



ARTIGO ORIGINAL

## Reference curves of the body fat index in adolescents and their association with anthropometric variables<sup>☆</sup>



Renata Rago Frignani<sup>a</sup>, Maria Aparecida Zanetti Passos<sup>a</sup>,  
Gerson Luis de Moraes Ferrari<sup>a,b,\*</sup>, Sheila Rejane Niskier<sup>a</sup>,  
Mauro Fisberg<sup>a</sup> e Isa de Pádua Cintra<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Setor de Medicina do Adolescente, Centro de Atendimento e Apoio ao Adolescente (CAAA), Departamento de Pediatria, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo, SP, Brasil

<sup>b</sup> Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão Física de São Caetano do Sul (CELAFISCS), São Paulo, SP, Brasil

Recebido em 26 de março de 2014; aceito em 15 de julho de 2014

### KEYWORDS

Adolescents;  
Sexual maturation;  
Fat;  
Skin folds

### Abstract

**Objectives:** To develop reference curves for the body fat index (BFI) in the pediatric population, in adolescents from the city of São Paulo, Brazil, and verify their association with body mass index and body fat percentage.

**Methods:** The study is part of the research project “Nutritional Profile of Adolescents from Public and Private Schools of São Paulo” that was performed in 2004-2005. A total of 4,686 adolescents (2,130 boys and 2,556 girls) aged 10-15 years were divided into two groups: 10-12 and 13-15 years of age. Body mass, height, body mass index, hip circumference, body fat percentage, body fat index, and sexual maturation performed by the self-assessment method (prepubertal, pubertal, and postpubertal) were analyzed. ANOVA was performed, as well as percentile distribution, Pearson’s correlation, and Bland-Altman plot.

**Results:** In boys, there was an increase in body mass, height, body mass index, and hip circumference with advancing age and Tanner stage. In girls, there was an increase in body fat index and body fat percentage with advancing age and stage of sexual maturation. An association was found between body fat index and body mass index ( $r = 0.67$  in boys and  $0.80$  in girls,  $p < 0.001$ ) and body fat percentage ( $r = 0.71$  in boys and  $0.68$  in girls,  $p < 0.001$ ).

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpmed.2014.07.009>

<sup>☆</sup> Como citar este artigo: Frignani RR, Passos MA, Ferrari GL, Niskier SR, Fisberg M, de Pádua Cintra I. Reference curves of the body fat index in adolescents and their association with anthropometric variables. J Pediatr (Rio J). 2015;91:248–55.

\* Autor para correspondência.

E-mail: [gersonferrari08@yahoo.com.br](mailto:gersonferrari08@yahoo.com.br) (G.L. de Moraes Ferrari).

**PALAVRAS-CHAVE**

Adolescentes;  
Maturação sexual;  
Adiposidade;  
Pregas cutâneas

**Conclusion:** The body fat index seems to reflect well the phenomena of sexual dimorphism in adolescence, is easy to perform, and represents a method that should be used in population samples.

© 2014 Sociedade Brasileira de Pediatria. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

**Curvas de referência do índice de adiposidade corporal de adolescentes e sua relação com variáveis antropométricas****Resumo**

**Objetivos:** Desenvolver curvas de referência do índice de adiposidade corporal para população pediátrica, em adolescentes da cidade de São Paulo, Brasil, e verificar a sua relação com o índice de massa corporal e percentual de gordura corporal.

**Métodos:** O estudo faz parte do projeto de pesquisa "Perfil Nutricional de Adolescentes de escolas Públicas e Privadas de São Paulo" realizado em 2004/2005. 4.686 adolescentes (2.130 meninos e 2.556 meninas) de 10-15 anos foram divididos em dois grupos: 10-12 e 13-15 anos. Massa corporal, estatura, índice de massa corporal, circunferência de quadril, porcentagem de gordura corporal, índice de adiposidade corporal e maturação sexual realizada pelo método de autoavaliação (pré-púbere, púbere e pós-púbere) foram analisadas. Foi feito ANOVA, distribuição percentilar, correlação de Pearson e o gráfico de Bland-Altman.

**Resultados:** Nos meninos, ocorreu aumento da massa corporal, estatura, índice de massa corporal e circunferência do quadril com o avanço da idade e estágio de Tanner. Nas meninas, ocorreu aumento do índice de adiposidade corporal e do percentual de gordura corporal com o avanço da idade e estágio de maturação. Foi encontrada uma associação entre o índice de adiposidade corporal com o índice de massa corporal ( $r=0,67$  nos meninos e  $0,80$  nas meninas;  $p<0,001$ ) e com o percentual de gordura ( $r=0,71$  nos meninos e  $0,68$  nas meninas;  $p<0,001$ ).

**Conclusão:** O índice de adiposidade corporal parece refletir bem os fenômenos do dimorfismo sexual na adolescência, sendo um método de fácil realização que deveria ser mais utilizado em amostras populacionais.

