**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA**

Débora Rocha Oliveira

**Concordância entre valores da circunferência
da cintura ou índice de massa corporal no
diagnóstico de excesso de peso em
adolescentes**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós Graduação em Nutrição em Saúde
Pública da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Ciências.

Área de concentração: Nutrição em
Saúde Pública

**São Paulo
2012**

Concordância entre valores da circunferência da cintura ou índice de massa corporal no diagnóstico de excesso de peso em adolescentes

Débora Rocha Oliveira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Nutrição em Saúde Pública da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Nutrição em Saúde Pública

Orientador: Prof. Dr. Wolney Lisboa Conde

**São Paulo
2012**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na sua forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida **exclusivamente** para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

RESUMO

OLIVEIRA, D.R. Concordância entre valores da circunferência da cintura ou Índice de Massa Corporal no diagnóstico de excesso de peso em adolescentes. [Dissertação de Mestrado em Nutrição em Saúde Pública] São Paulo. Faculdade de Saúde Pública da USP; 2012.

Introdução – A expansão da obesidade entre populações jovens tem aumentado de forma expressiva e contribui para a carga mórbida global de doenças. Inquéritos que avaliam a capacidade de índices baseados na massa corporal sensíveis à detecção de gordural corporal são relevantes e ainda escassos. **Objetivo** – Analisar o desempenho dos valores do índice de massa corporal (IMC) ou da circunferência da cintura (CC) no diagnóstico de excesso de peso em adolescentes. **Métodos** – Utilizamos dados de 1816 adolescentes do estudo “Saúde e nutrição dos escolares adolescentes da zona oeste do município de São Paulo”. O estado nutricional dos adolescentes foi descrito pelo IMC, CC e composição corporal – inferida pelo ângulo de fase - dos parâmetros bioelétricos - e somatório das dobras cutâneas. As áreas sob curvas *Receiver Operating Characteristic* (AUC) foram calculadas para avaliar a capacidade do IMC e CC na triagem de adiposidade. Sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo (VPP) e negativo (VPN) e diagnóstico *odds ratio* (DOR) foram analisados para os sistemas de classificação do IMC (referência brasileira e internacional) e o critério da CC (referência holandesa). **Resultados** – IMC e CC apresentam correlação positiva ($r = 0,77$ e $0,73$, respectivamente) com gordura das dobras. Em ambos os sexos, os três critérios sugerem adequada identificação do excesso de massa gordurosa ($AUC \geq 0,90$) e valores elevados de especificidade e sensibilidade. Apesar da alta taxa de sensibilidade os VPP alcançam, em torno de 41% nos meninos e 35% nas meninas para o IMC e 49 e 38%, respectivamente, para CC. Os valores do DOR são 64,6 e 38,6 para IMC pela referência nacional e internacional, respectivamente e 38,3 para CC nos meninos. Nas meninas, na mesma sequência os valores são 49,5, 56,2 e 31,9. **Conclusão** – A CC apresenta desempenho menor se comparado ao IMC no diagnóstico de excesso de adiposidade. Os resultados apóiam o uso do IMC para o monitoramento de saúde de adolescentes e, pela primeira vez apresentam essa evidência com base em análise bivariada da composição corporal.

Descritores: Estado nutricional. Circunferência da cintura. Adolescente. Composição corporal. Índice de massa corporal.

ABSTRACT

OLIVEIRA, D.R. Agreement between values of waist circumference or body mass index in the diagnosis of overweight in adolescents. [Dissertação de Mestrado em Nutrição em Saúde Pública] São Paulo. Faculdade de Saúde Pública da USP; 2012.

Introduction - The spread of obesity among young people has increased significantly and contributes to global disease burden morbid. Surveys that assess the ability of indices based on body mass sensitive detection gordural body are relevant and still scarce. **Objective** - To analyze the performance values of body mass index (BMI) or waist circumference (WC) in the diagnosis of overweight in adolescents. **Methods** - We used data from 1816 adolescents in the study "Health and nutrition of schoolchildren in the west zone of São Paulo." The nutritional status of adolescents was described by BMI, waist circumference and body composition - inferred by the phase angle - the bioelectric parameters - and sum of skinfolds. Areas under Receiver Operating Characteristic curves (AUC) were calculated to assess the ability of BMI and WC in screening for adiposity. Sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV) and negative predictive value (NPV) and diagnostic odds ratio (DOR) were analyzed for BMI classification systems (reference Brazilian and international) and the WC criterion (Dutch reference). **Results** - BMI and WC shows a positive correlation ($r = 0.77$ and 0.73 , respectively) with fat skinfolds. In both gender the three criteria suggest proper identification of excess body fat ($AUC \geq 0.89$) and high levels of specificity and sensitivity. Despite the high sensitivity rate the PPV achieve 41% boys and 35% in girls for BMI and 49% and 38% for WC, respectively. The values of DOR are 64.6 and 38.6 for BMI by national and international reference, respectively, and 38.3 for WC in boys. In girls, the same sequence values are 49.5, 56.2 and 31.9. **Conclusion** - The WC has underperformed compared to BMI in the diagnosis of excess adiposity. The results support the use of BMI for monitoring the health of adolescents and for the first time present this evidence based on bivariate analysis of body composition.

Keywords: Nutritional status. Waist circumference. Adolescents. Body composition. Body mass index.

AGRADECIMENTOS

Agradeço...

A meu orientador, Prof.^a Doutor Wolney Lisboa Conde por ter me guiado durante toda elaboração desta dissertação com seu espírito crítico que contribuíram significativamente para a qualidade deste trabalho.

A todos aqueles que, embora não nomeados, me brindaram com seus inestimáveis apoios em distintos momentos, o meu reconhecido e carinhoso muito obrigada.

Por fim e não menos importante agradeço àqueles que mais de perto acompanharam esta jornada. À minha família e amigos, em especial a meu esposo Emerson Manoel da Silva pela compreensão, paciência, carinho, amor e força transmitida durante esta tarefa, a minha imensa gratidão. Sem o apoio de todos não seria possível investir longas horas de trabalho, privando-os da atenção merecida.

Para além destas palavras escritas, espero encontrar melhor forma e melhor momento para dizer a todos o quanto estou agradecida.

MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 EXCESSO DE PESO.....	10
1.2 AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL	11
1.2.1 AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL COM BASE NA MASSA CORPORAL.....	12
1.2.2 AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL COM BASE NA COMPOSIÇÃO CORPORAL	15
2 OBJETIVOS	22
2.1 OBJETIVO GERAL.....	22
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	22
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 AMOSTRA – CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO	23
3.2 ASPECTOS ÉTICOS	23
3.3 PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS	24
3.4 CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL A PARTIR DAS MEDIDAS DA MASSA E COMPOSIÇÃO CORPORAL.....	26
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	27
4 RESULTADOS	31
5 DISCUSSÃO.....	43
6 CONCLUSÃO.....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
ANEXO A – CURRICULUM LATTES – DÉBORA ROCHA OLIVEIRA	57
ANEXO B – CURRICULUM LATTES – PROFESSOR DOUTOR WOLNEY LISBOA CONDE.....	58

LISTA TABELAS

Tabela 1. Médias e desvios padrão (DP) do IMC, circunferência da cintura, impedância, ângulo de fase e Σ das dobras cutâneas, segundo sexo e faixa etária, dos adolescentes da Zona Oeste do município de São Paulo, 2007.....	31
Tabela 2. Coeficientes de correlação entre altura e idade e as variáveis da composição corporal dos adolescentes da Zona Oeste do município de São Paulo, 2007.....	32
Tabela 3. Coeficientes de correlação entre as variáveis da massa corporal – IMC ou circunferência da cintura – e índices da composição corporal, por sexo, em adolescentes da Zona Oeste do município de São Paulo, 2007.....	33
Tabela 4. Prevalência (%) de excesso de peso por diferentes sistemas classificatórios e faixa etária, por sexo, em adolescentes da Zona Oeste do município de São Paulo, 2007	34
Tabela 5. Indicadores epidemiológicos do desempenho do IMC nas classificações Br-2006 e WHO-2007 para classificar excesso de peso em adolescentes da Zona Oeste do município de São Paulo, 2007. Medida de referência: índice dobras cutâneas.....	37
Tabela 6. Indicadores epidemiológicos do desempenho da CC segundo classificação holandesa para classificar excesso de massa corporal localizada em adolescentes da Zona Oeste do município de São Paulo, 2007. Medida de referência: índice dobras cutâneas.....	38

LISTA FIGURAS

- Figura 1.** Frequência de excesso de peso (A) e obesidade (B) pelos diferentes sistemas classificatórios segundo décimos da gordura corporal estimados pelo índice dobras e sexo em adolescentes da Zona Oeste do município de São Paulo, 2007.....35
- Figura 2.** Curva ROC para índice de massa corporal [IMC (escore z)] e medida da circunferência da cintura [CC(cm)] e a área correspondente sob a curva (AUC), por sexo, para identificação do excesso de peso pelo índice dobras em adolescentes da Zona Oeste do município de São Paulo, 2007.....36
- Figura 3.** Distribuição bivariada do índice ângulo de fase versus índice dobras, por sexo, em adolescentes da Zona Oeste do município de São Paulo, 2007. Em destaque os indivíduos diagnosticados como excesso de peso pelo IMC/Idade segundo curvas de referência nacional e estrangeira, 2007.....40
- Figura 4.** Distribuição bivariada do índice ângulo de fase versus índice dobras, por sexo, em adolescentes da Zona Oeste do município de São Paulo, 2007. Em destaque os indivíduos diagnosticados como obesidade pelo IMC/Idade segundo curvas de referência nacional e estrangeira, 2007..... 41
- Figura 5.** Distribuição bivariada do índice ângulo de fase versus índice dobras, por sexo, em adolescentes da Zona Oeste do município de São Paulo, 2007. Em destaque os indivíduos diagnosticados como excesso de massa abdominal segundo curva de referência estrangeira, 2007.....42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Principais curvas de referência, ou descrição percentilar populacional, para valores da circunferência da cintura de menores de 20 anos publicadas nas duas últimas décadas.....20

Quadro 2. Principais estudos com descrição da sensibilidade e especificidade dos sistemas classificatórios com base no IMC e na CC para triagem de excesso de gordura corporal em menores de 20 anos publicados nas duas últimas décadas, segundo sexo21

Quadro 3. Descrição dos procedimentos técnicos padronizados das variáveis antropométricas e índices antropométricos.24

1 INTRODUÇÃO

1.1 EXCESSO DE PESO

A prevalência mundial de sobrepeso e obesidade entre populações jovens tem aumentado sistematicamente nas últimas décadas. Tal expansão foi reconhecida como epidemia pela Organização Mundial da Saúde (WHO 1995).

A obesidade cursa com o desequilíbrio positivo do balanço energético, isto é, a quantidade de energia armazenada no organismo é superior à quantidade gasta. Na determinação da obesidade os fatores sociais preponderam sobre os genéticos e seus efeitos se expressam ou estão mediados pela renda ou nível de escolarização do indivíduo e pelo nível de desigualdade social observado no meio em que o indivíduo reside (Popkin et al. 1995; Drewnowski e Popkin 1997).

O excesso de peso está entre os cinco principais fatores de risco de mortalidade no mundo e, contribui expressivamente para a carga mórbida global de doenças. Estima-se que a massa corporal, em 2004, tenha sido responsável por 2,8% dos anos de vida perdidos por incapacidade (*DALYS*, no acrônimo em inglês) e 4,8% das mortes globais (WHO 2009).

Além de elevarem o risco de morte prematura e a redução da qualidade de vida, o excesso de peso e a obesidade também são responsáveis por elevar o risco de doenças crônicas não transmissíveis e representam, estima-se, 44% da carga de diabetes, 23% da carga de doença isquêmica do coração e de 7 a 41% da carga de certos tipos de cânceres (WHO 2009; Larsson et al. 2011).

