

# ANTROPOMETRIA E FATORES DE RISCO CARDIOMETABÓLICO AGRUPADOS EM JOVENS: REVISÃO SISTEMÁTICA

Anthropometry and clustered cardiometabolic risk factors in young people: a systematic review

Teresa Maria Bianchini de Quadros<sup>a,\*</sup>, Alex Pinheiro Gordia<sup>a</sup>, Luciana Rodrigues Silva<sup>b</sup>

## RESUMO

**Objetivo:** Revisar sistematicamente a literatura sobre a habilidade de indicadores antropométricos para prever fatores de risco cardiometabólico (FRC) agrupados em crianças e adolescentes.

**Fonte de dados:** Foram analisados estudos publicados de 1º de junho de 2011 até 31 de maio de 2016 nas bases PubMed, SciELO e LILACS. A pesquisa baseou-se em palavras-chave derivadas dos termos “indicadores antropométricos” AND “fatores de risco cardiometabólico”. Foram incluídos estudos observacionais sobre a habilidade de indicadores antropométricos como preditores de FRC agrupados em crianças e adolescentes, nos idiomas português, inglês e espanhol. Não foram incluídos estudos com grupo específico de pacientes com obesidade ou outras doenças.

**Síntese dos dados:** Dos 2.755 registros encontrados, 31 estudos foram selecionados para revisão sistemática. Vinte e oito estudos analisaram a habilidade do índice de massa corporal (IMC) como preditor de FRC agrupados. Dos 25 estudos transversais, apenas em 3 não foi observada associação entre indicadores antropométricos e FRC agrupados. Os resultados dos seis estudos que compararam a habilidade de diferentes medidas antropométricas como preditoras de FRC agrupados foram divergentes, não sendo possível definir um único indicador como melhor preditor de FRC agrupados. Apenas seis estudos eram de coorte, e os achados sugeriram que mudanças na adiposidade na infância predizem alterações nos FRC agrupados na adolescência.

**Conclusões:** O IMC, o perímetro da cintura e a relação cintura-estatura foram preditores de FRC agrupados na infância e na adolescência e apresentaram habilidade similar para prever esses desfechos. Esses achados sugerem que indicadores antropométricos podem representar uma interessante ferramenta para triagem epidemiológica de FRC agrupados em idades precoces.

**Palavras-chave:** Criança; Adolescente; Sobrepeso; Obesidade; Doenças cardiovasculares; Índice de massa corporal.

## ABSTRACT

**Objective:** To conduct a systematic review of the literature on the ability of anthropometric indicators to predict clustered cardiometabolic risk factors (CMRF) in children and adolescents.

**Data source:** Studies published from June 1<sup>st</sup>, 2011 to May 31<sup>st</sup>, 2016 in the PubMed, SciELO and LILACS databases were analyzed. The research was based on keywords derived from the terms “anthropometric indicators” AND “cardiometabolic risk factors”. Observational studies on the ability of anthropometric indicators as predictors of clustered CMRF in children and adolescents in Portuguese, English and Spanish languages were included. Studies with a specific group of obese patients or with other diseases were not included.

**Data synthesis:** Of the 2,755 articles retrieved, 31 were selected for systematic review. Twenty-eight studies analyzed body mass index (BMI) as a predictor of clustered CMRF. Only 3 of the 25 cross-sectional studies found no association between anthropometric indicators and clustered CMRF. The results of six studies that compared the predictive ability of different anthropometric measures for clustered CMRF were divergent, and it was not possible to define a single indicator as the best predictor of clustered CMRF. Only six articles were cohort studies, and the findings suggested that changes in adiposity during childhood predict alterations in the clustered CMRF in adolescence.

**Conclusions:** BMI, waist circumference and waist-to-height ratio were predictors of clustered CMRF in childhood and adolescence and exhibited a similar predictive ability for these outcomes. These findings suggest anthropometric indicators as an interesting screening tool of clustered CMRF at early ages.

**Keywords:** Child; Adolescent; Overweight; Obesity; Cardiovascular diseases; Body mass index.

\*Autor correspondente. E-mail: [tetemb@gmail.com](mailto:tetemb@gmail.com) (T.M.B. Quadros).

<sup>a</sup>Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Amargosa, BA, Brasil.

<sup>b</sup>Faculdade de Medicina, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil.

Recebido em 2 de setembro de 2016; aprovado em 26 de janeiro de 2017; disponível on-line em 14 de julho de 2017.

## INTRODUÇÃO

O índice de massa corporal (IMC) tem sido utilizado há décadas para avaliar o sobrepeso e a obesidade.<sup>1</sup> Da mesma forma, o perímetro da cintura (PC) é empregado para avaliar adiposidade central, e a relação cintura-estatura (RCEst) surgiu da necessidade de corrigir a medida do PC devido ao crescimento em estatura de crianças e adolescentes.<sup>2,3</sup> Com o aumento da incidência de fatores de risco cardiometabólico (FRC) na população pediátrica, métodos de avaliação de baixo custo, não invasivos, de fácil mensuração e com possibilidade de utilização em larga escala têm sido exaustivamente estudados pela comunidade científica.<sup>4-6</sup> Nesse sentido, as medidas antropométricas são sugeridas como preditoras de FRC na infância e adolescência.<sup>4-6</sup>

De acordo com revisão sistemática realizada com artigos publicados até 2014, com o objetivo de verificar a associação entre obesidade abdominal e FRC em crianças e adolescentes, independentemente da definição utilizada para a obesidade abdominal e dos métodos utilizados para as medidas antropométricas, a deposição de gordura central em crianças e adolescentes aumenta o risco de FRC.<sup>4</sup> Duas outras importantes revisões sistemáticas foram publicadas em 2010.<sup>5,6</sup> Browning et al.<sup>5</sup> revisaram sistematicamente estudos que suportam a RCEst como preditora de FRC em adultos e em crianças, bem como relataram relações entre a RCEst, o IMC ou o PC, ou ambos. Dos estudos revisados, 13 foram realizados com crianças e adolescentes, todos transversais. Os achados da revisão demonstraram que a RCEst e o PC foram mais fortemente associados com FRC isolados do que o IMC.<sup>5</sup> Revisão sistemática conduzida por Reilly et al.,<sup>6</sup> que analisaram estudos que compararam a acurácia (*area under the curve* — AUC) do IMC com a do PC para prever FRC, revelou que a AUC de ambas as medidas no diagnóstico dos FRC foram similares.<sup>6</sup>

O acúmulo de adiposidade subcutânea medido pelas dobras cutâneas (DC) também tem se mostrado um bom preditor de FRC em jovens.<sup>7</sup> Contudo, nenhuma das revisões sistemáticas supracitadas incluiu essa medida na busca. Não obstante, de acordo com a síntese dessas revisões, é possível delinear algumas lacunas. Nas revisões de Kelishadi et al.<sup>4</sup> e Browning et al.,<sup>5</sup> os autores não verificaram diferença entre as medidas antropométricas e não focaram a revisão em FRC agrupados. Na revisão de Reilly et al.,<sup>6</sup> os autores compararam a habilidade apenas de duas medidas antropométricas e apenas três estudos apresentaram dois ou mais FRC agrupados como desfecho. De acordo com o *Bogalusa Heart Study*, níveis adversos de FRC agrupados tendem a coexistir em um mesmo indivíduo da infância para a idade adulta.<sup>8</sup> A identificação de métodos simples que possibilitem a triagem epidemiológica de FRC agrupados na população pediátrica pode representar uma estratégia útil para diminuir a incidência de doenças cardiometabólicas no curso da vida. Nesse sentido, o objetivo da presente revisão sistemática

foi verificar a habilidade de indicadores antropométricos para prever FRC agrupados em crianças e adolescentes.

