

## Desempenho de pontos de corte do índice de massa corporal de diferentes referências na predição de gordura corporal em adolescentes

Accuracy of different body mass index reference values to predict body fat in adolescents

Ana Carolina Reiff e Vieira <sup>1</sup>  
 Marlene Merino Alvarez <sup>1</sup>  
 Vânia Maria Ramos de Marins <sup>2</sup>  
 Rosely Sichieri <sup>3</sup>  
 Gloria Valeria da Veiga <sup>1</sup>

### Abstract

*This study evaluates the accuracy of cutoff points in the body mass index (BMI) for identifying adolescents with overweight, compared to the percentage of body fat, estimated by electric bioimpedance, in a probabilistic sample of 610 adolescents from 12 to 19 years of age (222 boys and 388 girls) enrolled in public schools in Niterói, Rio de Janeiro, Brazil. ROC was used to evaluate the sensitivity and specificity of BMI cutoffs from one Brazilian, two North American, and one international reference. The cutoff points in the study sample were lower than the other references, with 76% to 95% sensitivity and 75% to 95% specificity. The Brazilian cutoff points were also more sensitive (53% to 100%) as compared to the other references (40% to 86%). The international parameter showed better sensitivity for older adolescents, and the Northern American references for younger adolescents. BMI was a good proxy for adiposity, but cutoff points from other population references should be used with caution, since they can lead to classification errors in adolescents with overweight.*

*Body Mass Index; Adolescent; ROC Curve*

### Introdução

O aumento da prevalência de excesso de peso em adolescentes no Brasil <sup>1</sup> demanda métodos práticos de diagnóstico que permitam a triagem de jovens em risco.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) <sup>2</sup> sugeriu o uso do Índice de Massa Corporal (IMC = peso/estatura<sup>2</sup>) para triagem de adolescentes com sobrepeso e obesidade por ser bem correlacionado com a gordura corporal, ser de fácil obtenção, ter referências para comparações e ainda permitir uma continuidade do critério utilizado para avaliação de adultos. A referência sugerida pela OMS foi a curva de IMC da população americana, divulgada por Must et al. <sup>3</sup>.

As novas curvas de crescimento revisadas pelo Centers for Disease Control and Prevention (CDC) <sup>4</sup> incluíram valores de IMC, específicos para idade e sexo, para crianças e adolescentes de 2 a 20 anos. O International Obesity Task Force (IOTF) <sup>5</sup> também publicou um critério para classificação de sobrepeso e obesidade em adolescentes com base no IMC, o qual tem sido proposto como referência internacional. Esses diferentes critérios de utilização do IMC podem produzir estimativas variadas de prevalência de sobrepeso e obesidade <sup>6,7</sup>, não tendo sido ainda devidamente validados em vários países.

No Brasil, Anjos et al. <sup>8</sup> divulgaram uma curva de valores de IMC para indivíduos de 0 a 24,9

<sup>1</sup> Instituto de Nutrição Josué de Castro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>2</sup> Faculdade de Nutrição, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>3</sup> Instituto de Medicina Social, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

#### Correspondência

A. C. R. Vieira  
 Programa de Pós-graduação,  
 Instituto de Nutrição,  
 Universidade Federal  
 do Rio de Janeiro.  
 Av. Brigadeiro Trompowsky  
 s/n, bloco J, 2º andar,  
 Rio de Janeiro, RJ  
 21941-590, Brasil.  
 carolreiff@hotmail.com

anos de idade, com base nos dados da *Pesquisa Nacional sobre Saúde e Nutrição*, realizada em 1989.

Na verdade, o IMC é um índice para se aferir excesso de peso e não de gordura corporal, por isso continua a discussão em torno da sua capacidade preditiva na identificação de jovens com gordura corporal elevada. Os métodos mais adequados para aferição da gordura corporal, como absorptometria de raio X de dupla energia (DEXA) e pesagem hidrostática, são muito complexos e caros, o que limita o seu uso na prática clínica e em estudos epidemiológicos<sup>9</sup>. A bioimpedância elétrica tem sido uma alternativa atraente na avaliação de composição corporal pela possibilidade de se trabalhar com equipamento não invasivo, portátil, de fácil manuseio e, portanto, mais viável para estudos populacionais<sup>10</sup>. Em adolescentes, a bioimpedância apresentou maior precisão do que as dobras cutâneas<sup>11</sup> e uma boa acurácia na predição de massa livre de gordura e gordura corporal<sup>11,12,13</sup>, sendo verificada a sua utilização em outros estudos de validação do IMC em crianças e adolescentes<sup>14,15,16</sup>.

O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho dos pontos de corte do IMC, obtidos de quatro diferentes referências (Must et al.<sup>3</sup>, CDC<sup>4</sup>, IOTF<sup>5</sup> e Anjos et al.<sup>8</sup>), e estabelecer os melhores pontos de corte para identificar adolescentes com sobrepeso, comparado com percentual de gordura corporal estimado pela bioimpedância elétrica.

## Métodos

O estudo foi desenvolvido com uma amostra probabilística de adolescentes de 12 a 19 anos, estudantes da 5ª série do Ensino Fundamental ao 3º ano do Ensino Médio da rede de ensino estadual, da cidade de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. Em 2001, ano-base para o cálculo da amostra, 25.102 alunos de 12 a 19 anos estavam matriculados nas referidas séries nas 33 escolas da rede.

Pelo fato deste estudo estar inserido em projeto sobre fatores de risco para doenças cardiovasculares em adolescentes, o cálculo da amostra baseou-se na prevalência de hipercolesterolemia, estimada em 25%<sup>17</sup>, intervalo de confiança de 95% (IC95%), precisão absoluta de cinco pontos percentuais, e no desenho de amostragem por conglomerado (sorteio de turmas), perfazendo um total de 600 estudantes<sup>18</sup>. Prevendo-se perda de 30%, conforme estudo-piloto, a amostra foi estimada em 780 adolescentes. Considerando-se trinta alunos por tur-

ma, seriam necessárias 26 turmas para compor a amostra. Foram sorteadas 28, prevendo-se turmas com número de alunos inferior a trinta, as quais ficaram distribuídas em 13 das 33 escolas.