Outro agravante da obesidade, em crianças e adolescentes, são os problemas psicossociais e biológicos a ela associados e que tendem a se expressar na idade adulta (Whitaker et al. 1997; Vanhala et al. 1998).

No Brasil, a evolução do perfil nutricional dos adolescentes se caracteriza pelo aumento acelerado da frequência do excesso de peso nas últimas décadas. A partir dos dados de inquéritos nacionais realizados em

1974-1975 e 2008-2009, observa-se que, entre adolescentes, a prevalência de excesso de peso aumentou de 7,6% para 19,4% no sexo feminino e de 3,7% para 21,7% no sexo masculino (IBGE 2010).

A tendência de aumento da prevalência de excesso de peso ocorre em todos os estratos sociais e em todas as regiões brasileiras. Contudo, as maiores prevalências de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes são observadas na região Centro-Sul do país (IBGE 2010). Nesta região os processos de urbanização, modificações do mercado de trabalho e dos processos produtivos são mais intensos e estão em etapas mais adiantadas em relação às demais regiões e trazem, em seu bojo, consequentes mudanças de hábitos que representam maior probabilidade de exposição à obesidade.

1.2 AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL

A avaliação do estado nutricional, com o uso de indicadores antropométricos, fornece informações sobre a adequação nutricional de um indivíduo ou de um grupo populacional e reflete o estado de nutrição, saúde ou de ambos. Estes indicadores estão associados a riscos presentes e futuros de morbi-mortalidade (WHO 1995; de Onis e Habicht 1996). Embora existam outros métodos para avaliação do estado nutricional da população, a antropometria tem se mostrado o conjunto de técnicas mais utilizado para a vigilância nutricional e de saúde em nível populacional (WHO 1995), sobretudo na infância e na adolescência (Sigulem et al. 2000).

A classificação do estado nutricional com base em índices antropométricos utiliza critérios diferentes para estabelecer os valores críticos. Estes valores são aqueles que, no sistema classificatório, irão separar os indivíduos saudáveis daqueles não saudáveis. O déficit de altura em crianças menores de cinco anos, por exemplo, é definido segundo critérios probabilísticos - isto é, estatísticos. A avaliação do estado nutricional de crianças ou adolescentes é comumente realizada pela comparação entre as suas medidas antropométricas e os valores de uma população de

referência. Essa comparação é expressa, tradicionalmente, na forma de escores padronizados, os chamados escores Z ou sua função de densidade (percentis). Essa estatística é bastante empregada na expressão de análises do estado nutricional, pois apresenta razoável facilidade de compreensão e é diretamente comparável entre idades ou sexos diferentes.

A classificação do estado nutricional fundamentada no desfecho de risco de doenças ou agravos à saúde e mortalidade é, de fato, um critério de base epidemiológica. Este critério proposto pela primeira vez em 1956 para o monitoramento de saúde de crianças foi uma contribuição inovadora e marcante para a ciência da Nutrição. A partir da medida da massa corporal rotineiramente utilizada em âmbito hospitalar desenvolveu-se um índice e respectivo indicador o qual estabeleceu diferentes graus de desnutrição consoantes ao risco de mortalidade infantil (Gómez et al. 2000)

Para os adolescentes, a Organização Mundial da Saúde (WHO 1995) recomenda os índices IMC por idade (IMC-I) para identificação de excesso de peso e altura por idade (A-I) como indicador do desenvolvimento linear. A necessidade de ajuste dos índices pela idade se dá pelas ainda intensas alterações fisiológicas e morfológicas que ocorrem na adolescência.

1.2.1 Avaliação do estado nutricional com base na massa corporal

O IMC representa um indicador de peso corporal relativo e uma medida indireta de adiposidade, expressando a soma de todos os componentes do peso corporal (massa corporal magra, ossos, tecido adiposo) sem distinção entre a massa magra e gorda e não representa a distribuição da gordura corporal.

Análises sobre o uso do IMC em adolescentes e sua validade para o diagnóstico do excesso de peso e da obesidade tem apontado, de maneira geral, que se trata de indicador com moderada sensibilidade e elevada especificidade no diagnóstico do excesso de peso e baixa sensibilidade e

elevada especificidade no diagnóstico de obesidade (Marshall et al. 1991; Malina e Katzmarzyk 1999; Reilly et al. 2000).

Grande parte destas análises foram realizadas com pontos de corte baseados em critérios estatísticos. Isto porque até aproximadamente o final da década de 1990 os pontos de corte recomendados pela Organização Mundial da Saúde não estavam associados com morbi-mortalidade na idade adulta, mas associados com os extremos da distribuição de referência.

Para tentar associar os critérios estatísticos e epidemiológicos na classificação do estado nutricional de crianças e adolescentes com base na massa corporal, uma curva de referência internacional foi construída apoiada nos dados de seis inquéritos de representatividade nacional. A proposta dessa curva visou disponibilizar uma base uniforme e internacional para a comparação entre os dados dos vários países e unificar os valores críticos utilizados na classificação do estado nutricional dos adolescentes com aqueles utilizados para a população adulta, que definem excesso de peso e obesidade a partir de 25 kg/m² e 30 kg/m², respectivamente (Cole et al. 2000).

Além do IMC, outro índice antropométrico que tem sido amplamente utilizado na avaliação da massa corporal - em estudos populacionais - como indicador de obesidade e risco para saúde é a circunferência da cintura (CC). A CC é forte preditora da gordura visceral e está diretamente associada a alterações metabólicas e aumento do risco de doenças cardiovasculares (Freedman et al. 1999; Tornaritis et al. 2000; Maffeis et al. 2001; Jung et al. 2009).

Na idade adulta a associação entre circunferência da cintura e doenças crônicas ligadas ao metabolismo está bem estudada e estabelecida e, assim, foram instituídos os valores de 80 e 88 cm em mulheres e 94 e 102 cm em homens para definir as faixas de risco elevado e muito elevado, respectivamente, para aquelas doenças (Lean et al. 1995). O fato de ser uma única medida favorece sua eleição como instrumento de diagnóstico do

risco de doenças crônicas, no entanto, sua definição operacional introduz aspectos de razoável complexidade para sua realização.

Os valores críticos mencionados para diagnóstico de obesidade central entre adultos passaram a ser recomendados pela Organização Mundial da Saúde para diagnóstico nutricional de forma isolada ou em combinação com os valores críticos do IMC (WHO 1995).

A partir da década de 1990 diversas curvas nacionais de distribuição da circunferência da cintura têm sido publicadas para menores de 20 anos. As principais características destas curvas são apresentadas no Quadro 1.

As curvas de referência apresentadas foram todas baseadas em dados de inquéritos nacionais e são específicas para sexo e idade. Na sua maioria foram construídas com o método estatístico LMS o que confere grande flexibilidade no seu uso.

O método LMS permite o alisamento das curvas de distribuição tornando-as normalmente distribuídas ao longo da faixa etária. Neste método, os dados são resumidos em três curvas suavizadas, específicas por parâmetro e segundo idade, denominadas "L" (λ), "M" (μ) e "S" (σ). As curvas M e S correspondem à mediana do índice observado e aos coeficientes de variação de cada estrato, respectivamente; a curva L representa o coeficiente de transformação (Box-Cox) utilizado para converter os dados à normalidade e, assim, minimizar a assimetria do conjunto de dados. As curvas produzidas pelo método LMS contêm informações suficientes para estimar qualquer valor das distribuições de referência e permitem também a classificação convencional do estado nutricional em desvios padronizados (Z) da população de referência (Cole et al. 1998).

Das curvas de distribuição percentilar mencionadas no Quadro 1 apenas duas abrangem toda a faixa etária dos adolescentes que compreende as idades entre 10 e 19 anos (Fredriks et al. 2005; Cook et al. 2009). E apenas a referência norte-americana foi desenvolvida com informações multi-étnicas com utilização de dados de americanos com descendência africana, mexicana e européia (Cook et al. 2009). As demais

curvas não consideraram a diversidade étnica para elaboração de suas referências. Fatores genéticos e ambientais podem levar a variações no fenótipo da CC e devem ser considerados no desenvolvimento destes instrumentos.

1.2.2 Avaliação do estado nutricional com base na composição corporal

Somatório das dobras cutâneas

Em vista às limitações do IMC como indicador dos níveis de adiposidade, a recomendação para estudos populacionais, é de que a avaliação antropométrica da composição corporal em crianças e adolescentes deva incluir também estimativas da gordura corporal a partir de medidas de dobras cutâneas (Lobstein et al. 2004).

A medida das dobras cutâneas é outra técnica tradicional que pode ser aplicada em larga escala em pacientes e crianças saudáveis e classifica os indivíduos pela estimativa dos depósitos de gordura subcutânea. As medidas são simples e rápidas de se obter (Reilly 2010). Em geral, o erro intra e interobservador é baixo comparado com a variabilidade entre sujeito, mas a precisão em crianças obesas é menor (Lobstein et al. 2004; Wells e Fewtrell 2006;).

As dobras cutâneas permitem a mensuração da gordura subcutânea em vários locais do corpo e são preditoras da gordura corporal total e percentual de gordura corporal (WHO 1995; Zemel et al. 1997). Devido a estas associações com a gordura corporal, é frequentemente assumido que as dobras cutâneas são melhores preditores de implicações adversas à saúde do que o IMC (Sardinha et al. 1999; Sarría et al. 2001) e podem ser utilizadas como ferramenta de triagem para determinar os adolescentes em maior risco de se tornarem adultos com gordura corporal elevada (Nooyens et al. 2007).

Equações publicadas que convertem medidas primárias em valores para gordura corporal total foram consideradas inadequadas, tanto em

grupos como em indivíduos (Reilly et al. 1995). Embora os dados forneçam um índice razoável da distribuição de gordura, eles não podem fornecer medidas absolutas de massa de gordura, e, conseqüentemente, permitem apenas a classificação dos sujeitos em termos de gordura e ignoram o depósito do tecido muscular (Wells 2001).

Impedância bioelétrica (BIA) e Ângulo de fase

A impedância bioelétrica baseia-se no princípio de que os componentes corporais oferecem resistências diferenciadas à passagem da corrente elétrica. Os tecidos magros são altamente condutores da corrente elétrica devido a grande quantidade de água e eletrólitos, apresentando baixa resistência à passagem da corrente. Os tecidos de gordura, os ossos e a pele, por outro lado, constituem meios de baixa condutividade elétrica. Essa oposição, chamada impedância (Z) não fornece a composição corporal diretamente. A impedância é função de dois vetores, denominados resistência (R) e reactância (X_c) (Kyle et al. 2004a). A resistência é a oposição oferecida pelo corpo à passagem da corrente elétrica e é inversamente relacionada com o conteúdo de água e eletrólitos do corpo e a reactância é o efeito resistivo devido à capacitância produzida por interfaces de tecido e membranas celulares (Baumgartner et al. 1988).

Os dados brutos de R e X_c tem sido empregados na avaliação nutricional e no monitoramento do estado nutricional de indivíduos. O uso dos valores diretos dos parâmetros bioelétricos dispensa o emprego de equações ou modelos para predizer a composição corporal. Assim os resultados não são influenciados pela escolha da equação de regressão, precisão do método ou critérios de seleção da população de referência, sendo somente afetada por erros de medidas da impedância e variáveis biológicas (Piccoli et al. 1994).

A relação entre as medidas diretas da R e X_c permite obter o ângulo de fase que é um parâmetro bem estabelecido para o diagnóstico de desnutrição e prognóstico clínico, ambos associados com as mudanças na integridade da membrana celular e alterações no balanço hídrico (Barbosa-

Silva et al. 2005). Atualmente, há diversos ensaios clínicos que propõem o ângulo de fase como um marcador de prognóstico útil nas condições clínicas (Pupim et al. 1999; Selberg e Selberg 2002; Norman et al. 2010) e avaliação nutricional em adultos (Scheunemann et al. 2008) e em crianças (Nagano et al. 2000).

