pares. Esta "versión sin identificar" debe contener el título del artículo, resumen y abstract, texto, bibliografía, figuras y tablas, pero se debe poner especial atención a que dentro del manuscrito no se mencione ningún nombre propio, ni de persona, ni centro, ni ciudad. Tampoco deben aparecer agradecimientos.

6. **Bibliografía.** Se presentará según el orden de aparición en el texto con la correspondiente numeración correlativa. En el texto constará siempre la numeración de la cita entre paréntesis. Los nombres de las revistas deben abreviarse de acuerdo con el estilo usado en el Index Medicus, disponible en: <http://nimpubs.nlm.nih.gov/online/journals/>. En lo posible se evitará el uso de frases imprecisas como citas bibliográficas; no pueden emplearse como tales "observaciones no publicadas" ni "comunicación personal", pero sí pueden citarse entre paréntesis dentro del texto. Los originales aceptados, pero aún no publicados, se incluyen en las citas bibliográficas como [en prensa] (entre corchetes). Las citas bibliográficas deben comprobarse por comparación con los documentos originales. Debe incluirse el DOI en aquellas citas que lo tengan. A continuación se dan unos ejemplos de formatos de citas bibliográficas.

##### - Revista:

###### a) Artículo de revista estándar:

Relacionar todos los autores si son seis o menos, si son siete o más, relacionar solo los seis primeros añadiendo la expresión et al. Solter NA, Wasserman SL, Auster KF. Cold urticaria: release into the circulation of histamine and eosinophilic chemotactic factor of anaphylaxis during cold challenge. *N Engl J Med.* 1976;294:687-90. DOI: xxxxxxxxxxxxxxx

###### b) Trabajo publicado por una Institución (autor no especificado):

The Committee on enzymes of the Scandinavian Society for Clinical Chemistry and Clinical Psychology. Recommended method for the determination of gamma-glutamyltransferase in blood. *Scand J Clin Lab Invest.* 1976;36:119-25.

##### - Libros y otras monografías:

###### a) Autor(es) personal(es): Osler AG. Complement: mechanisms and functions. Englewood Cliffs: Prentice-Hall; 1976.

###### b) Autor corporativo: American Medical Association Department of

explain mental illness. *The Wall Street Journal*. 12 August 1977, 1 (col. 1), 10 (col. 1).

7. **Imágenes.** Las fotografías se seleccionarán cuidadosamente, procurando que sean de buena calidad (300 píxeles/pulgada y 8 cm de ancho como mínimo) y deben enviarse en un formato que se pueda modificar. Se omitirán las que no contribuyan a una mejor comprensión del texto. Las fotografías y las gráficas irán con números arábigos de manera correlativa y conjunta, como figuras.

Si se reproducen fotografías o datos de pacientes, estos no deben ser identificativos del sujeto. En todos los casos, los autores deben haber obtenido el consentimiento informado escrito del paciente que autorice su publicación, reproducción y divulgación en soporte papel y en Internet en *Nutrición Hospitalaria*.

Asimismo, los autores son responsables de obtener los oportunos permisos para reproducir en *Nutrición Hospitalaria*, material (texto, tablas o figuras) publicado previamente.

8. **Tablas.** Las tablas se presentarán al final del manuscrito, después de la bibliografía, en hojas aparte que incluirán: a) numeración de la tabla en números romanos; b) enunciado (título) correspondiente, y c) una sola tabla por página. Se procurará que sean claras y sin rectificaciones; las siglas y abreviaturas se acompañarán siempre de una nota explicativa al pie. Si una tabla ocupa más de una hoja se repetirán los encabezamientos en la hoja siguiente.

## CONSIDERACIONES ÉTICAS

**Autoría.** En la lista de autores deben figurar únicamente aquellas personas que cumplan cada uno de los siguientes requisitos:

1. Haber participado en la concepción y realización del trabajo que ha dado como resultado el artículo en cuestión.
2. Haber participado en la redacción del texto y en sus posibles revisiones.
3. Haber aprobado la versión que finalmente va a ser publicada.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores deben describir cualquier relación financiera o personal que pudiera dar lugar a un conflicto de intereses en relación con el artículo publicado. Incluso si los autores consideran que no los hay, deberán indicarlo.

## RESPONSABILIDADES ÉTICAS

Cuando se describen experimentos que se han realizado en seres humanos se debe indicar si los procedimientos seguidos se conformaron con las normas éticas del Comité Ético de Investigación Clínica (institucional o regional) y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki (<http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/>). No se deben utilizar nombres, iniciales o números de hospital, sobre todo en las figuras.