Essa amostra permite avaliar, adequadamente, sensibilidade e especificidade, de acordo com a fórmula para tamanho de amostra de testes diagnósticos<sup>19</sup>. Utilizou-se, no cálculo, a maior sensibilidade (91%) do estudo de Veiga et al.<sup>15</sup> e a semi-amplitude do IC95%, definido como igual a 5%. Embora os cálculos tenham sido, inicialmente, baseados na prevalência de hipercolesterolemia, a amostra tem precisão de 5% e poder de 80% para avaliar a prevalência de sobrepeso de 15%, com base em estudo nacional mais recentemente publicado<sup>1</sup>.

Nas turmas sorteadas, 757 alunos atendiam aos critérios de elegibilidade (não ser portador de deficiência física que impedisse a avaliação antropométrica, não estar grávida ou amamentando).

A coleta de dados foi realizada por equipe devidamente treinada e sob supervisão da pesquisadora responsável pelo projeto, no período de junho a dezembro de 2003. Obtiveram-se dados antropométricos de 610 adolescentes (43 não obtiveram autorização dos pais, 85 não quiseram participar e 19 não compareceram nos dias da coleta de dados) e dados de gordura corporal de 603 (taxa de não-resposta de 20,3%). Só participaram os adolescentes que quiseram e que apresentaram o *Termo de Consentimento Livre e Esclarecido* assinado pelo responsável ou pelo próprio adolescente, quando maior de 18 anos.

O peso foi aferido em uma balança eletrônica com capacidade de até 150kg e variação de 50g. A estatura foi aferida em duplicata, utilizando-se antropômetro portátil com variação de 0,1cm (admitindo-se variação máxima de 0,5cm entre as duas medidas e calculando-se a média). Os adolescentes estavam descalços, usando roupas leves e em posição ortostática<sup>20</sup>.

A gordura corporal foi estimada por meio da bioimpedância elétrica, utilizando-se o analisador de composição corporal TANITA TBF-305 (sistema perna a perna). A densidade corporal foi estimada através de equação do próprio fabricante, específica para idade e sexo, e o percentual de gordura corporal foi estimado a partir da densidade, utilizando-se equações específicas para idade e sexo, desenvolvidas para adolescentes<sup>21</sup>.

O excesso de gordura corporal em estudos de validação do IMC para adolescentes tem sido definido com base em dois critérios: valores acima de um determinado percentil da distribuição da própria população estudada<sup>14,22</sup> ou

o critério mais biológico de pontos de corte fixos<sup>15,23,24</sup>. Neste estudo utilizamos os dois critérios: (1) valores acima do percentil 85 da distribuição da própria população, por sexo e faixa etária, que corresponderam a 25,87% para meninos e 30,12% para meninas com idades entre 12 a 15 anos, e 26,74% para meninos e 33,47% para meninas com idade entre 16 a 19 anos; (2) valores acima de 25% e 30% de gordura corporal para o sexo masculino e feminino, respectivamente. Adolescentes com percentual de gordura corporal acima desses valores apresentam maior pressão arterial e alteração do perfil lipêmico<sup>25</sup>.

### Análise dos dados

Médias e prevalências de sobrepeso foram calculadas com a expansão da amostra (1/Pr, onde Pr = probabilidade de cada adolescente ter participado da pesquisa); seus respectivos IC95% foram determinados levando em consideração o efeito do desenho de estudo por conglomerado (comando *Proc Surveymeans* do pacote estatístico SAS versão 8.2 – SAS Institute, Cary, Estados Unidos). As diferenças significantes entre os grupos (por sexo) foram avaliadas pela não interseção do IC95%.

Utilizou-se a curva *Receiver Operating Characteristic* (curva ROC), com base no SPSS versão 11.0 (SPSS Inc., Chicago, Estados Unidos), para identificação dos melhores pontos de corte de IMC, por sexo e faixa etária (12 a 15 e de 16 a 19 anos). Foram determinadas as áreas sob a curva e os IC95%. Quanto maior a área sob a curva, maior o poder de discriminação do IMC, não devendo o IC95% incluir o valor 0,50. Para esta análise não foi considerado o desenho do estudo, pois o programa utilizado não apresentava essa opção. As análises com expansão e efeito do desenho não alteraram os resultados obtidos para os valores de médias e prevalências.

Estimou-se a sensibilidade e especificidade dos pontos de corte de IMC propostos por quatro diferentes classificações de sobrepeso. Para o critério internacional – IOTF –, foi calculada a média dos valores correspondentes ao IMC = 25kg/m<sup>2</sup> aos 18 anos para as idades de 12 a 15,5 anos e de 16 a 19 anos; para as curvas americanas (Must et al.<sup>3</sup> e do CDC<sup>4</sup>) e para a curva nacional (Anjos et al.<sup>8</sup>), calculou-se a média dos valores de IMC no percentil 85 para as idades em anos completos.

O protocolo do estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

### Resultados

Entre os 154 adolescentes que não participaram integralmente do estudo, foi possível obter dados de peso e estatura para 102, permitindo avaliação do estado nutricional com base no IMC. Adolescentes participantes e não participantes do estudo não diferiram quanto à prevalência de sobrepeso, pelo critério do IOTF (19,9% e 13,7%,  $\chi^2 = 0,31$ ,  $p = 0,66$ ) e quanto à distribuição por sexo (36,4% e 42,2% de meninos,  $\chi^2 = 1,69$ ,  $p = 0,19$ ). A proporção de adolescentes de 12 a 15 anos foi maior ( $\chi^2 = 6,50$ ,  $p = 0,01$ ) nos não participantes (38,8%) do que nos participantes (27,9%).