A avaliação nutricional por meio do ângulo de fase pode ser superior a outros indicadores nutricionais como os antropométricos e séricos, uma vez que esta tem sido usada para prever resultados de variações do estado nutricional e de hidratação em pacientes submetidos a cuidados intensivos (Kyle, et al. 2004b).

Capacidade preditiva do IMC ou da CC para detecção de excesso de gordura corporal

O uso das medidas da composição corporal como valores de referência para avaliação do desempenho do IMC ou da CC na avaliação do estado nutricional está associado à propriedade destes em refletir a gordura corporal. A ampla diversidade das curvas de referência para o IMC e a CC e heterogeneidade dos sistemas de classificação do estado nutricional conduziram estudos sobre o desempenho destes na detecção do excesso de gordura corporal (Quadro 2).

As diferentes técnicas antropométricas de estimativa da gordura corporal e os diferentes pontos de corte do IMC ou da CC dificultam a comparação dos resultados de sensibilidade e especificidade entre os estudos. Ainda assim o que se observa é a natureza altamente específica, e menos sensível dos sistemas de classificação. A baixa sensibilidade de diagnóstico destes sistemas de classificação, em especial ao baseado na CC, sugere que apenas algumas crianças e adolescentes com excesso de adiposidade serão atingidas pela triagem. Por outro lado, há um baixo risco de serem erroneamente classificadas como excesso de peso, devido à alta especificidade de diagnóstico dos valores de referência.

A descrição da capacidade preditiva do IMC e da CC no diagnóstico de excesso de gordura corporal apresentadas no Quadro 2 estão

fundamentados na análise da composição corporal expressa, em sua maioria, pelo percentual de gordura estimada pela absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA). Os testes de sensibilidade e especificidade para avaliar a precisão do diagnóstico estão limitados a análises unidimensionais.

Os questionamentos e críticas realizadas, atualmente, sobre os indicadores IMC e CC referem-se à baixa capacidade destes em estimar o teor de gordura corporal. Para diagnosticar ou definir o excesso de adiposidade, no entanto, não precisamos estimar direta e precisamente o teor de gordura corporal se conseguirmos estabelecer com segurança que o excesso de massa corporal esteja diretamente associado ao excesso de gordura corporal nesse grupo etário.

Inquéritos que avaliam, segundo composição corporal, a capacidade do IMC ou da CC em diagnosticar crianças e adolescentes com excesso de gordura corporal ainda são escassos (Taylor et al. 2000; Neovius et al. 2004; Guida et al. 2008; Sarría et al. 2001; Reilly et al. 2010b). E, ao contrário do que ocorre em adultos, não há consenso sobre os critérios antropométricos mais adequados para classificar excesso de gordura corporal na adolescência.

Atualmente apenas os modelos multicomponentes são considerados suficientemente precisos para atuar como referência ou critério de métodos para a abordagem molecular para medir a composição corporal (com discriminação das massas de gordura e sem gordura), contra o qual outros métodos devem ser avaliados (Wells e Fewtrell 2006). Várias técnicas estão disponíveis, variando em complexidade e facilidade de uso, cada qual baseada em relações ou valores constantes que podem afetar a sua precisão à medida em que mudem as condições de mensuração. É improvável que uma única técnica de referência seja ideal em todas as circunstâncias.

Neste trabalho explorarei as relações entre o diagnóstico de risco nutricional baseado na massa corporal e duas mensurações úteis como referências da composição corporal: a primeira baseada na mensuração das dobras cutâneas e a segunda baseada na estimativa da massa corporal da

impedância bioelétrica. A perspectiva de reavaliar dessa forma os índices baseados na massa corporal sensíveis à detecção de gordura corporal é um acréscimo potencialmente relevante para o campo de estudo da avaliação nutricional de adolescentes.

Quadro 1 Principais curvas de referência, ou descrição percentilar populacional, para valores da circunferência da cintura de menores de 20 anos publicadas nas duas últimas décadas.

Países	Tamanho amostral por sexo	Faixa etária (anos)	Ano Pesquisa	Etnia	Tratamento estatístico – Uso LMS	Pontos de corte	Fundamentos dos pontos de corte	Autores/Ano de publicação
Itália	F 1418 M 1440	6–14	1993	Uni-étnica	Sim	Não	-	(Zannolli e Morgese 1996) ^a
Espanha	F 659 M 701	6–14,9	1996	Uni-étnica	Não	Sim	Estatístico	(Moreno et al. 1999)
Grã-Bretanha	F 3585 M 4770	5–16,9	1988	Uni-étnica	Sim	Sim	Estatístico	(McCarthy et al. 2001)
Canadá	F 1524 M 1540	10,5–18,5	1981	Uni-étnica	Sim	Sim	Estatístico	(Katzmarzyk 2004)
Estados Unidos	F 4944 M 4769	2–18	1988–1994	Multi-étnica	Não	Não	-	(Fernández et al. 2004) ^a
Holanda	F 7018 M 7482	0–21	1996–1997	Uni-étnica	Sim	Sim	Estatístico	(Fredriks et al. 2005)
Austrália	F 4162 M 4277	7–15	1985	Uni-étnica	Sim	Não	-	(Davies e Eisenmann 2006) ^a
Turquia	F 4770 M 3583	5-16,9	1990	Uni-étnica	Sim	Sim	Estatístico	(Hatipoglu et al. 2008)
China	F 2224 M 2000	7-18	2005	Bi-étnica	Sim	Sim	Epidemiológico ^b	(Yan et al. 2008)
Estados Unidos	11825 F e M	2-20	1988-1994/ 1999-2006	Multi-étnica	Sim	Sim	Epidemiológico ^b	(Cook et al. 2009)
China	F 2699 M 2830	6-12	-	Uni-étnica	Sim	Sim	Epidemiológico ^c	(Liu et al. 2010)
Kuwait	F 4750 M 4843	5-18,9	1998-2000	Uni-étnica	Sim	Sim	-	(Jackson et al. 2011) ^a

Notas: ^a Descrição percentilar populacional; ^b Método proposto por (Cole et al. 2000), ^c Baseado em *odds ratio*; F – feminino M – masculino

Quadro 2 Principais estudos com descrição da sensibilidade e especificidade dos sistemas classificatórios com base no IMC e na CC para triagem de excesso de gordura corporal em menores de 20 anos publicados nas duas últimas décadas, segundo sexo.

Medida de referência (Ponto de corte)	IMC Masculino		IMC Feminino		CC ⁵ Masculino		CC ⁵ Feminino		Autores/Ano de publicação
	Sens (%)	Esp (%)	Sens (%)	Esp (%)	Sens (%)	Esp (%)	Sens (%)	Esp (%)	
DEXA ¹ (MRL P85)	72	85	95	93	-	-	-	-	Lazarus et al. 1996
DEXA (M 25% F 30%)	92	93	77	77	84	88	76	72	Neovius, 2004
DEXA ² (P85)	71	86	75	90	-	-	-	-	Moreno et al. 2006
DEXA ³ (M 25% F 30%)	84	85	35	98	-	-	-	-	Vitolo et al. 2007
DEXA ² (MLR P 85)	49	98	20	98	-	-	-	-	Oliveira et al. 2006
BIA ⁴ (M 25% F 30%)	100	62	61	88	-	-	-	-	da Veiga et al. 2001
BIA ² (25% a 35%)	100	73	99	78	-	-	-	-	Yoo et al. 2006
BIA ³ (M 25% F 30%)	95	76	87	88	-	-	-	-	Fernandes et al. 2007
DC ² (P85)	79	94	84	88	-	-	-	-	Zimmerman et al, 2004
DC ³ (M 25% F 30%)	92	85	42	97	-	-	-	-	Farias Júnior et al. 2009
DC ³ (M 25% F 30%)	67	96	68	96	55	98	53	98	Glässer et al. 2011
Densidade Corporal ⁶ (P85)	50	91	-	-	38	95	-	-	Sarría et al. 2001

Notas: IMC= Índice de massa corporal; CC= circunferência da cintura; Sen= Sensibilidade; Esp= Especificidade; P= percentil; DEXA= Absortometria Radiológica de Dupla Energia; BIA= Bioimpedância; DC= Dobras cutâneas. Classificação do IMC : ¹ Must et al. (1991) ² Cole et al.(2000); ³ Conde e Monteiro (2006); ⁴ Anjos et al. 1998; ⁵ Classificação da circunferência da cintura: P90; ⁶ Densidade corporal predita por Weststrate e Deurenberg (1989)

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o desempenho dos valores do índice de massa corporal (IMC) ou da circunferência da cintura (CC) no diagnóstico de excesso de peso em adolescentes.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a associação entre índices de massa corporal e da composição corporal, segundo sexo.
- Analisar a associação entre as classificações baseadas em medidas antropométricas e as classificações baseadas na composição corporal, segundo sexo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 AMOSTRA – CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Foram utilizados dados originários do estudo “Monitoramento da saúde e nutrição dos escolares adolescentes da zona oeste do município de São Paulo” cuja população é constituída por adolescentes matriculados em escolas governamentais ou particulares da zona oeste do município de São Paulo. As informações de medidas antropométricas, sociais, demográficas e comportamentais foram coletadas no período de 2007 a 2008.

Incluiu-se no processo de seleção todas as escolas com mais de 200 alunos citadas na listagem de 2006 fornecida pela Secretaria Estadual de Educação de São Paulo e localizadas no Distrito de Pinheiros do município de São Paulo. Naquelas escolas em que houve anuência da direção todos os alunos entre 08 e 19 anos foram considerados elegíveis e convidados a participar do estudo. O convite se deu concomitantemente à distribuição do termo de consentimento/assentimento (TCLE) e a participação formalizada mediante a devolução do TCLE assinado. Para o presente estudo foram selecionados os estudantes com idade entre 10 e 19 anos.

Os adolescentes com deficiência física, mental, gestantes ou que apresentassem algum impedimento para participar da coleta de dados foram considerados inelegíveis.

3.2 ASPECTOS ÉTICOS

Todos os indivíduos envolvidos no estudo - no caso dos menores de 18 anos, seus pais - assinaram o TCLE pelo qual se declararam cientes das finalidades do estudo e autorizaram o uso dos dados informados ou coletados. Neste termo estavam explicitados os limites para utilização dos dados coletados e, ainda, a garantia de anonimato. Os indivíduos foram instruídos que poderiam abandonar o estudo em qualquer etapa. Caso a desistência se desse posteriormente à coleta dos dados, o indivíduo teve a garantia da exclusão de seus dados do banco de dados do estudo.

Atendendo ao estipulado pela *Resolução* CNS n.º196/96 (BRASIL, 1996), este estudo teve início após aprovação da Comissão de Ética da Faculdade de Saúde Pública sob protocolo número 2261, perante o compromisso de que os resultados do estudo serão transmitidos e divulgados oportunamente.

3.3 PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS

As medidas antropométricas foram feitas, no ambiente escolar, por antropometristas treinados e padronizados no Laboratório de Avaliação Nutricional de Populações (LANPOP-HNT/USP). Todas as medidas foram realizadas em duplicata e seguiu os procedimentos recomendados no *Manual de Referência para Padronização de Medidas Antropométricas* (Lohman et al. 1988). O sumário dos procedimentos técnicos padronizados para a mensuração antropométrica está descrito no Quadro 3.

Quadro 3 – Descrição sumária dos procedimentos técnicos padronizados das variáveis antropométricas e índices antropométricos.

