

**ELIANE RODRIGUES DE FARIA**

**COMPARAÇÃO DE DIFERENTES COMPONENTES PARA O  
DIAGNÓSTICO DA SÍNDROME METABÓLICA NA ADOLESCÊNCIA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2013

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

F224c  
2013

Faria, Eliane Rodrigues de, 1981-  
Comparação de diferentes componentes para o diagnóstico  
da síndrome metabólica na adolescência / Eliane Rodrigues de  
Faria. – Viçosa, MG, 2013.  
xv, 201f. : il. (algumas color.) ; 29cm.

Inclui anexos.

Inclui apêndices.

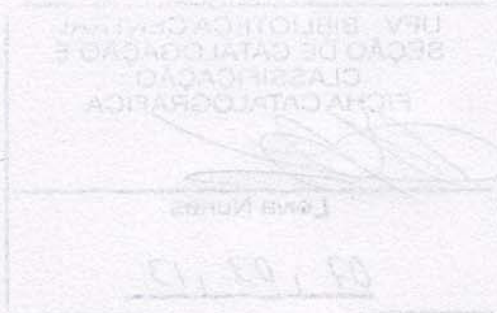
Orientador: Silvia Eloiza Priore

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Síndrome metabólica. 2. Adolescentes. 3. Resistência à  
insulina. 4. Composição corporal. I. Universidade Federal de  
Viçosa. Departamento de Nutrição e Saúde. Programa de Pós-  
Graduação em Ciência da Nutrição. II. Título.

CDD 22. ed. 616.39

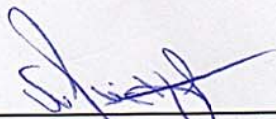


**ELIANE RODRIGUES DE FARIA**

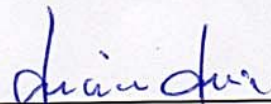
**COMPARAÇÃO DE DIFERENTES COMPONENTES PARA O  
DIAGNÓSTICO DA SÍNDROME METABÓLICA NA ADOLESCÊNCIA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

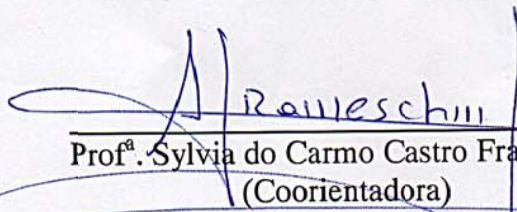
APROVADA: 25 de fevereiro de 2013.




Prof.ª. Silvia Nascimento de Freitas



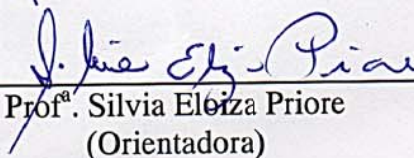
Prof.ª. Luciana Moreira Lima



Prof.ª. Sylvia do Carmo Castro Franceschini  
(Coorientadora)



Prof.ª. Maria do Carmo Gouveia Peluzio  
(Coorientadora)



Prof.ª. Silvia Elóiza Priore  
(Orientadora)

*Dedico este trabalho a meus pais, que, pelo seu amor incondicional, me ensinaram a amar, a viver e a reconhecer os principais valores da vida. Exemplos de coragem, de dedicação, de garra, de confiança. Sei que tudo que alcancei é reflexo de seus ensinamentos e muito me orgulho de tê-los em minha vida. Com vocês aprendi o que é ser uma pessoa de verdade, com caráter, honestidade, disposta sempre a enfrentar os obstáculos do dia-a-dia.*

*A vocês, a quem muito amo e a quem devo a vida, ofereço esta conquista.*

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida e pela bondade suprema que nos revela a cada dia.

Ao meu pai, pelo exemplo de honestidade, caráter, me ensinando o verdadeiro significado de um profissional humano e cidadão, sempre me apoiando, seja financeiramente ou simplesmente com seu carinho e amor.

À minha mãe, por ter me dado a vida e pelo exemplo de coragem e amor que sempre nos criou mostrando os verdadeiros valores da vida: amor, honestidade, respeito pelos outros.

Aos meus irmãos, Ana Cláudia e Evandro, pelo incentivo, apoio e amizade sincera em cada etapa deste trabalho. Ao meu cunhado, Felipe, pelo incentivo e ajuda nos momentos mais difíceis. À minha cunhada, Michele, pelo auxílio e boa vontade em todos os momentos.

Aos meus sobrinhos Caio, Luisa e Arthur, pela alegria manifestada na pureza do seu sorriso encantador e pelo seu jeitinho único e surpreendente da mais linda criança. Minhas inspirações de vida!

À professora Silvia Eloiza Priore, pela amizade, apoio, incentivo e dedicação durante todos os anos na Universidade. Com você aprendi o verdadeiro significado de ser uma profissional humana, disposta a lutar, através da minha profissão, por um mundo um pouco melhor. Obrigada a você, que não só me orientou a forma de agir profissionalmente, mas também como ser uma pessoa melhor. A você, gratidão eterna, por todo carinho e ensinamentos!

À professora Sylvia Franceschini, pelo carinho e alegria constante. Com você aprendo a cada dia o significado e o respeito pela nossa profissão e pelas pessoas que dela necessitam. Agradeço pela amizade, pelos momentos alegres e pelo apoio nos momentos difíceis!

Às professoras Maria do Carmo Peluzio e Luciana Sant'Ana, pela atenção, serenidade, apoio e pela dedicação constante durante a realização do estudo.

À minha avó, pelo exemplo admirável de honestidade, amor e por ter cuidado de mim em todos os momentos da minha vida. Saudades demais de alguém que mesmo não estando presente fisicamente, está sempre em meu coração e pensamentos.

A toda minha família, em especial, meus tios João, Ana e minha prima Renata, pelo auxílio constante. Em especial, agradeço às minhas afilhadas, Fernanda, Mara Eduarda e Luisa, que me incentivam na busca de ser sempre exemplo de coragem e honestidade.

Aos meus queridos amigos Mônica e Fernando, Alessandra, Mirna, por sempre me apoiarem e torcerem pela concretização dos meus sonhos. Em especial, à minha amiga Gláucia por estar presente em todas as etapas do doutorado, pelo suporte emocional, conselhos e amizade.

Aos colegas do mestrado Dani, Carlos, Naiara, Roberta, Pedro, Luiza e Dayane, agradeço a amizade, o carinho e o apoio constante de vocês em todas as nossas atividades. Em especial, à grande amiga, nos bons e maus momentos, Cristiana, pelo apoio constante e incondicional em todas as etapas deste estudo, muito mais que simplesmente colega de trabalho, uma amiga pra vida toda. À Franciane pelo trabalho em equipe, pelas longas horas no telefone para desabafo nestes três anos de doutorado.

À Vivian e Ricardo, pelo apoio e amizade nos momentos alegres e principalmente nos momentos difíceis.

Às minhas bolsistas de iniciação científica, Natasha, Alinne, Isabela, Thatianne e Vivian, pela colaboração no desenvolvimento deste trabalho.

Aos adolescentes, pelo carinho, atenção e participação do estudo. Aos pais das adolescentes, pela compreensão, apoio e fornecimento das valiosas informações necessárias para a realização deste estudo. Às escolas, pela grande colaboração no desenvolvimento das atividades do estudo.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

À todos os funcionários da Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa, pelo carinho e dedicação na realização da coleta de dados. Em especial Alexandre, Fernando, Valkiria e Wanderson, pelo apoio sempre.

À Rita, secretária da pós-graduação, que sempre auxiliou prontamente, com um sorriso e sempre nos motivando.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Nutrição e Saúde, pela extrema dedicação, seriedade e profissionalismo que esta equipe proporciona a cada dia.

À CNPq (Processo nº 485986/2011-6) e FAPEMIG (Processo nº APQ-01618-10), pelo financiamento deste trabalho.

À Universidade Federal de Viçosa, pelos anos de estudo durante a graduação e o mestrado e doutorado nesta instituição de excelência, a qual me orgulho muito de ter tido a oportunidade de ser aluna e admiradora pelos brilhantes trabalhos aqui realizados.

## **BIOGRAFIA**

**Eliane Rodrigues de Faria**, filha de Nerlito Lopes de Faria e Almerinda Rodrigues Faria, nasceu em 09 de novembro de 1981, na cidade de Viçosa, Minas Gerais.

Em 2001, iniciou o curso de Nutrição na Universidade Federal de Viçosa (MG), o qual concluiu em julho de 2005. Em agosto do mesmo ano, iniciou o curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição da Universidade Federal de Viçosa na área de Saúde e Nutrição em Grupos Populacionais. Em março de 2010 voltou ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição da Universidade Federal de Viçosa para cursar o doutorado, finalizado em fevereiro de 2013.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiv</b>
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>1</b>
1.1 Referências Bibliográficas .....	2
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Adolescência .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Maturação Sexual .....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 Puberdade e Ação de Hormônios .....</b>	<b>8</b>
<b>2.4 Resistência à Insulina e Alterações Metabólicas em Adolescentes .....</b>	<b>11</b>
<b>2.5 Fatores Associados às Alterações Metabólicas em Adolescentes .....</b>	<b>14</b>
2.5.1 Excesso de Peso e Alterações Metabólicas na Adolescência .....	14
2.5.2 Associação da Gordura Corporal com as Alterações Metabólicas .....	16
2.5.3 Estilo de Vida Inadequado .....	21
2.5.4 Demais Fatores Associados às Alterações Metabólicas na Adolescência ....	23
<b>2.6 Síndrome Metabólica na Adolescência .....</b>	<b>25</b>
2.6.1 Critérios Diagnósticos e Prevalência da Síndrome Metabólica em Adolescentes .....	26
<b>2.7 Prevenção e Promoção da Saúde na Adolescência .....</b>	<b>31</b>
<b>2.8 Referências Bibliográficas .....</b>	<b>32</b>
<b>2.9 Artigo de revisão: Aspectos Metodológicos e Éticos na Realização da Avaliação da Maturação Sexual de Adolescentes .....</b>	<b>44</b>
Resumo .....	45
Abstract .....	45
Introdução .....	46
Método .....	47
Revisão de Literatura .....	48
Considerações Finais .....	54
Referências Bibliográficas .....	54
Quadros .....	58
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>64</b>
<b>3.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>64</b>

<b>3.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>64</b>
<b>4. METODOLOGIA .....</b>	<b>65</b>
<b>4.1 Delineamento do Estudo .....</b>	<b>65</b>
<b>4.2 Casuística .....</b>	<b>65</b>
<b>4.3 Critérios de Inclusão .....</b>	<b>66</b>
<b>4.4 Cálculo e Seleção da Amostra .....</b>	<b>66</b>
<b>4.5 Materiais e Métodos .....</b>	<b>70</b>
4.5.1 Antropometria .....	70
4.5.2 Composição Corporal Total .....	71
4.5.3 Medidas de Localização de Gordura Corporal .....	78
4.5.4 Avaliação Bioquímica .....	79
4.5.5 Avaliação da Pressão Arterial .....	81
4.5.6 Critérios Diagnósticos para Definição da Síndrome Metabólica .....	82
4.5.7 Caracterização Socioeconômica e de Estilo de Vida .....	85
<b>4.6 Estudo Piloto .....</b>	<b>86</b>
<b>4.7 Retorno aos Indivíduos .....</b>	<b>87</b>
<b>4.8 Aspecto Ético .....</b>	<b>88</b>
<b>4.9 Processamento de Dados e Análise Estatística .....</b>	<b>88</b>
<b>4.10 Referências Bibliográficas .....</b>	<b>93</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>97</b>
<b>5.1 Artigo Original 1: Predição da gordura corporal de adolescentes: comparação entre dois modelos de bioimpedância elétrica em adolescentes de ambos os sexos de 10 a 19 anos .....</b>	<b>97</b>
Resumo .....	97
Introdução .....	98
Metodologia .....	99
Resultado .....	101
Discussão .....	108
Conclusão .....	112
Referências Bibliográficas .....	113
<b>5.2 Artigo Original 2: Resistência à insulina e componentes da síndrome metabólica, análise por sexo e por fase da adolescência .....</b>	<b>117</b>
Resumo .....	117
Abstract .....	118
Introdução .....	118

Métodos .....	119
Resultados .....	122
Discussão .....	123
Referências Bibliográficas .....	128
Tabelas .....	131
<b>5.3. Artigo Original 3: Proposta de novo critério e pontos de corte específicos para diagnóstico de síndrome metabólica, segundo sexo e as três fases da adolescência .....</b>	<b>138</b>
Resumo .....	138
Introdução .....	139
Metodologia .....	140
Resultados .....	147
Discussão .....	160
Conclusões .....	165
Referências Bibliográficas .....	167
<b>6. CONCLUSÕES FINAIS .....</b>	<b>172</b>
<b>7. SUGESTÕES .....</b>	<b>174</b>
<b>8. APÊNDICES .....</b>	<b>177</b>
8.1 Apêndice A: Termo de Consentimento Livre Esclarecido .....	178
8.2 Apêndice B: Formulário de Avaliação .....	183
8.3 Apêndice C: Orientações para a realização dos exames e da aferição de gordura corporal pela bioimpedância .....	185
8.4 Apêndice D: Técnica da Aferição da Pressão Arterial .....	186
8.5 Apêndice E: Questionário Socioeconômico e de Estilo de Vida .....	187
8.6 Apêndice F: Questionário de Frequência de Consumo Alimentar .....	189
8.7 Apêndice G: Folha de Retorno .....	193
<b>9. ANEXOS .....</b>	<b>194</b>
9.1 Anexo 1: Formulário <i>InBody 230</i> ® .....	195
9.2 Anexo 2: Critérios de Classificação para avaliação das condições de habitação, segundo Pesquisa sobre Padrões de Vida (IBGE, 1995) .....	196
9.3 Anexo 3: Questionário Internacional de Atividades Físicas (IPAQ) .....	198
9.4 Anexo 4: Classificação do nível de atividade física IPAQ .....	199
9.5 Anexo 5: Questionário Hábito de Fumar .....	200
9.6 Anexo 6: Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa .....	201