## MÉTODO

O presente estudo é uma revisão sistemática conduzida conforme a metodologia *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA).<sup>9</sup> Em adição, o manual Cochrane para revisões sistemáticas<sup>10</sup> foi consultado ao longo de todo o desenvolvimento do estudo. O protocolo do estudo não foi registrado na base de dados do *International Prospective Register of Systematic Reviews* (PROSPERO).

Foram analisados estudos publicados de 1º de junho de 2011 até 31 de maio de 2016 nas bases de dados PubMed, SciELO e LILACS. A estratégia de busca utilizada no PubMed é mostrada a seguir, e os mesmos termos de pesquisa foram usados nas outras bases de dados: (“*body mass index*”[All Fields] OR “*BMI*”[All Fields] OR “*waist circumference*”[All Fields] OR “*WC*”[All Fields] OR “*waist perimeter*”[All Fields] OR “*skinfolds*”[All Fields] OR “*skinfold thickness*”[All Fields] OR “*Waist-Height Ratio*”[All Fields] OR “*WHtR*”[All Fields] OR “*waist to height ratio*”[All Fields]) AND (“*cardiovascular risk factors*”[All Fields] OR “*cardiovascular disorders*”[All Fields] OR “*cardiovascular risk*”[All Fields] OR “*metabolic syndrome*”[All Fields] OR “*metabolic risk*”[All Fields] OR “*metabolic risk factors*”[All Fields] OR “*metabolic disorders*”[All Fields] OR “*cardiometabolic risk*”[All Fields] OR “*cardiometabolic risk factors*”[All Fields] OR “*cardiometabolic disorders*”[All Fields]) NOT (*review*[Publication Type] OR *randomized controlled trial*[Publication Type] OR *controlled clinical trial*[Publication Type]) AND (“2011/06/01”[PDAT]: “2016/05/31”[PDAT]) AND “*humans*”[MeSH Terms] AND (“*child*”[MeSH Terms:noexp] OR “*adolescent*”[MeSH Terms]).

No presente estudo, definiu-se FRC agrupados como a presença simultânea de duas ou mais das seguintes condições: pressão arterial elevada, hiperglicemia, sensibilidade à insulina, resistência à insulina, hipertrigliceridemia, colesterol total elevado, LDL-colesterol elevado, VLDL-colesterol elevado e HDL-colesterol baixo.

A busca bibliográfica foi realizada por dois pesquisadores independentes que fizeram inicialmente uma triagem dos títulos e resumos dos artigos, e os artigos relevantes foram selecionados para leitura na íntegra. Artigos duplicados foram removidos.

Para serem incluídos na revisão sistemática, os estudos tiveram que atender aos seguintes critérios:

1. Investigar a habilidade de indicadores antropométricos como preditores de FRC agrupados.
2. Reportar dados de crianças e adolescentes (com idade compreendida entre 6 e 17,9 anos ou parte dessa faixa etária ou média de idade compreendida nesse intervalo etário).

3. Ser estudo observacional (transversais, coortes e casos-controles).
4. Apresentar resultados de associações baseados em análises de regressão linear ou *Receiver Operating Characteristics Curve* (curva ROC) (para estudos com desenho transversal).
5. Ser artigo escrito em português, inglês e espanhol.

Não foram incluídos na revisão estudos com grupo específico de pacientes com obesidade ou outras doenças. As etapas para seleção dos artigos podem ser verificadas na Figura 1.

As informações selecionadas nos artigos para compor a presente revisão focaram nos seguintes itens:

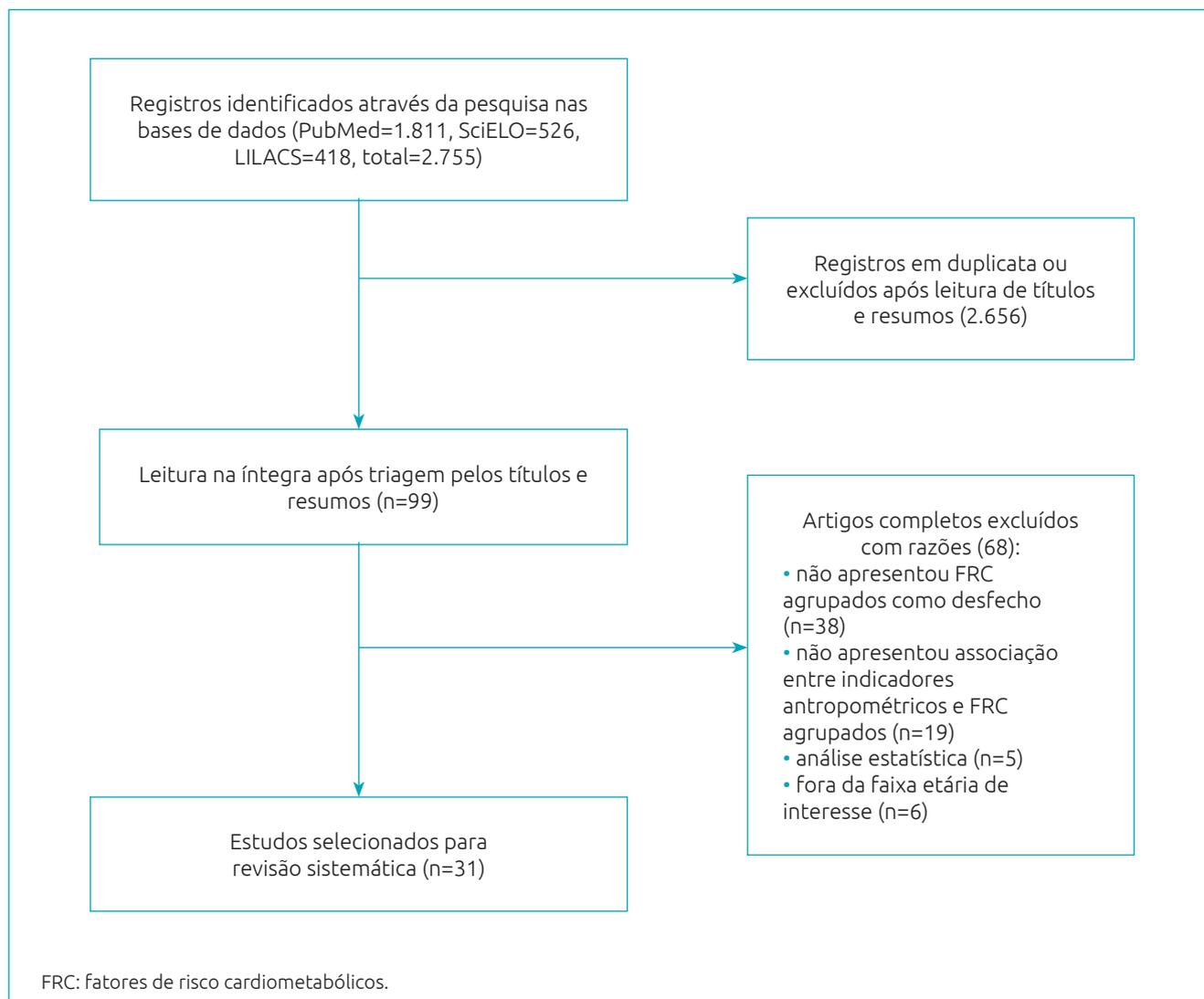
1. Descritivos: estudo, ano de publicação, local do estudo, desenho do estudo, tamanho da amostra, faixa etária e sexo.

2. Metodológicos: características das medidas de exposição e de desfecho e análise estatística utilizada.
3. Descrição dos principais achados.

Tanto a síndrome metabólica (SM) quanto os outros fatores de risco agrupados foram denominados de “FRC” no decorrer do artigo, exceto nas tabelas, nas quais serão abordados de acordo com a nomenclatura utilizada pelos artigos.