Variáveis	Descrição do Método
Peso corporal	O indivíduo permaneceu com o mínimo de roupa possível e sem sapatos, em pé e posicionado de forma relaxada. Verificou-se com balança plataforma eletrônica com escala de 100 g, previamente calibrada.
Altura	O indivíduo permaneceu descalço com os pés e pernas paralelos e o peso distribuído em ambos os pés com os quatro pontos (calcanhares, panturrilhas, glúteos e escápulas) apoiados na superfície do estadiômetro e a cabeça posicionada no plano de <i>Frankfurt</i> .
Dobra cutânea tricipital	Tomada do lado direito do indivíduo na parte posterior do braço, que permaneceu solto e relaxado ao longo do corpo, utilizando-se um calibrador para dobras cutâneas com precisão de 0,2 mm pinçou-se uma dobra do tecido adiposo 1 cm acima do ponto médio entre o acrômio e o olecrano, desprendendo-a do tecido muscular.
Dobra cutânea suprailíaca	Obtida, obliquamente, em relação ao eixo longitudinal, na metade da distância entre o último arco costal e a crista ilíaca, sobre a linha axilar medial, do lado direito, com auxílio de um calibrador para dobras cutâneas com precisão de 0,2 mm.

Cont. Quadro 3 – Descrição sumária dos procedimentos técnicos padronizados das variáveis antropométricas e índices antropométricos.

Variáveis	Descrição do Método
Circunferência da cintura (CC)	O indivíduo permaneceu ereto com os braços relaxados ao lado do corpo, pés juntos e abdômen relaxado e a região medida livre de roupas. O ponto de mensuração utilizado foi o ponto médio entre a distância da última costela e a crista ilíaca.
Impedância bioelétrica	Realizou-se a impedância bioelétrica multifrequencial com as frequências de 1, 5, 10, 50 e 100 KHz. As medidas foram realizadas após 10 (dez) minutos de descanso do examinado. A colocação dos eletrodos e outros procedimentos correlatos seguiram as instruções do manual do fabricante.
Somatório das dobras cutâneas	Definido pela soma das dobras cutâneas suprailíaca e tricipital.
Índice massa Corpórea por Idade – IMC/I	Determinado pela divisão do peso corporal (kg) pelo quadrado da altura (m) por idade.
Índice ângulo de fase	Definido pelos resíduos padronizados do ângulo de fase ajustado para altura, idade e sexo. Descrição do método na seção 3.5.
Índice dobras	Definido pelos resíduos padronizados do somatório das dobras cutâneas ajustado para idade e sexo. Descrição do método na seção 3.5.

A impedância corporal (BIA, do acrônimo em inglês) foi medida com o aparelho tetrapolar RJL[®]. As dobras cutâneas foram medidas com o calibrador Holtain[®]. O peso foi medido em balanças da marca Seca[®] movidas à energia solar e para altura foi utilizado estadiômetro portátil com precisão de 01 mm, desenvolvido pelo LANPOP-HNT/USP. A coleta da circunferência da cintura foi realizada com fita inelástica com precisão de 01 mm.

Originalmente, as consistências interna (relação entre variáveis no mesmo indivíduo) e externa (em relação a distribuições de referências disponíveis para algumas medidas) dos dados antropométricos foram avaliadas e em alguns casos os dados inconsistentes foram imputados. No

conjunto de 8 a 20 anos a variável com maior percentual de dados imputados foi a dobra cutânea da panturrilha com 6% dos valores. No conjunto de dados utilizados nessa dissertação a imputação de valores nas variáveis selecionadas para análise foi inferior a 0,5% dos casos.

3.4 CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL A PARTIR DAS MEDIDAS DA MASSA E COMPOSIÇÃO CORPORAL

A classificação do estado nutricional com base em medidas antropométricas foi definida pelos valores críticos do IMC específicos para idade e sexo preconizados pela Organização Mundial de Saúde – WHO-2007 (de Onis et al. 2007) e pelos pontos de corte propostos para população brasileira – Brasil-2006 (Conde e Monteiro 2006).

Em relação à medida da circunferência da cintura, por não dispormos de uma curva de referência nacional ou internacional, os valores de referência utilizados para as descrições foram aqueles apresentados na curva holandesa (Fredriks et al. 2005), por cobrir todo espectro etário da população deste estudo.

Não há valores de populações de referência para a composição corporal baseada na massa muscular ou na massa gorda que sejam amplamente recomendados ou mesmo de aplicação universal. Para contornar essa limitação os valores de referência para a análise da composição corporal, neste estudo, foram estimados e expressos em dois índices: a) o índice dobras, calculado a partir do somatório (Σ) das dobras cutâneas e que nesta perspectiva representa o compartimento da massa gorda; b) o índice do ângulo de fase, que representa a massa muscular e foi calculado a partir dos parâmetros bioelétricos resistência (R) e reactância (X_c). A elaboração e expressão dos valores de referência a partir destes parâmetros estão descritas na seção 3.5.

A definição da implausibilidade dos valores antropométricos se deu com base no índice IMC-idade. Valores abaixo de -5 Z ou acima de 5 Z – da

classificação proposta pela Organização Mundial de Saúde (de Onis et al. 2007) – foram excluídos da análise.

Para a circunferência da cintura, dobras cutâneas e os parâmetros bioelétricos foram excluídos os valores inferiores ou superiores a 4 desvios padrões em relação à média da distribuição observada, segundo idade e sexo. O valor não convencional de 4 desvios foi escolhido para preservar, ao máximo, a heterogeneidade da amostra.

Foram utilizados na análise apenas os casos com registro antropométrico válido para todas as variáveis selecionadas.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O estado nutricional dos adolescentes foi descrito pelas variáveis antropométricas (peso corporal, altura, IMC) e as variáveis da composição corporal (Σ das dobras cutâneas e impedância bioelétrica). Também foram utilizados os índices antropométricos descritos no Quadro 3, estratificados por sexo e idade.

Os valores de IMC, circunferência da cintura, impedância, ângulo de fase, altura, idade, Σ das dobras cutâneas foram log-transformados para análises dos dados.

Os valores de referência dos índices ângulo de fase e dobras foram inferidos a partir do controle dos efeitos das variáveis sexo, altura e idade sobre a composição corporal, conforme metodologia proposta por Ellis et al. (1999). Do ponto de vista prático esses valores foram construídos com base na diferença entre os valores da composição corporal observados e aqueles preditos a partir de regressões dos parâmetros da composição corporal sobre a altura e idade em cada sexo. Nessa proposta, os resíduos da regressão contêm toda a informação da influência sobre a composição corporal que não está associada à idade e altura, em cada sexo. Assim, déficits ou acúmulos excessivos de gordura corporal, não explicáveis pela idade, altura ou sexo, podem ser identificados na distribuição dos valores e, posteriormente, relacionados aos dados antropométricos da massa corporal estimados pelo IMC e pela circunferência da cintura.

Para a determinação do índice ângulo de fase foi calculado, primeiramente, o ângulo de fase (ϕ) definido pela fórmula: $\text{arcotangente}(\text{reactância}(X_c)/\text{resistência}(R)) \cdot 180^\circ/\pi$ (Baumgartner et al. 1988), em seguida ajustado pela altura e idade em cada sexo. O efeito bruto do sexo, altura e idade sobre os índices de composição corporal foram avaliados por regressão linear.

Inicialmente verificou-se a associação do ângulo de fase com altura e idade. As correlações entre ângulo de fase com altura e idade foram de $r=0,36$ e $r=0,37$, respectivamente. Reestimou-se o ângulo de fase independente da altura e obteve-se o índice ângulo de fase expresso pela seguinte equação: Índice ângulo de fase = $\text{Ângulo de fase}/\text{Altura}^x$, na qual: $x=0,79$ no sexo masculino e $x=0,36$ no sexo feminino.

Para a determinação do índice dobras a associação entre o Σ das dobras cutâneas com altura e idade também foram analisadas. As correlações foram de $r=0,02$ e $r=0,12$ para altura e idade, respectivamente. Neste caso o Σ das dobras cutâneas é originalmente independente da altura.

Na estimativa dos escores padronizados (Z) dos índices ângulo de fase e dobras cutâneas foram realizadas modelagens incluindo as variáveis idade e altura conforme o coeficiente b de cada variável se mostrasse estatisticamente significativa. Nesta etapa as variáveis, dependentes e independentes, foram log-transformadas. Os resíduos foram estimados com o procedimento Jackknife.

Os resíduos padronizados dessas regressões foram utilizados como escore Z na avaliação da composição corporal. Indivíduos com valores residuais do índice ângulo de fase iguais ou inferiores a -1,28 desvios padrões foram classificados com massa muscular reduzida e valores residuais do índice dobras iguais ou superiores a +1,28 desvios padrões classificados com excesso de gordura corporal.

Também foi utilizado critério de classificação percentilar – após a padronização dos valores residuais obtidos na etapa descrita acima, estes valores padronizados (Z) foram convertidos em valores percentilares e os

indivíduos foram ranqueados de acordo com o seu valor de escore Z para sua idade. Os indivíduos com valores do índice dobras igual ou superior ao percentil 90 foram classificados com excesso de gordura e os indivíduos com valores de índice ângulo de fase menores que percentil 10 com massa muscular reduzida.

Para analisar o desempenho do IMC ou CC, na descrição do estado nutricional foram utilizados gráficos bivariados baseados em valores padronizados da composição corporal. Os valores padronizados do estado nutricional foram estimados a partir do índice ângulo de fase e índice das dobras cutâneas.

No caso do IMC foram destacados em cada gráfico aqueles adolescentes com valor Z superior ao ponto de corte para excesso de peso ou obesidade nas classificações WHO-2007 e Brasil-2006. Para a medida da CC foram destacados aqueles com valores igual ou superior ao percentil 90 da curva holandesa. Em todos os gráficos foi estimada a elipse de confiança de 95% a partir da qual ficam os casos além da normalidade em cada quadrante. Por exemplo, nos gráficos do IMC o primeiro quadrante no sentido horário apresenta os casos de indivíduos acima da mediana do índice dobras e abaixo da mediana do índice ângulo de fase, ambos sugestivos de quantidade de gordura corporal mais elevada que a média. No entanto apenas os indivíduos além da elipse de 95% no quadrante podem efetivamente ser considerados com excesso de gordura corporal.

Foram denominadas classificações discordantes ou desconexas aquelas em que os indivíduos classificados com excesso de massa corporal pelo IMC ou CC estivessem dentro do intervalo de 95% da elipse de tolerância da análise bivariada.

A área sob a curva Receiver Operating Characteristics (ROC) foi utilizada para estimar o desempenho geral dos índices de massa corporal na descrição da gordura corporal. A área da curva ROC é delimitada pela intersecção entre os valores das taxas de verdadeiro positivo (sensibilidade) e de falsos positivos (1-especificidade). A linha resultante dessas intersecções representa a estimativa do LR+ (*positive likelihood ratio*,

acrônimo em inglês para razão de verossimilhança positiva), isto é, o número de acertos que se alcança relativamente ao número de erros em um teste diagnóstico.

Neste estudo, a área ROC se refere à capacidade dos valores críticos do IMC ou da medida da circunferência da cintura em discriminar entre indivíduos com ou sem excesso de gordura corporal.

A área sob a curva ROC (AUC) foi calculada e as diferenças entre os valores encontrados da circunferência da cintura e do IMC foram analisados usando seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

O desempenho dos critérios de classificação baseados no IMC e no percentil 90 da circunferência da cintura para detectar excesso de massa gordurosa, definida pelos resíduos das dobras cutâneas, foi analisado pela comparação da sua sensibilidade, especificidade, valores preditivos positivos (VPP) e negativos (VPN) e razão de verossimilhança – *positive likelihood ratio* LR(+) e – *negative likelihood ratio* LR(-) e diagnóstico *odds ratio* (DOR). O DOR é a razão entre LR(+)/LR(-) a qual descreve a utilidade prática do teste e expressa chance de um diagnóstico corretamente positivo entre indivíduos doentes *versus* o mesmo diagnóstico entre indivíduos não doentes (Deeks e Altman 2004). Assim valores do DOR superiores a 1 (um) estão diretamente associados a maior capacidade discricionária do teste analisado. O DOR apresenta a vantagem de reunir em um único estimador as propriedades examinadas nos conceitos de sensibilidade e especificidade e se mantém independente da prevalência (Glas et al. 2003).