Os meninos apresentaram médias significativamente maiores de estatura e massa livre de gordura, enquanto as meninas apresentaram médias maiores de percentual de gordura corporal (Tabela 1).

Os pontos de corte de IMC com base na curva nacional resultaram em prevalências maiores de sobrepeso, ao passo que os da referência de Must et al.<sup>3</sup> resultaram em prevalências menores. Comparando os critérios IOTF e CDC, prevalências maiores foram observadas quando se usou o IOTF nos jovens de 16 a 19 anos (Tabela 2). Essas diferenças referem-se às prevalências pontuais, uma vez que os IC95% são amplos e apresentam interseção.

As áreas sob a curva ROC foram altas e significantes, estatisticamente, para ambos os sexos e faixas etárias, independentemente do critério utilizado para definir excesso de gordura corporal, variando de 0,88 nos meninos de 16 a 19 anos, quando o critério > 25% de gordura corporal foi usado como padrão, a 0,98 nas me-

Tabela 1

Médias expandidas e intervalos de confiança (IC95%) das variáveis antropométricas e de composição corporal dos adolescentes segundo sexo. Escolas estaduais de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil, 2003.

	Masculino	Feminino
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	n = 222	n = 388
Média (IC95%)	21,2 (20,6-21,7)	21,1 (20,6-21,6)
Estatura (cm)	n = 222	n = 388
Média (IC95%)	174,0* (172,5-175,5)	161,1 (159,9-162,2)
Gordura corporal (%)	n = 218	n = 385
Média (IC95%)	15,4 (14,1-16,6)	29,7* (28,5-30,9)
Massa livre de gordura (kg)	n = 218	n = 385
Média (IC95%)	55,7* (54,3-57,1)	38,5 (37,9-39,1)

IMC = Índice de Massa Corporal.

\* Os intervalos de confiança não apresentam interseção.

Tabela 2

Prevalências de sobrepeso expandidas e intervalos de confiança (IC95%) dos adolescentes, por sexo e faixa etária, segundo pontos de corte de Índice de Massa Corporal (IMC) de quatro referências. Escolas estaduais de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil, 2003.

	Nacional* Prevalência (IC95%)	IOTF** Prevalência (IC95%)	CDC*** Prevalência (IC95%)	Must et al. 3 Prevalência (IC95%)
<b>Masculino</b>				
12-15 anos (n = 45)	28,4 (7,6-49,2)	20,6 (3,2-38,1)	20,6 (3,2-38,1)	17,0 (0,0-33,9)
16-19 anos (n = 177)	30,1 (21,6-38,6)	16,4 (11,7-21,1)	10,8 (6,0-15,5)	8,8 (3,8-13,9)
<b>Feminino</b>				
12-15 anos (n = 126)	17,6 (10,6-24,7)	14,6 (7,6-21,6)	14,6 (7,6-21,6)	12,0 (5,6-18,5)
16-19 anos (n = 262)	16,1 (8,2-24,0)	14,6 (7,7-21,5)	11,3 (5,4-17,2)	11,6 (5,5-17,9)
<b>Global</b>				
Masculino (n = 388)	29,6 (21,8-37,4)	17,6 (12,4-22,9)	13,6 (7,9-19,3)	11,2 (5,1-17,2)
Feminino (n = 222)	16,7 (11,1-22,3)	14,6 (9,5-19,6)	12,7 (8,0-17,3)	11,8 (7,3-16,4)

IOTF = International Obesity Task Force;  
CDC = Centers for Disease Control and Prevention.

\* Anjos et al. 8;

\*\* Cole et al. 5;

\*\*\* Kuczmarski et al. 4.

ninas de 16 a 19 anos, quando o critério maior que percentil 85 foi usado como padrão (Figuras 1 e 2).

Os valores de IMC com maior sensibilidade e especificidade da amostra estudada foram, de um modo geral, inferiores aos pontos de corte médios das demais referências e variaram de 21,70kg/m<sup>2</sup> a 24,15kg/m<sup>2</sup> para os meninos e de 21,80kg/m<sup>2</sup> a 23,40kg/m<sup>2</sup> para as meninas. Esses pontos de corte conseguiram identificar, corretamente, de 76% a 95% dos adolescentes com excesso de gordura corporal; os falsos positivos variaram entre 5% a 25% nos meninos e entre 6% a 13% nas meninas (Tabela 3).

Os pontos de corte das quatro referências avaliadas apresentaram, de um modo geral, melhor especificidade do que sensibilidade, não importando o método utilizado como padrão para determinar excesso de gordura corporal. Os valores de IMC da curva nacional foram sempre mais baixos e mais sensíveis do que os valores das demais referências, com pouca variação na especificidade (Tabela 3).

Para os adolescentes acima de 16 anos, os pontos de corte do critério do IOTF foram mais sensíveis do que os das duas referências americanas, enquanto para os mais novos ocorreu o contrário (Tabela 2). Embora apresentando alta especificidade, a sensibilidade dos pontos de corte de IMC das referências americanas e internacional foi muito baixa, classificando incorretamente até 60% daqueles com gordura corporal elevada.

## Discussão

Estabelecer um critério antropométrico universal para avaliação da obesidade em adolescentes é muito mais complexo do que para outros grupos etários por causa da grande variação no processo de crescimento e desenvolvimento durante a puberdade entre os indivíduos e entre as populações. Embora o IMC seja um índice prático e bastante atraente, o coeficiente de correlação entre IMC e percentual de gordura corporal em adolescentes, estimado pelo DEXA ou pela densitometria, variou entre 0,4 e 0,9, de acordo com idade, sexo e etnia<sup>26,27</sup>.