## RESULTADOS

Conforme apresentado na Figura 1, foram encontrados 2.755 registros, sendo 1.811 na base de dados PubMed, 526 na SciELO e 418 na LILACS. Após exclusão de registros em duplicata e leitura de títulos e resumos, permaneceram 99 artigos para a leitura na íntegra. Com base



**Figura 1** Fluxograma do processo de seleção dos artigos para a revisão sistemática.

na leitura completa dos artigos, 68 foram excluídos pelas seguintes razões: não apresentaram FRC agrupados como desfecho ( $n=38$ ); não apresentaram associação entre indicadores antropométricos e FRC agrupados ( $n=19$ ); não apresentaram resultados de associações baseados em análises de regressão linear ou curva ROC (para estudos com desenho transversal) ( $n=5$ ); e não reportaram dados de crianças e adolescentes ( $n=6$ ). Ao final, 31 artigos foram selecionados para a revisão sistemática.

### Dados do local, desenho e população dos estudos

Foram investigados artigos recentes, publicados nos últimos cinco anos (1º de junho de 2011 até 31 de maio de 2016). Seis estudos foram publicados em 2015, 13 em 2014, 6 em 2013, 2 em 2012 e 4 em 2011. Dos 31 estudos analisados, 18 foram realizados em países do continente americano, 6 do europeu, 5 do asiático e 2 do africano. A maioria dos estudos teve desenho transversal, e apenas 6 eram estudos de coorte. Em relação à população do estudo, 26 tinham a idade dos participantes compreendida entre 6 e 18 anos, e apenas 5 entre 6 e 20 anos. O tamanho amostral dos estudos variou de 65<sup>11</sup> a 16.914<sup>12</sup> participantes. Dois estudos reportaram achados da associação de indicadores antropométricos e FRC agrupados apenas para o sexo feminino<sup>13,14</sup> (Tabela 1).

### Dados da exposição, desfecho e análise estatística

No que diz respeito às medidas antropométricas, 28 estudos analisaram a habilidade do IMC como preditor de FRC agrupados, 20 do PC, 10 da RCEst e apenas 1 das DC do tríceps, bíceps, suprailíaca e subescapular. Dos 31 estudos, 9 compararam a habilidade do IMC, do PC e da RCEst como preditores de FRC agrupados, 8 do IMC e do PC, 1 do IMC e da RCEst e 1 do IMC, do PC e das DC. Contudo, dos nove estudos que investigaram o IMC, o PC e a RCEst, apenas cinco apresentaram teste estatístico para verificar a diferença na associação entre as três medidas. Dos oito que investigaram a habilidade preditora do IMC e do PC, apenas dois apresentaram resultados referentes à comparação estatística entre as duas medidas. O estudo que comparou a habilidade do IMC e da RCEst apresentou resultado da diferença entre as duas medidas, enquanto o estudo que investigou o IMC, o PC e as DC não. A medida de desfecho mais utilizada pelos estudos foi a SM ( $n=16$ ); os outros estudos utilizaram diferentes critérios para definir FRC agrupados. No que diz respeito à análise estatística, 19 estudos utilizaram a curva ROC, 10 utilizaram a regressão linear e 2 a regressão logística (Tabela 2).

## Principais achados

### Estudos transversais

Dos 25 estudos transversais, apenas em 3 não foi observada associação entre algum dos indicadores antropométricos e a SM ou FRC agrupados.<sup>11,20,27</sup> Seis estudos utilizaram como análise a regressão linear. De acordo com 3 desses estudos, o IMC explicou de 2,4 a 35,0% os FRC agrupados.<sup>20,34,38</sup> Apenas no estudo de Buchan et al.<sup>27</sup> não houve associação significativa entre PC e FRC agrupados ( $\beta=0,050$ ,  $p=0,118$ ), e apenas no estudo de Duncan et al.<sup>20</sup> o IMC não foi capaz de prever FRC agrupados em meninos ( $p>0,05$ ). Nos demais estudos, houve associação significativa positiva do IMC e do PC com os FRC agrupados.<sup>18,22</sup> A RCEst não foi investigada por nenhum desses estudos (Tabela 3).

Nos estudos que utilizaram como análise a curva ROC ( $n=19$ ), a extensão dos valores de AUC para o IMC foi de 0,590 a 0,979, para o PC foi de 0,561 a 0,993 e para a RCEst foi de 0,619 a 0,986, tendo a maioria dos estudos encontrado AUC superior a 0,700, independentemente da medida antropométrica analisada. No estudo que investigou as DC do tríceps, bíceps, suprailíaca e subescapular, além do IMC e PC, como preditores de FRC agrupados, a extensão dos valores de AUC foi de 0,667 a 0,737.<sup>15</sup> De acordo com os estudos que compararam o valor preditivo do IMC, do PC e da RCEst com os FRC agrupados, a RCEst foi superior ao escore Z do IMC para as meninas ( $p<0,001$ );<sup>12</sup> em contraposição, de acordo com Ruiz et al.,<sup>40</sup> o escore Z do IMC foi superior à RCEst ( $p=0,048$ ). Nos estudos de Elizondo-Montemayor et al.<sup>15</sup> e Bauer et al.<sup>36</sup> não houve diferença estatística entre os indicadores antropométricos para prever os FRC agrupados. Por outro lado, no estudo de Matsha et al.<sup>26</sup> houve diferença significativa, e o PC foi superior ao IMC ( $p=0,013$ ) e à RCEst ( $p=0,0003$ ) e o IMC superior à RCEst ( $p=0,035$ ). No estudo que apresentou a comparação da predição do IMC e do PC, o uso do PC sozinho ( $p=0,03$ ) ou com o IMC ( $p=0,02$ ) foi superior ao IMC para detecção de SM em meninas<sup>11</sup> (Tabela 3).

### Estudos longitudinais

Dos seis estudos de coorte, quatro utilizaram como análise estatística a regressão linear e dois a regressão logística. Dois estudos verificaram o poder de predição do IMC para os FRC agrupados, três do IMC e do PC, e um do IMC e da RCEst. De acordo com os achados desses estudos, houve evidências de que o IMC é preditor de FRC agrupados.<sup>21,24</sup> Mudanças no IMC e no PC foram associadas com mudanças nos níveis dos FRC agrupados ( $p<0,001$ ).<sup>25,29</sup> Ainda, de acordo com Wicklow et al.,<sup>41</sup> o risco relativo da incidência de SM foi maior para um elevado escore Z do IMC do que um elevado PC tanto em meninas quanto em meninos. No único estudo que investigou a RCEst, os achados revelaram que ter um valor de RCEst  $\geq 0,5$  na infância aumentou a chance para ter três ou

**Tabela 1** Características dos estudos incluídos na revisão sistemática em relação ao ano de publicação, localização, desenho metodológico e população.