4 RESULTADOS

Avaliamos 1816 adolescentes, dos quais 37,5% do sexo masculino e 63,5% do sexo feminino, distribuídos em 12 escolas governamentais e 09 escolas particulares. Do total de indivíduos 77,7% frequentam escolas governamentais e 22,3% frequentam escolas particulares.

A tabela 1 apresenta o sumário das distribuições das principais variáveis antropométricas e da composição corporal utilizadas nessa análise.

Tabela 1. Médias e desvios padrão (DP) do IMC, circunferência da cintura, impedância, ângulo de fase e Σ das dobras cutâneas, segundo sexo e faixa etária, dos adolescentes da Zona Oeste do município de São Paulo, 2007.

	IMC (kg/m ²)		Circunferência da cintura (cm)		Impedância (Ohms)		Ângulo de fase (ϕ)		Σ das dobras cutâneas (mm)	
	N	Média (DP)	N	Média (DP)	N	Média (DP)	N	Média (DP)	N	Média (DP)
Masculino										
10-11 anos	211	19,5 (3,8)	211	68,2 (9,9)	210	672,8 (91,8)	210	5,6 (0,6)	212	28,8 (15,2)
12-13 anos	117	19,8 (3,8)	118	70,3 (9,6)	113	607,3 (94,6)	113	5,6 (0,6)	118	25,7 (13,8)
14-15 anos	141	20,8 (3,5)	141	72,8 (7,9)	134	534,0 (80,1)	134	6,3 (1,0)	140	23,1 (10,9)
16-17 anos	160	21,8 (3,1)	158	75,3 (6,3)	158	517,1 (67,6)	158	6,8 (0,8)	160	23,5 (11,3)
18-19 anos	49	22,6 (3,4)	49	77,5 (8,4)	49	513,6 (70,7)	49	7,0 (1,0)	49	24,0 (11,8)
Total	678	20,6 (3,7)	677	71,8 (9,1)	664	584,8 (106,9)	664	6,1 (1,0)	679	25,5 (13,2)
Feminino										
10-11 anos	251	19,0 (3,4)	252	66,3 (8,7)	250	704,0 (92,9)	250	5,3 (0,5)	252	29,6 (12,4)
12-13 anos	178	21,0 (3,4)	178	70,4 (7,7)	174	650,4 (80,7)	174	5,5 (0,7)	177	35,1 (12,3)
14-15 anos	330	21,4 (2,9)	330	70,7 (6,5)	315	638,6 (89,0)	315	5,9 (0,9)	330	37,4 (10,9)
16-17 anos	310	21,7 (3,3)	308	71,3 (6,9)	308	647,4 (80,8)	308	5,8 (0,8)	309	37,3 (11,1)
18-19 anos	66	22,3 (3,1)	66	73,7 (8,7)	66	639,2 (82,6)	66	5,8 (0,8)	65	39,7 (13,1)
Total	1.135	21,0 (3,4)	1.134	70,0 (7,7)	1.113	657,6 (89,6)	1.113	5,7 (0,8)	1133	35,4 (12,1)

Nota: Σ : Somatório das dobras cutâneas

O incremento entre idades das variáveis analisadas é diferente segundo sexo e dimensão corporal mensurada. No caso do IMC o incremento entre os extremos etários é de 1,16 entre homens e de 1,17 entre mulheres. No caso da CC os valores são 1,14 e 1,11, respectivamente. As variáveis da composição corporal apresentam tendência diversa: para o somatório das dobras cutâneas os valores de incremento são 0,83 e 1,34 respectivamente. O ângulo de fase mostra incremento de 1,25 e 1,09 respectivamente.

Os valores absolutos do Σ das dobras cutâneas são sistematicamente maiores em meninas e a diferença entre os sexos tende a aumentar proporcionalmente após a maturação sexual.

Na tabela 2 estão exibidos os valores do coeficiente *Pearson* para a associação entre altura e índice ângulo de fase e índice dobras em ambos os sexos. O escore z do índice ângulo de fase e índice dobras foram estimados por modelo de regressão linear.

Tabela 2. Coeficientes de correlação entre altura e idade e as variáveis da composição corporal dos adolescentes da Zona Oeste do município de São Paulo, 2007.

	Ângulo de fase		Índice ângulo de fase*		Σ dobras cutâneas	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
Altura (cm)	0,49	0,16	0,02	0,01	-0,07	0,32
Idade (anos)	0,59	0,26	0,22	0,16	-0,14	0,28

Notas:*Ajustado por altura; Σ : Somatório das dobras cutâneas

A associação entre os índices da composição corporal e os da massa corporal estão exibidos na Tabela 3. A relação do IMC e da CC com índice dobras é 3,0 e 4,9 vezes, respectivamente, maior com o índice dobras se comparado com índice ângulo de fase. As variáveis da massa corporal não apresentam correlação com o índice dobras, em ambos os sexos.

A prevalência de excesso de massa ou gordura corporal nos adolescentes estudados varia de acordo com o sistema de classificação

utilizado (Tabela 4). A taxa de excesso de peso segundo IMC é 1,2 vezes maior nos meninos se comparado às meninas e segue a mesma tendência tanto pelo critério de classificação nacional quanto pelo internacional. No sexo masculino o excesso de massa gordurosa estimado pelo índice dobras também é mais elevado, aproximadamente 1,4 vezes maior que nas meninas. Para a CC as médias de excesso de gordura regional não diferem entre os sexos (Tabela 4).

Tabela 3. Coeficientes de correlação entre as variáveis da massa corporal – IMC ou circunferência da cintura – e índices da composição corporal, por sexo, em adolescentes da Zona Oeste do município de São Paulo, 2007.

Variáveis da massa corporal	Índices da composição corporal por sexo					
	Masculino (n=677)		Feminino (n=1132)		Total (n=1809)	
	Índice dobras ^a	Índice ângulo de fase ^b	Índice dobras ^a	Índice ângulo de fase ^b	Índice dobras ^a	Índice ângulo de fase ^b
IMC (Kg/m ²)	0,79	0,23	0,73	0,29	0,77	0,26
Circunferência da Cintura (cm)	0,76	0,13	0,72	0,17	0,73	0,15

Notas: ^a Resíduos padronizados do índice dobras; ^b Resíduos padronizados do índice ângulo de fase. IMC: Índice de Massa Corpórea. Para todos os valores $p < 0,05$.

Quando os adolescentes são estratificados por faixa etária a prevalência de excesso de peso ou gordura corporal é maior nos adolescentes entre as idades de 10 a 14 anos e apresenta diferença estatisticamente significativa para todos os sistemas classificatórios, em ambos os sexos.

Em uma segunda etapa está apresentada a análise da frequência de adolescentes com excesso de massa corporal – IMC ou CC – segundo décimos do somatório da dobras corporais (Figura 1) e, em seguida, o desempenho de cada classificação estimado pela AUC (Figura 2).

Tabela 4. Prevalência (%) de excesso de peso por diferentes sistemas classificatórios e faixa etária, por sexo, em adolescentes da Zona Oeste do município de São Paulo, 2007.

Índice nutricional e faixa etária	Sexo	
	Masculino % (n)	Feminino % (n)
IMC (WHO-07)		
10-14 anos	41,0 (163)*	36,4 (196)*
15-19 anos	17,9 (50)*	19,1 (114)*
10-19 anos	31,4 (213)**	27,3 (310)**
IMC (BR-06)		
10-14 anos	37,9 (151)*	37,9 (204)*
15-19 anos	22,8 (64)*	17,6 (105)*
10-19 anos	31,7 (215)**	27,2 (309)**
Circunferência da cintura		
10-14 anos	30,8 (123)*	32,6 (176)*
15-19 anos	12,6 (35)*	15,2 (90)*
10-19 anos	23,3 (158)	23,5 (266)
Índice dobras		
10-14 anos	15,8 (63)*	14,1 (76)*
15-19 anos	11,5 (32)*	6,9 (41)*
10-19 anos	14,0 (95)**	10,3 (117)**

Notas: WHO-07 – Curva de referência internacional – (de Onis et al. 2007); BR-06 Curva de referência nacional – (Conde e Monteiro 2006). *Diferença significativa das médias entre as faixas etárias. **Diferença significativa das médias entre os sexos. $P < 0,05$.

A frequência de adolescentes com excesso de massa corporal segundo décimos da gordura corporal mostra tendência distintas quanto ao sexo. No sexo masculino a frequência de caso de excesso de massa segundo a CC é menor que segundo o IMC. No sexo feminino os valores de frequência são, em geral, inferiores aos do sexo masculino. No sexo masculino a classificação Brasil-2006 tende apresentar valores de frequência do excesso de peso mais elevados e inferiores no caso do diagnóstico de obesidade. No sexo feminino as classificações Brasil-2006 e WHO-2007 apresentam resultados semelhantes em valores de frequência e tendência entre os décimos da gordura corporal.

Figura 1. Frequência de excesso de peso (A) e obesidade (B) pelos diferentes sistemas classificatórios segundo décimos da gordura corporal estimados pelo índice dobras e sexo em adolescentes da Zona Oeste do município de São Paulo, 2007.

A comparação do desempenho dos indicadores da massa corporal quando confrontados com valores da composição corporal apresentou resultados de AUC sempre superiores a 0,89, A AUC no sexo masculino mostra que o desempenho das duas classificações do IMC e da classificação da CC é assemelhado. No sexo feminino a AUC mostra que o desempenho do IMC é superior ao da CC.

Figura 2. Curva ROC para índice de massa corporal [IMC (escore z)] e medida da circunferência da cintura [CC(cm)] e a área correspondente sob a curva (AUC), por sexo, para identificação do excesso de gordura pelo índice dobras em adolescentes da Zona Oeste do município de São Paulo, 2007.

A sensibilidade do IMC no diagnóstico de excesso de gordura é distinta entre os critérios classificatórios e os sexos. Nos meninos a maior taxa de sensibilidade é encontrada com a aplicação da classificação Brasil-2006. Para as meninas o critério que desempenha maior sensibilidade é o proposto por WHO-2007.

Os critérios de classificação do IMC são sistematicamente semelhantes entre si e inferiores à CC no que diz respeito à proporção de verdadeiros positivos. Entre os sexos o desempenho das classificações dos indicadores antropométricos é superior nos meninos e alcança em torno de

41% para o IMC e 49% para a CC e nas meninas 35% e 37%, respectivamente.

Diferentemente ao padrão apresentado pelos valores de verdadeiros positivos as taxas do DOR, sugere que o desempenho do IMC é superior à CC na detecção de adiposidade corporal em ambos os sexos e que os pontos críticos da curva nacional para o IMC são mais acurados nos meninos. Nas meninas, ambas as curvas são semelhantes para diagnóstico de excesso de gordura e tem desempenho semelhante (Tabelas 5 e 6). Nos dois sexos o desempenho dos indicadores antropométricos aumenta à medida que se aceitam mais casos falso positivos.

Tabela 5. Indicadores epidemiológicos do desempenho do IMC nas classificações Brasil-2006 e WHO-2007 para classificar excesso de peso em adolescentes da Zona Oeste do município de São Paulo, 2007. Medida de referência: índice dobras cutâneas.