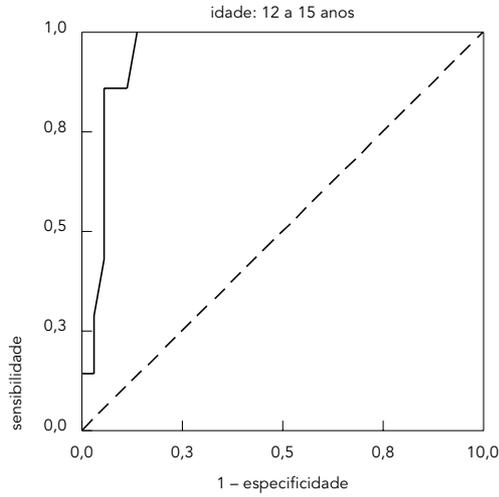
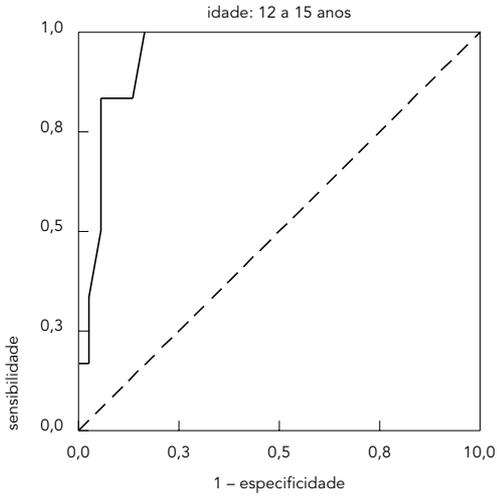
Nós observamos que, embora os meninos e meninas tenham apresentado valores semelhantes de IMC, estas tiveram médias maiores de percentual de gordura corporal e aqueles, de massa livre de gordura, semelhante ao que já foi descrito anteriormente<sup>15,28,29,30</sup>. Isso indica que o IMC, apesar de apresentar boa correlação com medidas de adiposidade em adolescentes<sup>22,26,31</sup>, não reflete, adequadamente, as grandes mudanças na composição corporal que ocorrem nessa faixa etária e que são distintas entre os sexos<sup>30</sup>. Entretanto, em face da dificuldade de se utilizarem métodos mais sofisticados para medir gordura corporal em estudos epidemiológicos, o IMC continua sendo uma alternativa viável. O reconhecimento de melhores pontos de corte e de referências mais adequadas para identificar adolescentes com gordura corporal elevada continua sendo o desafio.

Figura 1

Área sob a curva ROC e intervalo de confiança (IC95%) do Índice de Massa Corporal (IMC) para predição de percentual de gordura corporal elevado em adolescentes do sexo masculino. Escolas estaduais de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil, 2003.

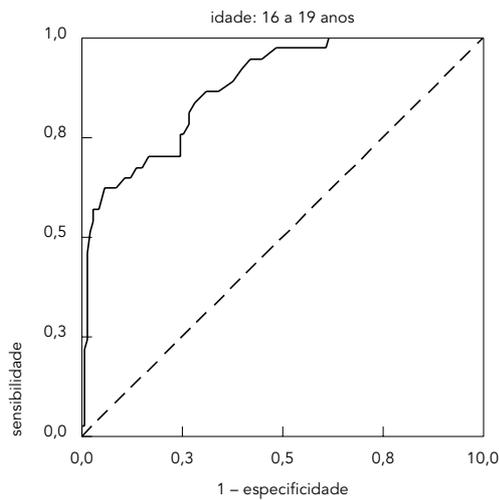
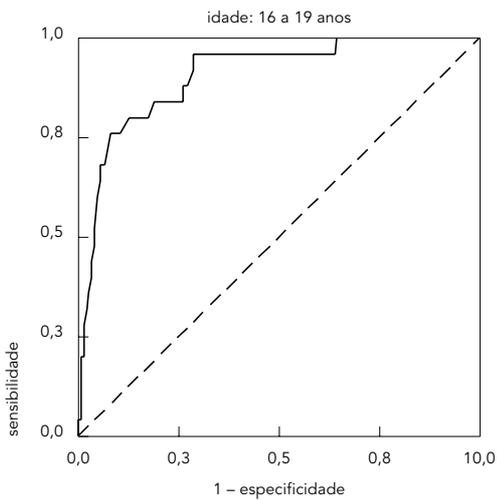
≥ Percentil 85 de % gordura corporal

≥ 25% de gordura corporal



Área sob a curva ROC = 0,95 (0,88-1,00)  
 Melhor ponto de IMC = 24,15kg/m<sup>2</sup>  
 Sensibilidade = 83%  
 Especificidade = 95%

Área sob a curva ROC = 0,95 (0,88-1,00)  
 Melhor ponto de IMC = 21,70kg/m<sup>2</sup>  
 Sensibilidade = 86%  
 Especificidade = 89%



Área sob a curva ROC = 0,91 (0,85-0,97)  
 Melhor ponto de IMC = 23,15kg/m<sup>2</sup>  
 Sensibilidade = 84%  
 Especificidade = 81%

Área sob a curva ROC = 0,88 (0,82-0,94)  
 Melhor ponto de IMC = 22,00kg/m<sup>2</sup>  
 Sensibilidade = 76%  
 Especificidade = 75%

Figura 2

Área sob a curva ROC e intervalo de confiança (IC95%) do Índice de Massa Corporal (IMC) para predição de percentual de gordura corporal elevado em adolescentes do sexo feminino. Escolas estaduais de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil, 2003.