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AACE	<i>American Association of Clinical Endocrinologists</i>
ADA	<i>American Diabetes Association</i>
AUC	Área Abaixo da Curva
$\beta$	Coefficiente da Regressão
BIA	Bioimpedância Elétrica
BIA1	Bioimpedância Elétrica Tetrapolar Horizontal
BIA2	Bioimpedância Elétrica Vertical com Oito Eletrodos Táticos
BTS	<i>Bartlett Test of Sphericity</i>
cm	Centímetros
CT	Colesterol Total
DEXA	Absortometria Radiológica de Raio X de Dupla Energia
DM2	Diabetes <i>Mellitus</i> Tipo 2
DP	Desvio Padrão
E	Especificidade
ECA	Estatuto da Criança e do Adolescente
EGIR	<i>European Group of Study of Insulin Resistance</i>
EPE	Erro Padrão de Estimativa
F	Sexo Feminino
g	Gramas
G1	Grupo 1: sem excesso de peso
G2	Grupo 2: com excesso de peso
GH	Hormônio do Crescimento
%GC	Percentual de Gordura Corporal
HDL	<i>High Density Lipoprotein</i> (Lipoproteína de Alta Densidade)
HOMA-IR	<i>Homeostasis Model Assessment - Insulin Resistance</i> (Índice do Modelo de Avaliação da Homeostase da Resistência à Insulina)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e estatística
IC	Intervalo de Confiança
IDF	<i>International Diabetes Federation</i>
IGF	Fator de crescimento <i>insulin-like</i>
IL-6	Interleucina 6
IPAQ	Questionário Internacional de Atividade Física

IMC	Índice de Massa Corporal
k	Coeficiente de Kappa
kcal	Quilocaloria
kg	Quilos
kg/m <sup>2</sup>	Quilos por metros ao quadrado
KMO	Teste <i>Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy</i>
LDL	<i>Low Density Lipoprotein</i> (Lipoproteína de Baixa Densidade)
LH	Hormônio Luteinizante
m	Metros
M	Sexo Masculino
Máx	Máximo
Md	Mediana
MG	Massa de Gordura
Mín	Mínimo
MCT	Massa Corporal Total pelo DEXA
mg/dL	Miligramas por Decilitro
mL	Mililitro
MLG	Massa Livre de Gordura
mmHg	Milímetros de Mercúrio
n	Amostra
NADPH	Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo-P
NCEP	<i>National Cholesterol Education Program</i>
NCEP-ATP III	<i>National Cholesterol Education Program's Adult Treatment Panel III</i>
NHANES	<i>Third National Health and Nutritional Survey</i>
OR	<i>Odds Ratio</i>
p	Nível de Significância Estatística (Probabilidade)
p90	Percentil 90
PA	Pressão Arterial
PAI-1	Inibidor do Ativador do Plasminogênio
PAD	Pressão Arterial Diastólica
PAS	Pressão Arterial Sistólica
PC	Perímetro da Cintura
PCR	Proteína C reativa
POF	Pesquisa de Orçamentos Familiares

PPV	Pesquisa sobre Padrões de Vida
PROASA	Programa de Atenção à Saúde do Adolescente
PVC	Pico de Velocidade do Crescimento
QFCA	Questionário de Frequência de Consumo Alimentar
r	Coefficiente de Correlação
r <sup>2</sup>	Coefficiente de Determinação da Regressão Linear
RCE	Relação Cintura/Estatura
RCQ	Relação Cintura/Quadril
ROC	<i>Receiver Operating Characteristic</i>
S	Sensibilidade
SM	Síndrome Metabólica
TG	Triglicerídeos
TNF- $\alpha$	Fator de Necrose Tumoral $\alpha$
TOTG	Teste Oral de Tolerância à Glicose
UFV	Universidade Federal de Viçosa
VLDL	<i>Very Low Density Lipoproteins</i> (Lipoproteína de Muito Baixa Densidade)
VPN	Valor Preditivo Negativo
VPP	Valor Preditivo Positivo
WHO	<i>World Health Organization</i> (Organização Mundial da Saúde)
$\Omega$	Ohms

## RESUMO

FARIA, Eliane Rodrigues de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2013. **Comparação de diferentes componentes para o diagnóstico da síndrome metabólica na adolescência.** Orientadora: Silvia Eloiza Priore. Coorientadoras: Sylvia do Carmo Castro Franceschini, Maria do Carmo Gouveia Peluzio e Luciana Ferreira da Rocha Sant'Anna.

A resistência à insulina está associada a alterações metabólicas como dislipidemias, hipertensão, diabetes, excesso de peso e/ou de gordura corporal, que em conjunto, caracterizam a síndrome metabólica e se comportam de forma diferente nas três fases da adolescência. Com o objetivo de comparar os componentes da síndrome metabólica entre os sexos e as três fases da adolescência, propondo um novo critério para diagnóstico da síndrome, procedeu-se a um estudo epidemiológico, de corte transversal. Foram avaliados 800 adolescentes, de 10 a 19 anos, de ambos os sexos, de escolas públicas e privadas da zona urbana e rural do município de Viçosa-MG/Brasil, conforme as fases da adolescência: inicial (10-13 anos), intermediária (14-16 anos) e final (17-19 anos). Foram verificados os parâmetros antropométricos e de composição corporal como peso, estatura, IMC, percentual de gordura corporal, massa de gordura e livre de gordura, perímetros da cintura, quadril, relação cintura/estatura (RCE) e relação cintura/quadril (RCQ); parâmetros bioquímicos como colesterol total e frações, triglicerídeos, glicemia, insulina de jejum e ácido úrico; parâmetros clínicos como pressão arterial sistólica e diastólica e estilo de vida como hábitos alimentares, atividade física, tabagismo. O percentual de gordura corporal foi estimado por duas bioimpedâncias elétricas: BIA1 (tetrapolar horizontal); BIA2 (vertical com oito eletrodos táteis) e pelo DEXA. A resistência à insulina foi determinada utilizando-se os níveis de insulina e glicemia de jejum por meio do HOMA-IR. Utilizou-se critérios para o diagnóstico da síndrome metabólica da WHO (1998); EGIR (1999); NCEP/ATPIII (2001) e IDF (2007) com adaptações propostas para adolescentes. A análise fatorial de componente principal foi empregada na investigação do agrupamento dos componentes da síndrome metabólica e a regressão logística para avaliar os fatores associados à resistência à insulina. Utilizou-se o gráfico de Bland Altman, Índice de Kappa, calculou-se os erros totais e erros padrões de estimativa (EPE) e os valores de sensibilidade, especificidade e valor preditivo positivo e negativo na avaliação do melhor equipamento para predição de gordura corporal. Este estudo foi aprovado pelo

Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa. Em relação ao estado nutricional, 21,3% apresentava excesso de peso e 43% apresentaram percentual de gordura corporal inadequado pela bioimpedância vertical com oito eletrodos. O colesterol total foi o que apresentou maior percentual de inadequação (58,6%), seguido do HDL (34,4%), LDL (33,6%) e triglicerídeos (14,8%), com diferenças em relação ao sexo e fase da adolescência. Observou-se inadequação em 10,3; 10,0; 2,9 e 0,75%, respectivamente, em relação ao HOMA-IR, insulina, pressão arterial e glicemia. A bioimpedância vertical com oito eletrodos foi mais eficaz na avaliação da gordura corporal do que a bioimpedância horizontal tetrapolar, por apresentar maior correlação e concordância com o DEXA e menores EPE. Os adolescentes da fase inicial apresentaram maiores valores de colesterol total, LDL, HDL, triglicerídeos, glicemia de jejum e relação cintura/quadril, ficavam menos tempo sentados e realizavam maior número de refeições ( $p < 0,05$ ). A resistência à insulina esteve associada à inadequação na composição corporal, nos níveis bioquímicos e no estilo de vida, sendo diferente para cada fase da adolescência. A prevalência da síndrome metabólica variou de 0,4-5,7% de acordo com o critério utilizado, não se observando diferença por sexo e fase ( $p > 0,05$ ). A análise fatorial reduziu onze variáveis inter-relacionadas a um conjunto de quatro fatores, comportando-se de forma diferente para cada fase da adolescência, sendo que o fator 1 relacionado às alterações da composição corporal (IMC, perímetro da cintura, RCE e percentual de gordura corporal) explicaram aproximadamente 30% da variância total. Observou-se que 9,8% apresentavam risco para a síndrome metabólica pelo critério sugerido neste estudo, considerando o percentil 90 das variáveis e 14,6% considerando os pontos de corte estabelecidos pela curva ROC. Sugere-se mais estudos para padronizar a síndrome metabólica em adolescentes bem como mais estudos que confirmem a utilização de um novo critério para diagnosticar o risco de apresentar síndrome metabólica considerando a presença de uma alteração na composição corporal mais duas inadequações (níveis lipídicos, resistência à insulina, ácido úrico, pressão arterial), utilizando pontos de corte segundo sexo e fase. A alta prevalência desses distúrbios metabólicos e o estilo de vida inadequado apresentados podem comprometer a saúde atual e futura destes adolescentes, justificando a necessidade de intervenção constante junto a esta população, reforçando a importância de programas específicos de atenção à saúde do adolescente.

## ABSTRACT

FARIA, Eliane Rodrigues de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2013. **Comparison of different components for diagnosis of the metabolic syndrome in the adolescence.** Adviser: Silvia Eloiza Priore. Co-advisers: Sylvia do Carmo Castro Franceschini, Maria do Carmo Gouveia Peluzio and Luciana Ferreira da Rocha Sant'Anna.

Insulin resistance is associated to metabolic disorders such as dyslipidemia, hypertension, diabetes, overweight and/or body fat, which together characterize metabolic syndrome and behave differently in the three phases of adolescence. Aiming to compare the components of the metabolic syndrome between the genders and the three phases of adolescence, proposing new criteria for diagnosing the syndrome, we proceeded to an epidemiological cross-sectional study. 800 adolescents were evaluated, aged from 10 to 19 years old, from both sexes, from public and private schools from urban and rural areas of Viçosa-MG/Brazil county, considering the stages of early (10-13 years), intermediate (14-16 years) and late adolescence: (17-19 years). We checked the anthropometric and of the body composition parameters such as weight, height, BMI, body fat percentage, fat mass and fat-free mass, waist perimeter, hip perimeter, waist/height relation (WHR) and waist/hip ratio (WHR), biochemical parameters such as total cholesterol and fractions, triglycerides, blood glucose, fasting insulin and uric acid; clinical parameters such as systolic and diastolic blood pressure and lifestyle such as diet, physical activity, smoking. The percentage of body fat was estimated by two electric bioimpedances: BIA1 (horizontal tetra polar); BIA2 (vertical with eight tactile electrodes) and by DEXA. Insulin resistance was determined using insulin levels and fasting blood glucose by means of HOMA-IR. Criteria for diagnosis of metabolic syndrome by WHO (1998); EGIR (1999); NCEP / ATPIII (2001) and IDF (2007) were used with adjustments proposed to adolescents. The principal component factor analysis was used to investigate the clustering of metabolic syndrome components and logistic regression to assess factors associated with insulin resistance. We used the Bland Altman graph, Kappa index, calculated the total errors and standard errors of estimate (SEE) and the values of sensitivity, specificity, and positive and negative predictive value in assessing the best equipment for predicting body fat. This study was approved by the Ethics Committee on Human Research of the Federal University of Viçosa. Regarding nutritional status, 21.3% were overweight and 43% had inappropriate body fat percentage by vertical bioimpedance with eight electrodes. Total cholesterol showed

the highest percentage of inadequacy (58.6%), followed by HDL (34.4%), LDL (33.6%) and triglycerides (14.8%), with differences according to gender and adolescence stage. Inadequacy was observed at 10.3, 10.0, 2.9 and 0.75%, respectively, relative to HOMA-IR, insulin, blood pressure and blood glucose. Vertical bioimpedance with eight electrodes was more effective in assessing body fat than the horizontal tetrapolar bioimpedance, by presenting higher correlation and agreement with DEXA and smaller EPE. The adolescents from the initial phase had higher levels of total cholesterol, LDL, HDL, triglycerides, fasting glucose and waist/hip ratio, they were less time sitting and had more meals ( $p < 0.05$ ). Insulin resistance was associated to inadequate body composition, in biochemical levels and lifestyle, being different for each phase of adolescence. The prevalence of metabolic syndrome ranged from 0.4 to 5.7% depending on the criterion used, there were no gender or phase differences observed ( $p > 0.05$ ). Factor analysis reduced eleven interrelated variables to a set of four factors, behaving differently for each phase of adolescence, being the factor 1 related to changes in body composition (BMI, waist perimeter, WHR and body fat percentage) explained about 30% of the total variance. It was observed that 9.8% were at risk for metabolic syndrome by the criteria suggested in this study, considering the 90th percentile of the variables and 14.6% considering the cutoff points established by the ROC curve. Further studies to standardize the metabolic syndrome in adolescents and more studies confirming the use of a new test to diagnose the risk of having metabolic syndrome considering the presence of a change in body composition over two mismatches are suggested (lipid levels, resistance insulin, uric acid, blood pressure) using cutoffs points according to gender and phase. The high prevalence of these metabolic disorders and inappropriate lifestyle shown may compromise the present and future health of these adolescents, justifying the need for constant intervention in this population, reinforcing the importance of specific attention to adolescent health.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A Organização Mundial da Saúde define a adolescência como o período que vai de 10 a 19 anos e que envolve transformações físicas, psíquicas e sociais, as quais podem se manifestar de formas e em períodos diferentes para cada indivíduo (WHO, 2005). A adolescência pode ser dividida em três fases: inicial (10 a 13 anos), intermediária (14 a 16/17 anos) e final (17/18 a 19 anos) (WHO, 2005; SALMELARRO, 2011), com diferenças na composição corporal e no perfil bioquímico entre estas.