Cuando se describen experimentos en animales, se debe indicar si se han seguido las pautas de una institución o consejo de investigación internacional, o una ley nacional reguladora del cuidado y la utilización de animales de laboratorio.

## CONSENTIMIENTO INFORMADO

Los autores deben mencionar en la sección de Métodos que los procedimientos utilizados en los pacientes y controles han sido realizados tras la obtención del consentimiento informado. Si se reproducen fotografías o datos de pacientes (incluyendo los nombres, iniciales, o nombre del hospital de los pacientes), éstos no deben ser identificativos del sujeto. En todos los casos, los autores deben haber obtenido el consentimiento informado escrito del

paciente (o del padre o tutor en caso de pacientes menores) que autorice su publicación, reproducción y divulgación en soporte papel e Internet. Del mismo modo, los autores deberán declarar que se han seguido los protocolos establecidos por sus respectivos centros sanitarios para acceder a los datos de las historias clínicas a los fines de poder realizar este tipo de publicación con finalidad de investigación/divulgación para la comunidad científica.

## PROCESO EDITORIAL

Los trabajos serán enviados a través de [www.nutricionhospitalaria.org](http://www.nutricionhospitalaria.org), asignándose un número de referencia. Este número debe usarse en todas las comunicaciones con la Editorial. Una vez los artículos hayan sido validados (es necesario enviar todos los documentos requeridos y cumplimentar aquellos que sean necesarios) pasarán al proceso de evaluación que realiza el Comité de la revista. Las consultas referentes a los manuscritos y al proceso editorial en el que se encuentran pueden hacerlas a través de la web de la revista.

El Comité de Redacción podrá rechazar un artículo para su publicación en la revista sin ser necesario que pase el proceso de revisión por pares, si este es poco probable que se acepte. La evaluación será anónima y los nombres de los autores ni su procedencia deben aparecer en ninguno de los documentos ("artículo sin identificación"); el artículo será enviado a un mínimo de dos revisores que emitirán su dictamen en un plazo inferior a un mes. Después de la revisión, el artículo podrá ser aceptado, o se puede pedir que sea modificado, especificando los cambios que son necesarios en cada caso (plazo: 3 meses máximo). En este último caso, después de volver a evaluar el manuscrito modificado, el Comité emitirá una nueva respuesta. Para facilitar la labor del Comité, los autores marcarán mediante subrayado los cambios realizados solicitados en su manuscrito.

Una vez el artículo haya sido aceptado y previo a su publicación, se enviará al autor de correspondencia las pruebas de imprenta de su artículo. Esta debe revisarse detenidamente, señalar posibles erratas y devolverla corregida a través de la plataforma en un plazo máximo de 48 horas. Una vez transcurrido este plazo, y si no se ha recibido respuesta por parte del autor correspondiente a las galeradas, se considerará que se dan por válidas por parte del autor y la revista las publicará conforme a la prueba remitida para corrección.

Las correcciones solicitadas deben ser mínimas; solamente se admitirán modificaciones en relación con la sintaxis y la comprensión semántica del texto. El Comité Editorial se reserva el derecho de admitir o no las correcciones efectuadas por los autores en la prueba de impresión.

## ABONO EN CONCEPTO DE FINANCIACIÓN PARCIAL DE LA PUBLICACIÓN

En el momento de aceptarse un artículo original o una revisión no solicitada, se facturará la cantidad que se haya estipulado en ese momento + impuestos para financiar en parte la publicación:

### Originales y Revisiones

- Si alguno de los dos primeros autores o el último autor es socio\* de SENPE, el precio será de 150 € + impuestos.
- Si ninguno de los autores es socio de SENPE, o si alguno de los autores es que pertenece a la Sociedad pero no está entre los dos primeros autores o es el último autor el precio será de 450 € + impuestos.

### Notas clínicas

- Si alguno de los dos primeros autores o el último autor es socio\* de SENPE, el precio será de 75 € + impuestos.
- Si ninguno de los autores es socio de SENPE, o si alguno de los autores es que pertenece a la Sociedad pero no está entre los dos primeros autores o es el último autor el precio será de 150 € + impuestos.  
(\*socios aprobados en Asamblea)

## ANEXO F– NORMAS DA REVISTA DO SEGUNDO ARTIGO

A revista Artigos Destaques Instruções aos autores Submissão FAQ

**RSP** Revista de Saúde Pública

Contribuições científicas originais sobre temas relevantes para área da saúde pública.