Estudo	Ano de Publicação	Localização	Desenho	População de estudo
Elizondo-Montemayor et al. <sup>15</sup>	2011	México	Transversal	261 crianças, de ambos os sexos, com idades entre 6 e 12 anos
Ferreira et al. <sup>16</sup>	2011	Taguatinga, Brasília, Brasil	Transversal	109 crianças (55 meninos), com idades entre 7 e 11 anos
Taylor e Hergenroeder <sup>17</sup>	2011	Estados Unidos	Transversal	2.003 adolescentes (958 meninos), com idades entre 12 e 19 anos
Wang et al. <sup>18</sup>	2011	Wuhan, China	Transversal	676 (392 meninos), com média de idade de 9,6 (DP=0,7) anos
Al-Attas et al. <sup>19</sup>	2012	Riade, Arábia Saudita	Transversal	948 crianças e adolescentes (495 meninos e 453 meninas), com idades entre 10 e 17 anos
Duncan et al. <sup>20</sup>	2012	Porto, Portugal	Transversal	445 adolescentes (252 meninas e 193 meninos), com idades entre 10 e 17 anos
Brouwer et al. <sup>21</sup>	2013	Norte da Holanda	Coorte	565 adolescentes (283 meninos e 282 meninas), com idades de 11 e 16 anos
Buchan et al. <sup>22</sup>	2013	Lanarkshir, oeste da Escócia	Transversal	192 adolescentes (118 meninos e 74 meninas), com idades entre 14 e 16 anos
Harrington et al. <sup>23</sup>	2013	Estados Unidos	Transversal	369 crianças e adolescentes, de ambos os sexos, brancas e Afro-Americanas, com idades entre 5 e 18 anos
Jago et al. <sup>24</sup>	2013	Estados Unidos	Coorte	3.514 participantes (1.842 meninas), do sexto ao oitavo ano, com 2 anos de acompanhamento
Jago et al. <sup>25</sup>	2013	Estados Unidos	Coorte	3.514 participantes (1.842 meninas), do sexto ao oitavo ano, com 2 anos de acompanhamento
Matsha et al. <sup>26</sup>	2013	Sul da África	Transversal	1.272 jovens (776 meninas), com idades entre 10 e 16 anos
Andaki et al. <sup>13</sup>	2014	Viçosa, Minas Gerais, Brasil	Transversal	187 crianças (106 meninas), com média de idade de 9,90 anos (DP=0,7)
Buchan et al. <sup>27</sup>	2014	Lanarkshir, oeste da Escócia	Transversal	209 adolescentes (139 meninos e 70 meninas), com idades entre 15 e 17,5 anos
Faria et al. <sup>14</sup>	2014	Viçosa, Minas Gerais, Brasil	Transversal	100 adolescentes do sexo feminino, com idades entre 14 e 17 anos
Graves et al. <sup>28</sup>	2014	Bristol, Inglaterra	Coorte	2.710 crianças (1.317 meninos), avaliadas entre 7 e 9 anos e aos 15 anos de idade
Klakk et al. <sup>29</sup>	2014	Svendborg, Dinamarca	Coorte	365 crianças com dados completos (187 meninas), com idades entre 7 e 11 anos
Laurson et al. <sup>30</sup>	2014	Estados Unidos	Transversal	3.385 adolescentes (1.600 meninas), com idades entre 12 e 18,9 anos
Li et al. <sup>31</sup>	2014	Nordeste da China	Transversal	910 adolescentes (53,3% meninos), com idades entre 12 e 16 anos
Moraes e Veiga <sup>32</sup>	2014	Niterói, Rio de Janeiro, Brasil	Transversal	573 adolescentes (68,3% do sexo feminino), com idades entre 12 e 19 anos
Ribeiro-Silva et al. <sup>33</sup>	2014	Salvador, Bahia, Brasil	Transversal	879 crianças e adolescentes (446 meninos), com idades entre 7 e 14 anos
Samsell et al. <sup>34</sup>	2014	Leste dos Estados Unidos	Transversal	73 crianças (33 meninas), com idades entre 7 e 13 anos
Weber et al. <sup>35</sup>	2014	Estados Unidos	Transversal	3.004 participantes (1266 meninas), idades entre 12 e 20 anos
Weber et al. <sup>11</sup>	2014	Filadélfia, Estados Unidos	Transversal	65 adolescentes (26 meninos), com idades entre 11 e 17 anos
Zhou et al. <sup>12</sup>	2014	China	Transversal	16.914 participantes (8.843 meninos e 8.071 meninas), com idades entre 7 e 17 anos
Bauer et al. <sup>36</sup>	2015	Estados Unidos	Transversal	6.097 adolescentes (2.902 meninos), com idades entre 10 e 13 anos
Benmohammed et al. <sup>37</sup>	2015	Argélia	Transversal	1.100 adolescentes (537 meninos e 563 meninas), com idades entre 6 e 18 anos
Chan et al. <sup>38</sup>	2015	Hong Kong, China	Transversal	1.985 estudantes (828 meninos e 1.157 meninas), com idades entre 6 e 18 anos
Pereira et al. <sup>39</sup>	2015	Viçosa, Minas Gerais, Brasil	Transversal	414 meninas e 383 meninos, com idade média de 14,72 (DP=2,95) anos, sendo considerados como fase inicial dos 10 aos 13 anos; fase intermediária dos 14 aos 16 anos; e fase final dos 17 aos 19 anos
Ruiz et al. <sup>40</sup>	2015	Valencia, Venezuela	Transversal	96 adolescentes (27 meninos), com idades entre 12 e 17 anos
Wicklow et al. <sup>41</sup>	2015	Manitoba, Canadá	Coorte	438 crianças, de ambos os sexos, avaliadas aos 10 e aos 13 anos de idade

DP: desvio padrão.

**Tabela 2** Características dos estudos incluídos na revisão sistemática em relação à medição de exposição, desfecho e análise estatística.

Estudo	Medida antropométrica (exposição)	Fatores de risco cardiometabólico agrupados (desfecho)	Análise estatística
Elizondo-Montemayor et al. <sup>15</sup>	IMC, escore Z do IMC, PC e RCEst	O critério utilizado para diagnóstico de SM foi baseado no NCEP/ATP III, modificado por Cook et al. <sup>42</sup>	Curva ROC
Ferreira et al. <sup>16</sup>	IMC e PC	A SM foi definida utilizando-se o critério do NCEP/ATP III <sup>43</sup>	Curva ROC
Taylor e Hergenroeder <sup>17</sup>	PC	Presença de dois ou mais fatores de risco para doença cardiometabólica	Curva ROC
Wang et al. <sup>18</sup>	IMC e PC	Escore de risco metabólico	Regressão linear
Al-Attas et al. <sup>19</sup>	Escore Z do IMC	A SM foi definida de acordo com o critério da IDF <sup>44</sup>	Curva ROC
Duncan et al. <sup>20</sup>	IMC	Escore de risco metabólico	Regressão linear
Brouwer et al. <sup>21</sup>	IMC	Escore de risco cardiometabólico agrupado	Regressão linear
Buchan et al. <sup>22</sup>	PC	Escore de risco cardiometabólico agrupado	Regressão linear
Harrington et al. <sup>23</sup>	IMC	FRC	Curva ROC
Jago et al. <sup>24</sup>	IMC	Escore de risco agrupado	Regressão linear
Jago et al. <sup>25</sup>	IMC e PC	Escore de risco metabólico combinado	Regressão linear
Matsha et al. <sup>26</sup>	IMC, PC e RCEst	SM definida de acordo com o critério da IDF para idades de 10 a 16 anos de idade fornecido por Zimmet et al. <sup>44</sup>	Curva ROC
Andaki et al. <sup>13</sup>	IMC, PC e DC do bíceps, tríceps, supraíliaca e subescapular	A presença de SM foi definida pela presença de três ou mais FRC de acordo com Ferranti et al. <sup>45</sup>	Curva ROC
Buchan et al. <sup>27</sup>	IMC e PC	Escore de risco cardiometabólico agrupado	Regressão linear
Faria et al. <sup>14</sup>	IMC, PC e RCEst	A SM foi definida de acordo com o critério da IDF <sup>44</sup>	Curva ROC
Graves et al. <sup>28</sup>	IMC e RCEst	FRC	Regressão logística
Klakk et al. <sup>29</sup>	Escore Z do IMC e escore Z do PC	Escore de risco composto	Regressão linear
Laurson et al. <sup>30</sup>	IMC	A SM foi definida utilizando-se o critério do NCEP/ATP III <sup>43</sup>	Curva ROC
Li et al. <sup>31</sup>	IMC	A SM foi definida usando uma definição específica para crianças e adolescentes pela IDF <sup>44</sup>	Curva ROC
Moraes e Veiga <sup>32</sup>	PC	Risco para doença cardiovascular	Curva ROC
Ribeiro-Silva et al. <sup>33</sup>	IMC, PC e RCEst	Para diagnóstico da SM foi utilizada a definição modificada do NCEP/ATP III <sup>43</sup>	Curva ROC
Samsell et al. <sup>34</sup>	Escore Z do IMC	Colesterol LDL + VLDL	Regressão linear
Weber et al. <sup>35</sup>	Escore Z do IMC	A SM foi definida de acordo com o critério da IDF <sup>44</sup>	Curva ROC
Weber et al. <sup>11</sup>	IMC, escore Z do IMC e PC	A SM foi definida de acordo com o critério da IDF <sup>44</sup>	Curva ROC
Zhou et al. <sup>12</sup>	Escore Z do IMC, escore Z do PC e RCEst	O critério utilizado para diagnóstico de SM foi baseado no NCEP/ATP III, modificado por Cook et al. <sup>42</sup>	Curva ROC
Bauer et al. <sup>36</sup>	IMC, PC e RCEst	Presença de três ou mais FRC	Curva ROC
Benmohammed et al. <sup>37</sup>	IMC, PC e RCEst	SM de acordo com quatro critérios <sup>42,44,46,47</sup>	Curva ROC
Chan et al. <sup>38</sup>	Escore Z do IMC	Estudantes que tinham três ou mais de cinco escore de risco cardiometabólico	Regressão linear
Pereira et al. <sup>39</sup>	IMC, PC e RCEst	A SM foi definida de acordo com a proposta de Ferranti et al. <sup>45</sup>	Curva ROC
Ruiz et al. <sup>40</sup>	IMC, escore Z do IMC, PC e RCEst	A SM foi definida de acordo com Cook et al. <sup>42</sup>	Curva ROC
Wicklow et al. <sup>41</sup>	Escore Z do IMC e PC	SM <sup>48</sup>	Regressão logística