A adolescência é um dos períodos críticos para o início ou a persistência da obesidade e para o desenvolvimento de suas complicações. A prevalência do excesso de peso e /ou de gordura corporal na adolescência tem aumentado em todo o mundo, tornando-se problema de saúde pública no Brasil (IBGE, 2010). Em decorrência desta transição nutricional observa-se ainda que a prevalência de síndrome metabólica, definida como o conjunto de alterações como: obesidade central, resistência à insulina, dislipidemia, hipertensão arterial, glicemia de jejum alterada, vem aumentando inclusive em faixas etárias mais jovens (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2009).

À medida que este quadro de mudança epidemiológica se instala, associados principalmente à resistência à insulina e ao excesso de gordura corporal, surge a necessidade de estudos relacionados aos grupos populacionais vulneráveis ao problema e seus possíveis fatores de riscos (FONSECA et al, 1998).

A resistência à insulina é considerada fator de risco cardiovascular isolado, sendo achado comum nos indivíduos com a síndrome metabólica (MENDES et al, 2009), inclusive na adolescência (FARIA et al, 2009; PEREIRA et al, 2011).

Em adolescentes, as alterações iniciais de cada um desses fatores de risco para síndrome metabólica, incluindo a resistência à insulina, podem ocorrer em associações variadas, sendo que, mesmo de expressão pequena, determinam um perfil cardiovascular desfavorável para esses jovens (BRANDÃO et al, 2005). Sendo assim, a adolescência é uma fase de oportunidades para se realizar atividades que previnam as doenças crônicas não transmissíveis, como as cardiovasculares, incluindo formação de hábitos saudáveis.

No entanto, para adolescentes, os critérios diagnósticos da síndrome metabólica e seus pontos de corte considerados de risco ainda não estão bem estabelecidos. Estudos sobre a síndrome metabólica em adolescentes vêm sendo realizados, utilizando adaptações das definições existentes para adultos, principalmente da proposta do *National Cholesterol Education Program's Adult Treatment Panel III* (NCEP-ATP

III/2001) e WHO (1998) (ALBERTI e ZIMMET, 1998) (BOKOR et al, 2008; COSTA et al, 2012), além do *International Diabetes Federation* (IDF, 2007) (ZIMMET et al, 2007) proposto para adolescentes.

Diante do quadro apresentado, entende-se a importância de se estudar os fatores associados à resistência à insulina e a síndrome metabólica e os pontos de corte das variáveis de composição corporal segundo sexo e a fase em que se encontram na adolescência, objetivando o diagnóstico e prevenção precoce destas alterações.

### **1.1) Referências Bibliográficas**

ALBERTI, K.G.; ZIMMET, P.Z. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications, part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation. **Diabet Med**, v.15, p. 539 –553, 1998.

BOKOR, S.; FRELUT, M.L.; VANIA, A.; HADJIATHANASIOU, C.G.; ANASTASAKOU, M.; TENDERA, E.M.; et al. Prevalence of metabolic syndrome in European obese children. **Int J Pediatric Obes**, v.3, n.2, p.3-8, 2008.

BRANDÃO, A. P.; BRANDÃO, A. A.; BERENSON, G. S.; FUSTER V. Síndrome Metabólica em Crianças e Adolescentes. **Arq Bras Cardiol**, v. 85, n.2, p. 79-81, 2005.

COSTA, R.F.; SANTOS, N.S.; GOLDRAICH, N.P.; BARSKI, T.F.; DE ANDRADE, K.S.; KRUEL, L.F. Metabolic syndrome in obese adolescents: a comparison of three different diagnostic criteria. **J Pediatr (Rio J)**, v.88, n.4, p.303-309, 2012.

FARIA, E.R.; FRANCESCHINI, S.C.C.; PELUZIO, M.C.G.; SANT'ANA, L.F.R.; PRIORE, S.E. Correlação entre variáveis de composição corporal e metabólica em adolescentes do sexo feminino. **Arq Bras Cardiol**, v.93, n.2, 119-27, 2009.

FONSECA, V.M.; SICHIERI, R.; VEIGA, G.V. Fatores associados à obesidade em adolescentes. **Rev Saúde Pública**, v.32, n.6, p. 541-549, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. **Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

MENDES, L.L.; GAZZINELLI, A.; VELÁSQUEZ-MELELENDEZ, G. Fatores associados à resistência à insulina em populações rurais. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v.53, n.3, p. 332-339, 2009.

NCEP. Executive summary of the third report of National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). **JAMA**, v. 285, p. 2486-97, 2001.

PEREIRA, P.F.; SERRANO, H.M.S.; CARVALHO, G.Q.; LAMOUNIER, J.A.; PELUZIO, M.C.G.; FRANCESCHINI, S.C.C.; PRIORE, SE. Body fat location and cardiovascular disease risk factors in overweight female adolescents and eutrophic female adolescents with a high percentage of body fat. **Cardiol Young**, v. 22, p.1-8, 2011.

SALMELA-ARO, K. **Stages of Adolescence**. In: BROWN, B.B.; PRINSTEIN, M.J. Encyclopedia of Adolescence, 2011, p. 360-368.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2009**. 3ª edição, Itapevi, SP. A. Araújo Silva Farmacêutica, 2009.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Nutrition in adolescence – issues and challenges for the health sector: issues in adolescent health and development**, 2005. 115p.

ZIMMET, P.; ALBERTI, G.; KAUFMAN, F.; TAJIMA, N.; SILINK, M.; ARSLANIAN, S.; et al. The metabolic syndrome in children and adolescents: the IDF consensus. **Diabetes Voice**, v. 52, n. 4, p. 29-32, 2007.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

Nesta revisão bibliográfica, serão enfatizadas as fases da adolescência e as mudanças hormonais e de composição corporal na puberdade, maturação sexual, fatores de risco para o desenvolvimento da resistência à insulina e demais alterações metabólicas associadas, a síndrome metabólica e seus critérios para diagnóstico e prevalência na adolescência, além da importância da prevenção neste grupo etário.

### **2.1) Adolescência**

A adolescência é o período de transição entre a infância e a idade adulta, caracterizada pela puberdade, mudanças físicas, cognitivas e comportamentais, sendo o crescimento físico caracterizado principalmente pelo estirão e pela maturação sexual (WHO, 2005). No Brasil, de acordo com o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) (Lei nº 8.069 de 13/07/1990), considera-se como adolescente, os indivíduos na faixa etária de 12 a 18 anos (BRASIL, 2005). Porém, para a Organização Mundial de Saúde (2005) compreende o período de 10 a 19 anos, podendo ser dividida em três fases de acordo com as modificações físicas, psicológicas e sociais, apresentadas no Quadro 1:

- Adolescência inicial → período variável, normalmente de 10 a 13 anos;
- Adolescência intermediária → 14/15 a 17 anos;
- Adolescência tardia → 17 a 19 anos.

**Quadro 1.** Modificações psíquicas, sociais e comportamentais segundo as fases da adolescência.

<b>Características</b>	<b>Fase Inicial</b>	<b>Fase Intermediária</b>	<b>Fase Final</b>
Imagem corporal	Ajustamento ao processo puberal, dúvidas e preocupações com o corpo.	Insatisfação com o corpo; Tentativa de mudar a aparência.	Estabilização da autoimagem corporal.
Pensamento	Raciocínio concreto; Início do pensamento abstrato.	Desenvolvimento máximo do pensamento abstrato; Fascinado com as novas habilidades cognitivas; Egocentrismo.	Idealismo; Altruísmo.
Independência	Laços de dependência ainda fortes com a família; Começa a testar limites.	Afastamento dos pais; Prefere os amigos à família.	Independência emocional, às vezes, também econômica; Reaproximação dos pais em uma relação de igualdade.
Pares	Do mesmo sexo.	Forte vínculo com o grupo, que pode ter indivíduos de ambos os sexos.	Relações individuais mais importantes que o grupo.
Sexualidade	Curiosidade; Autoerotismo.	Experiência sexual; Sexo oposto, visto como objeto sexual.	Relacionamento sexual maduro, responsável e com afetividade.
Identidade	Identificação com figuras parenterais; Começa a questionar os valores familiares.	Contesta valores familiares; Identificação com outros adultos e com os amigos.	Consolidação da identidade pessoal; Autoconceito; Autodeterminação; Escolha vocacional.

Fonte: Chipkevitch (1995).

Outros autores como SOUZA (1989), também divide a adolescência em três fases distintas:

Precoce ou inicial: 10 a 14 anos, onde é marcada por preocupações com a puberdade e esforços para o estabelecimento da independência. Grupos de pares unissexual.

Média: 15 a 17 anos, ocorre a consolidação da imagem corporal e da identidade sexual. Grupo de pares se torna heterossexual.

Tardia ou final: 17 a 20 anos, onde a identidade e a ideologia pessoal se estabilizam, há a necessidade da opção profissional e as relações individuais se tornam mais profundas do que as com o grupo.

Salmela-Aro (2011) considera a adolescência como o período entre 11 e 19 anos, podendo ser classificado em três fases: adolescência precoce (aproximadamente 11 a 13 anos), adolescência média (aproximadamente 14-17 anos) e adolescência tardia (entre 17 a 19 anos). Além disso, o autor considera que não se deve considerar apenas o crescimento físico e as mudanças físicas da adolescência, mas também a mudança emocional, psicológica, social e mental.

Os adolescentes compreendem cerca de 20% do total da população no mundo. É esperado 1,13 bilhões de adolescentes para o ano de 2025 (WHO, 2005). O censo 2010 (IBGE, 2011) mostra que 17,9% da população no Brasil, correspondem aos adolescentes (10-19 anos), equivalendo a 34.157.633 milhões de adolescentes, encontrando-se distribuição semelhante quando se separa por fase, 10-14 e 15-19 anos.

## **2.2) Maturação Sexual**

A Maturação sexual é um tipo de maturação biológica e ocorre durante a puberdade. A maturação biológica é definida como o processo de progressão em direção ao estado biológico maduro, acontecendo a especialização e a diferenciação celular (ROGOL, ROEMMICH e CLARK, 2002). A avaliação da maturação sexual é usada em atendimento nutricional e em estudos populacionais, sendo a idade da menarca para o sexo feminino e os estágios de maturação sexual para ambos os sexos propostos por Tanner (1962), os métodos mais utilizados para avaliação da maturação sexual.

A sequência dos eventos puberais foi sistematizada por Tanner (1962) que considerou o desenvolvimento mamário para o sexo feminino, o desenvolvimento da genitália externa para o sexo masculino e o desenvolvimento dos pelos pubianos em ambos os sexos (Quadro 2). Esta avaliação pode ser realizada por médico com

experiência em adolescentes ou através da autoavaliação, em que o adolescente identifica seu estágio de maturação, com base em fotografias/figuras de Tanner.

**Quadro 2.** Estágios de maturação sexual ou estágios de Tanner, segundo os gêneros.

<b>Genitais (sexo masculino)</b>	
G1	Pênis, testículos e escroto de tamanho e proporções infantis.
G2	Aumento do escroto e com mudança de textura e de cor da pele escrotal que torna-se avermelhada.
G3	Crescimento peniano, principalmente em comprimento. Maior crescimento dos testículos e escroto.
G4	Continua crescimento peniano, agora principalmente em diâmetro. Maior crescimento dos testículos e do escroto.
G5	Desenvolvimento completo da genitália, que assume tamanho e forma adulta.
<b>Mamas (sexo feminino)</b>	
M1	Mama infantil, com elevação somente da papila.
M2	Broto mamário, aumento inicial da glândula mamária com elevação da aréola e papila, formando uma pequena saliência. Aumenta o diâmetro da aréola.
M3	Maior aumento da mama e da aréola, mas sem separação de seus contornos.
M4	Maior crescimento do mamilo e da aréola, sendo que esta agora forma uma segunda saliência acima do contorno da mama.
M5	Mamas com aspecto adulto. O contorno areolar novamente incorporado ao contorno da mama com desaparecimento da saliência presente em M4.
<b>Pelos Pubianos (ambos os sexos)</b>	
P1	Ausência de pelos pubianos. Pode haver uma leve penugem semelhante à observada na parede abdominal.
P2	Aparecimento de pelos esparsos, levemente pigmentados, lisos ou pouco encaracolados, principalmente na base do pênis (ou ao longo dos grandes lábios).
P3	Maior quantidade de pelos, agora mais grossos, escuros e encaracolados, espalhando-se esparsamente pela sínfese púbica.
P4	Pelos do tipo adulto, cobrindo mais densamente a região púbica, mas ainda sem atingir a face interna das coxas.
P5	Pilosidade pubiana igual a do adulto, em quantidades e distribuição, invadindo a face interna das coxas.

Fonte: Tanner (1962).

A Organização Mundial de Saúde (1995) recomenda a utilização de marcadores biológicos para o início e o final do estirão puberal, que ocorrem aproximadamente um ano antes e um ano após o pico de velocidade de crescimento. Para as meninas, considera-se a menarca e o estágio 2 do desenvolvimento mamário e para os meninos, estágio 3 do desenvolvimento da genitália e mudança do timbre de voz.

Porém, pela dificuldade de se avaliar a maturação sexual, alguns estudos avaliam a maturação sexual no sexo masculino levando-se em conta a presença de pelos axilares e faciais, uma vez que estas pilosidades ocorrem mais tardiamente, geralmente dois ou três anos após o aparecimento dos pelos pubianos (COLLI, 1991; PRIORE, 1998).