Valores sintéticos por sexo	Z-IMC (BR)	Z-IMC(WHO)
	% (IC 95%)	
Meninos		
Sensibilidade	94,7 (88,0-98,3)	91,5 (83,9-96,3)
Especificidade	78,4 (74,8-81,7)	78,2 (74,6-81,5)
VPP	41,4 (34,7-48,3)	40,4 (33,7-47,3)
VPN	98,9 (97,5-99,6)	98,3 (96,6-99,3)
DOR	64,5 (26,4-157,6)	38,6 (18,5-80,5)
Meninas		
Sensibilidade	92,3(85,9-96,4)	93,2 (87,0-97,0)
Especificidade	80,5 (77,9-82,9)	80,5(77,9-82,9)
VPP	35,3 (29,9-40,9)	35,5 (30,2-41,1)
VPN	98,9 (97,9-99,5)	99,0 (98,1-99,6)
DOR	49,5 (24,9-98,2)	56,2(27,4-115,4)

Notas: Z-IMC(BR): Índice de massa corpórea referência nacional; Z-IMC(WHO): Índice de massa corpórea referência internacional; VPP: valor preditivo positivo; VPN: valor preditivo negativo; DOR: LR(+)/LR(-):diagnóstico *odds ratio* – razão entre chance de positividade nos doentes e a chance de positividade nos não doentes; IC 95%: Intervalo de confiança de 95%.

Tabela 6. Indicadores epidemiológicos do desempenho da CC segundo classificação holandesa para classificar excesso de massa corporal localizada em adolescentes da Zona Oeste do município de São Paulo, 2007. Medida de referência: índice dobras cutâneas.

Valores sintéticos	Circunferência da Cintura (CC)	
	Meninos	Meninas
	% (IC 95%)	% (IC 95%)
Sensibilidade	85,7(76,8-92,2)	86,1(78,4-91,8)
Especificidade	86,4 (83,4-89,1)	83,7 (81,3-86,0)
VPP	49,7 (41,6-57,8)	37,5 (31,6-43,6)
VPN	97,5 (95,7-98,7)	98,2 (97,0-98,9)
DOR	38,3 (20,5-71,5)	31,9 (18,4-55,1)

Notas: CC: circunferência da cintura – P90 da referência holandesa (Fredriks et al. 2005); VPP: valor preditivo positivo; VPN: valor preditivo negativo; DOR: LR(+)/LR(-): diagnóstico *odds ratio* – razão entre chance de positividade nos doentes e a chance de positividade nos não doentes; IC 95%: Intervalo de confiança de 95%.

Para analisar os efeitos que a maior aceitação de casos falso positivos produz sobre as classificações baseadas em índices antropométricos da massa corporal foi realizada a etapa final da análise que consiste na apreciação dos indicadores antropométricos *versus* a descrição bivariada da composição corporal com base nos índices do ângulo de fase e das dobras cutâneas (Figuras 3 a 5).

Os indicadores antropométricos da massa corporal apresentam desempenho global semelhante, em cada sexo, na identificação de adolescentes com excesso de adiposidade segundo parâmetros da composição corporal.

A categorização de indivíduos como excesso de peso pelo IMC coincide com aquela de excesso de gordura corporal expresso pela análise bivariada da composição corporal – apresentados no quadrante 1. Neste quadrante, os indivíduos apresentam valores de índice dobras acima da mediana e índice ângulo de fase abaixo da mediana. Estes indivíduos apresentam massa gorda elevada em relação ao número de células muscular de seu corpo e sugere acúmulo de tecido gorduroso corpóreo.

Os indivíduos localizados no segundo quadrante em sentido horário são os que apresentam valores de índice dobras e ângulo de fase maiores que a mediana. Estes indivíduos além de exibirem elevada massa muscular – deslocados à direita da mediana para índice ângulo de fase – também apresentam excesso de massa gordurosa. Os indivíduos localizados, neste quadrante, além da elipse de confiança de 95%, indicam a consistência do IMC na discriminação de excesso de gordura.

O IMC, em ambas as curvas de classificação, concentra maior quantidade de adolescentes com excesso de peso nos quadrantes 1 e 2, os quais são sugestivos de classificação com excesso de gordura corporal. A alta sensibilidade das classificações do IMC também fica implícita nestes quadrantes, em que indivíduos verdadeiramente doentes são diagnosticados positivamente pelo teste. O desempenho do IMC em identificar indivíduos como obesidade é superior se comparado aos pontos de corte para excesso de peso (Figuras 3 e 4). O critério classificatório da CC segue a mesma tendência do IMC na triagem de excesso de gordura.

No terceiro quadrante, em sentido horário, nas figuras 3 e 4 fica implícita a alta especificidade dos sistemas classificatórios.

A inconsistência das classificações se dá aos indivíduos localizados dentro da elipse de confiança de 95% representada por indivíduos normais de acordo com os parâmetros da composição corporal e com excesso de peso segundo IMC ou CC e ocorre, especialmente, nos indivíduos que apresentam maiores valores do índice dobras associados a valores elevados do índice ângulo de fase. Apesar das divergências na classificação do estado nutricional a CC apresenta associação semelhante ao IMC no diagnóstico de excesso de gordura segundo composição corporal. A análise gráfica também nos permite intuir a alta especificidade e sensibilidade do critério classificatório da CC.

Figura 3. Distribuição bivariada do índice ângulo de fase versus índice dobras, por sexo, em adolescentes da Zona Oeste do município de São Paulo, 2007. Em destaque os indivíduos diagnosticados como excesso de peso pelo IMC/Idade segundo curvas de referência nacional e estrangeira, 2007.

Figura 4. Distribuição bivariada do índice ângulo de fase versus índice dobras, por sexo, em adolescentes da Zona Oeste do município de São Paulo, 2007. Em destaque os indivíduos diagnosticados como obesidade pelo IMC/Idade segundo curvas de referência nacional e estrangeira, 2007.

Figura 5. Distribuição bivariada do índice ângulo de fase versus índice dobras, por sexo, em adolescentes da Zona Oeste do município de São Paulo, 2007. Em destaque os indivíduos diagnosticados como excesso de massa abdominal segundo curva de referência estrangeira, 2007.

Em síntese, nossos resultados mostram que: a) a expansão da massa corporal é diretamente associada à idade nos dois sexos enquanto a expansão da massa gorda é inversamente associada à idade no sexo masculino; b) as frequências do excesso de massa corporal segundo CC são inferiores às daquelas do IMC e, para os mesmos níveis de adiposidade, o excesso de peso é mais frequente entre homens; c) as três classificações do estado nutricional utilizadas mostram AUC assemelhada quando estratificadas por sexo; d) a análise global dos indicadores, baseada em DOR ou gráfico vetorial, indica que o desempenho do IMC é superior ao da CC nos dois sexos e que o IMC da classificação Brasil-2006 é superior em meninos e inferior em meninas.

5 DISCUSSÃO

No presente estudo, confirmamos a capacidade diagnóstica dos indicadores IMC e CC na triagem de excesso de gordura em adolescentes, com destaque à superioridade do IMC. E, pela primeira vez, o desempenho global dos indicadores de massa e gordura corporal são apresentados baseados em análises bivariadas da composição corporal.

O desempenho geral das classificações dos indicadores IMC e CC na detecção do excesso de gordura nos adolescentes estudados é elevado, pelos valores da AUC e concordam com as estimativas observadas por outros autores (Ellis et al. 1999; Mei et al. 2002; Zimmermann et al. 2004; Neovius et al. 2004; Vieira et al. 2006; Glässer et al. 2011) que testarem a acurácia do IMC na predição de gordura corporal. A capacidade discriminatória da CC também foi investigada por Glässer et al. (2011), os quais avaliaram 2132 crianças e adolescentes alemãs com idade de 7 a 14 anos e estimaram AUC de 0,92 para os meninos e 0,93 nas meninas.

Os valores de sensibilidade e especificidade para ambos os critérios de classificação do IMC são superiores aos encontrados na literatura, em especial nas meninas (Oliveira et al. 2006; Vitolo et al. 2007; Farias Júnior et al. 2009; Glässer et al. 2011). Os critérios nacionais (Brasil-2006) e internacionais – IOTF (Cole et al. 2000) para classificação do estado nutricional foram avaliados por Farias Júnior et al. (2009) e exibiram valores altos de especificidade para ambos os sexos e taxa de sensibilidade com variação de 85 a 90% no sexo masculino e de 50 a 70% no sexo feminino. Em outra investigação com objetivo de avaliar a eficiência de três valores críticos para IMC na indicação da obesidade abdominal e do excesso de gordura corporal em adolescentes os percentuais encontrados foram 97,8% de sensibilidade para os pontos críticos propostos por Conde e Monteiro (2006) contra 96,7% para os pontos de corte de Cole et al. (2000) e 95,7% para Must et al. (1991), designando também alta sensibilidade da proposta

nacional em indicar concomitantemente excesso de gordura corporal e o estado de obesidade abdominal (Fernandes et al. 2007).

Embora a CC mostre valores elevados de AUCs é menos sensível e específica que o IMC. Neovius et al. (2004) avaliaram a precisão da CC na detecção de excesso de gordura em adolescentes estabelecida pelo percentual de gordura e encontraram valores análogos ao nosso estudo (84% de sensibilidade e 88% de especificidade nos meninos e 76% e 72% nas meninas, respectivamente). Os achados de Glässer et al. (2011) são discordantes e apresentam valores de sensibilidade em torno de 50% e especificidade de 90% para ambos os sexos. É provável que o fato de ter usado o valor do percentil 90 da própria amostra para diagnosticar excesso de massa na cintura corporal explique o desempenho diferente observado no estudo. Uma evidência dessa hipótese é que no caso do IMC classificado pelos pontos de corte IOTF (Cole 2000) os valores de sensibilidade e especificidade ficaram alinhados aqueles observados em outros estudos.

As pequenas diferenças na sensibilidade e especificidade entre meninos e meninas encontradas diferem de outros estudos que relatam diferenças sexuais superiores (Neovius et al. 2004; Vieira et al. 2006; Fernandes et al. 2007). Tais diferenças podem ser explicadas pelas escolhas dos diferentes pontos de corte e sistemas de classificação. No entanto, podem ser também devido ao método utilizado para avaliar a massa de gordura corporal, bem como a definição de excesso de adiposidade. Os diferentes métodos para estimar a massa gordurosa podem ser uma potencial fonte de variação entre os resultados dos estudos.

Apesar da técnica para avaliação da composição corporal DEXA ser a mais adequada para o uso em crianças (Dezenberg et al., 1999; Lobstein et al, 2004) a medida da adiposidade pelo método das dobras cutâneas foi realizada devido a sua simplicidade, custo e facilidade de uso em pesquisas epidemiológicas. Este método tem sido utilizado em outros estudos de validação do IMC em crianças e adolescentes como medida de referência (Chiara et al. 2003; Gaskin e Walker 2003; Zimmermann et al. 2004). Os valores críticos utilizados neste estudo para identificar crianças com excesso

de gordura corporal para a sua idade e sexo têm algumas limitações técnicas. No entanto, a utilização do modelo de regressão linear para ajustar a gordura corporal à idade, na ausência de valores de referência internacionalmente aceitos, oferece uma forma racional de lidar com os efeitos da idade e altura no acúmulo de adiposidade decorrente do crescimento e desenvolvimento na infância.

A razão entre a probabilidade de ter um resultado positivo em pacientes com doença e as chances de um resultado positivo em pacientes sem doença, definida pela estatística DOR, permite analisar a potência global dos indicadores antropométricos.

Esta análise é fundamental nas decisões sobre um teste diagnóstico na prática clínica e tende a minimizar erros na avaliação de testes diagnósticos (Glas et al. 2003; Jones e Athanasiou 2005). Os valores do DOR dos dois critérios classificatórios baseados no IMC mostram que o sistema proposto por Conde e Monteiro (2006) apresenta desempenho quase duas vezes maior para os meninos. Nas meninas, ambas as curvas apresentam desempenho semelhante e adequado para diagnóstico de excesso de gordura. Nesta proposta o IMC é superior à CC na identificação de adolescentes verdadeiramente doentes. Não encontramos, até o momento, investigações com emprego do DOR para avaliação da performance do IMC ou da CC em adolescentes.