IMC: índice de massa corporal; PC: perímetro da cintura; RCEst: relação cintura-estatura; DC: dobras cutâneas; SM: síndrome metabólica; FRC: fatores de risco cardiometabólico; IDF: *International Diabetes Federation*; NCEP: *National Cholesterol Education Program*; ATP: *Adult Treatment Panel*; ROC: *receiver operating characteristic*; LDL: *low-density lipoprotein*; VLDL: *very low-density lipoprotein*.

**Tabela 3** Principais achados dos estudos incluídos na revisão sistemática.

Estudo	Principais achados
Elizondo-Montemayor et al. <sup>15</sup>	Todas as variáveis foram preditoras da SM. Não houve diferença significativa entre os valores de AUC para as medidas antropométricas. Os valores da AUC para a RCEst, PC, IMC e escore Z do IMC foram de 0,885; 0,882; 0,874 e 0,874, respectivamente
Ferreira et al. <sup>16</sup>	Os valores da AUC para o IMC e PC para prever SM foram de 0,92 e 0,89, respectivamente
Taylor e Hergenroeder <sup>17</sup>	Os valores da AUC para o PC para prever dois ou mais FRC foram de 0,77 para meninos e de 0,65 para meninas
Wang et al. <sup>18</sup>	Tanto o IMC ( $\beta=0,60$ , $p<0,001$ ) quanto o PC ( $\beta=0,66$ , $p<0,001$ ) apresentaram associação significativa positiva com escore de risco metabólico
Al-Attas et al. <sup>19</sup>	O valor de AUC do escore Z do IMC para 2 ou mais componentes da SM foi de 0,777 ( $p<0,001$ ) e para a SM foi de 0,776 ( $p<0,001$ )
Duncan et al. <sup>20</sup>	Em meninos o IMC não predisse significativamente o escore de risco metabólico ( $p>0,05$ ), ao passo que o oposto ocorreu para as meninas ( $p=0,021$ ) prevendo 2,4% da variância no escore de risco metabólico
Brouwer et al. <sup>21</sup>	Tanto para os meninos quanto para as meninas, a adiposidade na infância previu FRC agrupados durante a adolescência. Além disso, independentemente da adiposidade aos 11 anos, o aumento da adiposidade dos 11 aos 16 anos esteve associada com FRC agrupados
Buchan et al. <sup>22</sup>	O PC foi positivamente associado com ERC agrupado ( $\beta=0,002$ , $p<0,001$ )
Harrington et al. <sup>23</sup>	O valor da AUC do IMC para prever FRC foi de 0,68
Jago et al. <sup>24</sup>	Houve forte evidência ( $p<0,001$ ) de que mudanças no IMC foram associadas com mudanças no escore de fator de risco agrupado em ambos os sexos
Jago et al. <sup>25</sup>	Houve forte evidência ( $p<0,001$ ) de que mudanças no IMC e no PC foram associadas com mudanças no escore de risco metabólico combinado
Matsha et al. <sup>26</sup>	Os valores de AUC do IMC, PC e RCEst para prever SM foram de 0,654; 0,681 e 0,619, respectivamente. Houve diferença significativa entre o IMC e o PC ( $p=0,013$ ); o IMC e a RCEst ( $p=0,035$ ) e a RCEst e o PC ( $p=0,0003$ )
Andaki et al. <sup>13</sup>	Os valores de AUC do IMC, PC e DC para diagnosticar SM em meninas foram de 0,754 para o IMC; 0,683 para a medida do PC1; 0,709 para a medida do PC3; 0,737 para a DC do tríceps; 0,674 para a DC do bíceps; 0,667 para a DC suprailíaca; e, 0,708 para a DC subescapular
Buchan et al. <sup>27</sup>	O IMC foi positivamente associado com escore de risco cardiometabólico agrupado ( $\beta=0,243$ , $p<0,001$ ) enquanto que para o PC não houve associação significativa ( $\beta=0,050$ , $p=0,118$ )
Faria et al. <sup>14</sup>	Os valores de AUC para o IMC, PC e RCEst para prever a SM foram de 0,979; 0,993 e 0,986, respectivamente
Graves et al. <sup>28</sup>	Apresentar RCEst $\geq 0,5$ entre 7 e 9 anos de idade aumentou a chance em 4,6 vezes para meninos e 1,6 vezes para meninas de ter 3 ou mais FRC na adolescência. Meninos com sobrepeso e obesidade tiveram cerca de 4 vezes mais chance para ocorrência de FRC durante a adolescência, com similar associação observada para meninas
Klakk et al. <sup>29</sup>	Mudanças no IMC e no PC foram associadas com mudanças nos níveis dos FRC com similar magnitude (escore Z do IMC: $\beta=0,30$ e escore Z do PC: $\beta=0,27$ )
Laurson et al. <sup>30</sup>	Os valores de AUC do percentil do IMC para detectar a SM foram de 0,890 e 0,856 para meninos e meninas, respectivamente
Li et al. <sup>31</sup>	O IMC apresentou alta precisão diagnóstica de SM (AUC=0,914)
Moraes e Veiga <sup>32</sup>	A AUC do PC para detectar 3 ou mais FRC foi de 0,61 para as meninas e de 0,60 para os meninos
Ribeiro-Silva et al. <sup>33</sup>	Os valores da AUC para o IMC, PC e RCEst para prever SM foram de 0,79; 0,79 e 0,83, respectivamente
Samsell et al. <sup>34</sup>	O escore Z do IMC explicou 18% ( $p<0,0001$ ) da variação dos dois fatores de risco agrupados
Weber et al. <sup>35</sup>	O valor da AUC do escore Z do IMC para identificar SM foi 0,868
Weber et al. <sup>11</sup>	A AUC do IMC, escore Z do IMC e PC para meninos foi de 0,590; 0,456 e 0,561, respectivamente; e, para meninas foi de 0,593; 0,657 e 0,778, respectivamente. O uso do PC sozinho ( $p=0,03$ ) ou com o IMC ( $p=0,02$ ) foi superior ao IMC para detecção de SM em meninas
Zhou et al. <sup>12</sup>	A AUC da RCEst foi de 0,894 em meninos e 0,902 em meninas, sendo que foi maior do que o escore Z do IMC (meninos=0,884 e meninas=0,870) e próximo do escore Z do PC (meninos=0,901 e meninas=0,904). A única diferença significativa foi entre a RCEst e o escore Z do IMC para as meninas ( $p<0,001$ )
Bauer et al. <sup>36</sup>	Os valores da AUC para o IMC, PC e RCEst para prever FRC agrupados foram de 0,80; 0,80 e 0,78, respectivamente. Não foram observadas diferenças estatísticas entre os valores de AUC das medidas antropométricas
Benmohammed et al. <sup>37</sup>	A AUC entre os parâmetros antropométricos e a SM foi alta, variando entre 0,823 e 0,950 para PC, 0,864 e 0,953 para RCEst e 0,803 e 0,972 para o IMC
Chan et al. <sup>38</sup>	O escore Z do IMC explicou uma significativa proporção da variância no ERC tanto em meninos ( $R^2=35,0\%$ ) quanto em meninas ( $R^2=22,3\%$ ). Com a exclusão da medida do PC no ERC, a proporção de explicação diminuiu, mas continuou significativa para meninos ( $R^2=14,7\%$ ) e meninas ( $R^2=6,6\%$ )
Pereira et al. <sup>39</sup>	Os valores da AUC para o IMC, PC e RCEst para prever SM para as meninas foram de 0,906; 0,906 e 0,881 (fase inicial da adolescência); 0,778; 0,835 e 0,818 (fase intermediária da adolescência); e 0,763; 0,902 e 0,864 (fase final da adolescência) e para os meninos foram de 0,914; 0,929 e 0,924 (fase inicial da adolescência); 0,945; 0,964 e 0,953 (fase intermediária da adolescência); e 0,910; 0,948 e 0,976 (fase final da adolescência)
Ruiz et al. <sup>40</sup>	Os valores da AUC para o IMC, escore Z do IMC, PC e RCEst para prever SM foram de 0,875; 0,889; 0,837 e 0,836, respectivamente. O escore Z do IMC foi significativamente diferente da RCEst ( $p=0,048$ )
Wicklow et al. <sup>41</sup>	O RR da incidência de SM foi maior para um elevado escore Z do IMC do que um elevado PC (meninas: RR 2,52 <i>versus</i> 1,56 e meninos: RR 2,86 <i>versus</i> 2,09)