### **2.3) Puberdade e Ação de Hormônios**

A puberdade é definida como o processo fisiológico de maturação hormonal e de crescimento somático, que torna o organismo apto a se reproduzir, ocorrendo de forma similar na maioria dos indivíduos. Contudo, o tempo e a magnitude de cada fase podem ser diferentes, devido às influências hormonais, genéticas e ambientais (WHO, 2005; OLIVEIRA, 2010).

Geralmente o início da puberdade ocorre entre 8 e 13 anos nas meninas e entre 9,6 e 13,6 anos nos meninos, sendo classificados como precoces ou tardios àqueles indivíduos que iniciam o processo antes ou depois desses intervalos etários (OLIVEIRA, 2010).

As principais modificações físicas que ocorrem durante a puberdade são desenvolvimento das gônadas e dos órgãos reprodutores secundários, crescimento de pelos na região pubiana e axilar em ambos os sexos e de pelos faciais no masculino, aceleração da velocidade de crescimento (estirão do crescimento), modificação da massa corporal magra e distribuição da gordura corporal, fusão das epífises ósseas com a parada do crescimento, maturação óssea, alterações no timbre de voz e aumento das áreas cardíaca e respiratória (OLIVEIRA, 2010; PRIORE et al, 2010), que são mediadas por hormônios (GARNETT et al, 2004).

Dentre esses hormônios, o estrógeno favorece o armazenamento de gordura, a absorção de cálcio e redução do *turnover* ósseo, no sexo feminino, e a testosterona contribui com o aumento da massa magra e do tecido adiposo na região torácica, além das características sexuais secundárias, no masculino (GARNETT et al, 2004). Embora o hormônio de crescimento (GH) seja mais frequentemente associado ao seu papel de estimulação do crescimento longitudinal, apresenta outras funções, influenciando a

quantidade relativa e distribuição de gordura corporal e tecido muscular (BOLANDER JR., 2007; DAMIANI, 2011).

O estirão de crescimento inicia-se aproximadamente aos nove anos nas meninas, um a dois anos antes que nos meninos, com a ocorrência do pico de velocidade de crescimento (PVC) aos 12 e 14 anos, respectivamente (ROGOL, ROEMMICK e CLARK, 2002). Já o pico de velocidade de ganho de peso, no sexo feminino, ocorre próximo a menarca, entre os estágios de maturação sexual da mama 3 e 4: M3 – M4, no período de desaceleração do crescimento, diferente do masculino, que ocorre juntamente com o PVC, cronologicamente entre 13 e 14 anos, no estágio de maturação sexual da genitália 4: G4 (Quadro 2) (MARSHAL e TANNER, 1970).

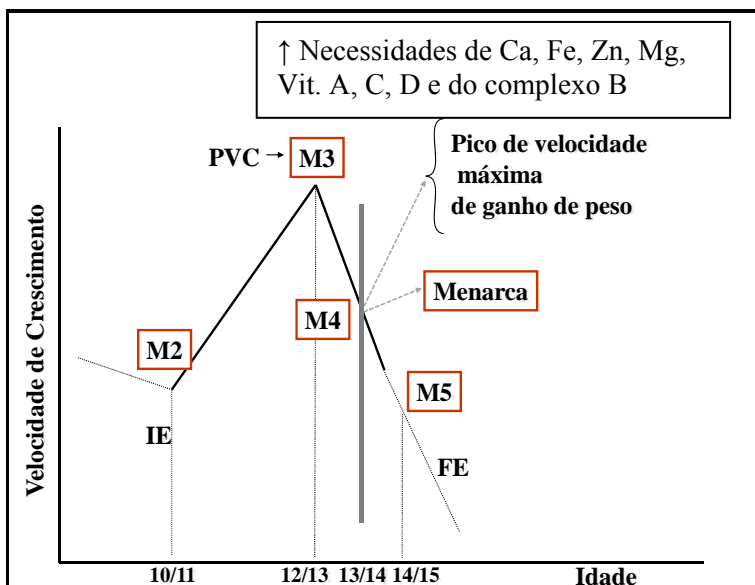
O aumento de tecido adiposo que ocorre em ambos os sexos no período que antecede a adolescência e no início da puberdade para os meninos, é utilizada como reserva para o crescimento. Porém, ao iniciar a puberdade, de acordo com o estágio de Tanner (G2 ou M2), em ambos os sexos, a velocidade de ganho de gordura corporal diminui, aumentando o ganho de massa muscular e óssea, refletindo no ganho ponderal (ROGOL, ROEMMICK e CLARK, 2002; WHO, 2005).

As mudanças marcantes na composição corporal, incluindo alterações nas proporções relativas de água, músculo, gordura e osso, são características da maturação puberal e resultam nas diferenças fenotípicas entre os sexos (ROGOL, ROEMMICK e CLARK, 2002), sendo que os meninos apresentam maior proporção de massa livre de gordura e as meninas de massa de gordura, devido às modificações nos níveis de estrogênio e testosterona durante a puberdade (WHO, 2005).

Todas as alterações estão associadas com o estágio de maturação sexual, e a idade cronológica dos acontecimentos pode variar entre os indivíduos, visto depender de processos genéticos, hormonais e ambientais e devem ser considerados durante a avaliação do estado nutricional do adolescente (WHO, 2005; BARBOSA et al, 2006).

Durante este período, verifica-se aumento de aproximadamente 50% do peso e 15% da estatura final do adulto. O crescimento acelerado torna elevadas as necessidades de energia e nutrientes, que na maioria das vezes, são inadequadamente atendidas (PRIORE et al, 2010). Uma alimentação inadequada nesta fase pode retardar o crescimento bem como a maturação sexual (WHO, 2005).

Nas Figuras 1 e 2 estão apresentados o estirão de crescimento, os estágios de maturação sexual, e a demanda de alguns micronutrientes, de acordo com o sexo e idade.



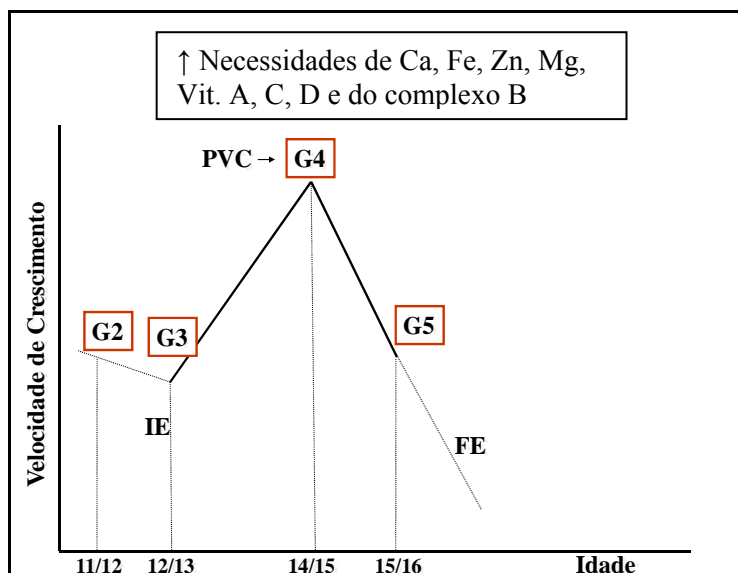
Durante o PVC há aumento das necessidades de:

- Cálcio, ferro (intenso crescimento, menarca), zinco (crescimento, perda menstrual), magnésio;
- Vitaminas A, C e D, e do complexo B.

Fonte: Adaptado de Priore et al. (2010).

**Figura 1.** Estirão de crescimento, maturação sexual e necessidades de micronutrientes, no sexo feminino.

IE = início do estirão; PVC = pico de velocidade de crescimento; FE = final do estirão.



Durante o PVC há aumento das necessidades de:

- Cálcio, ferro (intenso crescimento, crescimento da massa muscular, aumento nas concentrações de hemoglobina), zinco (crescimento, perda pelo sêmen), magnésio;
- Vitaminas A, C e D, e do complexo B.

Fonte: Adaptado de Priore et al. (2010).

**Figura 2.** Estirão de crescimento, maturação sexual e necessidades de micronutrientes, no sexo masculino.

IE = início do estirão; PVC = pico de velocidade de crescimento; FE = final do estirão.

## 2.4) Resistência à Insulina e Alterações Metabólicas em Adolescentes

Estudos epidemiológicos transversais e longitudinais descrevem o aumento da prevalência de fatores de risco para síndrome metabólica e indicam que as alterações hormonais (principalmente insulina) que acompanham esta síndrome parecem ser, em geral, consequentes ao excesso de peso, notadamente ao aumento da gordura visceral, levando à resistência à insulina e a hiperinsulinemia (NCEP/ATP III, 2002).

Alterações do metabolismo de glicose são associadas à obesidade, resistência à insulina e diabetes *mellitus* (BINDLER, BINDLER e DARATHA, 2012), que têm aumentando a prevalência mundial na adolescência, acompanhando o processo de transição nutricional crescente e rápido, independente das condições socioeconômicas (IBGE, 2010), resultando no aumento da prevalência da síndrome metabólica também em adolescentes.

Bao et al. (1996) avaliaram os níveis de insulina plasmática em crianças (5 a 9 anos) e em adolescentes e adultos jovens (17 a 23 anos) da população do *Bogalusa Heart Study* e observaram que após 8 anos de acompanhamento a prevalência de obesidade foi de 72% nos indivíduos que apresentavam níveis de insulina persistentemente elevados. E os casos de hipertensão e dislipidemia foram de 2,5 a 3,0 vezes maiores, respectivamente, para estes indivíduos.

O diagnóstico da resistência à insulina e da hiperinsulinemia é de relevância na avaliação da presença de síndrome metabólica, por serem os primeiros sinais para o desenvolvimento do diabetes *mellitus* tipo 2. Portanto, o aumento da produção endógena de glicose acontece no estágio tardio do desenvolvimento do diabetes *mellitus*, sendo um distúrbio menos frequente em crianças e adolescentes, mesmo acima do peso, ao contrário da insulina de jejum alterada e a resistência à insulina, que já foram encontradas antes mesmo da alteração da glicemia, justificando a inclusão destes dois últimos fatores também como componentes da síndrome metabólica (FARIA et al, 2009; PEREIRA et al, 2011).

A resistência à insulina, frequentemente sugerida por alterações dos níveis de glicemia e insulina de jejum e após o teste oral de tolerância à glicose oral (TOTG), pode ser avaliada mais precisamente através da técnica do *clamp* euglicêmico hiperinsulinêmico. Essa técnica é considerada método de referência (padrão-ouro) para avaliação acurada da sensibilidade à insulina *in vivo*, porém, a complexidade e o custo elevado limitam seu uso. Vários métodos alternativos para a avaliação da sensibilidade à insulina têm sido propostos nos últimos 20 anos, tais como a infusão contínua de

glicose com emprego de um modelo matemático (*Continuous Infusion of Glucose with Model Assessment - CIGMA*), o teste de tolerância à glicose endovenosa (Modelo Mínimo de Bergman), o teste de supressão da insulina e o teste de tolerância insulínica (VASQUEZ et al, 2008).

O HOMA-IR (*Homeostasis Model Assessment - Insulin Resistance* ou Índice do Modelo de Avaliação da Homeostase da Resistência à Insulina) foi proposto por Matthews et al. (1985) como uma alternativa simples e de baixo custo em relação às técnicas mais sofisticadas. Dessa forma, o HOMA-IR tem sido amplamente utilizado, representando uma das alternativas para avaliação desses parâmetros, principalmente em estudos envolvendo grande número de participantes (VASQUEZ et al, 2008).

Estudo realizado por Keskin et al. (2005), comparando os índices HOMA-IR e QUICKI, observaram que o HOMA-IR é o método mais sensível e específico para avaliar a sensibilidade insulínica. Além disso, estes mesmos autores determinaram que o ponto de corte para adolescentes é de 3,16, diferente dos adultos.

Em estudo envolvendo a participação de 156 crianças e adolescentes americanos (64 do sexo masculino e 92 do sexo feminino), incluindo eutróficos e com excesso de peso, as correlações encontradas entre o HOMA1-IR e o *clamp* euglicêmico foram muito fortes e altamente significantes ( $r=0,91$ ;  $p<0,01$ ). Neste mesmo estudo, o HOMA1-B% (avaliação da capacidade funcional das células  $\beta$  pancreáticas) também correlacionou-se fortemente com o *clamp* hiperglicêmico, tanto na avaliação da primeira ( $r=0,82$ ;  $p<0,01$ ) quanto na segunda fase de secreção insulínica ( $r=0,86$ ;  $p<0,01$ ), mostrando ser um bom método para estimativa da resistência à insulina e da capacidade funcional das células  $\beta$  pancreáticas (GUNGOR et al, 2004).

Entre os principais fatores que influenciam a sensibilidade à insulina, destacam-se a deposição de gordura visceral (ALBU et al, 2005), a perda de massa muscular, o envelhecimento (RODER, 2000), o sedentarismo (RYAN et al, 2006), as diferenças étnicas (RYAN et al, 2002) e os fatores dietéticos.

Embora o índice HOMA-IR venha sendo amplamente utilizado, há pouco consenso quanto aos pontos de corte para a classificação da resistência à insulina, que deve levar em consideração a etnia e a faixa etária, o que dificulta sua utilização na pesquisa e, principalmente, na prática clínica. Para a comparação das prevalências de resistência à insulina entre diferentes populações, é necessário o estabelecimento de valores de referência de HOMA-IR para cada população (VASQUEZ et al, 2008).

Não existe consenso em relação aos pontos de corte do HOMA-IR na adolescência. O valor mais difundido como ponto de corte para o HOMA-IR é o de 3,45

(GARCIA et al, 2007); entretanto, já foram sugeridos os valores de 2,5 (SILVA et al, 2005); 3,16 (KESKIN et al, 2005); 3,8 (BARJA et al, 2003), entre outros. O que se pode observar é que, também nesse caso, um ponto de corte fixo parece inadequado, considerando a importante variação entre as diferentes faixas etárias e entre o sexo feminino e masculino.