© 2014 Sociedade Brasileira de Pediatria. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

**Introdução**

Nas últimas décadas, a prevalência de sobrepeso e obesidade tem aumentado de forma preocupante em todo o mundo, sendo considerado, um problema de saúde pública.<sup>1,2</sup> O período de maior risco para incidência da obesidade é a transição entre a adolescência e as etapas precoces da vida adulta, em ambos os sexos e em vários grupos étnicos,<sup>3</sup> além também de ser um fator de risco importante para doenças cardiovasculares.<sup>4</sup> Embora as manifestações clínicas dessas doenças ocorram na maturidade, estudos mostraram que comorbidades, como as dislipidemias, hipertensão arterial e resistência à insulina, podem estar presentes na infância e na adolescência,<sup>4</sup> sendo responsáveis pelo aumento de risco de morbimortalidade na vida adulta.<sup>5</sup>

Além do excesso de peso na infância aumentar as chances de obesidade na idade adulta,<sup>3,4</sup> a sua forte associação com alterações metabólicas (perfil lipídico e pressão arterial) motivou o desenvolvimento de várias técnicas (pesagem hidrostática e absorção de raio-x de dupla energia) para determinar precisamente a adiposidade corporal, porém a maioria são métodos complexos, demorados e caros para serem aplicados rotineiramente.<sup>6,7</sup> Assim, a avaliação antropométrica constitui-se em importante método de

diagnóstico, de fácil realização, baixo custo, não invasiva, universalmente aplicável, com boa aceitação da população, sendo universalmente aceito e proposto pela Organização Mundial de Saúde.<sup>8,9</sup> Além da medição do peso corporal, e do percentual de gordura corporal (%GC), o índice de massa corporal (IMC) é a abordagem mais comumente utilizadas para caracterizar obesidade em sujeitos individuais.<sup>7-9</sup>

Apesar do IMC ser utilizado para caracterizar o crescimento corporal de crianças, essa medida é rotineiramente aplicada, não só em estudos epidemiológicos, mas também na prática clínica.<sup>1,9,10</sup> Quando usado de maneira indiscriminada pode nos levar a falsos resultados, já que é uma medida ainda muito discutida, além de ser particularmente difícil determinar a adiposidade corporal em crianças.<sup>10,11</sup>

Bergman et al. propuseram o Índice de Adiposidade Corporal (IAC) para indivíduos adultos, um novo parâmetro para avaliar a composição corporal a partir de duas medidas antropométricas, ambas, de fácil reprodutibilidade - estatura, em metros, e circunferência do quadril (CQ), em centímetros.<sup>7</sup> O IAC tem sido desenvolvido e aplicado em adultos de diversos países,<sup>6,7</sup> porém ainda é escasso a aplicação desse índice em adolescentes brasileiros.

Com isso, o objetivo deste estudo foi desenvolver curvas de referência do IAC para população pediátrica, tendo como

modelo, adolescentes da cidade de São Paulo, Brasil, bem como verificar a sua relação com o IMC e %GC.

## Métodos

### População de estudo e amostragem das escolas

O presente estudo integra uma pesquisa sobre os hábitos de vida e o estado nutricional de adolescentes, intitulado "Perfil Nutricional de Adolescentes de escolas Públicas e Privadas de São Paulo". O Projeto foi coordenado por pesquisadores do Centro de Atendimento e Apoio ao Adolescente da Disciplina de Especialidades Pediátricas do Departamento de Pediatria da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP).

O estudo avaliou adolescentes que estavam matriculados entre a 5ª a 8ª séries de 43 escolas públicas e privadas selecionadas aleatoriamente. A randomização levou em consideração o número de escolas públicas e particulares de cada região, contendo no mínimo 200 alunos de 5ª a 8ª séries de turnos matutinos e/ou vespertinos, tendo sido verificada uma relação de proporcionalidade entre as mesmas de 2 para 1. Devido a dificuldade de concordância na aplicação das pranchas de Tanner por parte das escolas particulares e como este dado era importante para o trabalho, a nossa relação de proporcionalidade final foi de 4 escolas públicas para 1 particular, representando 28% de perda. Estes, foram randomicamente selecionados em 31 escolas (25 públicas e 6 particulares) das diferentes regiões (norte, sul, leste e oeste) da cidade de São Paulo, Brasil.

Para compor a amostra deste estudo, foi analisado um banco de dados composto por mais de 8.020 escolares de ambos os sexos que deveriam atender os seguintes critérios de inclusão: (a) ter os dados completos das variáveis incluídas no estudo (b) ter entre 10 e 15 anos de idade; (c) estar regularmente matriculado na rede de ensino público e particular do município de São Paulo; (d) e os responsáveis deveriam assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O protocolo do estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da UNIFESP sob o protocolo 0977/03. Grávidas adolescentes foram excluídas do estudo.

Participaram deste estudo 4.686 adolescentes, dos quais 45,5% (n=2130) eram do masculino e 54,5% (n=2556) eram do sexo feminino e, com idade entre 10 anos e um dia a 15 anos 11 meses e 29 dias, representando uma fração amostral de 1,3% dos 360.000 alunos matriculados nas escolas públicas e privadas de São Paulo. Nenhuma fórmula foi utilizada para estimar o tamanho da amostra pois optamos por uma abordagem probabilística. Os dados foram coletados entre setembro de 2004 e junho de 2005.

A distribuição etária dos estudantes do sexo feminino e masculino foi, respectivamente, a seguinte: 646 e 554 com idade entre 10 e 11 anos; 1308 e 1053 com idade entre 12 e 13 anos; e 602 e 523 com idade entre 14 e 15 anos.

### Medidas antropométricas

Uma equipe de quatro pesquisadoras treinadas coordenaram a realização de todas as medidas, as quais foram previamente treinadas quanto às técnicas e a padronização dos

métodos utilizados, com objetivo de obter maior precisão dos dados coletados.