IMC: índice de massa corporal; PC: perímetro da cintura; RCEst: relação cintura-estatura; DC: dobras cutâneas; SM: síndrome metabólica; FRC: fatores de risco cardiometabólico; AUC: acurácia; ERC: escore de risco cardiometabólico; RR: risco relativo.

mais FRC agrupados na adolescência e que ter sobrepeso e obesidade aumentou em aproximadamente quatro vezes a chance de ter co-ocorrência de fatores de risco durante a adolescência para meninos, com similar associação observada para meninas<sup>28</sup> (Tabela 3).

## DISCUSSÃO

A presente revisão sistemática foi realizada com 31 estudos que apresentaram dados da associação entre medidas antropométricas e FRC agrupados em crianças e adolescentes. A maioria dos estudos teve desenho transversal e apenas seis eram de coorte. O IMC foi a medida antropométrica mais investigada, presente em 28 estudos, e a DC a medida menos investigada, apenas por um estudo. A SM foi utilizada pela maioria dos estudos como a medida de desfecho. De acordo com os estudos transversais, as medidas antropométricas estiveram associadas aos FRC agrupados tanto em meninos quanto em meninas, e, segundo os achados dos estudos longitudinais, mudanças na adiposidade na infância predizem mudanças nos níveis dos FRC agrupados na adolescência.

Em relação aos critérios metodológicos, pôde-se observar que não houve consenso entre os estudos para definição da variável de desfecho. A medida de desfecho mais utilizada pelos estudos foi a SM (16 estudos), contudo foram utilizados sete critérios diferentes para sua definição. Isso foi também observado entre os estudos que agruparam os FRC, alguns consideraram como agrupados a presença de dois ou mais fatores de risco, enquanto outros a partir de três fatores. A nomenclatura entre os estudos também variou, por exemplo, “escore de risco metabólico”, “escore de risco combinado”, entre outros. As diferenças metodológicas entre os critérios de definição da medida de desfecho dificultam a comparação entre os estudos e, conseqüentemente, impossibilitam a inferência do poder das medidas antropométricas na predição dos fatores de risco.

Dos 31 estudos analisados, apenas em 3 (todos transversais) não foi observada associação entre indicadores antropométricos e os FRC agrupados.<sup>11,20,27</sup> De maneira geral, entre os estudos transversais, houve associação positiva significativa do IMC, do PC e da RCEst com os FRC agrupados. Dos 25 estudos transversais, 19 utilizaram a curva ROC como análise estatística e a AUC como medida para expressar os resultados. A AUC é uma medida resumo usual do desempenho de um teste (ex.: indicadores antropométricos) para discriminar um determinado desfecho (ex.: FRC agrupados). Quanto mais próximo de 1 for o valor da AUC, maior a capacidade do teste para discriminar o desfecho; assim, valores com extensão de 0,70–0,79 podem ser considerados bons, de 0,80–0,89 muito bons e de 0,90–1,00 excelentes.<sup>49,50</sup> A maioria dos estudos analisados na presente revisão encontrou AUC superior a 0,7, independentemente

da medida antropométrica analisada. De acordo com os estudos longitudinais, ter valores aumentados de IMC, PC e/ou RCEst na infância aumenta a chance de ter FRC agrupados na adolescência.

Os achados entre os estudos que compararam o poder de predição das medidas antropométricas com os FRC agrupados foram divergentes. Em um dos estudos, a RCEst foi superior ao escore Z do IMC para as meninas,<sup>12</sup> enquanto em outros dois o IMC foi superior à RCEst.<sup>26,40</sup> Ainda, em outros dois não houve diferença estatística entre os indicadores antropométricos para predizer os FRC agrupados.<sup>15,36</sup> Em relação ao PC, um estudo encontrou superioridade dessa medida em relação à RCEst<sup>26</sup> e dois estudos em relação ao IMC.<sup>11,26</sup> Além disso, no estudo de Weber et al.<sup>11</sup> o uso do PC isoladamente ou com o IMC foi superior ao IMC para detecção de SM em meninas.

A decisão sobre qual medida utilizar na predição de FRC agrupados tem sido alvo de inúmeras publicações e revisões prévias.<sup>4-6</sup> Na revisão sistemática de Reilly et al.,<sup>6</sup> nove estudos compararam a habilidade do IMC *versus* PC no diagnóstico de FRC em crianças e adolescentes, e três apresentaram dois ou mais FRC como desfecho. Os achados revelaram que a AUC de ambas as medidas no diagnóstico dos FRC foi similar. Na presente revisão, de acordo com dois estudos de coorte, a magnitude das associações do IMC e do PC na predição de FRC agrupados também foi similar,<sup>25,29</sup> enquanto no estudo de Wicklow et al.,<sup>41</sup> também com desenho de coorte, o risco relativo da incidência de SM foi maior para um elevado escore Z do IMC do que um elevado PC, tanto em meninos quanto em meninas. Em contraposição, houve superioridade do PC em relação ao IMC em outros dois estudos.<sup>11,26</sup> Contudo, ambos os estudos tiveram desenho transversal e um deles tinha uma amostra de apenas 65 adolescentes,<sup>11</sup> fato que pode diminuir a força de evidência dos achados.