Um estudo realizado em escolas públicas de Ribeirão Preto (SP), com 447 crianças e adolescentes eutróficos, de ambos os sexos, com idades entre 7 e 17,9 anos, entre as meninas, os valores de glicemia apresentaram variação entre 7 a 8,9 anos. Para ambos os sexos, em relação à insulinemia, ocorreu variação de acordo com a idade, com valores mais elevados na faixa de 13 a 14,9 anos. Os valores de HOMA-IR apresentaram variação significativa de acordo com a idade para meninos e meninas, com valores crescentes até a faixa de 13 a 14,9 anos. Se forem considerados os dados do presente estudo, somando a média dos valores obtidos a 2 desvios padrão, pode-se observar que o valor máximo obtido seria de 3,2 para os meninos e 3,4 para as meninas, ambos na faixa etária entre 13 e 14,9 anos e, nas outras faixas, valores bastante inferiores. Dessa forma, é muito provável que utilizar 3,45 como ponto de corte para HOMA-IR leve ao subdiagnóstico de resistência à insulina nas idades anteriores a 13 e posteriores a 15 anos; por outro lado, utilizando o mesmo raciocínio, valores na faixa entre 2,5 e 2,71 seriam convenientes apenas entre 11 e 12,9 anos para meninos e 9 e 10,9 anos para as meninas (De ALMEIDA et al, 2008).

Faria (2007) em estudo com adolescentes do sexo feminino, encontrou HOMA-IR acima do esperado em 11% das adolescentes, sendo a média das com excesso de peso (2,69) superior as com eutrofia (1,90) e com baixo peso (1,14). Entretanto, os valores médios de HOMA-IR do artigo acima foram superiores aos observados em estudo em que se avaliaram adolescentes do sexo feminino de 12-19 anos, no qual os maiores valores foram encontrados no grupo com sobrepeso, com média de 2,24, sendo a média no grupo sem sobrepeso de 1,91 (ALVAREZ et al, 2006).

Kim et al. (2013) em estudo com 2972 adolescentes coreanos de 10 a 18 anos, avaliando também a resistência à insulina pelo índice HOMA-IR, encontraram que no sexo feminino, os maiores quartis de HOMA-IR aumentaram a chance de apresentar síndrome metabólica (OR=5,33; IC95% 1,57-18,11), perímetro da cintura aumentado (OR=3,22; IC95% 1,01-10,35), aumento dos níveis de triglicéridos (OR=6,43; IC95% 2,83-14,58) e baixos níveis de HDL (OR=2,49; IC95% 1,5-4,11), independente de idade, sexo, IMC, porém, não se observou as mesmas associações no sexo masculino.

A hiperinsulinemia é também considerada fator de risco independente para doenças cardiovasculares, já que tem papel importante no desenvolvimento de outros componentes da síndrome metabólica, como as dislipidemias, a hipertensão e a hiperuricemia (FARIA, 2007). Faria (2007) encontrou alta correlação entre insulina e HOMA-IR ( $r=0,983$ ), ressaltando que a insulina isoladamente é bom indicador da resistência à insulina.

Outro fator de risco que tem sido encontrado na literatura é o aumento do ácido úrico, sendo que estudos sugerem que a hiperuricemia esteja associada à resistência à insulina, condição subjacente à síndrome metabólica, inclusive em adolescentes (CARVALHEIRA e SAAD, 2006; WANG et al, 2012). Este fato é explicado por provável mecanismo envolvendo a inibição da função endotelial. Sabe-se que a insulina necessita de óxido nítrico para estimular a captação da glicose e a disponibilidade do óxido nítrico está diminuída quando ocorre hiperuricemia (HEINIG e JOHNSON, 2006).

Além disso, a hiperinsulinemia ativa o sistema renina-angiotensina, aumentando a angiotensina II, que eleva o ácido úrico plasmático tanto pela reabsorção de urato como pelo aumento de sua síntese a partir do metabolismo das purinas. A hiperinsulinemia também promove maior produção de espécies reativas ao oxigênio e ao nitrogênio por indução endógena de NAD(P)H (nicotinamida adenina dinucleotídeo-P) oxidase e xantina oxidase. O ácido úrico, em elevadas concentrações, induz o fator nuclear Kappa B e a proteína quimioatrativa de monócitos, mecanismos envolvidos no processo inflamatório presente na resistência à insulina e na aterosclerose (MOTA et al, 2009).

## **2.5) Fatores associados às alterações metabólicas em adolescentes**

Entre fatores associados à resistência à insulina e demais alterações metabólicas, a literatura destaca o excesso de peso e/ou de gordura corporal, principalmente acumulado na região abdominal, o sedentarismo, etilismo, tabagismo, hábitos alimentares inadequados, sexo e idade (SANTOS et al, 2008).

### **2.5.1) Excesso de peso e alterações metabólicas na adolescência**

A obesidade é um estado pró-inflamatório com hipertrofia e hiperplasia de adipócitos relacionados a alterações metabólicas e cardiovasculares (GONZÁLEZ-

JUANATEY et al, 2009). Nos últimos anos tornou-se evidente que o tecido adiposo é um órgão ativo e dinâmico envolvido nos processos de obesidade, diabetes *mellitus* tipo 2, hipertensão arterial, arteriosclerose, dislipidemias, processos inflamatórios agudos e crônicos, entre outros (FONSECA-ALANIZ et al, 2006).

A distribuição da gordura corporal está mais relacionada à morbidade e mortalidade por doenças cardiovasculares quando comparado à quantidade de gordura corporal total. Dessa forma, a gordura visceral apresenta maior associação com as alterações lipídicas e glicídicas, hipertensão arterial e doença arterial coronariana, além de apresentar alta capacidade lipolítica e menor sensibilidade ao estímulo anti-lipolítico da insulina (HALPERN et al, 2006).

Segundo a Organização Mundial da Saúde a obesidade é um dos mais sérios desafios de saúde pública do século XXI. A epidemia é global e sua prevalência é crescente nos países desenvolvidos e em desenvolvimento (WHO, 2009).

Dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) realizada em 2008-2009 em áreas metropolitanas do Brasil encontraram 20,5% de excesso de peso entre adolescentes de 10 a 19 anos, sendo de 21,5% no sexo masculino e 19,4% no feminino, aumento de aproximadamente 4% quando comparado com os resultados da mesma pesquisa em 2002-2003. Quando dividido por faixa etária, observa-se maior prevalência de excesso de peso na fase inicial, chegando a 28,6% nos de 10-11 anos e 25,5% nos de 12 a 13 anos, lembrando que pode ser devido à reserva fisiológica de gordura necessária ao estirão de crescimento e na fase inicial, grande parte destes adolescentes ainda não realizaram o estirão (IBGE, 2010).

Estudo realizado por Armas et al. (2012) com 133 adolescentes com obesidade (>p97), tratados pelo Hospital de Getafe, Madrid, Espanha, 100% apresentaram perímetro da cintura > p90 para idade e sexo; 26,08% com hipertensão; 15,94% com hipertrigliceridemia superior a 150 mg/dL; 10,86% HDL <40 mg/dL; 7,97% com glicemia  $\geq$ 100 mg/dL. A prevalência de síndrome metabólica foi de 19,6% e estes apresentavam maior grau de obesidade e resistência à insulina.

Os resultados encontrados nestes estudos são preocupantes, uma vez que alterações metabólicas e de composição corporal na adolescência podem manter-se na vida adulta. Oliveira et al. (2009) realizaram estudo com 100 indivíduos do sexo masculino, em três fases da vida: ao nascer, no final da adolescência (18 e 19 anos) e no início da vida adulta. O IMC na adolescência correlacionou-se positivamente com o peso e o IMC na vida adulta ( $r = 0,634$ ;  $p < 0,001$ ;  $r = 0,678$ ;  $p < 0,001$ ; respectivamente). Os adultos com síndrome metabólica apresentavam na adolescência maiores valores de

peso, perímetro da cintura e IMC, reforçando a constatação de que com o aumento da prevalência de sobrepeso/obesidade na adolescência pode refletir no aumento da prevalência da síndrome metabólica na vida adulta.

Portanto, o aumento da prevalência da obesidade e demais alterações metabólicas na adolescência constitui-se fator de risco para o desenvolvimento da resistência à insulina, que está fortemente associado à síndrome metabólica.

### **2.5.2) Associação da gordura corporal com as alterações metabólicas**

A análise da composição corporal é importante na avaliação e no acompanhamento da saúde e do estado nutricional da população, visto a relação de morbimortalidade entre doenças cardiovasculares e excesso de gordura corporal (HALPERN et al, 2006).

O excesso de gordura corporal, principalmente abdominal, é um dos componentes principais na instalação de alterações inflamatórias ligadas à resistência à insulina, podendo levar à síndrome metabólica. Sugere-se que o perfil inflamatório associado com excesso de tecido adiposo visceral pode estar ligado a armazenamento do excedente de energia resultante de balanço energético positivo (excesso na alimentação e/ou falta de atividade física) (DESPRÉS, 2012).

A quantificação e distribuição da gordura corporal é um dos componentes mais analisados em estudos de composição corporal. O excesso de gordura corporal, principalmente na região central do corpo, constitui-se um dos mais sérios problemas de saúde pública na atualidade, apresentando associação com as alterações metabólicas e forte relação na etiologia da hiperinsulinemia e dos outros componentes da síndrome metabólica (OLIVEIRA et al, 2004).

Quanto à distribuição da gordura corporal existe diferença entre os sexos. Os adolescentes do sexo masculino apresentam menor quantidade de gordura corporal que os do feminino. Ambos acumulam peso em tecido magro durante a adolescência, porém esse acúmulo é menor nas adolescentes que acumulam mais tecido adiposo (FORBES, 1991).

Em homens, a síndrome metabólica relaciona-se a um hipogonadismo tanto por diminuição de gonadotrofinas como por inibição direta da produção de testosterona. Já nas mulheres, existe um excesso de produção de androgênios, principalmente relacionado à hiperinsulinemia, aumento da atividade da aromatase e da liberação de LH (hormônio luteinizante) (MATOS, MOREIRA e GUEDES, 2003).

Indivíduos obesos com síndrome metabólica geralmente têm maior distribuição da gordura na região visceral e esta aumenta o risco de doenças cardiovasculares por estar associada com desordens metabólicas que levam à resistência à insulina. A síndrome metabólica e a resistência à insulina estão associadas com a produção de substâncias do tecido adiposo visceral, como ácidos graxos livres (que irão levar às dislipidemias) e citocinas (como as TNF- $\alpha$ ) (MOON, KIN e SONG, 2004).

O acúmulo de gordura na região abdominal e a hiperinsulinemia também está associado com um perfil trombogênico e inflamatório. Concentrações aumentadas de fibrinogênio e do inibidor do ativador do plasminogênio 1 (PAI-1) têm sido relatadas em indivíduos com obesidade visceral, aumentando o risco de trombose nestes indivíduos. Embora exista evidência de que possa existir uma forte relação da hiperinsulinemia com concentrações elevadas do PAI-1, é possível que este mecanismo seja dependente do estado metabólico e da quantidade de gordura corporal. Níveis elevados de certos marcadores inflamatórios como a interleucina 6 (IL-6), o TNF- $\alpha$  (fator de necrose tumoral) e a proteína C reativa (PCR) também estão associados ao excesso de gordura corporal (OLIVEIRA et al, 2004), e sua presença durante a infância e adolescência favorece a manifestação precoce de comorbidades associadas, uma vez que as primeiras lesões vasculares ocorrem neste período (GONZÁLEZ-JUANATEY, 2009).

Além disso, as alterações metabólicas ocorridas na puberdade, mediadas pelos glicocorticóides, hormônios sexuais e de crescimento, também influenciam a composição corporal, o metabolismo lipídico e da glicose, aumentando o risco cardiovascular e a resistência à insulina em adolescentes púberes (MATOS, MOREIRA, GUEDES, 2003).

No estudo realizado por Zwiauer et al. (1990) observaram que a relação entre distribuição de gordura corporal, lipídios e lipoproteínas em adolescentes obesos é diferente entre os sexos. Os adolescentes do sexo feminino com elevada relação cintura/quadril (RCQ) são mais aptos a terem aumento nos níveis de triglicerídeos, colesterol total e LDL. Já nos do sexo masculino, os triglicerídeos são levemente aumentados, mas o HDL e a relação colesterol total/HDL são diminuídos. Entretanto, em ambos os sexos, um aumento da gordura abdominal, avaliada pela RCQ, tem consequências negativas quanto aos níveis de lipídios e lipoproteínas.

Vários são os métodos de avaliação da composição corporal, os quais variam em acurácia, complexidade, custos e disponibilidade. Dentre estes, a bioimpedância tem sido utilizada para se estimar a gordura corporal total e regional em todas as faixas etárias, inclusive adolescentes, embora não seja o método padrão-ouro para se avaliar a

adiposidade, como o DEXA (BARBOSA et al, 2006; FARIA et al, 2009; PEREIRA et al, 2011a), e também pelo custo mais alto, pode ser inviável em estudos populacionais. Desta forma, pelas limitações e alto custo dos equipamentos de avaliação da composição corporal, são utilizadas em estudos epidemiológicos, medidas antropométricas, como perímetros da cintura, relação cintura/quadril (RCQ), relação cintura/estatura (RCE), pela praticidade e pelo baixo custo (LI et al, 2006), além de serem utilizadas como preditoras de risco para doenças cardiovasculares (FARIA et al, 2009; GONTIJO et al, 2010; PEREIRA et al, 2011b).