A massa corporal foi aferida em uma balança digital portátil (Seca®, CA, EUA) com capacidade de 150 kg. Os adolescentes foram pesados de pé no centro da plataforma, em posição ortostática de costas para a escala da balança, com afastamento lateral dos pés e o peso do corpo uniformemente distribuído entre ambos os pés, descalços, com roupas leves e em posição firme com os braços ao longo do corpo.<sup>12</sup>

A estatura foi determinada por meio de estadiômetro digital de parede (Seca®, CA, EUA), com o adolescente descalço ou de meias finas e usando poucas roupas, de modo que o posicionamento do corpo pudesse ser visto pelo avaliador. O adolescente ficou sobre uma superfície plana com o peso distribuído uniformemente em ambos os pés, com um olhar perpendicular ao corpo. Os braços ficaram soltos ao lado do corpo e a cabeça, nádegas e costas em contato com a placa vertical. A mensuração foi feita em uma inspiração profunda com o corpo totalmente ereto.<sup>12</sup>

O IMC foi calculado dividindo o peso, em quilogramas, pela estatura, em metros quadrados (kg/m<sup>2</sup>), conforme as curvas propostas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) de acordo com idade e sexo.<sup>9</sup> Essa classificação tem sido utilizada para identificar o risco ou a condição efetiva de obesidade em populações.<sup>7-9</sup>

Para a aferição da CQ foi utilizada uma fita métrica inelástica (Seca®, CA, EUA), com o adolescente de pés juntos, com o peso distribuído uniformemente em ambos os pés. A medida foi registrada na área de maior circunferência da região glútea.<sup>13</sup> Tanto a estatura quanto a CQ foram feitas três medidas consecutivas, considerando a média aritmética como o valor final. A partir dessas duas medidas citadas anteriormente, foi obtido o IAC, em que se divide a CQ pela estatura multiplicada pela raiz quadrada da estatura menos 18:<sup>7</sup>

$$IAC = \frac{CQ}{estatura\sqrt{estatura}} - 18$$

Para o cálculo do %GC, foram utilizadas as medidas das dobras cutâneas Tricipital (DCT), no ponto que compreende a metade da distância entre a borda súperolateral do acrômio e o olécrano, e a Subescapular (DCSE), medida executada obliquamente em relação ao eixo longitudinal, sendo localizada a dois centímetros abaixo do ângulo inferior da escápula, por meio das equações de Slaughter et al.<sup>14</sup> Para a interpretação dos resultados, foram considerados aceitáveis valores de gordura corporal proposta por Lohman et al.<sup>15</sup>

Para a determinação da maturação sexual foi utilizado o estadiamento puberal de Tanner<sup>16</sup> mediante a técnica de auto-avaliação do desenvolvimento das mamas (M1, M2, M3, M4 e M5) para meninas e genitália (G1, G2, G3, G4 e G5) para meninos, validado anteriormente,<sup>17</sup> tendo sido agrupado em pré-púbere (M1 e G1), púbere (M2 a M4 e G2 a G4) e pós-púbere (M5 e G5).

Para efeitos de cálculos, os adolescentes foram divididos de acordo com a idade biológica em: adolescência precoce: 10 a 12 anos e adolescência média: 13 a 15 anos.<sup>18</sup>

**Tabela 1** Tamanho da amostra, média e desvio-padrão para massa corporal, estatura, IMC, CQ, IAC e %GC de adolescentes de São Paulo de acordo com a idade e estágio de Tanner

Sexo	Idade (anos)	Massa corporal (kg)	Estatura (cm)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	CQ (cm)	IAC	%GC
Meninos	10-12 (n = 1087)	43,11 ± 10,61 <sup>a,b</sup>	149,60 ± 8,17 <sup>a,b</sup>	19,09 ± 3,59 <sup>b</sup>	79,44 ± 8,76 <sup>a,b</sup>	25,42 ± 3,94 <sup>a,b</sup>	20,22 ± 8,89 <sup>b</sup>
	13-15 (n = 1043)	54,75 ± 12,65 <sup>a</sup>	163,77 ± 9,20 <sup>a</sup>	20,26 ± 3,68 <sup>a</sup>	86,66 ± 8,88 <sup>a</sup>	23,40 ± 3,85 <sup>a</sup>	18,88 ± 8,06 <sup>a</sup>
Meninas	10-12 (n = 1311)	45,08 ± 10,90 <sup>b</sup>	151,58 ± 7,79 <sup>b</sup>	19,46 ± 3,75 <sup>b</sup>	83,18 ± 9,34 <sup>b</sup>	26,55 ± 3,97 <sup>b</sup>	20,95 ± 7,55 <sup>b</sup>
	13-15 (n = 1245)	52,84 ± 10,10	159,08 ± 6,34	20,84 ± 3,56	90,28 ± 8,02	27,04 ± 3,95	23,06 ± 6,85
	Estágio de Tanner	Massa corporal (kg)	Estatura (cm)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	CQ (cm)	IAC	%GC
Meninos	Pré-Púbere (n = 115)	44,01 ± 12,26 <sup>a,c,d</sup>	149,47 ± 8,75 <sup>c,d</sup>	19,43 ± 3,87 <sup>a</sup>	80,72 ± 9,81 <sup>a</sup>	26,13 ± 3,92 <sup>c,d</sup>	21,04 ± 9,34
	Púbere (n = 1998)	49,01 ± 12,98 <sup>e</sup>	156,84 ± 11,13 <sup>a,e</sup>	19,67 ± 3,68 <sup>a</sup>	83,07 ± 9,49 <sup>a</sup>	24,36 ± 4,00 <sup>a</sup>	19,50 ± 8,48 <sup>a</sup>
	Pós-Púbere (n = 17)	57,56 ± 14,29	169,17 ± 13,30 <sup>a</sup>	19,88 ± 3,15	87,37 ± 9,34	21,83 ± 3,54 <sup>a</sup>	16,84 ± 6,15 <sup>a</sup>
Meninas	Pré-Púbere (n = 115)	38,31 ± 10,38 <sup>c,d</sup>	146,12 ± 8,87 <sup>c,d</sup>	17,74 ± 3,56 <sup>c,d</sup>	76,77 ± 8,53 <sup>c,d</sup>	25,47 ± 3,72 <sup>c,d</sup>	18,56 ± 7,55 <sup>c,d</sup>
	Púbere (n = 2365)	49,11 ± 10,94 <sup>e</sup>	155,57 ± 7,75	20,17 ± 3,68 <sup>e</sup>	86,89 ± 9,16 <sup>e</sup>	26,79 ± 3,95 <sup>e</sup>	22,01 ± 7,22 <sup>e</sup>
	Pós-Púbere (n = 76)	57,21 ± 10,12	158,62 ± 6,97	22,68 ± 3,33	93,72 ± 7,96	28,96 ± 3,88	26,28 ± 6,63