A análise bivariada dos compartimentos corpóreos empregada neste estudo merece destaque, pois reúne na mesma análise valores padronizados de duas dimensões distintas da composição corporal. Associar os valores da reactância (X_c) e resistência (R) permite estimar a classificação nutricional a partir de dois parâmetros físicos independentes. Assim, o espaço da normalidade da composição corporal é inferido a partir de duas dimensões e possibilita a distinção entre massa magra e massa não magra no corpo do indivíduo. Adicionalmente, e novamente de forma bivariada, associamos massa magra (ângulo de fase da BIA) e massa gorda (medida por dobras cutâneas), o que permite inferir o espaço da normalidade a partir de parâmetros físicos e medidas corporais

independentes. Tal análise busca, na medida dos dados disponíveis, exaurir o potencial explicativo das medidas de referência para a interpretação das variações do diagnóstico baseado na massa corporal total.

As análises gráficas permitem observar que o IMC e a CC são consistentes no diagnóstico de excesso de adiposidade em adolescentes. Quando ocorrem divergências entre as classificações com base na composição corporal e as com base no IMC ou CC - os quais são identificados com excesso de adiposidade pelo IMC e normais pelos vetores da composição corpórea – o erro incide em maior proporção naqueles indivíduos que apresentam excesso de massa muscular associado ao excesso de tecido adiposo. Os indicadores IMC e CC apresentam capacidade discricionária adequada para triagem do excesso de gordura, à medida que a concordância nas classificações se mostram qualitativamente e quantitativamente superior à discordância entre elas.

Dentre os aspectos relevantes deste estudo, destacam-se a inclusão das análises DOR e razão de verossimilhança que vão além da sensibilidade e especificidade na avaliação do teste diagnóstico e o uso da análise bivariada em uma grande amostra de meninos e meninas. Por se tratar de uma amostra de conveniência com adolescentes pertencentes a escolas públicas e particulares da Zona Oeste do município de São Paulo, não contamos com uma amostra representativa. Comparando os nossos dados com aqueles publicados pela POF 2008-2009 (IBGE, 2010) encontramos que nossas pontuações médias de peso e altura são semelhantes às estimativas populacionais de adolescentes residentes no estado de São Paulo. Nas meninas a igualdade estatística entre as médias de peso é de 50% e da altura de 90% nas dez faixas etárias comparadas. Nos meninos, os valores médios tanto da altura quanto do peso não diferem estatisticamente das médias populacionais em 30% das faixas etárias. As taxas de excesso de peso no presente estudo também corroboram outras investigações realizadas com amostras representativas de adolescentes (Conde e Monteiro 2006; Silva et al. 2008). Isto sugere que as análises destes dados possam, em alguma extensão, ser extrapoladas.

Do ponto de vista da consistência interna dos nossos dados, a diferença da composição corporal entre meninos e meninas em nosso estudo se assemelha aos valores encontrados em outras investigações que avaliaram especificamente o dimorfismo na distribuição de gordura durante a puberdade (Cowell et al. 1997; Garnett et al. 2004; He et al. 2004). O dimorfismo sexual da gordura corporal e a associação entre gordura corporal e mortalidade em adultos apontam a necessidade de valores críticos mais acurados para definir o risco de morbimortalidade com base em índices antropométricos entre adolescentes.

Em suma, o desempenho do IMC é superior ao da CC nos dois sexos. Quanto às duas classificações do IMC o critério nacional apresenta habilidade diagnóstica superior para os meninos. Os dados do presente estudo e investigações recentes (Reilly et al. 2000; Neovius et al. 2004; Freedman et al. 2005; Must e Anderson 2006; Krebs et al. 2007; Reilly et al. 2010a) não suportam a substituição do IMC pela CC como opção simples e prática para diagnóstico de excesso de peso em adolescentes.

6 CONCLUSÃO

Nossos resultados sugerem que o desempenho global do IMC na discriminação entre indivíduos com ou sem excesso de gordura corporal é superior à CC. A consistência destes resultados está fundamentada no refinamento das análises utilizadas para definição dos índices de autorreferência para a composição corporal e na coerência dos valores obtidos em comparações distintas.

Nossos resultados apóiam o uso do IMC para o monitoramento de saúde de adolescentes e, pela primeira vez apresentam essa evidência com base em análise bivariada da composição corporal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anjos, L.A. dos, G. V. da e Castro, I.R.R. de, 1998. Distribution of body mass index in the Brazilian population under 25 years of age. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 3(3), p.164-173.

Barbosa-Silva, M.C.G. et al., 2005. Bioelectrical Impedance Analysis: Population Reference Values for Phase Angle by Age and Sex. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 82(1), p.49-52.

Baumgartner, R.N., Chumlea, W.C. e Roche, A. F., 1988. Bioelectric Impedance Phase Angle and Body Composition. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 48(1), p.16-23.

Chiara, V., Sichieri, R. e Martins, P.D., 2003. Sensitivity and specificity of overweight classification of adolescents, Brazil. *Revista de Saúde Pública*, 37(2), p.226-231.

Cole, T J et al., 2000. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ: British Medical Journal*, 320(7244), p.1240-1243.

Cole, T. J, Freeman, J.V. e Preece, M.A., 1998. British 1990 growth reference centiles for weight, height, body mass index and head circumference fitted by maximum penalized likelihood. *Statistics in Medicine*, 17(4), p.407-429.

Cole, T. J et al., 2000. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ: British Medical Journal*, 320(7244), p.1240.

Conde, W.L. e Monteiro, C.A., 2006. Body mass index cutoff points for evaluation of nutritional status in Brazilian children and adolescents. *Jornal de Pediatria*, 82(4), p.266-272.

Cook, S., Auinger, P. e Huang, T.T.-K., 2009. Growth Curves for Cardio-Metabolic Risk Factors in Children and Adolescents. *The Journal of Pediatrics*, 155(3), p.S6.e15-S6.e26.

Cowell, C T et al., 1997. Fat distribution in children and adolescents--the influence of sex and hormones. *Hormone research*, 48 Suppl 5, p.93-100.

Davies, P.S. e Eisenmann, J.C., 2006. Waist circumference percentiles for 7-15-year-old Australian children. *Acta Paediatrica (Oslo, Norway: 1992)*, 95(8), p.1017.

Deeks, J.J. e Altman, D.G., 2004. Diagnostic tests 4: likelihood ratios. *BMJ: British Medical Journal*, 329(7458), p.168-169.

Dezenberg, C.V. et al., 1999. Predicting body composition from anthropometry in pre-adolescent children. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders: Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 23(3), p.253-259.

Drewnowski, A. e Popkin, B.M., 1997. The nutrition transition: new trends in the global diet. *Nutrition reviews*, 55(2), p.31-43.

Ellis, K.J., Abrams, S.A. e Wong, W.W., 1999. Monitoring childhood obesity: assessment of the weight/height index. *American journal of epidemiology*, 150(9), p.939-946.

Farias Júnior, J.C. de et al., 2009. Sensitivity and specificity of criteria for classifying body mass index in adolescents. *Revista de Saúde Pública*, 43(1), p.53-59.

Fernandes, R.A. et al., 2007. Accuracy of different body mass index cutoffs to predict excessive body fat and abdominal obesity in adolescents. *Revista da Associação Médica Brasileira*, 53(6), p.515-519.

Fernández, J.R. et al., 2004. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. *The Journal of Pediatrics*, 145(4), p.439-444.

Fredriks, A.M. et al., 2005. Are age references for waist circumference, hip circumference and waist-hip ratio in Dutch children useful in clinical practice? *European Journal of Pediatrics*, 164, p.216-222.

Freedman, D.S. et al., 2005. Body mass index and body fatness in childhood. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*, 8(6), p.618-623.

Freedman, D.S. et al., 1999. The Relation of Overweight to Cardiovascular Risk Factors Among Children and Adolescents: The Bogalusa Heart Study. *Pediatrics*, 103(6), p.1175 -1182.

Garnett, S.P. et al., 2004. Relation Between Hormones and Body Composition, Including Bone, in Prepubertal Children. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 80(4), p.966-972.

Gaskin, P.S. e Walker, S.P., 2003. Obesity in a cohort of black Jamaican children as estimated by BMI and other indices of adiposity. *European journal of clinical nutrition*, 57(3), p.420-426.

Glas, A.S. et al., 2003. The diagnostic odds ratio: a single indicator of test performance. *Journal of Clinical Epidemiology*, 56(11), p.1129-1135.

Glässer, N., Zellner, K. e Kromeyer-Hauschild, K., 2011. Validity of body mass index and waist circumference to detect excess fat mass in children aged 7-14 years. *European Journal of Clinical Nutrition*, 65(2), p.151-159.

Gómez, F. et al., 2000. Mortality in second and third degree malnutrition. 1956. *Bulletin of the World Health Organization*, 78(10), p.1275-1280.

Guida, B. et al., 2008. Body mass index and bioelectrical vector distribution in 8-year-old children. *NMCD: Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases*, 18(2), p.133-141.

Hatipoglu, N. et al., 2008. Waist circumference percentiles for 7- to 17-year-old Turkish children and adolescents. *European Journal of Pediatrics*, 167(4), p.383-389.

He, Q. et al., 2004. Sex-Specific Fat Distribution Is Not Linear Across Pubertal Groups in a Multiethnic Study. *Obesity*, 12(4), p.725-733.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil*, Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Jackson, R.T. et al., 2011. Waist circumference percentiles for Kuwaiti children and adolescents. *Public Health Nutrition*, 14(1), p.70-76.

Jones, C.M. e Athanasiou, T., 2005. Summary Receiver Operating Characteristic Curve Analysis Techniques in the Evaluation of Diagnostic Tests. *The Annals of Thoracic Surgery*, 79(1), p.16.

Jung, C. et al., 2009. Association of waist circumference, traditional cardiovascular risk factors, and stromal-derived factor-1 in adolescents. *Pediatric Diabetes*, 10(5), p.329-335.

Katzmarzyk, P T, 2004. Waist circumference percentiles for Canadian youth 11-18y of age. *European Journal of Clinical Nutrition*, 58(7), p.1011-1015.

Krebs, N.F. et al., 2007. Assessment of Child and Adolescent Overweight and Obesity. *Pediatrics*, 120(Supplement), p.S193-S228.

Kyle, U.G., et al., 2004a. Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 23(5), p.1226-1243.

Kyle, U.G., et al., 2004b. Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 23(6), p.1430-1453.

Larsson, C., Hernell, O. e Lind, T., 2011. Moderately elevated body mass index is associated with metabolic variables and cardiovascular risk factors in Swedish children. *Acta Paediatrica*, 100(1), p.102-108.

Lazarus, R. et al., 1996. Body mass index in screening for adiposity in children and adolescents: systematic evaluation using receiver operating characteristic curves. *The American journal of clinical nutrition*, 63(4), p.500-506.

Lean, M.E., Han, T.S. e Morrison, C.E., 1995. Waist circumference as a measure for indicating need for weight management. *BMJ: British Medical Journal*, 311(6998), p.158-161.

Liu, A. et al., 2010. Waist circumference cut-off values for the prediction of cardiovascular risk factors clustering in Chinese school-aged children: a cross-sectional study. *BMC Public Health*, 10, p.82.

Lobstein, T., Baur, L. e Uauy, R., 2004. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obesity Reviews*, 5(s1), p.4-85.

Lohman, T.G., Roche, Alex F e Martorell, R., 1988. *Anthropometric standardization reference manual*, Champaign, IL: Human Kinetics Books.

Maffeis, C. et al., 2001. Waist circumference and cardiovascular risk factors in prepubertal children. *Obesity research*, 9(3), p.179-187.

Malina, R.M. e Katzmarzyk, Peter T, 1999. Validity of the body mass index as an indicator of the risk and presence of overweight in adolescents. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 70(1), p.131S -136S.

Marshall, J.D. et al., 1991. Validity of convenient indicators of obesity. *Human Biology*, 63(2), p.137-153.

McCarthy H.D., Jarrett K.V., Crawley H.F., 2001. The development of waist circumference percentiles in British children aged 5.0-16.9y. *European Journal of Clinical Nutrition*, 55(10), p.902-907.