O perímetro da cintura é um índice antropométrico mais representativo da gordura intraabdominal e de aferição mais simples e reprodutível e esta medida isolada tem demonstrado melhor associação com as alterações metabólicas do que a RCQ. Em adolescentes, parece que a RCQ não é apropriada como medida antropométrica para avaliar a distribuição da gordura corporal, pois a largura pélvica sofre alterações rápidas durante a maturação sexual, podendo a RCQ estar mais relacionada a essa variação do que à distribuição da gordura corporal, propriamente dita. Entretanto, ainda não foram estabelecidos pontos de corte para perímetro da cintura que indiquem o risco do adolescente desenvolver doença cardiovascular na vida futura (OLIVEIRA et al, 2004; PEREIRA et al, 2011b).

Em estudo com 6152 meninas de 6 a 19 anos da China, dividiram a amostra em três grupos: perímetro da cintura normal, moderado e alto e encontraram estreita associação entre o perímetro da cintura e o desenvolvimento sexual, especialmente a idade da menarca. Meninas com alto perímetro da cintura foram mais vulneráveis a menarca precoce e excesso de gordura corporal (YAN e YE, 2011).

Estudo de Wu et al. (2012) com 6.997 alunos com idades entre 12 e 24 anos encontrou uma prevalência de síndrome metabólica de 1,4% nos adolescentes, sendo que a relação cintura/estatura esteve mais fortemente associada com os componentes da síndrome metabólica do que os valores iguais ou superiores ao percentil 90 do perímetro da cintura e relação cintura/quadril.

Bindler, Bindler e Daratha (2012) ao avaliar 150 adolescentes de Washington, Estados Unidos, observaram que os com obesidade apresentavam maiores valores de HOMA-IR, proteína C reativa, triglicerídeos e pressão arterial e o perímetro da cintura e os níveis de triglicerídeos foram preditores da resistência à insulina nesta população.

No decorrer da adolescência, com o processo de maturação, a composição do organismo é alterada. Na puberdade, as adolescentes apresentam maior deposição de tecido adiposo do que o sexo masculino (FORBES, 1991; PRIORE, 1998). Portanto, o

percentual de gordura corporal é uma medida importante para a avaliação e acompanhamento do estado nutricional e da saúde dos adolescentes, e o diagnóstico precoce possibilita a realização de intervenções em um período propício à redução dos fatores de risco.

A deposição excessiva de tecido adiposo principalmente na região abdominal agrava essa situação. Por isso deve-se prestar atenção ao adolescente que apresenta Índice de Massa Corporal (IMC) adequado, uma vez que este pode apresentar percentual de gordura elevado e também vir a apresentar riscos de morbimortalidade semelhantes aos com IMC elevado. Estes são denominados de adolescentes metabolicamente obesos de peso normal uma vez que possuem alto percentual de gordura corporal, podendo se comportar de modo semelhante a indivíduos com excesso de peso, acontecendo principalmente nas adolescentes do sexo feminino (FARIA et al, 2009; SERRANO et al, 2010; PEREIRA et al, 2011a; VIEIRA et al, 2011).

O excesso de gordura corporal pode aumentar os riscos de alterações metabólicas como dislipidemias, resistência à insulina, tolerância diminuída à glicose e hipertensão arterial, fatores estes que quando presentes simultaneamente em um indivíduo determinam o diagnóstico da síndrome metabólica (FARIA et al, 2009; SERRANO et al, 2010). Logo, torna-se evidente a importância de se avaliar a composição corporal nesta fase para prevenção das doenças crônicas não transmissíveis na vida adulta.

Outro índice que tem sido muito utilizado na literatura, inclusive em adolescentes, é a RCE (ALVAREZ et al, 2008; PEREIRA et al, 2011b) que apresenta vantagem em relação ao perímetro da cintura isolado, pois seu ajuste pela estatura permite o estabelecimento de um ponto de corte único e aplicável à população geral, independentemente do sexo, idade e etnia (PEREIRA et al, 2011b).

Alvarez et al. (2008) avaliaram a associação entre medidas antropométricas de localização de gordura central e os componentes da síndrome metabólica em uma amostra probabilística de 610 adolescentes de 12 a 19 anos de escolas públicas de Niterói, RJ. Nos meninos, a associação positiva entre perímetro da cintura ( $\beta=1,03$ ,  $p<0,01$ ) e relação cintura/estatura ( $\beta=2,33$ ,  $p<0,05$ ;  $\beta=2,12$  e  $p<0,01$ ) com triglicerídeos foi mantida independente de IMC e percentual de gordura corporal (%GC), respectivamente. O perímetro da cintura se correlacionou com a pressão arterial sistólica independente do %GC, tanto nos meninos ( $\beta=0,70$   $p<0,01$ ) quanto nas meninas

( $\beta=0,68$ ;  $p<0,01$ ), sendo a medida de gordura central a que apresentou melhor associação com os componentes da síndrome metabólica nos adolescentes.

Pereira et al. (2011b) também avaliaram se o perímetro da cintura e a RCE são preditores de fatores de risco cardiovasculares em 113 adolescentes do sexo feminino de 14 a 19 anos de Viçosa-MG. As adolescentes com obesidade abdominal apresentaram maiores valores de triglicérides (exceto para a RCE), insulina, HOMA-IR, leptina, pressão arterial sistólica e diastólica; o HDL foi mais baixo no grupo com perímetro da cintura  $\geq$ percentil 90, porém sem significância estatística ( $p=0,052$ ). Concluíram que o perímetro da cintura e a RCE são medidas úteis para identificar adolescentes do sexo feminino com maior risco cardiovascular; contudo, o perímetro da cintura, isoladamente, apresentou melhor desempenho.

Porém, não há pontos de corte específicos de perímetro da cintura, relação cintura/quadril e relação cintura/estatura em adolescentes brasileiros. Por isso, muitos estudos utilizam populações de outros países ou realizam estudos regionais a fim de estabelecer pontos de corte para esta faixa etária. Além disso, Wang (2002) enfatiza o fato de que, essa medida apresentar variação, em razão do crescimento físico, faz com que os pontos de corte, quando existem, tenham que ser diferentes para cada faixa etária e sexo, por isso a importância de se estudar estes pontos de corte nas três fases da adolescência.

Alguns estudos avaliam pontos de corte específicos para adolescentes. Klunder-Klunder e Flores-Huerta (2011) propõe a utilização de valores de perímetro da cintura em relação aos percentis de estatura para avaliação da obesidade abdominal, em estudo com 3378 crianças e adolescentes de 6 a 16 anos do México. Estimaram valores de perímetro da cintura de acordo com idade e gênero para percentis de estatura. No sexo masculino, o perímetro da cintura aumentou 2 cm para dez unidades de percentil de estatura e 2,5 cm para cada ano de idade. No sexo feminino, o perímetro da cintura aumentou em 1 cm e 2,8 cm, respectivamente. Valores de perímetro da cintura em indivíduos da mesma idade e gênero nos menores percentis de estatura foram inferiores às dos indivíduos nos percentis superiores, portanto, conclui-se que há variações nos valores de perímetro da cintura diretamente associados com os percentis de estatura.

De Plata et al. (2011) em estudo com 1773 adolescentes de 10 a 16 anos de Cali, Colômbia, usando percentis de perímetro da cintura, encontraram maiores valores das variáveis antropométricas nas adolescentes do sexo feminino, incluindo percentual de gordura corporal, porém o perímetro da cintura foi maior nos do sexo masculino para a maioria das idades. Portanto, os autores sugerem que a avaliação dos indicadores

antropométricos seja realizada através de percentis usando a própria população como referência.

Desta forma, a definição de pontos de corte das variáveis de composição corporal relacionados ao excesso de peso e/ou de gordura corporal e alterações metabólicas em adolescentes, é de extrema importância e pode ajudar no diagnóstico precoce de indivíduos em risco aumentado para doenças e auxiliar na efetividade das medidas preventivas.

### **2.5.3) Estilo de vida inadequado**

A cultura “obesogênica”, caracterizada pela adoção de prática alimentar inadequada, vem se consolidando entre adolescentes. Além de ser uma fase importante para mudança de comportamento, a adolescência é o período que antecede a vida adulta e o hábito adotado pelos jovens tende a se manter com o avançar da idade (WHO, 2005).

Pesquisas têm mostrado que a prática alimentar de adolescentes geralmente é inconsistente com as recomendações para uma alimentação saudável (TORAL et al, 2007; MONGES-ROJAS et al, 2010). Frutas e hortaliças são alimentos normalmente rejeitados e, além disso, é difícil atingir a recomendação das porções diárias destes alimentos (TORAL et al, 2007) enquanto alimentos ricos em açúcar e gordura como refrigerantes, salgadinhos e balas são preferencialmente consumidos (LEVY et al, 2010).

Durante a adolescência é comum omitir refeições, especialmente do café da manhã, comprometendo assim a ingestão de alimentos e de alguns nutrientes como o cálcio. Tal fato pode refletir especialmente em processos fundamentais para o crescimento e desenvolvimento e contribuir para o aparecimento de alterações metabólicas. Para os adolescentes pré-puberes esta inadequação é ainda mais relevante tendo em vista o crescimento mais intenso (SANTOS et al, 2007).

Além disso, as refeições principais, como almoço e jantar, tendem a ser substituídas por lanches quase sempre pouco nutritivos (ricos em gorduras e açúcares, pobre em vitaminas, minerais e fibras) (MONGES-ROJAS et al, 2010).

Em estudo com jovens foram observadas mudanças no comportamento alimentar entre grupo controle e grupo de intervenção. Observou-se aumento de 13,9% de jovens que relataram “nunca ou quase nunca” consumir lanches vendidos por ambulantes, a

substituição do almoço ou jantar por lanche nesta categoria aumentou 20,7% para o almoço e 15,9% para o jantar (VARGAS et al, 2011).

O hábito alimentar inadequado e o sedentarismo irão favorecer acúmulo de tecido adiposo e a obesidade futura, além do aparecimento de doenças crônicas e por isso deve ser investigado.

Estudo de Fernandes et al. (2011) com 1.630 adolescentes na cidade de Presidente Prudente, em São Paulo, Brasil, encontraram que adolescentes do gênero masculino foram mais ativos do que as do feminino (21,7 e 9,4%, respectivamente;  $p=0,001$ ), ao passo que o hábito de assistir televisão foi mais frequente entre as meninas (44,0 e 29,2%;  $p=0,001$ ). Práticas de atividade física foram associadas com maior consumo de frutas (OR=1,90; IC95% 1,39-2,60) e hortaliças (OR=1,48; IC95% 1,09-2,01), ao passo que o maior consumo de frituras (OR=2,13; IC95% 1,64-2,77) e salgadinhos (OR=1,91; IC95% 1,49-2,45) esteve associado ao hábito de assistir televisão.

Por ser a fase de maior velocidade no crescimento e de modificações na composição corporal, o adolescente apresenta demanda energética elevada e a alimentação deve ser quanti e qualitativamente adequada para atender às necessidades nutricionais específicas desse período da vida (BRAGA et al, 2007). Diante da preocupação com o corpo esbelto e esguio, os adolescentes, principalmente do sexo feminino, podem buscar dietas inadequadas para o controle de peso aumentando o risco de compulsão alimentar e distúrbios alimentares (ESPINOZA et al, 2010).

Portanto, os métodos fáceis e rápidos para emagrecimento, que não garantem a adoção de comportamentos alimentares saudáveis, além da privação do prazer de comer, levam a risco para os transtornos alimentares, como a anorexia e a bulimia nervosa e risco para o desenvolvimento do adolescente (CORDÁS et al, 2011).

Estas modificações no estilo de vida podem levar à obesidade e a fatores de risco para o desenvolvimento da síndrome metabólica (SANTOS et al, 2008). Já na adolescência, indivíduos obesos e/ou com alterações metabólicas provavelmente permanecerão acima do peso e com as respectivas alterações na idade adulta (OLIVEIRA et al, 2009).

Esta fase também é caracterizada como um período de vulnerabilidade biológica e social, uma vez que os adolescentes são mais propícios ao envolvimento com drogas ilícitas, abuso de bebidas alcoólicas, tabagismo e início de relacionamento sexual desprotegido, que nesse último caso pode resultar em gravidez precoce, aborto, AIDS e outras doenças sexualmente transmissíveis, comprometendo a qualidade vida do

adolescente (BRASIL, 2005). Além disso, o aumento nas prevalências de excesso de peso e alterações metabólicas, bem como a ocorrência de doenças carenciais, como a anemia, ressaltam a importância de ações de saúde direcionadas a este grupo populacional, uma vez que tais fatores podem persistir na idade adulta (WHO, 2005).

Sendo assim, por anteceder de imediato a idade adulta, a adolescência é considerada uma fase de oportunidades para que se estabeleçam intervenções que possam modificar riscos futuros para a saúde dos indivíduos. Adolescentes são a população adulta de amanhã e a saúde e bem estar deles são essenciais. Diante de todas estas questões, os adolescentes devem ser vistos como grupo chave no âmbito da atenção primária, pois além das mudanças características da fase, também já trazem alterações físicas e comportamentais da infância (WHO, 2005). Além disso, a adolescência é um período oportuno para a adoção e consolidação de hábitos alimentares na vida adulta e prevenção de doenças crônicas não transmissíveis futuras (BURT, 1998).

Portanto, entender esta fase e as questões relacionadas a ela, propicia atenção à saúde mais adequada por parte do profissional, bem como o planejamento de políticas e programas governamentais direcionados a este grupo populacional.

#### **2.5.4) Demais fatores associados às alterações metabólicas na adolescência**

Quando o objetivo é garantir uma dieta saudável é importante saber como os fatores relacionados se comportam. Ao verificar a contribuição sociodemográfica nos padrões alimentares de adolescentes em estudo transversal com reavaliação cinco anos mais tarde ainda na adolescência, observou-se manutenção dos padrões nos dois momentos. A frequência de alimentação com a família se associou positivamente a uma dieta mais saudável (ingestão de frutas, vegetais e cereais) e negativamente com a presença de alimentos gordurosos. Ressalta-se que na segunda avaliação surgiu um novo padrão dietético: os “*fast foods*” (CUTLER et al, 2011).