IMC, índice de massa corporal; CQ, circunferência do quadril; IAC, índice de adiposidade corporal; %GC, porcentagem de gordura corporal.

<sup>a</sup> p < 0,05 diferenças entre os sexos.

<sup>b</sup> p < 0,05 diferenças entre idade.

<sup>c</sup> p < 0,05 diferenças entre pré-púbere e púbere.

<sup>d</sup> p < 0,05 diferenças entre pré-púbere e pós-púbere.

<sup>e</sup> p < 0,05 diferenças entre púbere e pós-púbere.

## Análise estatística

Foi utilizada a análise descritiva média e desvio padrão. A normalidade dos dados contínuos foi avaliada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov. Para comparar os sexos com as variáveis dependentes (massa corporal, estatura, IMC, CQ, IAC e %GC) foi aplicada a análise de variância com dois fatores (sexo e idade: cronológica e biológica) seguido pelo método de comparações múltiplas de Bonferroni.<sup>19</sup>

Para o desenvolvimento das curvas de referência do IAC, utilizamos a idade dos adolescentes em forma centesimal e o método LMS foi usado para definir a distribuição e os pontos de corte do IAC de acordo com o sexo, com os seguintes valores de percentis: 3, 5, 10, 15, 25, 50, 75, 85, 90, 95 e 97.<sup>20</sup> O diagrama de dispersão de Bland-Altman foi utilizado para verificar a concordância absoluta entre IAC e IMC e %GC.<sup>21</sup> Esse procedimento permite visualizar as diferenças médias e os limites extremos de concordância, no caso de dois desvios-padrões da diferença. Assim, o Bland-Altman pode fornecer informações úteis no que diz respeito aos intervalos de valores para os quais os dois métodos são mais concordante / discordante.<sup>21</sup> Para verificar a associação entre IAC com IMC e %GC foi feito a correlação de Pearson. Os cálculos foram realizados pelo software SPSS, versão 20.0 (IBM Corp, 2011. IBM SPSS Statistics for Windows, NY, EUA) e o nível de significância adotado foi de p < 0,01.<sup>19</sup>

## Resultados

A caracterização da amostra é apresentada na [tabela 1](#), de acordo com as variáveis analisadas. É possível verificar que nos meninos houve um aumento da massa corporal, estatura, IMC e CQ com o avanço da idade e do estágio de Tanner. Já em relação às meninas, essa mesma observação ocorreu em todas as variáveis analisadas no presente estudo.

Em relação ao sexo ([tabela 1](#)), nota-se que os meninos mais novos (10-12 anos) possuem valores médios significativamente menores de massa corporal, estatura, CQ e IAC do que as meninas da mesma idade (p < 0,001). Entre os mais

velhos (13-15 anos), isso acontece para todas as variáveis (p < 0,001). Em ambos os sexos, os mais novos tiveram valores médios significativamente diferentes quando comparado aos mais velhos (p < 0,001), isso para todas as variáveis analisadas.

Os resultados da [tabela 1](#) mostraram que na análise comparativa entre os sexos, nos pré-púberes foi encontrada diferença significativa na massa corporal, IMC e CQ (p < 0,001). Nos púberes, somente a massa corporal não apresentou diferença entre os sexos (p = 0,06). Já nos pós-púberes, somente estatura, IAC e %GC tiveram valores estatisticamente diferentes (p < 0,001).

Na comparação entre os estágios de Tanner, os meninos pré-púberes tiveram valores médios significativamente inferiores aos púberes e pós-púberes na massa corporal, estatura e IAC. Na comparação dos púberes com os pós-púberes, os valores médios obtidos nos meninos foram significativamente inferiores na massa corporal e estatura (p < 0,001).

As meninas pré-púberes tiveram valores médios significativamente inferiores às meninas púberes e pós-púberes em todas as variáveis (p < 0,001). Na comparação dos púberes com os pós-púberes, os valores médios obtidos nas meninas, somente a estatura não teve diferença (p = 0,08).