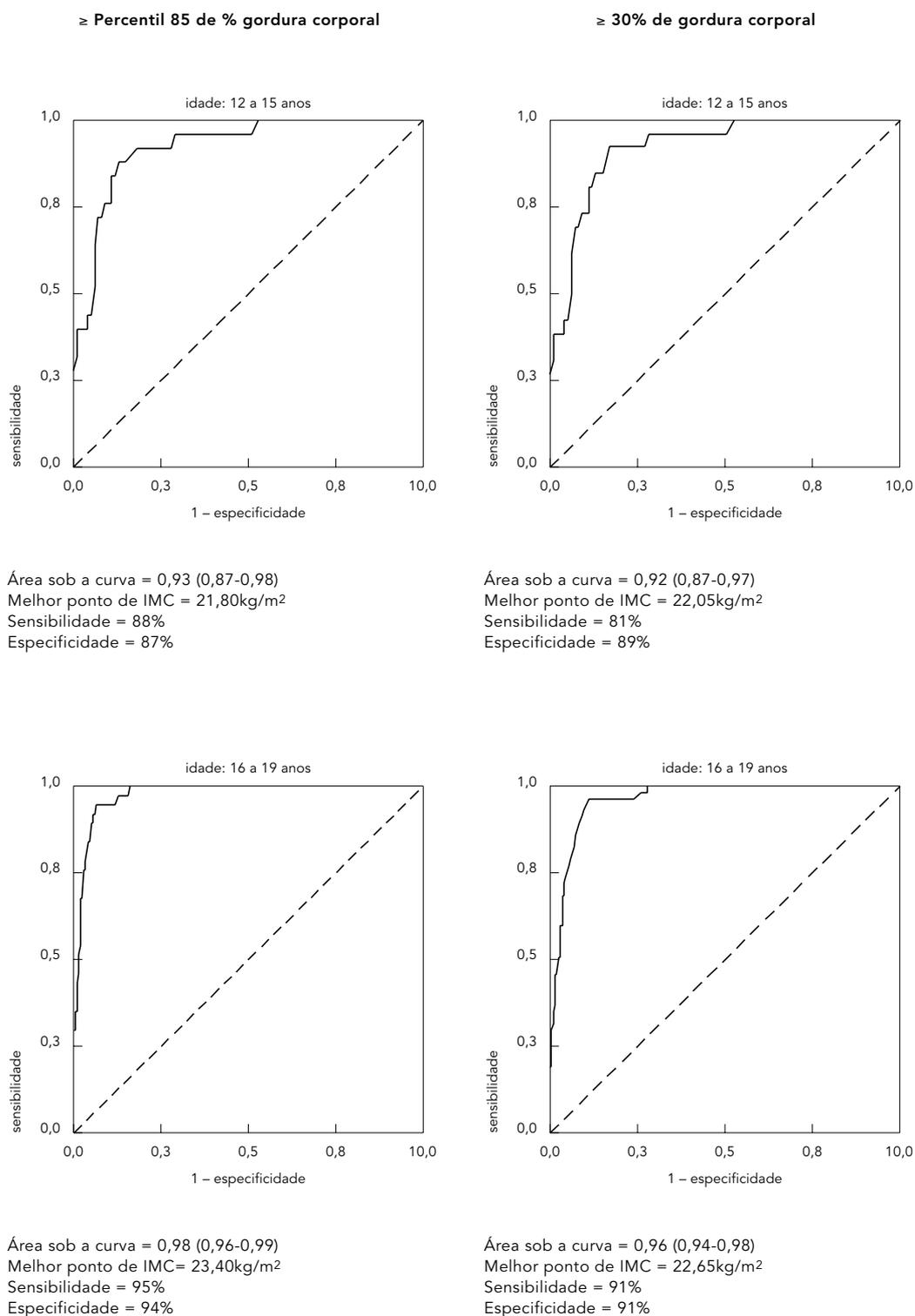


Tabela 3

Sensibilidade e especificidade do melhor ponto de corte de Índice de Massa Corporal (IMC) dos adolescentes avaliados e de pontos de corte médios de quatro referências na predição de percentual de gordura elevado\*. Escolas estaduais de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil, 2003.

Faixa etária (anos)	Referência	Masculino					
		≥ Percentil 85			≥ 25%		
		Ponto de corte	Sensibilidade	Especificidade	Ponto de corte	Sensibilidade	Especificidade
12-15	Melhor ponto de corte da amostra estudada	<b>24,15</b>	<b>83</b>	<b>95</b>	<b>21,70</b>	<b>86</b>	<b>89</b>
	Anjos et al. <sup>8</sup>	20,43	100	70	20,43	00	72
	Cole et al. <sup>5</sup>	22,43	83	89	22,43	86	92
	Kuczmarski et al. <sup>4</sup>	22,25	83	89	22,25	86	92
	Must et al. <sup>3</sup>	22,36	83	89	22,36	86	92
16-19	Melhor ponto de corte da amostra estudada	<b>23,15</b>	<b>84</b>	<b>81</b>	<b>22,00</b>	<b>76</b>	<b>75</b>
	Anjos et al. <sup>8</sup>	23,05	84	80	23,05	70	82
	Cole et al. <sup>5</sup>	24,66	68	93	24,66	57	96
	Kuczmarski et al. <sup>4</sup>	25,29	52	96	25,29	46	99
	Must et al. <sup>3</sup>	25,50	48	96	25,50	43	99

Faixa etária (anos)	Referência	Feminino					
		≥ Percentil 85			≥ 30%		
		Ponto de corte	Sensibilidade	Especificidade	Ponto de corte	Sensibilidade	Especificidade
12-15	Melhor ponto de corte da amostra estudada	<b>21,80</b>	<b>88</b>	<b>87</b>	<b>22,05</b>	<b>81</b>	<b>89</b>
	Anjos et al. <sup>8</sup>	22,50	76	91	22,50	73	91
	Cole et al. <sup>5</sup>	23,06	64	94	23,06	62	94
	Kuczmarski et al. <sup>4</sup>	22,93	72	93	22,93	69	93
	Must et al. <sup>3</sup>	23,36	64	94	23,36	62	94
16-19	Melhor ponto de corte da amostra estudada	<b>23,40</b>	<b>95</b>	<b>94</b>	<b>22,65</b>	<b>91</b>	<b>91</b>
	Anjos et al. <sup>8</sup>	24,68	78	97	24,68	53	97
	Cole et al. <sup>5</sup>	24,81	76	97	24,81	51	97
	Kuczmarski et al. <sup>4</sup>	25,41	59	98	25,41	40	99
	Must et al. <sup>3</sup>	25,35	68	98	25,35	40	99

\* ≥ Percentil 85 da amostra estudada, ≥ 25% para meninos e ≥ 30% para meninas.