ISSN 1518-8787

Fator de Impacto JCR 2021: 2,106

Índice H(Scopus): 77

Qualis A2 em Saúde Coletiva

Pesquisar em:  Artigos  Site

Tipo do Artigo

Ano/Volume

Buscar

## Instruções aos Autores

1. Informações gerais
2. Categorias de artigos
3. Dados de identificação do manuscrito
4. Conflito de interesses
5. Declarações e documentos
6. Preparo do manuscrito
7. Checklist para submissão
8. Processo editorial
9. Taxa de publicação

### 6. Preparo do manuscrito

#### Título no idioma original do manuscrito

O título deve ser conciso e completo, contendo informações relevantes que possibilitem a recuperação do artigo nas bases de dados. O limite é de 90 caracteres, incluindo espaços.

#### Título resumido

É o título que constará no cabeçalho do artigo. Deve conter a essência do assunto em até 45 caracteres.

#### Descritores

Para manuscritos escritos em português ou espanhol, devem ser indicados entre 3 a 10 descritores extraídos do vocabulário “Descritores em Ciências da Saúde” (DeCS), da BVS/Bireme, no idioma original. Para manuscritos em inglês, utilizar o Medical Subject Headings (MeSH) da *National Library of Medicine* (EUA). Se não forem encontrados descritores adequados para a temática do manuscrito, poderão ser indicados termos livres.

#### Resumo

O resumo deve ser escrito em seu idioma original. As especificações quanto ao tipo de resumo estão descritas em cada uma das categorias de artigos. Como regra geral, o resumo deve incluir: objetivo do estudo, principais procedimentos metodológicos (população em estudo, local e ano de realização, métodos observacionais e analíticos), principais resultados e conclusões.

#### Estrutura do texto

**Introdução** – Deve relatar o contexto e a justificativa do estudo, apoiados em referências pertinentes. O objetivo do manuscrito deve estar explícito no final da introdução.

**Métodos**- É imprescindível a descrição clara dos procedimentos adotados, das variáveis analisadas (com a respectiva definição, se necessário) e da hipótese a ser testada. Descrever também a população, a amostra e os instrumentos de medida, com a apresentação, se possível, de medidas de validade. É necessário que haja informações sobre a coleta e o processamento de dados. Devem ser incluídas as devidas referências para as técnicas e métodos empregados, inclusive os métodos estatísticos; é fundamental que os métodos novos ou substancialmente modificados sejam descritos, justificando-se as razões para seu uso e mencionando-se suas limitações. Os critérios éticos de pesquisa devem ser respeitados. Os autores devem explicitar que a pesquisa foi conduzida dentro dos padrões éticos e aprovada por comitê de ética.

**Resultados** – É preciso que sejam apresentados em uma sequência lógica, iniciando-se com a descrição dos dados mais importantes. Tabelas e figuras devem ser restritas àquelas necessárias para argumentação e a descrição dos dados no texto deve ser restrita aos mais importantes. Os gráficos devem ser utilizados para destacar os resultados mais relevantes e resumir relações complexas. Dados em gráficos e tabelas não devem ser duplicados, nem repetidos no texto. Os resultados numéricos devem especificar os métodos estatísticos utilizados na análise.

**Discussão** – A partir dos dados obtidos e resultados alcançados, os aspectos novos e importantes observados devem ser interpretados à luz da literatura científica e das teorias existentes no campo. Argumentos e provas baseadas em comunicação de caráter pessoal ou divulgadas em documentos restritos não podem servir de apoio às argumentações do autor. Tanto as limitações do trabalho quanto suas implicações para futuras pesquisas precisam ser esclarecidas. É necessário incluir somente hipóteses e generalizações baseadas nos dados do trabalho. As *Conclusões* devem finalizar esta parte, retomando o objetivo do trabalho.