Nos últimos anos a RCEst tem sido sugerida por alguns autores como melhor medida para predição de fatores de risco em crianças e adolescentes em detrimento do IMC e do PC.<sup>3,5</sup> De acordo com os estudos que defendem essa posição, o fato de não apresentar unidade de medida, corrigir o PC pela estatura e ter possibilidade de apresentar um único ponto de corte para crianças e adolescentes de ambos os sexos a torna mais atraente do que outros indicadores.<sup>3,5</sup> Na presente revisão, dos dez estudos que compararam o poder da RCEst com o IMC e/ou com o PC para predição de FRC agrupados, apenas um estudo encontrou superioridade desse indicador em relação ao IMC e o PC para o sexo feminino.<sup>12</sup> Em revisão sistemática realizada por Browning et al.,<sup>5</sup> de acordo com 13 estudos transversais com crianças e adolescentes, a RCEst e o PC foram mais fortemente associados com FRC isolados do que o IMC. De acordo com os autores, a RCEst pode ser uma ferramenta de triagem clínica global mais útil do que o PC e o

IMC, apoiando a mensagem de saúde pública: “mantenha seu perímetro da cintura em menos da metade de sua estatura”.<sup>5</sup>

Além do IMC, do PC e da RCEst, as DC também têm sido investigadas para prever FRC na população pediátrica.<sup>7,51,52</sup> De acordo com Ali et al.,<sup>7</sup> o acúmulo de adiposidade subcutânea é um forte preditor de resistência à insulina e de hipertriglicéridemia e mais forte preditor de FRC do que a gordura visceral em crianças e adolescentes. Nos estudos de Misra et al.<sup>51,52</sup> as DC do tríceps e supraílica foram mais fortemente correlacionadas com concentrações de insulina em jejum, e a DC subescapular apresentou AUC superior ao IMC para prever FRC agrupados em adolescentes do sexo masculino e superior ao PC em adolescentes do sexo feminino. Contudo, na presente revisão apenas um estudo investigou o poder das DC para prever FRC agrupados. De acordo com os achados do estudo, as DC associaram-se à SM com valores de AUC similares aos do IMC e PC.<sup>13</sup> As DC podem apresentar erro inter e intraobservador superior às medidas de peso, estatura e PC. Além disso, em pesquisas epidemiológicas é essencial ter avaliadores treinados e experientes, fatos que podem tornar as DC menos atraentes do que outros indicadores antropométricos.<sup>53</sup>

A presente revisão sistemática investigou o poder do IMC, do PC, da RCEst e das DC como preditores de FRC agrupados em crianças e adolescentes. Uma limitação da presente revisão foi a definição de busca nos últimos cinco anos, fato que pode ter impedido a inclusão de alguns artigos. Contudo, foram incluídos 31 estudos, tendo sido decrescente o número de artigos inclusos de acordo com o ano de publicação. Outra limitação foi o fato de não ter sido avaliada a qualidade dos manuscritos. Muitos dos estudos incluídos tinham amostras pequenas e diversos deles apresentaram seus resultados divididos por sexo e/ou por faixa etária, diminuindo consideravelmente o tamanho amostral em cada análise. Os tamanhos pequenos das amostras podem ter comprometido o poder de associação dos indicadores antropométricos e a capacidade dos estudos para identificar diferenças entre os indicadores para prever FRC agrupados.

## REFERÊNCIAS

1. Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyama A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ.* 2007;85:660-7.
2. Wang J. Waist circumference: a simple, inexpensive, and reliable tool that should be included as part of physical examinations in the doctor's office. *Am J Clin Nutr.* 2003;78:902-3.
3. 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 would simplify the international

De acordo com a análise dos artigos incluídos na presente revisão, algumas lacunas do conhecimento podem ser relacionadas, como:

1. Falta de consenso para o agrupamento dos FRC, fato que dificulta a comparação dos achados entre estudos, bem como limita maiores inferências sobre o tema.
2. Escassez de estudos que investigaram o poder da RCEst e das DC como preditoras de FRC agrupados na infância e adolescência.
3. Carência de estudos que compararam outros indicadores antropométricos, além do IMC e do PC, bem como que apresentaram análise estatística de comparação.
4. Escassez de estudos com desenho de coorte que investigaram a habilidade de indicadores antropométricos na predição de FRC agrupados.

O desenvolvimento de estudos futuros considerando essas lacunas pode ser relevante para o avanço do conhecimento da área.

Com base nos achados da presente revisão, é possível inferir que o IMC, o PC e a RCEst foram preditores de FRC agrupados na infância e na adolescência e apresentaram habilidade similar para prever esses desfechos. Esses achados sugerem que indicadores antropométricos podem representar uma interessante ferramenta para triagem epidemiológica de FRC agrupados em idades precoces. O peso corporal, a estatura e o PC são medidas simples, de fácil obtenção e de baixo custo que poderiam ter sua avaliação institucionalizada na prática rotineira de diferentes setores (ex.: escolas e unidades de saúde da família) como parte do acompanhamento integral à saúde da população pediátrica.