A validação do IMC como indicador de obesidade em adolescentes tem sido feita com métodos que avaliam a densidade corporal, como a hidrodensitometria <sup>26,32</sup> e o DEXA <sup>22</sup>, como "padrão ouro". Esses métodos são adequados, embora possa ocorrer uma superestimação da massa gorda e uma subestimação da massa livre de gordura se correções apropriadas para a hidratação da massa livre de gordura de indivíduos em crescimento não forem levadas em consideração <sup>15</sup>. Por outro lado, são métodos caros e inviáveis para uso em estudos populacionais como o nosso; em adição, a bioimpedância elétrica, um método mais prático e não invasivo, já foi validado em adolescentes <sup>11,12,13</sup>.

O sistema perna a perna, por suas vantagens operacionais, tem sido utilizado em estudos epidemiológicos e clínicos <sup>15,33,34</sup>. Esse sistema apresentou desempenho semelhante ao sistema perna-braço, mais tradicionalmente utilizado, na estimativa de gordura corporal, quando comparado aos métodos DEXA e pesagem hidrostática <sup>35</sup> em adultos, mas tem sofrido críticas para o uso em adolescentes <sup>36,37</sup>. As críticas, contudo, têm-se limitado a estimativas individuais, sendo bem aceito o uso para avaliar composição corporal em grandes grupos de adolescentes <sup>37</sup>. Apesar de a entrada dos dados no aparelho utilizado não requerer informação sobre a idade para a estimativa da densidade corporal, utilizamos equações apro-

priadas para a idade, obtidas do fabricante do equipamento. Adicionalmente, estimamos o percentual de gordura corporal com equação específica para adolescentes <sup>21</sup>. O uso destas equações objetivou levar em consideração a variação da água corporal na massa livre de gordura em adolescentes, que consiste em uma limitação do uso do método para estimativa de composição corporal nessa faixa etária.

Neste estudo, as áreas sob a curva de desempenho do IMC para discriminar adolescentes acima do percentil 85 e com valores acima de 25% e 30% de gordura corporal (para meninos e meninas, respectivamente) foram altas e variaram de 0,88 a 0,95 para meninos e de 0,92 a 0,98 para meninas, sugerindo um melhor desempenho para estas. Resultados elevados de áreas sob a curva também foram observados por outros autores <sup>14,23,38</sup> ao testarem a acurácia do IMC na predição de gordura corporal, indicando que, apesar de suas limitações, o IMC é um bom *proxy* de gordura corporal em adolescentes.

Os pontos de corte, obtidos da amostra estudada, que apresentaram melhor sensibilidade e especificidade foram mais baixos do que os obtidos das quatro referências testadas, gerando de 5% a 24% de falsos negativos e de 5% a 25% de falsos positivos. Isso sugere que o uso de pontos de corte de IMC da população americana ou mesmo da referência proposta para uso internacional pode subestimar o ganho de gordura corporal em populações nas quais a obesidade ainda não atingiu níveis tão elevados.

Os pontos de corte com base na curva nacional foram também mais baixos e mais sensíveis do que os das demais referências (identificando até 100% dos meninos de 12 a 15 anos com percentual de gordura corporal elevada), ainda que menos específicos, conforme já observado anteriormente <sup>8,15</sup>.

Os pontos de corte propostos pelo IOTF foram mais altos e menos sensíveis do que aqueles obtidos do CDC para os adolescentes mais novos, mas a redução na sensibilidade só foi observada nas meninas. Foram, porém, mais sensíveis do que os do CDC para os adolescentes acima de 16 anos, independentemente do sexo. Zimmermann et al. <sup>38</sup>, ao testarem os pontos de corte da referência do IOTF e do CDC em crianças de 6 a 12 anos, observaram que os da referência do CDC também apresentaram maior sensibilidade na identificação daqueles com excesso de gordura corporal estimada por soma de dobras cutâneas. É provável que o melhor desempenho do critério do IOTF para os adolescentes mais velhos se dê em virtude de os pontos de corte de IMC, com base neste cri-

tério, serem equivalentes a valores pré-estabelecidos para adultos (> 25kg/m<sup>2</sup>). Segundo Monteiro et al. <sup>6</sup>, é provável que os pontos de corte para adultos já possam ser utilizados para adolescentes acima dos 15 anos, sem grandes erros de classificação.

As diferenças nos pontos de corte com base em cada referência explicam as maiores prevalências de excesso de peso encontradas com o uso dos pontos de corte da curva nacional. As pequenas diferenças nos pontos de corte do IOTF e CDC não alteraram as prevalências nos mais jovens, mas justificam as maiores prevalências observadas nos mais velhos quando o critério IOTF foi utilizado, por causa dos valores de IMC mais baixos. Embora a grande amplitude dos intervalos de confiança das prevalências estimadas não tenha permitido estabelecer, nas análises estratificadas por sexo e idade, que essas diferenças são, de fato, estatisticamente significantes, diferenças de quase o dobro de prevalência sugerem que elas sejam clinicamente relevantes. A imprecisão dos estimadores decorre da amostragem por conglomerados, que aumentou muito o efeito de desenho.

De forma geral, os pontos de corte de IMC testados apresentaram maior especificidade (de 70% a 99%) e menor sensibilidade (de 40% a 100%), de acordo com a revisão de outros estudos com adolescentes feita por Veiga et al. <sup>39</sup>.

A escolha de pontos de corte que tenham maior sensibilidade ou especificidade tem algumas implicações. Se o objetivo é a prevenção do ganho de gordura corporal e das conseqüências adversas, o uso de pontos de corte mais baixos e mais sensíveis, como os gerados da nossa amostra e da referência nacional, teria maior acurácia para identificar os jovens com risco de obesidade. Diante do intenso aumento na prevalência de excesso de peso em jovens brasileiros <sup>1</sup>, a baixa sensibilidade dos pontos de corte das referências americanas e internacional, as quais identificaram até 60% de adolescentes com excesso de gordura corporal como eutróficos (falsos negativos), pode implicar em atraso nas medidas preventivas.