A [tabela 2](#) estabelece os percentis de classificação do IAC de acordo com a idade e estágio de Tanner dos adolescentes. Nota-se que, entre os sexos, a diferença dos valores nos adolescentes de 10 a 12 anos é menor que entre os de 13 a 15 anos.

É possível verificar que, na comparação entre os sexos, do percentil 3 até o percentil 75 ocorreu um aumento da diferença dos valores encontrados conforme o avanço do estágio maturacional. A partir do percentil 85, os meninos pré-púberes obtiveram valores maiores que as meninas de mesma classificação.

Nota-se que o comportamento do IAC é diferente de acordo com o sexo e idade, uma vez que os valores médios dos meninos diminuem com o avanço da idade e os valores médios das meninas tiveram um ligeiro aumento com o avanço da idade ([fig. 1](#)).

**Tabela 2** IAC de acordo com o percentil, sexo, idade e estágio de Tanner de adolescentes de São Paulo de 10 a 15 anos

Sexo	Idade (anos)	3%	5%	10%	15%	25%	50%	75%	85%	90%	95%	97%
Meninos	10-12 (n = 1087)	19,50	19,98	21,02	21,71	22,67	24,75	27,60	29,28	30,87	32,92	34,20
	13-15 (n = 1043)	17,39	18,00	19,13	19,67	20,70	22,88	25,50	27,47	28,64	30,81	32,41
Meninas	10-12 (n = 1311)	20,46	21,20	22,08	22,75	23,95	26,01	28,58	30,63	31,89	33,97	35,48
	13-15 (n = 1245)	20,55	21,31	22,49	23,28	24,41	26,72	29,16	30,57	31,89	34,26	36,06

Sexo	Estágio de Tanner	3%	5%	10%	15%	25%	50%	75%	85%	90%	95%	97%
Meninos	Pré (n = 115)	19,62	20,28	21,85	22,34	23,22	25,73	29,09	30,31	32,01	33,48	34,76
	Púbere (n = 1998)	18,09	18,88	19,78	20,51	21,60	23,77	26,69	28,36	29,74	32,10	33,04
	Pós (n = 17)	15,58	15,58	17,05	17,70	19,13	22,50	24,85	26,35	26,93	-	-
Meninas	Pré (n = 115)	20,56	20,94	21,51	22,10	22,94	25,09	27,26	28,87	29,84	32,23	33,36
	Púbere (n = 2365)	20,49	21,23	22,27	23,02	24,21	26,35	28,91	30,52	31,87	34,22	35,62
	Pós (n = 76)	23,75	24,28	24,84	25,19	26,48	28,15	31,07	32,94	33,26	36,63	40,02

Pré, pré-púbere; Pós, Pós-púbere.

Referente a associação entre as variáveis, a [figura 2](#) mostra a associação significativa entre o IAC com o IMC e %GC de adolescentes de ambos os sexos da cidade de São Paulo ( $p < 0,001$ ). Além disso, a [figura 2](#) apresenta o diagrama de Bland-Altman com elevada concordância entre IAC com IMC e %GC em ambos os sexos. No sexo masculino, a diferença média (IAC-IMC) foi igual a  $4,73 \pm 3,21$ , com limites de concordância que variaram (+ 2DP) 11,03 a (-2DP) -1,57. Já para %GC-IAC, a diferença média foi igual a  $-4,83 \pm 6,37$ , com limites de concordância que variaram (+ 2DP) 7,66 a (-2DP) -17,31 ([fig. 2: A, B](#)).

Já no sexo feminino, a diferença média (IAC-IMC) foi igual a  $6,65 \pm 2,43$ , com limites de concordância que variaram (+ 2DP) 11,40 a (-2DP) 1,90. Já para %GC-IAC, a diferença média foi igual a  $-4,81 \pm 5,43$ , com limites de concordância que variaram (+ 2DP) 5,84 a (-2DP) -15,46 ([fig. 2: C, D](#)).

## Discussão

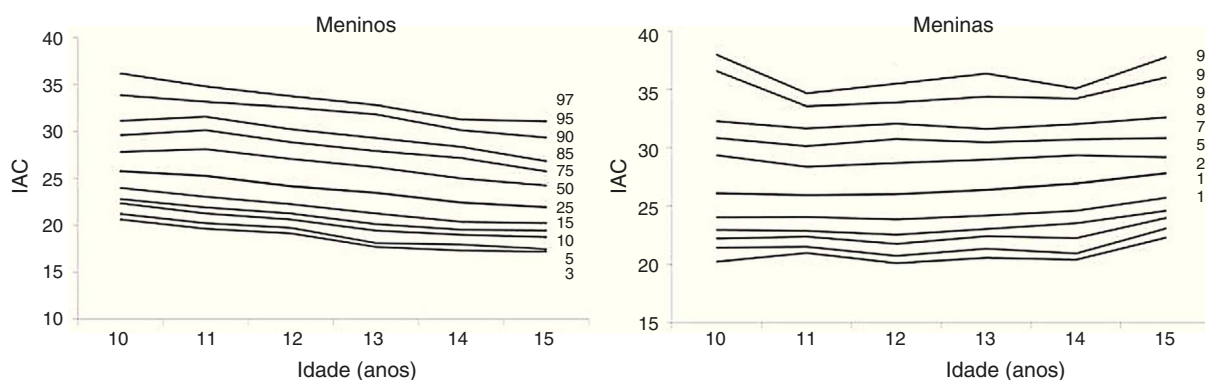
Neste artigo, apresentamos dados e curvas de percentis para o IAC de adolescentes de 10 a 15 anos, tendo sido utilizada estatura e circunferência do quadril para esta avaliação. Embora esta técnica tenha sido validada e considerada de extrema utilidade em estudos epidemiológicos de adultos

devido à facilidade na sua medida e ao seu baixo custo, Bergman et al.,<sup>7</sup> destacam uma predição de erro de 3%. O IAC é uma estimativa direta da %GC e ao contrário do IMC, o IAC fornece dados de %GC sem correção estatística e não requer a medida de massa corporal.<sup>7</sup>