Mei, Z. et al., 2002. Validity of Body Mass Index Compared with Other Body-Composition Screening Indexes for the Assessment of Body Fatness in Children and Adolescents. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 75(6), p.978-985.

Moreno, L.A. et al., 1999. Waist circumference values in Spanish children--gender related differences. *European Journal of Clinical Nutrition*, 53(6), p.429-433.

Moreno, L.A. et al., 2006. Screening performances of the International Obesity Task Force body mass index cut-off values in adolescents. *Journal of the American College of Nutrition*, 25(5), p.403-408.

Must, A., Dallal, G.E. e Dietz, W. H., 1991. Reference Data for Obesity: 85th and 95th Percentiles of Body Mass Index (wt/Ht²) and Triceps Skinfold Thickness. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 53(4), p.839-846.

Must, A. e Anderson, S.E., 2006. Body mass index in children and adolescents: considerations for population-based applications. *International Journal of Obesity*, 30(4), p.590-594.

Nagano, M., Suita, S. e Yamanouchi, T., 2000. The validity of bioelectrical impedance phase angle for nutritional assessment in children. *Journal of Pediatric Surgery*, 35(7), p.1035-1039.

Neovius, M., Linne, Y. e Rossner, S., 2004. BMI, waist-circumference and waist-hip-ratio as diagnostic tests for fatness in adolescents. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 29(2), p.163-169.

Nooyens, A.C. et al., 2007. Adolescent Skinfold Thickness Is a Better Predictor of High Body Fatness in Adults Than Is Body Mass Index: The Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 85(6), p.1533-1539.

Norman, K. et al., 2010. Cutoff Percentiles of Bioelectrical Phase Angle Predict Functionality, Quality of Life, and Mortality in Patients with Cancer,. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 92(3), p.612-619.

Oliveira, F.L.C. et al., 2006. Accuracy of obesity diagnosis in Brazilian adolescents: comparison of Cole et al and Must et al criteria with DXA percentage of fat mass. *Nutrición hospitalaria: organo oficial de la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral*, 21(4), p.484-490.

de Onis, M. e Habicht, J., 1996. Anthropometric reference data for international use: recommendations from a World Health Organization Expert Committee. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 64(4), p.650 -658.

de Onis, Mercedes et al., 2007. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*, 85(9), p.660-667.

Piccoli, A. et al., 1994. A new method for monitoring body fluid variation by bioimpedance analysis: the RXc graph. *Kidney international*, 46(2), p.534-539.

Popkin, B.M. et al., 1995. A review of dietary and environmental correlates of obesity with emphasis on developing countries. *Obesity Research*, 3 Suppl 2, p.145s-153s.

Pupim, L.B., Kent, P. e Ikizler, T.A., 1999. Bioelectrical impedance analysis in dialysis patients. *Mineral and electrolyte metabolism*, 25(4-6), p.400-406.

Reilly, J J, Dorosty, A. R. e Emmett, P.M., 2000. Identification of the obese child: adequacy of the body mass index for clinical practice and epidemiology. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders: Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 24(12), p.1623-1627.

Reilly, J.J., et al., 2010a. Accuracy of simple clinical and epidemiological definitions of childhood obesity: systematic review and evidence appraisal. *Obesity Reviews: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 11(9), p.645-655.

Reilly, J.J., 2010. Assessment of obesity in children and adolescents: synthesis of recent systematic reviews and clinical guidelines. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 23(3), p.205-211.

Reilly, J.J., Wilson, J. e Durnin, J.V., 1995. Determination of Body Composition from Skinfold Thickness: A Validation Study. *Archives of Disease in Childhood*, 73(4), p.305-310.

Reilly, J.J. et al., 2010b. Comparison of waist circumference percentiles versus body mass index percentiles for diagnosis of obesity in a large cohort of children. *International Journal of Pediatric Obesity: IJPO: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 5(2), p.151-156.

Sardinha, L.B. et al., 1999. Receiver Operating Characteristic Analysis of Body Mass Index, Triceps Skinfold Thickness, and Arm Girth for Obesity Screening in Children and Adolescents. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 70(6), p.1090-1095.

Sarría, A. et al., 2001. Body mass index, triceps skinfold and waist circumference in screening for adiposity in male children and adolescents. *Acta paediatrica (Oslo, Norway: 1992)*, 90(4), p.387-392.

Scheunemann, L., Wazlawk, E. e Trindade, E.B.S. de M., 2008. Aplicação do ângulo de fase na prática clínica nutricional; Application of phase angle in clinical nutrition; Aplicación de ángulo de fase clínica de la nutrición. *Rev. bras. nutr. clín*, 23(4), p.292-297.

Selberg, O. e Selberg, D., 2002. Norms and correlates of bioimpedance phase angle in healthy human subjects, hospitalized patients, and patients with liver cirrhosis. *European journal of applied physiology*, 86(6), p.509-516.

Sigulem, D.M., Devincenzi, M.U. e Lessa, A.C., 2000. [Diagnosis of child and adolescent nutritional status]. *Jornal De Pediatria*, 76 Suppl 3, p.S275-284.

Silva, H.G.V. da et al., 2008. Diagnosing the nutritional status of schoolchildren: a comparison between Brazilian and international criteria. *Jornal de Pediatria*, 84(6), p.550-555.

Taylor, R.W. et al., 2000. Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3–19 y. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72(2), p.490 -495.

Tornaritis, M. et al., 2000. Waist circumference and waist-to-height ratio are better predictors of cardiovascular disease risk factors in children than body mass index. *International journal of obesity and related metabolic disorders journal of the International Association for the Study of Obesity*, 24(11), p.1453-1458.

Vanhala, M. et al., 1998. Relation between obesity from childhood to adulthood and the metabolic syndrome: population based study. *BMJ: British Medical Journal*, 317(7154), p.319-320.

da Veiga, G.V.da, Dias, P.C. e Anjos, L.A. dos, 2001. A comparison of distribution curves of body mass index from Brazil and the United States for assessing overweight and obesity in Brazilian adolescents. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 10(2), p.79-85.

Vieira, A.C.R. e et al., 2006. Accuracy of different body mass index reference values to predict body fat in adolescents. *Cadernos de Saúde Pública*, 22(8), p.1681-1690.

Vitolo, M.R. et al., 2007. Avaliação de duas classificações para excesso de peso em adolescentes brasileiros. *Revista de Saúde Pública*, 41(4), p.653-656.

Wells, J., 2001. A critique of the expression of paediatric body composition data. *Archives of Disease in Childhood*, 85(1), p.67-72.

Wells, J.C.K. e Fewtrell, M.S., 2006. Measuring Body Composition. *Archives of Disease in Childhood*, 91(7), p.612-617.

Weststrate, J.A. e Deurenberg, P., 1989. Body Composition in Children: Proposal for a Method for Calculating Body Fat Percentage from Total Body Density or Skinfold-Thickness Measurements. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 50(5), p.1104-1115.

Whitaker, R.C. et al., 1997. Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. *The New England Journal of Medicine*, 337(13), p.869-873.

WHO - World Health Organization, 1995. *Physical status: the use and interpretation of anthropometry*, World Health Organization.

WHO- World Health Organization, 2009. *Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks*, World Health Organization.

Yan, W. et al., 2008. Waist Circumference Cutoff Points in School-aged Chinese Han and Uyghur Children. *Obesity*, 16(7), p.1687-1692.

Yoo, S. et al., 2006. Obesity in Korean pre-adolescent school children: comparison of various anthropometric measurements based on bioelectrical impedance analysis. *International journal of obesity (2005)*, 30(7), p.1086-1090.

Zannolli, R. e Morgese, G., 1996. Waist percentiles: a simple test for atherogenic disease? *Acta Paediatrica (Oslo, Norway: 1992)*, 85(11), p.1368-1369.

Zemel, B.S., Riley, E.M. e Stallings, V.A., 1997. EVALUATION OF METHODOLOGY FOR NUTRITIONAL ASSESSMENT IN CHILDREN: Anthropometry, Body Composition, and Energy Expenditure. *Annual Review of Nutrition*, 17(1), p.211-235.

Zimmermann, M.B. et al., 2004. Detection of Overweight and Obesity in a National Sample of 6–12-Y-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. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5), p.838-843.

Anexo A – Curriculum lattes – Débora Rocha Oliveira

Débora Rocha Oliveira

Curriculum Vitae

Dados pessoais

Nome Débora Rocha Oliveira
Nascimento 26/07/1982 - São Bernardo do Campo/SP - Brasil
CPF 304.011.308-94

Formação acadêmica/titulação

2010 Mestrado em Nutrição em Saúde Pública.
 Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, Brasil
 Título: Concordância entre valores da circunferência da cintura ou índice de massa corporal no diagnóstico de excesso de peso em adolescentes.
 Orientador: Wolney Lisboa Conde

2008 - 2009 Especialização em Nutrição Clínica.
 Centro Universitário São Camilo, CUSC, Brasil
 Título: Perfil nutricional de pacientes ambulatoriais com Acidente Vascular Encefálico determinado por diferentes métodos
 Orientador: Vera Silvia Frangella

2003 - 2006 Graduação em Nutrição.
 Centro Universitário São Camilo, CUSC, Brasil

1996 - 1999 Ensino Profissional de nível técnico .
 Escola Técnica Estadual Júlio de Mesquita, ETE JM, Brasil

Formação complementar

2010 - 2010 Curso de curta duração em Difusão bases teóricas e metodológicas para a escrita científica.
 Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, Brasil

2010 - 2010 Curso de curta duração em Pacote Estatístico Stata versão 9.
 Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, Brasil

2009 - 2010 Extensão universitária em Inglês Instrumental: Leitura para fins acadêmicos.
 Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, PUC/SP, São Paulo, Brasil

Atuação profissional

1. Centro Universitário São Camilo - CUSC

Vínculo institucional

2009 - Atual Vínculo: Celetista formal , Enquadramento funcional:

ANEXO B – CURRICULUM LATTES – PROFESSOR DOUTOR WOLNEY LISBOA CONDE

Wolney Lisboa Conde

Curriculum Vitae

Dados pessoais

Nome Wolney Lisboa Conde
Nascimento 31/12/1965 - Belém PA/PA - Brasil
CPF 249.137.232-00

Formação acadêmica/titulação

- 2000 - 2004** Doutorado em Saúde Pública.
 Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, Brasil
 Título: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE SISTEMA CLASSIFICATÓRIO PARA AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES BRASILEIROS BASEADO NO ÍNDICE DE MASSA CORPORAL, Ano de obtenção: 2004
 Orientador: Carlos Augusto Monteiro
- 1992 - 1992** Especialização em Fipam.
 Universidade Federal do Pará, UFPA, Belém, Brasil
 Título: O Complexo Agroindustrial e o Desenvolvimento Regional
 Orientador: José Marcelino
 Bolsista do(a): Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- 1985 - 1991** Graduação em Nutrição.
 Universidade Federal do Pará, UFPA, Belém, Brasil
 Título: A Porta da Cozinha
 Orientador: Maria Angélica Mota-Maués

Atuação profissional

1. Universidade de São Paulo - USP

Vínculo institucional

2004 - Atual Vínculo: Servidor público , Enquadramento funcional: Professor Doutor , Carga horária: 40, Regime: Dedicação exclusiva

Atividades

- 2008 - 2010** Projetos de pesquisa, Faculdade de Saúde Pública
Participação em projetos:
Monitoramento de Fatores de Risco a Nutrição e Saúde em Escolares Adolescentes da Zona Oeste do Município de São Paulo
- 05/2006 - Atual** Projetos de pesquisa, Faculdade de Saúde Pública, Departamento de Nutrição
Participação em projetos:
Análise dos parâmetros da curva brasileira do IMC para idade segundo valores da composição corporal , Desenvolvimento e validação de instrumentos para apoio a inquéritos nutricionais , Pesquisa Nacional