Por outro lado, se a maior preocupação é não rotular ou estigmatizar como obesos adolescentes que não apresentam risco à saúde (falsos positivos), ou não sobrecarregar os serviços de saúde intervindo, desnecessariamente, em indivíduos saudáveis, a escolha de pontos de corte mais específicos, como os das referências advindas de outras populações, parece mais adequada.

Neste estudo, o tamanho da amostra não possibilitou testar e definir pontos de corte específicos para cada idade, o que seria reco-

mendado em virtude da variação do IMC conforme o crescimento. Isso nos levou a testar os valores médios das referências para faixas etárias agrupadas, o que pode representar uma limitação na interpretação dos resultados.

Nossos dados demonstram que o IMC foi um bom indicador de gordura corporal nos jovens de

12 a 19 anos. Contudo, o uso de critérios baseados na população americana, ou mesmo o critério do IOTF, que tem sido proposto para uso internacional, deve ser visto com cautela diante da baixa sensibilidade apresentada, principalmente nos adolescentes mais jovens, quando se usa o IOTF, e nos mais velhos, quando se usa o CDC.

## Resumo

*Avaliamos a acurácia de pontos de corte do Índice de Massa Corporal (IMC) para identificar adolescentes com sobrepeso, comparando com percentual de gordura corporal, estimado pela bioimpedância elétrica, em uma amostra probabilística de 610 adolescentes de 12 a 19 anos (222 meninos e 388 meninas), estudantes de escolas públicas de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. A curva ROC foi utilizada para avaliar a sensibilidade e especificidade de pontos de corte de IMC de uma referência nacional, duas norte-americanas e uma internacional. Os pontos de corte da amostra estudada foram inferiores aos das demais referências, com sensibilidade de 76% a 95% e especificidade de 75% a 95%. Os pontos de corte nacionais foram também mais sensíveis (53% a 100%), se comparados às outras referências (40% a 86%). O critério internacional apresentou melhor sensibilidade para adolescentes mais velhos e as referências americanas, para os mais jovens. O IMC foi um bom proxy de adiposidade, mas o uso de pontos de corte de referências de outras populações merece cautela, pois pode gerar erro na classificação de adolescente com sobrepeso em até 60%.*

*Índice de Massa Corporal; Adolescente; Curva ROC*

## Colaboradores

A. C. R. Vieira realizou a revisão bibliográfica, treinou a equipe de pesquisadores, participou da elaboração dos formulários, da coleta e análise dos dados e elaborou a redação preliminar do manuscrito. M. M. Alvarez colaborou no treinamento dos pesquisadores, elaboração dos formulários, coleta dos dados e na redação do manuscrito. V. M. R. Marins contribuiu na coleta de dados e na redação do manuscrito. R. Sichieri participou em várias etapas do estudo, incluindo o desenho de amostra, interpretação dos dados e redação do manuscrito. G. V. Veiga colaborou em todas as fases do estudo, incluindo concepção, planejamento, supervisão da análise dos dados, interpretação dos dados e redação do manuscrito.

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, que financiou o projeto (processo n. 474620/2003-4).

## Referências

1. Veiga GV, Cunha AS, Sichieri R. Trends in overweight among adolescents living in the poorest and richest regions of Brazil. *Am J Public Health* 2004; 94:1544-8.
2. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva: World Health Organization; 1995. (WHO Technical Report Series, 854).
3. Must A, Dallal GE, Dietz WH. Reference data for obesity: 85<sup>th</sup> and 95<sup>th</sup> percentiles of body mass index (wt/ht<sup>2</sup>) and triceps skinfold thickness. *Am J Clin Nutr* 1991; 53:839-46.
4. Kuczmarski RJ, Ogden CL, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Guo SS, Wei R, et al. CDC growth charts: United States advance data from vital and health statistics. Hyattsville: National Centers for Health Statistics; 2000.
5. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WD. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000; 320:1240-5.
6. Monteiro POA, Victora CG, Barros FC, Tomasi E. Diagnóstico de sobrepeso em adolescentes: estudo do desempenho de diferentes critérios para o índice de massa corporal. *Rev Saúde Pública* 2000; 34:506-13.
7. Flegal KM, Ogden CL, Wei R, Kuczmarski RL, Johnson CL. Prevalence of overweight in US children: comparison of growth charts from the Center for Disease Control and Prevention with other reference values for body mass index. *Am J Clin Nutr* 2001; 73:1086-93.
8. Anjos LA, Veiga GV, Castro IRR. Distribuição dos valores do índice de massa corporal da população brasileira até 25 anos de idade. *Rev Panam Salud Pública* 1998; 3:164-73.
9. Freedman DS, Khan LK, Serdula MK, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. Inter-relationships among childhood BMI, childhood height and adult obesity: the Bogalusa Heart Study. *Int J Obes* 2004; 28:10-6.
10. Houtkooper LB, Lohman TG, Going SB, Howell WH. Why bioelectrical impedance analysis should be used for estimating adiposity. *Am J Clin Nutr* 1996; 64:436-8.
11. Schaefer F, Georgi M, Zieger A, Scharer K. Usefulness of bioelectric impedance and skinfold measurements in predicting fat-free mass derived from total body potassium in children. *Pediatr Res* 1994; 35:617-24.
12. Houtkooper LB, Going SB, Lohman TH, Roche AF, van Loan M. Bioelectrical impedance estimation