Os valores do IAC podem ser utilizados para a prevenção da obesidade como uma ferramenta de avaliação específica, visto que somente o IMC representa um valor bruto para a gordura corporal sem diferenciação de sexo e estadiamento puberal, podendo facilmente induzir ao erro de classificação.<sup>22</sup>

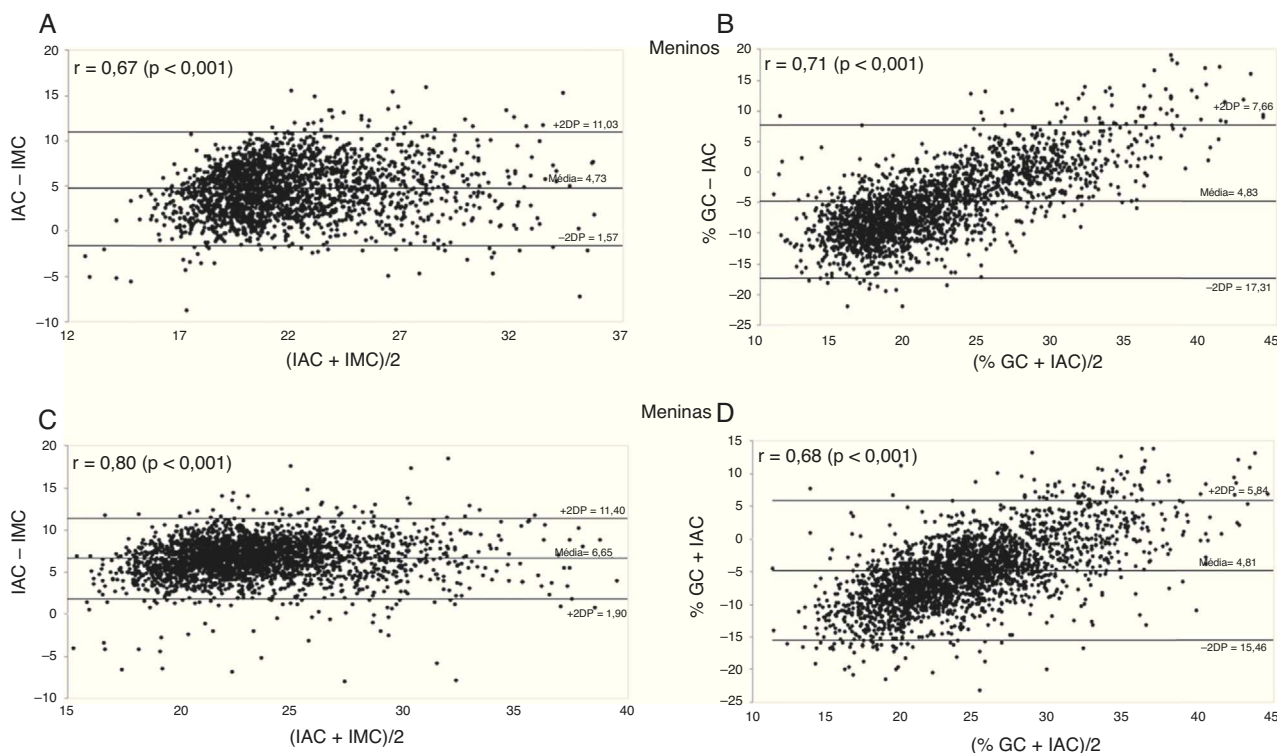
No presente estudo, verificou-se que na adolescência (10-12 anos e 13-15 anos), foi observada diferença estatística entre o sexo e grupo etário em relação ao IMC, IAC e %GC. No entanto, na adolescência média (13-15 anos), apesar dos meninos serem mais altos e com maior massa corporal, eles apresentam menor valor de IMC, CQ, IAC, e %GC do que as meninas do mesmo grupo etário.

Anteriormente, o IAC foi utilizado e validado em diferentes faixas etárias e grupos étnicos.<sup>7,23</sup> Devido o número crescente de obesidade infantil e pelo fato da população pediátrica obesa ter grandes chances de ser tornar adultos obesos<sup>24</sup> e com elevados riscos de doenças cardiovasculares, diabetes do tipo 2 e hipertensão,<sup>25</sup> consideramos de extrema relevância dados e curvas do IAC para a população



**Figura 1** Curvas dos percentis do IAC de acordo com a idade e sexo de adolescentes do município de São Paulo.





**Figura 2** Gráfico de Bland-Altman para verificar o grau de concordância entre o IAC com IMC e %GC de adolescentes (Meninos: A, B; Meninas: C, D) de São Paulo de 10 a 15 anos.

pediátrica de acordo com a idade e maturação sexual. Para Bergman et al., é crítico examinar o comportamento do IAC de escolares pré-púberes e pós-púberes de ambos os sexos e diferentes etnias.<sup>7</sup> Os mesmos autores deixam claro que seria importante verificar a relação do IAC com adiposidade corporal, fato realizado no presente estudo.