## Financiamento

Bolsa de estudos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

## Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

6. Reilly JJ, Kelly J, Wilson DC. Accuracy of simple clinical and epidemiological definitions of childhood obesity: systematic review and evidence appraisal. *Obes Rev.* 2010;11:645-55.
7. Ali O, Cerjak D, Kent JW Jr., James R, Blangero J, Zhang Y. Obesity, central adiposity and cardiometabolic risk factors in children and adolescents: a family-based study. *Pediatr Obes.* 2014;9:e58-62.
8. Chen W, Srinivasan SR, Li S, Xu J, Berenson GS. Clustering of long-term trends in metabolic syndrome variables from childhood to adulthood in Blacks and Whites: the Bogalusa Heart Study. *Am J Epidemiol.* 2007;166:527-33.
9. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Ann Intern Med.* 2009;151:264-9.
10. Higgins JP, Green S, editors. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* Version 5.1.0 [updated March 2011] [cited 2016 Nov 20]. Available from: <http://www.cochranelibrary.com/about/about-cochrane-systematic-reviews.html>.
11. Weber DR, Levitt Katz LE, Zemel BS, Gallagher PR, Murphy KM, Dumser SM, et al. Anthropometric measures of abdominal adiposity for the identification of cardiometabolic risk factors in adolescents. *Diabetes Res Clin Pract.* 2014;103:e14-7.
12. Zhou D, Yang M, Yuan ZP, Zhang DD, Liang L, Wang CL, 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.
13. Andaki AC, Tinôco AL, Mendes EL, Andaki Junior R, Hills AP, Amorim PR. Anthropometry and physical activity level in the prediction of metabolic syndrome in children. *Public Health Nutr.* 2014;17:2287-94.
14. Faria ER, Gontijo CA, Franceschini SC, Peluzio MC, Priore SE. Body composition and risk for metabolic alterations in female adolescents. *Rev Paul Pediatr.* 2014;32:207-15.
15. Elizondo-Montemayor L, Serrano-González M, Ugalde-Casas PA, Bustamante-Careaga H, Cuello-García C. Waist-to-height: cutoff matters in predicting metabolic syndrome in Mexican children. *Metab Syndr Relat Disord.* 2011;9:183-90.
16. Ferreira AP, Ferreira CB, Nóbrega OT, Rodrigues Junior E, França NM. Utilização de indicadores antropométricos e metabólicos na predição da síndrome metabólica em crianças. *R Bras Ci e Mov.* 2011;19:5-14.
17. Taylor SA, Hergenroeder AC. Waist circumference predicts increased cardiometabolic risk in normal weight adolescent males. *Int J Pediatr Obes.* 2011;6:e307-11.
18. Wang PG, Gong J, Wang SQ, Talbott EO, Zhang B, He QQ. Relationship of body fat and cardiorespiratory fitness with cardiovascular risk in Chinese children. *PLoS One.* 2011;6:e27896.
19. Al-Attas OS, Al-Daghri NM, Alokail MS, Alkharfy KM, Draz H, Yakout S, et al. Association of body mass index, sagittal abdominal diameter and waist-hip ratio with cardiometabolic risk factors and adipocytokines in Arab children and adolescents. *BMC Pediatr.* 2012;12:119.
20. Duncan MJ, Mota J, Vale S, Santos MP, Ribeiro JC. Comparisons between inverted body mass index and body mass index as proxies for body fatness and risk factors for metabolic risk and cardiorespiratory fitness in Portuguese adolescents. *Am J Hum Biol.* 2012;24:618-25.
21. Brouwer SJ, Stolk RP, Liem ET, Lemmink KA, Corpeleijn E. The role of fitness in the association between fatness and cardiometabolic risk from childhood to adolescence. *Pediatr Diabetes.* 2013;14:57-65.
22. Buchan DS, Young JD, Boddy LM, Malina RM, Baker JS. Fitness and adiposity are independently associated with cardiometabolic risk in youth. *Biomed Res Int.* 2013;2013:261698.
23. Harrington DM, Staiano AE, Broyles ST, Gupta AK, Katzmarzyk PT. BMI percentiles for the identification of abdominal obesity and metabolic risk in children and adolescents: evidence in support of the CDC 95th percentile. *Eur J Clin Nutr.* 2013;67:218-22.
24. Jago R, Drews KL, McMurray RG, Baranowski T, Galassetti P, Foster GD, et al. BMI change, fitness change and cardiometabolic risk factors among 8th grade youth. *Pediatr Exerc Sci.* 2013;25:52-68.
25. Jago R, Mendoza JA, Chen T, Baranowski T. Longitudinal associations between BMI, waist circumference, and cardiometabolic risk in US youth: monitoring implications. *Obesity (Silver Spring).* 2013;21:E271-9.
26. Matsha TE, Kengne AP, Yako YY, Hon GM, Hassan MS, Erasmus RT. Optimal waist-to-height ratio values for cardiometabolic risk screening in an ethnically diverse sample of South African urban and rural school boys and girls. *PLoS One.* 2013;8:e71133.
27. Buchan DS, Young JD, Boddy LM, Baker JS. Independent associations between cardiorespiratory fitness, waist circumference, BMI, and clustered cardiometabolic risk in adolescents. *Am J Hum Biol.* 2014;26:29-35.
28. Graves L, Garnett SP, Cowell CT, Baur LA, Ness A, Sattar N, et al. Waist-to-height ratio and cardiometabolic risk factors in adolescence: findings from a prospective birth cohort. *Pediatr Obes.* 2014;9:327-38.
29. Klakk H, Grontved A, Moller NC, Heidemann M, Andersen LB, Wedderkopp N. Prospective association of adiposity and cardiorespiratory fitness with cardiovascular risk factors in healthy children. *Scand J Med Sci Sports.* 2014;24:e275-82.
30. Laurson KR, Welk GJ, Eisenmann JC. Diagnostic performance of BMI percentiles to identify adolescents with metabolic syndrome. *Pediatrics.* 2014;133:e330-8.
31. Li P, Jiang R, Li L, Liu C, Yang F, Qiu Y. Prevalence and risk factors of metabolic syndrome in school adolescents of northeast China. *J Pediatr Endocrinol Metab.* 2014;27:525-32.
32. Moraes MM, Veiga GV. Acurácia da gordura corporal e do perímetro da cintura para predizer alterações metabólicas de risco cardiovascular em adolescentes. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2014;58:341-51.
33. Ribeiro-Silva RC, Florence TC, Conceição-Machado ME, Fernandes GB, Couto RD. Indicadores antropométricos na predição de síndrome metabólica em crianças e adolescentes: um estudo de base populacional. *Rev Bras Saude Matern Infant.* 2014;14:173-81.
34. Samsell L, Regier M, Walton C, Cottrell L. Importance of android/gynoid fat ratio in predicting metabolic and cardiovascular disease risk in normal weight as well as overweight and obese children. *J Obes.* 2014;2014:846578.

35. Weber DR, Leonard MB, Shults J, Zemel BS. A comparison of fat and lean body mass index to BMI for the identification of metabolic syndrome in children and adolescents. *J Clin Endocrinol Metab.* 2014;99:3208-16.
36. Bauer KW, Marcus MD, El ghormli L, Ogden CL, Foster GD. Cardio-metabolic risk screening among adolescents: understanding the utility of body mass index, waist circumference and waist to height ratio. *Pediatr Obes.* 2015;10:329-37.
37. Benmohammed K, Valensi P, Benlatreche M, Nguyen MT, Benmohammed F, Paries J, et al. Anthropometric markers for detection of the metabolic syndrome in adolescents. *Diabetes Metab.* 2015;41:138-44.
38. Chan NP, Choi KC, Nelson EA, Chan JC, Kong AP. Associations of pubertal stage and body mass index with cardiometabolic risk in Hong Kong Chinese children: A cross-sectional study. *BMC Pediatr.* 2015;15:136.
39. Pereira PF, Faria FR, Faria ER, Hermsdorff HH, Peluzio MC, Franceschini SC, et al. Indicadores antropométricos para identificar síndrome metabólica e fenótipo cintura hipertriglicéridêmica: uma comparação entre as três fases da adolescência. *Rev Paul Pediatr.* 2015;33:194-203.
40. Ruiz N, Rodríguez C, Rodríguez L, Rodríguez V, Varela I, Rangel A. Relación circunferencia de cintura/talla: Predictor de insulino-resistencia y riesgo cardiometabólico agrupado en adolescentes. *Arch Venez Puer Ped.* 2015;78.
41. Wicklow BA, Becker A, Chateau D, Palmer K, Kozyrskij A, Sellers EA. Comparison of anthropometric measurements in children to predict metabolic syndrome in adolescence: analysis of prospective cohort data. *Int J Obes (Lond).* 2015;39:1070-8.
42. Cook S, Weitzman M, Auinger P, Nguyen M, Dietz WH. 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;157:821-7.
43. Expert Panel on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. Executive Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, And Treatment of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA.* 2001;285:2486-97.
44. Zimmet P, Alberti G, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, et al. The metabolic syndrome in children and adolescents. *Lancet.* 2007;369:2059-61.
45. Ferranti SD, Gauvreau K, Ludwig DS, Neufeld EJ, Newburger JW, Rifai N. Prevalence of the metabolic syndrome in American adolescents: findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Circulation.* 2004;110:2494-7.
46. Ferranti SD, Gauvreau K, Ludwig DS, Newburger JW, Rifai N. Inflammation and changes in metabolic syndrome abnormalities in US adolescents: findings from the 1988-1994 and 1999-2000 National Health and Nutrition Examination Surveys. *Clin Chem.* 2006;52:1325-30.
47. Viner RM, Segal TY, Lichtarowicz-Krynska E, Hindmarsh P. Prevalence of the insulin resistance syndrome in obesity. *Arch Dis Child.* 2005;90:10-4.
48. Jolliffe CJ, Janssen I. Development of age-specific adolescent metabolic syndrome criteria that are linked to the Adult Treatment Panel III and International Diabetes Federation criteria. *J Am Coll Cardiol.* 2007;49:891-8.
49. Fletcher RH, Fletcher SW. *Epidemiologia clínica: elementos essenciais.* 4<sup>th</sup> ed. São Paulo: Artmed; 2006.
50. Tape TG. The Area Under an ROC Curve. In: *Interpreting Diagnostic Tests* [cited 2016 Nov 20]. Available from: <http://gim.unmc.edu/dxtests/roc3.htm>.
51. Misra A, Madhavan M, Vikram NK, Pandey RM, Dhingra V, Luthra K. Simple anthropometric measures identify fasting hyperinsulinemia and clustering of cardiovascular risk factors in Asian Indian adolescents. *Metabolism.* 2006;55:1569-73.
52. Misra A, Vikram NK, Arya S, Pandey RM, Dhingra V, Chatterjee A, et al. High prevalence of insulin resistance in postpubertal Asian Indian children is associated with adverse truncal body fat patterning, abdominal adiposity and excess body fat. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2004;28:1217-26.
53. Stomfai S, Ahrens W, Bammann K, Kovacs E, Marild S, Michels N, et al. Intra- and inter-observer reliability in anthropometric measurements in children. *Int J Obes (Lond).* 2011;35:45-51.