- of fat-free body mass in children and youth: a cross validation study. *J Appl Physiol* 1992; 72:366-73.
13. Wu Y, Nielsen DH, Cassady SL, Cook JS, Janz KF, Hansen JR. Cross-validation of bioelectrical impedance analysis of body composition in children and adolescents. *Phys Ther* 1993; 73:320-7.
  14. Mei Z, Grummer-Strawn LM, Pietrobelli A, Goulding A, Goran IM, Dietz HW. Validity of body mass index compared with other body-composition screening indexes for the assessment of body fatness in children and adolescents. *Am J Clin Nutr* 2002; 75:978-85.
  15. Veiga GV, Dias PC, Anjos LA. A comparison of distribution curves of body mass index from Brazil and United States for assessing overweight and obesity in Brazilian adolescents. *Rev Panam Salud Pública* 2001; 10:79-85.
  16. Reilly JJ, Dorosty AR, Emmett PM. Identification of the obese child: adequacy of the body mass index for clinical practice and epidemiology. *Int J Obes* 2000; 24:1623-7.
  17. Gerber IRS, Zielinsky P. Fatores de risco de aterosclerose na infância, um estudo epidemiológico. *Arq Bras Cardiol* 1997; 69:231-6.
  18. Lwanga SK, Lemeshow S. One-sample situations. In: Lwanga SK, Lemeshow S, editors. *Sample size determination in health studies: a practical manual*. Geneva: World Health Organization; 1991. p. 1-5.
  19. Andrade ALS, Zicker F. Métodos de investigação epidemiológica em doenças transmissíveis. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial da Saúde; 2003.
  20. Gordon CC, Chumlea WC, Roche AF. Stature recumbent length and weight. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign: Human Kinetics Books; 1988. p. 3-8.
  21. Boileau RA. Body composition assessment in children and youth. In: Bar-Or O, editor. *The child and adolescent athlete*. Oxford: Blackwell Science; 1996. p. 523-37.
  22. Ellis K, Abrams SA, Wong WW. Monitoring childhood obesity: assessment of the weight/height? index. *Am J Epidemiol* 1999; 150:939-46.
  23. Sardinha LB, Going SB, Teixeira PJ, Lohman TG. Receiver operating characteristic analysis of body mass index triceps skinfold thickness and girth for obesity screening in children and adolescent. *Am J Clin Nutr* 1999; 70:1090-5.
  24. Malina RM, Katzmarzyk PT. Validity of the body mass index as an indicator of the risk and presence of overweight in adolescents. *Am J Clin Nutr* 1999; 70:131-6.
  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. Pietrobelli A, Faith MSM, Allinson DB, Gallagher D, Chiumello G, Heymsfield SB. Body mass index as a measure of adiposity among children and adolescents: a validation study. *J Pediatr* 1998; 132:204-10.
  27. Dietz WH, Bellizzi MC. Introduction: the use of body mass index to assess obesity in children. *Am J Clin Nutr* 1999; 70:123-5.
  28. Taylor RW, Jones IE, Williams SM, Goulding A. Evaluation of waist circumference waist-to-hip and the conicity index as screening tool for high trunk fat mass as measured by dual-energy x-ray absorptiometry in children aged 3-19y. *Am J Clin Nutr* 2000; 72:490-5.
  29. Lindsay RS, Hanson RL, Roumain J, Knowler ERWC, Tataranni A. Body mass index as a measure of adiposity in children and adolescents: relationship to adiposity by dual energy x-ray absorptiometry and to cardiovascular risk factors. *J Clin Endocrinol Metab* 2001; 86:4061-7.
  30. Taylor WR, Jones IE, Williams SM, Goulding A. Body fat percentages measured by dual-energy x-ray absorptiometry corresponding to recently recommended body mass index cutoffs for overweight and obesity in children and adolescents aged 3-18y. *Am J Clin Nutr* 2002; 76:1416-21.
  31. Daniels SR, Khoury PR, Morrison JA. The utility of body mass index as a measure of body fatness in children and adolescents: differences by race and gender. *Pediatrics* 1997; 99:804-7.
  32. Himes JH, Bouchard C. Validity of anthropometry in classifying youth as obese. *Int J Obes* 1989; 13:183-93.
  33. Oliveira CL, Veiga GV, Sichieri R. Anthropometrics markers for cardiovascular disease among overweight adolescents. *Nutr Res* 2001; 21:1335-45.
  34. Lemos-Santos MG, Valente JG, Gonçalves-Silva RM, Sichieri R. Waist circumference and waist-to-hip ratio as predictors of serum concentration of lipids in Brazilian men. *Nutrition* 2004; 20:857-62.
  35. Nunez C, Gallagher D, Visser M, Pi-Sunyer FX, Wang Z, Heymsfield SB. Biopedance analysis: evaluation of leg-to-leg system based an pressure contact foot-pad electrodes. *Med Sci Sports Exerc* 1997; 29:524-31.
  36. Wells JCK, Gigante D, Wright A, Hallal PC, Victora CG. Validation of leg-to-leg impedance for body composition assessment in male brazilians aged 16-19 years. *International Journal of Body Composition Research* 2003; 1:1-6.
  37. Lazzar S, Boirie Y, Meyer M, Vermorel M. Evaluation of foot-to-foot bioelectrical impedance analysers to assess body composition in overweight and obese adolescents. *Br J Nutr* 2003; 90:987-92.
  38. Zimmermann MB, Gubeli C, Puntener C, Molinari L. Detection of overweight and obesity in a national sample of 6-12y old Swiss children: accuracy and validity of reference values for body mass index from the US Centers for Disease Control and Prevention and the International Obesity Task Force. *Am J Clin Nutr* 2004; 79:838-43.
  39. Veiga GV, Vieira AC, Alvarez MM, Pereira RC. Índice de massa corporal (massa corporal/estatura<sup>2</sup>) na avaliação de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes: concordâncias e controvérsias. *Nutrire Rev Soc Bras Aliment Nutr* 2004; 28:109-24.

Recebido em 21/Jun/2005

Versão final reapresentada em 20/Out/2005

Aprovado em 07/Nov/2005