Um dos resultados surpreendentes encontrado foi a elevada associação do IAC com %GC, não havendo assim a necessidade da utilização de um instrumento específico e/ou eletrônico para a medição do %GC. Assim, mesmo em ambientes onde apenas as ferramentas mais simples e menos dispendiosas estão disponíveis (a fita métrica), uma estimativa confiável de adiposidade pode ser obtida.

Em relação aos estágios de maturação sexual, tanto os valores do IAC como do %GC tiveram comportamento semelhante em ambos os sexos. Nos meninos, as médias dessas duas variáveis tiveram redução significativa e nas meninas, as médias foram maiores com o avanço dos estágios de Tanner. Resultados similares referente ao %GC têm sido demonstrados por outros autores<sup>11,26,27</sup> sendo importante destacar que, durante a puberdade, as meninas ganham mais gordura corporal enquanto os meninos mais massa muscular.<sup>18</sup> Ressalte-se que a puberdade se caracteriza pelo surgimento de mudanças hormonais drásticas, que induzem a importantes modificações no crescimento, na massa óssea e na composição corpórea. Essas modificações se associam a variações em alguns parâmetros bioquímicos, verdadeiros "marcadores", que regulam o *turnover* ósseo e os níveis de leptina, refletindo mudanças, respectivamente, no crescimento ósseo e na massa gorda.<sup>28</sup>

Quando analisamos os valores dos percentis de IAC dos escolares de acordo com o grupo etário e estágio de Tanner, podemos notar que nos meninos as médias dos valores diminuam com o avanço do estágio de Tanner, fato inverso ocorreu nas meninas.

A relação entre a %GC e risco cardiovascular para doença está bem documentada.<sup>3,4</sup> No entanto, há evidências convincentes de que o conteúdo de gordura visceral<sup>29</sup> pode ser um preditor mais forte do risco cardiovascular do que a adiposidade em geral, mesmo sabendo que nesse estudo analisamos somente a %GC geral. Nesse momento, não temos condições de determinar se o IAC pode ser mais prejudicial a gordura visceral ou hepática, mas no futuro, será de interesse comparar o IAC com depósitos de gordura selecionados.

Embora não há consenso na literatura sobre o diagnóstico da obesidade por meio do %GC e IAC em adolescentes, alguns autores definiram os percentis 85th e 95th como excesso de gordura corporal e obesidade, respectivamente.<sup>11,27</sup>

Quando avaliamos os percentis 85 e 95 do IAC de acordo com a maturação sexual, verificamos que nos meninos pré-púberes e púberes houve uma elevação, em torno de 10 e 17%, respectivamente. Já nas meninas, o maior aumento foi naquelas classificadas como pós-púberes. Estes dados demonstram a importância da avaliação da maturação sexual e a sua influência sobre a composição corporal dos adolescentes. Quando comparado aos grupos de 10 a 12 anos e de 13 a 15 anos, os meninos tiveram maior aumento no grupo etário 10-12 anos, já nas meninas, o maior aumento aconteceu no grupo etário 13-15 anos. Como na população estudada, os meninos apresentaram maior excesso de

peso e esta mesma tendência tem sido observada na nossa experiência clínica, consideramos importante a utilização destes dados na avaliação de adolescentes de São Paulo.

Muitos estudos populacionais têm focado o IAC em populações estrangeiras e de outras etnias.<sup>23</sup> Até o presente momento, nenhum estudo brasileiro tem apresentado os valores do IAC de acordo com o sexo, idade e maturação sexual, o que torna imprescindível durante a adolescência, uma vez que há uma grande variação dos eventos puberais em indivíduos de mesmo sexo e na mesma idade cronológica. Além disso, tem sido demonstrado um aumento do IMC em cada estágio de maturação sexual,<sup>30</sup> portanto, este trabalho apresenta uma contribuição adicional para a avaliação da composição corporal de adolescentes, tornando mais fidedigna a avaliação deste parâmetro nesta faixa etária.

Uma limitação do estudo é que, ao separar os adolescentes, com idades de 10-15 anos, de acordo com a maturação sexual, a maioria foi classificada como púberes e que havia poucos adolescentes pré-púberes (predominantemente adolescentes do sexo masculino) e pós-púberes (predominantemente feminino). O tamanho da amostra também pode influenciar os nossos resultados. Em estudos posteriores, será necessário incluir uma amostra maior em todos os estágios de maturação sexual.

Este é o primeiro estudo que fornece dados do IAC para adolescentes de acordo com sexo, idade e maturação sexual, permitindo uma avaliação mais adequada ao estágio puberal, uma vez que a idade cronológica nesta fase apresenta grande variabilidade, propiciando assim uma importante ferramenta para avaliação de adiposidade na adolescência.

O IAC parece refletir bem os fenômenos do dimorfismo sexual na adolescência, sendo um método de fácil realização que deveria ser mais utilizado em amostras populacionais, sendo que estudos posteriores poderão, junto com este, realizar uma curva de normalidade, que seria de grande utilidade para a prática clínica.

## Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Divisão do Adolescente, do Departamento de Pediatria, da Universidade Federal de São Paulo e do International Life Sciences Institute (ILSO). Agradecem também aos participantes, seus pais e guardiães, aos professores e coordenadores de cada escola, e ao governo municipal de São Paulo, Brasil.