### **Referências**

**Listagem:** *As referências devem ser normatizadas de acordo com o estilo Vancouver – Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals: Writing and Editing for Biomedical Publication, listadas por ordem de citação. Os títulos de periódicos devem ser referidos de forma abreviada, de acordo com o PubMed. No caso de publicações com até seis autores, todos devem ser citados; acima de seis, devem ser citados apenas os seis primeiros, seguidos da expressão latina “et al.”. Sempre que possível, incluir o DOI do documento citado.*

## ANEXO G –PRIMEIRO ARTIGO PUBLICADO



ISSN (electrónico): 1699-5198 - ISSN (papel): 0212-1611 - CODEN NUHDEQ SVR: 218

## Nutrición Hospitalaria



### Trabajo Original

Obesidad y síndrome metabólico

#### Waist-to-height ratio cut-off points to predict obesity in adolescents and association with inflammatory markers

*Pontos de corte de la relación cintura-altura para predecir la obesidad en adolescentes y asociación con marcadores inflamatorios*

Wylliane Rayana Chaves Carvalho, Ana Karina Teixeira da Cunha França, Alcione Miranda dos Santos, Luana Lopes Padilha, Eduarda Gomes Bogea

Postgraduation Program of Collective Health, Department of Public Health, Federal University of Maranhão, São Luís, Maranhão, Brazil

#### Abstract

**Introduction:** obesity increases inflammatory molecules and cardiovascular risk even in young populations. New indicators are being investigated, including the waist-to-height ratio (WHtR) to predict obesity and the relationship with inflammatory markers in childhood and adolescence.

**Objective:** to identify the cut-off points of the WHtR to determine obesity and its association with inflammatory markers in adolescents in São Luís, state of Maranhão, Brazil.

**Methods:** this is a cross-sectional study, with 2,209 adolescents aged 18 and 19, belonging to the third phase of the birth cohort entitled "RPS", carried out in 2016. The total area under the ROC curve (AUC) was identified to assess the predictive capacity of WHtR in relation to body fat percentage (%BF), obtained by air displacement plethysmography (ADP). The association of WHtR with inflammatory markers interleukin-6 (IL-6), tumor necrosis factor (TNF- $\alpha$ ) and c-reactive protein (CRP) was evaluated.

**Results:** prevalence of obesity by the %BF was 10.3 % in males and 40.4 % in females. The cut-off points for the WHtR were 0.50 for females and 0.51 for males, with an AUC of 0.90 (95 % CI: 0.88-0.92) and 0.93 (95 % CI: 0.90-0.97). There was an association of elevated WHtR with higher levels of IL-6 and CRP ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** the predictive capacity of WHtR for obesity was excellent. Elevated values of the WHtR were associated with early inflammatory markers. This study contributed to the identification of cut-off points for simple and low-cost anthropometric indicators.

#### Keywords:

Obesity, Waist-to-height ratio, ROC curve, Inflammation.

Received: 23/11/2021 • Accepted: 18/04/2022

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

Financial support: this study was supported by the Brazilian National Research Council (CNPq; process 471923/2011-7 and 561058/2015-5), the Foundation for Scientific Research and Development of Maranhão (FAPEMA; process 0035/2008), and the University Level Professional Training Center (CAPES-FINANCE CODE 001).

Acknowledgments: the authors thank all the volunteers who contributed to the study.

Carvalho WRC, França AKTC, Santos AM, Padilha LL, Bogea EG. Waist-to-height ratio cut-off points to predict obesity in adolescents and association with inflammatory markers. Nutr Hosp 2022;39(6):1272-1279

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03962>

©Copyright 2022 SENPE y Arán Ediciones S.L. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

#### Correspondence:

Wylliane Rayana Chaves Carvalho, Postgraduation Program of Collective Health, Department of Public Health, Federal University of Maranhão, Rua Barão de Itapary, 155, Centro, 65020-070 São Luís, Maranhão, Brazil  
e-mail: [wyllianerayana@gmail.com](mailto:wyllianerayana@gmail.com)

**ANEXO H – DECISÃO EDITORIAL DO SEGUNDO ARTIGO**

## Revista de Saúde Pública

**Decision Letter (RSP-2021-4349.R1)****From:** leopoldo@usp.br**To:** wyllyanerayana@gmail.com**CC:****Subject:** Revista de Saúde Pública - Decision on Manuscript ID RSP-2021-4349.R1**Body:** 25-Apr-2022

Dear Dr. CARVALHO:

It is a pleasure to accept your manuscript entitled "Circunferência do pescoço e relação cintura estatura: obesidade e risco cardiovascular" in its current form for publication in the Revista de Saúde Pública.

Thank you for your fine contribution. On behalf of the Editors of the Revista de Saúde Pública, we look forward to your continued contributions to the Journal.

Sincerely,  
Dr. José Leopoldo Antunes  
Editor-in-chief, Revista de Saúde Pública  
leopoldo@usp.br

**Date Sent:** 25-Apr-2022