Em geral, acredita-se que os pais possuem grande influência sobre o comportamento alimentar dos filhos, moldando suas preferências, escolhas e atitudes alimentares. Entretanto, estudo longitudinal com adolescentes holandeses de 13 a 16 anos demonstrou que parece não haver transmissão direta da restrição alimentar dos pais para os filhos. Isso ocorreu porque tais influências geralmente estiveram presentes nos adolescentes mais novos, faixa esta em que a restrição não é interessante (SONCK et al, 2009). Vale ressaltar que a influência verbal dos pais pode ser diferente para meninos e

meninas, sendo que os primeiros tendem a apresentar maior impacto negativo na ingestão. Ações podem ser mais efetivas que palavras, ou seja, adolescentes tendem a ser mais influenciados pelo que vêem (MONGE-ROJAS et al, 2010).

Os pares também podem influenciar a alimentação adotada pelos jovens, tanto de modo positivo, quando este precisa de apoio para persistir em alguma mudança de hábito (SANTOS et al, 2007); quanto de modo negativo, ao fazerem comentários negativos sobre peso e exercerem pressão para adoção de estratégias que visem perda peso, especialmente para as meninas (TREMBLAY e LARIVIERE, 2009).

Publicidade e propaganda também devem ser consideradas ao pensar na construção do padrão alimentar de adolescentes, principalmente na fase inicial (MATTOS et al, 2010). No início da adolescência o indivíduo já tem o seu perfil de consumidor delineado. O padrão alimentar vem sendo modificado ao longo da história em função de vários aspectos, como facilidade de acesso e maior poder aquisitivo da sociedade moderna, que permitem maior ampliação do mercado consumidor e a diversidade dos produtos nas prateleiras (CAVALCANTI e MELO, 2008). As estratégias de marketing utilizadas geralmente chamam atenção para adoção de comportamentos de consumo não saudáveis e são amplamente divulgadas para este público podendo ferir o direito humano a alimentação adequada (MOURA, 2010).

A televisão é o veículo de acesso à informação mais comum entre a população. Além de reduzir a realização de exercícios físicos, o hábito de assistir televisão geralmente está associado à ingestão de alimentos pouco saudáveis como biscoitos, salgadinhos, lanches e refrigerantes (LEVY et al, 2010) e a perda de percepção quanto a quantidade de alimentos ingeridos (FIATES et al, 2007).

O adolescente é extremamente vulnerável ao meio em que está inserido, pois passa por período de intensa transformação, buscando encontrar uma nova identidade, passando a adotar e compartilhar as mesmas tendências, costumes e hábitos apresentados, não somente pelo grupo de amigos, mas pelos familiares, podendo, nesse período, fazer uso de álcool e tabaco (MORENO et al, 2010).

As condições de vida e o relacionamento ou vínculo do adolescente com a família, podem ser fatores que favoreçam o uso de substâncias ilícitas pelo adolescente. Em contrapartida, relações familiares saudáveis atuam como fatores de proteção no estabelecimento de normas para os diversos comportamentos sociais (MATOS et al, 2010).

Moreno et al. (2010) em estudo com 1533 adolescentes entre 10 e 20 anos do município de Embu-SP, mostraram que 4,8% são fumantes e 58,3% experimentaram

bebida alcoólica. A média de idade de iniciação ao consumo de bebida alcoólica é de 13,1 anos e a média de idade de iniciação do uso de tabaco é de 12,6 anos, sendo este consumo principalmente em festas, com os amigos, ou até mesmo em casa, com familiares. Entre os fatores relatados que influenciaram na sua decisão em fumar, encontrou-se prevalência elevada de amigos e familiares fumantes, que somados, representavam 29,8%, mostrando que o fumo pelos jovens apresenta sinergismo com os indivíduos, que convivem e interagem.

Comportamentos de risco, como tabagismo, promiscuidade sexual, uso de drogas ilícitas, vandalismo e atos agressivos, muitas vezes, são mecanismos compensatórios de estados emocionais comprometidos pela depressão e pelo estresse emocional. As ações de prevenção contra os fatores desencadeantes da depressão, como falta de objetivos de vida, sensação de inutilidade frente ao mundo, falta de perspectiva, falta de estratégias para lidar com as tensões da vida e desconhecimento do valor de hábitos de vida saudáveis para a manutenção da saúde, podem colaborar para hábitos de vida inadequados (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2005).

Por fim, a história familiar para alterações metabólicas, também é considerada fator de risco, pois inclui os fatores genéticos, a herança cultural e os hábitos de vida, inclusive os alimentares (FARIA, 2007). Em estudo realizado com 100 adolescentes do sexo feminino de 14 a 17 anos, em Viçosa-MG, encontrou-se 93% com história familiar de doenças crônicas não transmissíveis, sendo que as maiores prevalências foram para história familiar de hipertensão arterial (82%), seguida de dislipidemia (57,3%). Encontrou-se associação entre excesso de peso atual e glicemia de jejum alterada com história familiar de obesidade e entre a presença de hipertensão arterial e história familiar para esta alteração (FARIA, 2007).

## **2.6) Síndrome Metabólica na Adolescência**

O termo síndrome metabólica descreve um conjunto de fatores de risco metabólicos que se manifestam num indivíduo e aumentam as chances de desenvolver doenças cardiovasculares, devido a uma base fisiopatológica comum entre os componentes da síndrome, possivelmente articulada pela obesidade central e resistência à insulina. Entre os fatores incluídos estão obesidade visceral, dislipidemias, hipertensão arterial, alteração no metabolismo da glicose e insulina (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2009).

A síndrome metabólica vem se destacando devido à sua associação com o desenvolvimento de doença cardiovascular. Sua prevalência em adultos varia conforme as características da população estudada, e a coexistência dessas múltiplas variáveis de risco cardiovascular também vêm ocorrendo em adolescentes, podendo persistir na vida adulta (FARIA et al, 2009).

Não há consenso no diagnóstico da síndrome metabólica em adolescentes e por isso a prevalência varia de 1,1-44%, dependendo do critério, ponto de corte e das características da população e da região (COOK et al, 2003; BURROWS, 2008; ALVAREZ et al, 2011; COSTA et al, 2012).

### **2.6.1) Critérios Diagnósticos e Prevalência da Síndrome Metabólica em Adolescentes**

No sentido de inserir a síndrome metabólica na prática clínica, muitas organizações têm formulado critérios para o seu diagnóstico. Para os indivíduos adultos, existem cinco conjuntos de critérios bem definidos para o diagnóstico de Síndrome Metabólica.

O primeiro proposto foi o da *World Health Organization (WHO)* em 1998. Segundo este critério, a resistência à insulina é a causa primária da síndrome metabólica. O diagnóstico da WHO pode ser feito quando um paciente apresenta marcador de resistência à insulina (medida por *clamp* euglicêmico ou equivalente) associado a pelo menos dois outros fatores de risco adicionais, entre eles, obesidade, hipertensão arterial, triglicérides elevado, níveis baixos de HDL (*High Density Lipoprotein* - lipoproteína de alta densidade) ou microalbuminúria. Embora a resistência à insulina seja uma medida menos usada na prática clínica, muitos tipos de evidências indiretas são aceitas, como tolerância à glicose, glicemia de jejum alterada, diabetes *mellitus* tipo 2 ou disponibilidade da glicose prejudicada como condições hiperinsulinêmicas e euglicêmicas (ALBERTI e ZIMMET, 1998).

Em 1999, o *European Group for Study of Insulin Resistance (EGIR)* propôs a modificação da definição da WHO (1998), que passou a usar o termo “síndrome da resistência à insulina” ao invés de “síndrome metabólica”, assumindo que a resistência à insulina é a maior causa da síndrome. Níveis plasmáticos de insulina no maior quartil da população associados a dois outros fatores de risco (obesidade abdominal, hipertensão, triglicérides elevados, baixos níveis de HDL e glicemia plasmática elevada)

constituem o diagnóstico da síndrome de resistência à insulina (BALKAU e CHARLES, 1999).

Em 2001, o *National Cholesterol Education Program (NCEP) - Adult Treatment Panel III* (NCEP-ATP III/2001) desenvolveu uma definição para uso clínico, não exigindo a comprovação de resistência à insulina, facilitando sua utilização. Segundo o NCEP-ATP III/2001, o diagnóstico da síndrome metabólica leva em consideração a presença de três ou mais dos seguintes fatores: hipertrigliceridemia, HDL baixo, hipertensão arterial, glicemia de jejum elevada e obesidade abdominal (NATIONAL CHOLESTEROL EDUCATION PROGRAM, 2001).

Em 2003, a *American Association of Clinical Endocrinologists (AACE)* modificou o critério do NCEP-ATP III/2001, enfocando a resistência à insulina como a causa primária de desordens metabólicas. Os critérios usados foram glicemia de jejum alterada, triglicérides elevados, baixos níveis de HDL, pressão arterial elevada e obesidade, não estabelecendo um número de fatores para caracterizar a síndrome, que deve ser julgada na prática clínica. Outros fatores usados para informação na clínica são a história familiar de doenças cardiovasculares ou diabetes, síndrome do ovário policístico e hiperuricemia (EINHORN, 2003).

Em 2005, a *International Diabetes Federation (IDF)* publicou novo critério para modificação da definição do NCEP-ATP III (2001). O grupo da IDF preferiu a definição do NCEP-ATP III/2001 pela sua simplicidade, tendo considerado que a obesidade abdominal está muito correlacionada com a resistência à insulina, portanto, outras medidas de resistência à insulina são desnecessárias. A definição da IDF considera a presença da obesidade abdominal mais dois fatores adicionais da definição do NCEP-ATP III/2001. A IDF considera as diferenças étnicas na correlação entre obesidade abdominal e outros fatores de risco da síndrome metabólica. Por esta razão, o critério de obesidade abdominal foi especificado por nacionalidade ou etnia baseado nas melhores estimativas de populações avaliadas (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2005).

Em 2007, a IDF sugeriu um critério específico para adolescentes. Porém, os autores ressaltam que existem diferenças étnicas, entre os sexos e idades, sendo necessário mais estudos para estabelecer os riscos em cada grupo. A nova definição da IDF é dividida em grupos de idade, pensando nas diferenças em relação às mudanças da puberdade. Para adolescentes de 10 a 16 anos, a síndrome metabólica pode ser diagnosticada pela presença de obesidade abdominal e mais duas alterações (hipertrigliceridemia, baixos níveis de HDL, alta pressão arterial, glicemia de jejum

alterada). Para maiores de 16 anos, o critério de definição para adultos pode ser usado (ZIMMET et al, 2007).

A definição da síndrome metabólica em adolescentes tem sido estabelecida em várias populações usando diferentes componentes para diagnóstico (medida de pregas cutâneas, pressão arterial, gordura corporal, etc) (DUNCAN et al, 2004; FERREIRA et al, 2007). Além disso, estudos sobre a síndrome metabólica em adolescentes vêm sendo realizados, utilizando adaptações das definições de adultos com pontos de corte específicos de adolescentes (SILVA et al, 2005; FARIA, 2007; ARMAS et al, 2012; COSTA et al, 2012).

Alvarez et al. (2006), em estudo no Brasil com 388 adolescentes do sexo feminino de 12-19 anos, utilizaram critério para diagnóstico da síndrome metabólica específico para adolescentes. Estes autores definiram a síndrome metabólica pela presença de pelo menos três dos seguintes componentes: sobrepeso/obesidade de acordo com o critério do IOTF (*International Obesity Task Force*), glicose  $\geq 100$ mg/dL, HDL  $< 35$ mg/dL, triglicérides  $> 130$ mg/dL.

Jessup e Harrel (2005) ressaltam que a prevalência da síndrome metabólica na adolescência varia segundo o critério diagnóstico utilizado, bem como a definição adotada para os pontos de corte. Existe também a variação em relação ao sexo, etnia e gravidade de obesidade.

Estudo realizado no sul da Austrália com 99 crianças de 6-9 anos com sobrepeso ou obesidade, utilizando três definições da síndrome metabólica, propostas pelo NCEP-ATP III/2001, EGIR e Lambert et al. para adultos e modificados para adolescentes, encontrou 0-4% do total de indivíduos classificados com síndrome metabólica, quando foram aplicadas definições de adultos. A síndrome metabólica aumentou para 39-60% quando foram usadas adaptações para crianças e adolescentes (GOLLEY et al, 2006).

Estudo de Costa et al. (2012) com 121 adolescentes obesos na fase inicial, entre 10 a 14 anos, de escolas públicas de Porto Alegre, Brasil, utilizando três critérios para diagnóstico da síndrome metabólica: IDF (2007); Cook et al. (2003) e Ferranti et al. (2004), encontraram a síndrome em 39,7; 51,2 e 74,4%, de acordo com IDF, Cook e Ferranti, respectivamente. Houve concordância (pelo teste de Kappa) para os três critérios em 60,3% da amostra, sendo o perímetro da cintura aumentado, o componente mais prevalente (81,0; 81,0 e 96,7%), enquanto que a glicemia de jejum alterada foi a menos prevalente (7,4; 1,7 e 1,7%). O uso do HOMA-IR aumentou a proporção de diagnósticos positivos para a síndrome metabólica.

Sabe-se, no entanto, que a prevalência da síndrome metabólica é maior entre adolescentes com sobrepeso ou obesidade (HASSAN et al, 2011; ARMAS et al, 2012; STABELINI NETO et al, 2012). O Quadro 3 apresenta a prevalência da síndrome metabólica em adolescentes de diferentes populações.

Estes resultados encontrados na literatura têm importantes implicações para a saúde pública, pois estes fatores de risco na adolescência estão associados à presença da síndrome metabólica em adultos (OLIVEIRA, 2009). Diante disso, ressalta-se a necessidade de estudar mais para estabelecer um critério para o diagnóstico da síndrome metabólica e pontos de corte específicos segundo as três fases da adolescência.