## Referências

- Moraes Ferrari GL, Bracco MM, Matsudo VK, Fisberg MM. Cardiorespiratory fitness and nutritional status of schoolchildren: 30-year evolution. *J Pediatr (Rio J)*. 2013;89:366-73.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Indicadores sociais municipais: uma análise dos resultados do universo do censo demográfico. [cited 2012 Jun 01]. Available from: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/indicadores\\_sociais\\_municipais/default\\_indicadores\\_sociais\\_municipais.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/indicadores_sociais_municipais/default_indicadores_sociais_municipais.shtm)
- Juonala M, Magnussen CG, Berenson GS, Venn A, Burns TL, Sabin MA, et al. Childhood adiposity, adult adiposity, and cardiovascular risk factors. *N Engl J Med*. 2011;365:1876-85.
- Pinto MC, Oliveira AC. Occurrence of child obesity in preschool children in a São Paulo day-care center. *Einstein*. 2009;7:170-5.
- Canoy D. Coronary heart disease and body fat distribution. *Curr Atheroscler Rep*. 2010;12:125-33.
- Alvim RO, Mourao-Junior CA, Oliveira CM, Krieger JE, Mill JG, Pereira AC. Body mass index, waist circumference, body adiposity index, and risk for type 2 diabetes in two populations in Brazil: General and Amerindian. *Plos One*. 2014;9:e100223.
- Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, Sumner AE, Reynolds JC, Sebring NG, et al. A better index of body adiposity. *Obesity*. 2011;19:1083-9.
- Cole TJ, Flegal KM, Nicholls D, Jackson AA. Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey. *BMJ*. 2007;335:194.
- de Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam 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.
- Duggan MB. Anthropometry as a tool for measuring malnutrition: impact of the new WHO growth standards and reference. *Ann Trop Paediatr*. 2010;30:1-17.
- McCarthy HD. Body fat measurements in children as predictors for the metabolic syndrome: focus on waist circumference. *Proc Nutr Soc*. 2006;65:385-92.
- World Health Organization. In: WHO Expert Committee on Physical Status: the use and interpretation of anthropometry physical status. Geneva: World Health Organization; 1995.
- Callaway CW, Chumlea WC, Bouchard C, Himes JH, Lohman TG, Martin AD, et al. Circumferences. In: Lohman TG, Martorell R, editors. Anthropometric standardization reference manual. Champaign, Illinois Roche AF: Human Kinetics Books; 1988. p. 39-54.
- Slaughter MH, Lohman TG, Baileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol*. 1988;60:709-23.
- Lohman T, Roche A, Martorell R, editors. Anthropometric standardization reference manual. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books; 1988.
- Tanner J. M. Growth at adolescence. 2<sup>nd</sup> ed. Oxford: Blackwell Scientific. In: Malina RM, Bouchard C. Growth, Maturation, and Physical Activity. Champaign: Human Kinetics Books; 1991:11-20.
- Matsudo SM. Self-assessment, Matsudo V.K. physical assessment of sexual maturation in Brazilian boys and girls: concordance and reproducibility. *Am J Hum Biol*. 1994;6:451-5.
- Cintra IP, Ferrari GL, Soares AC, Passos MA, Fisberg M, Vitalle MS. Body fat percentiles of Brazilian adolescents according to age and sexual maturation: a cross-sectional study. *BMC Pediatr*. 2013;13:96.
- Field A. Descobrimos a estatística usando o SPSS. 2<sup>nd</sup> ed. Porto Alegre: Artmed; 2009.
- Cole TJ, Green PJ. Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. *Stat Med*. 1992;11:1305-19.
- Bland JM, Altman G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986;1:307-10.
- Ellis KJ, Abrams SA, Wong WW. Monitoring childhood obesity: assessment of the weight/height index. *Am J Epidemiol*. 1999;150:939-46.
- Urdea M, Kolberg J, Wilber J, Gerwien R, Moler E, Rowe M, et al. Validation of a multimarker model for assessing risk of type 2 diabetes from a five-year prospective study of 6784 Danish people (Inter99). *J Diabetes Sci Technol*. 2009;3:748-55.
- Must A. Morbidity and mortality with elevated body weight in children and adolescents. *Am J Clin Nutr*. 1996;63:445-7.

25. Williams CL, Hayman LL, Daniels SR, Robinson TN, Steinberger J, Paridon S, et al. Cardiovascular health in childhood: a statement for health professionals from the committee on atherosclerosis, hypertension, and obesity in the young (AHOY) of the council on cardiovascular disease in the young. *American Heart Association Circulation*. 2002;106:143–60.
26. Papandreou D, Malindretos P, Rousso I. First body fat percentiles for 607 children from Thessaloniki-Northern Greece. *Hippokratia*. 2010;14:208–11.
27. Kurtoglu S, Mazicioglu MM, Ozturk A, Hatipoglu N, Cicek B, Ustunbas HB. Body fat reference curves for healthy Turkish children and adolescents. *Eur J Pediatr*. 2010;169:1329–35.
28. Federico G, Baroncelli GI, Vanacore T, Fiore L, Saggese G. Puberal changes in biochemical markers of growth. *Horm Res*. 2003;60:46–51.
29. Canoy D. Distribution of body fat and risk of coronary heart disease in men and women. *Curr Opin Cardiol*. 2008;23:591–8.
30. Pasquarelli BN, Silva VO, Nasr EM, Loch MR, Filho FB. Estágio de maturação sexual e excesso de peso corporal em escolares do município de São José dos Campos, SP. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2010;12:338–44.