**Quadro 3.** Estudos relacionados à síndrome metabólica em adolescentes.

AUTOR / ANO	LOCAL	FAIXA ETÁRIA	CRITÉRIO	PREVALÊNCIA
Ferranti et al. (2004)	Estados Unidos	1960 adolescentes; 12-19 anos	NCEP-ATPIII/2001 adaptados para sexo e idade	→ 63,4% com pelo menos uma alteração metabólica; 9,2% com SM; 31,2% IMC <sub>≥</sub> p85 tinham a síndrome.
Barbosa (2006)	Viçosa/MG, Brasil	60 adolescentes do sexo feminino de 14-17 anos	NCEP-ATPIII/2001 adaptado para adolescentes	→ Nenhuma adolescente apresentou SM; 23,3% com CT acima do desejável; 15% LDL acima do desejável; 10% hipertrigliceridemia; 5% HDL baixo; 3,2% glicemia alterada.
Faria (2007)	Viçosa/MG, Brasil	100 adolescentes do sexo feminino de 14-17 anos	Comparação WHO (1998); EGIR (1999); NCEP/ATPIII (2001); AACE (2003); IDF (2005)	→ 57% CT acima do desejável; 47% LDL acima do desejável; 22% hipertrigliceridemia; 50% HDL baixo; 4% glicemia alterada, 11% resistência à insulina; SM variou de 1-28% dependendo do critério usado.
Gontijo et al. (2010)	Viçosa/MG, Brasil	199 adolescentes de 10 a 19 anos	Critério proposto por Faria et al. (2007)	→ 16,6%, sendo 35,5% nos com excesso de peso.
Armas et al. (2012)	Madrid, Espanha	133 indivíduos de 5 a 19 anos com obesidade	IDF (2007)	→ 19,6% com síndrome metabólica.
Stabelini Neto et al. (2012)	Paraná, Brasil	582 adolescentes de 12 a 18 anos	NCEP-ATPIII/2001 adaptados para adolescentes segundo Cook et al. (2003)	→ A prevalência de SM foi 6,7%; sexo masculino 9,4% e feminino 4,1%. Prevalência de SM de 17,2% e 37,1% nos com sobrepeso e obesidade, respectivamente.

SM = síndrome metabólica; CT = colesterol total; %GC = percentual de gordura corporal.

WHO – *World Health Organization*; EGIR – *European Group for Study of Insulin Resistance*; NCEP/ATPIII/2001- *National Cholesterol Education Program- NCEP -Adult Treatment Panel III* – ATPIII (2001); AACE - *American Association of Clinical Endocrinologists*; IDF - *International Diabetes Association*.

## **2.7) Prevenção e promoção da saúde na adolescência**

No Brasil, observa-se a influência da mídia na valorização do modelo norte-americano como referência de modernidade, tornando o padrão alimentar mais permeável a mudanças, especialmente em crianças e adolescentes, estimuladas pela publicidade e também pela indústria, devido à produção abundante de alimentos práticos e saborosos. Assim, medidas preventivas, como o controle da propaganda de alimentos pela mídia e a inclusão da educação alimentar no currículo escolar, devem ser instituídas desde a infância, visando ao melhor manejo no controle da obesidade (CAVALCANTI e MELO, 2008).

Vale ressaltar ainda que os adolescentes já apresentam fatores de risco para síndrome metabólica, como excesso de peso e/ou de gordura corporal, alteração nos níveis séricos lipídicos, glicídicos e nos níveis de pressão arterial, que tendem a persistir na vida adulta (OLIVEIRA et al, 2009). Por esse motivo, a prevenção das doenças crônicas não transmissíveis deve ter início em fases precoces da vida, com a identificação de seus fatores de risco e as condições que propiciam a sua instalação (GUERRA et al, 2003).

Sendo assim, por anteceder de imediato a idade adulta, a adolescência é considerada um período de grande importância para que se estabeleçam intervenções que possam modificar riscos futuros para a saúde dos indivíduos. A adoção precoce por toda a população de um estilo de vida relacionado à manutenção da saúde, como dieta adequada e prática regular de atividade física, preferencialmente desde a infância e adolescência, é um componente básico da prevenção da síndrome metabólica (SOCIEDADE BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO, 2004).

A importância do conhecimento sobre este assunto justifica-se pela necessidade da implementação de medidas intervencionistas e de prevenção no combate à síndrome metabólica e seus fatores de risco. Programas governamentais que incluam incentivo à prática de atividade física regular e hábitos alimentares adequados são importantes no controle destas alterações metabólicas em adolescentes. Também é evidente que essas medidas só serão alcançadas se houver participação da família, das escolas, das comunidades, em um esforço conjunto da sociedade e do governo. Por isso, a atuação integrada dos membros da equipe de saúde (médico, nutricionista, educador físico, enfermeiro, psicólogo, assistente social, farmacêutico) visando à assistência ao paciente, é de grande importância para conquistas futuras (SOCIEDADE BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO, 2004).

## 2.8) Referências Bibliográficas

ALBERTI, K.G.; ZIMMET, P.Z. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications, part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation. **Diabet Med**, v.15, p. 539 –553, 1998.

ALBU, J.B.; KOVERA, A.J.; ALLEN, L.; WAINWRIGHT, M.; BERK, E.; RAJA-KHAN, N.; et al. Independent association of insulin resistance with larger amounts of intermuscular adipose tissue and a greater acute insulin response to glucose in african american than in white nondiabetic women. **Am J Clin Nutr**, v.82, p.1210-7, 2005.

ALVAREZ, M.M.; VIEIRA, A.C.R.; SICHIERI, R.; VEIGA, G.V. Prevalence of metabolic syndrome and of its specific components among adolescents from Niterói City, Rio de Janeiro State, Brazil. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v.55, n.2, p. 164-170, 2011.

ALVAREZ, M.M.; VIEIRA, A.C.R.; MOURA, A.S.; VEIGA, G.V. Insulin resistance in Brazilian adolescent girls: Association with overweight and metabolic disorders. **Diabetes Res Clin Pract**, v. 74, p. 183–188, 2006.

ALVAREZ, M.M.; VIEIRA, A.C.R.E.; SICHIERI, R.; VEIGA, G.V. Associação das Medidas Antropométricas de Localização de Gordura Central com os Componentes da Síndrome Metabólica em uma Amostra Probabilística de Adolescentes de Escolas Públicas. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v.52, n.4, p.649-657, 2008.

ARMAS, M.G.; MEGIAS, S.M.; VIVEROS, M.M.; BOLANOS, P.I.; PINERO, B.V. Prevalencia de síndrome metabólico en una población de niños y adolescentes con obesidad. **Endocrinol Nutr**, v.59, n.3, p.155-159, 2012.

BALKAU, B.; CHARLES, M.A. Comment on the provisional report from the WHO consultation. European Group for the Study of Insulin Resistance (EGIR). **Diabet Med**, v. 16, p. 442– 443, 1999.

BAO, W.; SRINIVASAN, S.R.; BERENSON, G.S. Persistent elevation of plasma insulin levels is associated with increased cardiovascular risk in children and young adults. **Circulation**, v.93, p.54-9, 1996.

BARBOSA, K. B. F. **Consumo Alimentar e marcadores de risco para a síndrome metabólica em adolescentes do sexo feminino: comparação entre instrumentos de inquérito dietético.** 2006 - [Dissertação de Mestrado] Departamento de Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BARJA, S.; ARTEAGA, A.; ACOSTA, A.M.; HODGSON, M.I. Insulin resistance and other expressions of metabolic syndrome in obese Chilean children. **Rev Med Chil**, v.131, p. 259-68, 2003.

BLINDER, R.J.; BLINDER, R.C.; DARATHA, K.B. Biological Correlates and Predictors of Insulin Resistance Among Early Adolescents. **J Pediatr Nurs**, In Press, April 2012.

BOLANDER, J.R.; FRANKLYN, F. **Bioquímica endócrina.** In: BAYNES, J.W.; DOMONICZAK, M.H. Bioquímica médica. 2 ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

BRAGA, P.D.; MOLINA, M.B.; CADE, N.V. Expectativas de adolescentes em relação a mudanças do perfil nutricional. **Ciênc Saúde Coletiva**, v.12, n.5, p. 1221-1228, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Marco legal: saúde, um direito de adolescentes.** Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Área de Saúde do Adolescente e do Jovem. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005; 60 p.

BURROWS, R. Síndrome metabólico en niños y adolescentes. **Arch Latin Nefr Ped**, v.8, n.1, p. 1-11, 2008.

BURT, M.R. **¿Por qué debemos invertir en el adolescente?** Organización Panamericana de la Salud Fundación W. K. Kellogg Washington, D.C., 1998.

CARVALHEIRA, J.B.C.; SAAD, M.J.A. Doenças associadas à resistência à insulina/hiperinsulinemia, não incluídas na síndrome metabólica. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v.50, n.2, p.360-367, 2006.

CAVALCANTI, A.C.; MELO, A.M.C.A. Mídia, comportamento alimentar e obesidade na infância e na adolescência: uma revisão. **Rev Bras Nutr Clin**, v. 23, n.3, p. 199-203, 2008.

CHIPKEVITCH, E. **Adolescência e puberdade: a dimensão psicossocial.** In: \_\_\_\_\_. Puberdade e adolescência: aspectos biológicos, clínicos e psicossociais. São Paulo: Rocca, 1995, p.111-161.

COLLI, A. S. **Crescimento e desenvolvimento físico do adolescente.** In: MAAKAROUN, M.F; SOUZA, R.P.; CRUZ, A.R.; (eds). Tratado de adolescência: um estudo multidisciplinar. Rio de Janeiro: Cultural Médica, p.243-257, 1991.

COOK, S.; WEITZMAN, M.; AUINGER, P.; NGUYEN, M.; DIETZ, W.H. Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents: findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. **Arch Pediatr Adolesc Med**, v.157, p. 821-7, 2003.

CORDÁS, T.A.; SALZANO, F.T. **Aspectos Gerais dos Transtornos Alimentares: características, critérios, epidemiologia e etiologia.** In: ALVARENGA, M.; SCAGLIUSI, F.B.; PHILIPPI, S.T. Nutrição e Transtornos Alimentares: avaliação e tratamento. Barueri: Manole; 2011. p. 5-15.

COSTA, R.F.; SANTOS, N.S.; GOLDRAICH, N.P.; BARSKI, T.F.; DE ANDRADE, K.S.; KRUEL, L.F. Metabolic syndrome in obese adolescents: a comparison of three different diagnostic criteria. **J Pediatr (Rio J)**, v.88, n.4, p. 303-9, 2012.

CUTLER, G.J.; FLOOD, A.; HANNAN, P.; NEUMARK-SZTAINER, D. Multiple Sociodemographic and Socioenvironmental Characteristics Are Correlated with Major Patterns of Dietary Intake in Adolescents. **J Am Diet Assoc**, v. 111, p. 230-240, 2011.

DAMIANI, D. **Fisiologia do crescimento normal.** In: Endocrinologia na prática pediátrica. 2 ed, São Paulo, Manole, 2011.

DE ALMEIDA, C.A.; PINHO, A.P.; RICCO, R.G.; PEPATO, M.T.; BRUNETTI, I.L. Determination of glycemia and insulinemia and the homeostasis model assessment (HOMA) in schoolchildren and adolescents with normal body mass index. **J Pediatr (Rio J)**, v.84, n.2, p.136-140, 2008.

DE PLATA, A.C.; PRADILLA, A.; MOSQUERA, M.; RAMIREZ, A.B.G.; ORTEGA, J.G.; RAMIREZ-VELES, R. Centile values for anthropometric variables in Colombian adolescents. **Endocrinol Nutr**, v. 58, n.1, p.16-23, 2011.

DESPRÉS, J.P. Abdominal Obesity and Cardiovascular Disease: Is Inflammation the Missing Link? **Can J Cardiol**, v.28, p.642-652, 2012.

DUNCAM, G.E; LI, S.M.; ZHOU, X. Prevalence and trends of a metabolic syndrome phenotype among U.S. adolescents, 1999-2000. **Diabetes Care**, v. 27, n. 10, p. 2438-43, 2004.

EINHORN, D.; REAVEN, G.M.; COBIN, R.H.; FORD, E.; GANDA, O.P.; HANDELSMAN, Y.; et al. American College of Endocrinology position statement on the insulin resistance syndrome. **Endocr Pract**, v. 9, p. 237–252, 2003.

ESPINOZA, P.; PENELO, E.; RAICH, R.M. Disordered eating behaviors and body image in a longitudinal pilot study of adolescent girls: What happens 2 years later? **Body Image**, v.7, p.70-73, 2010.

FARIA, E. R. **Crêterios diagnósticos e fatores de risco para síndrome metabólica, em adolescentes que já apresentaram a menarca, de escolas públicas de Viçosa-MG.** 2007 - [Disserta o de Mestrado] Departamento de Nutri o e Saúde, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

FARIA, E.R.; FRANCESCHINI, S.C.C.; PELUZIO, M.C.G.; SANT'ANA, L.F.R.; PRIORE, S.E. Correla o entre variáveis de composi o corporal e metabólica em adolescentes do sexo feminino. **Arq Bras Cardiol**, v.93, n.2, 119-27, 2009.

FERNANDES, R.A.; CHRISTOFARO, D.G.D.; CASONATTOS, J.; KAWAGUTI, S.S.; RONQUES, E.R.V.; CARDOSO, J.R.; JÚNIOR, I.F.F.; OLIVEIRA, A.R. Cross-sectional association between healthy and unhealthy food habits and leisure physical activity in adolescents. **J Pediatr (Rio J)**, v.87, n.3, p.252-256, 2011.

FERRANTI, S. D.; GAUVREAU, K.; LUDWIG, D. S.; NEUFELD, E. J.; NEWBURGER, J. W.; NADER, R. Prevalence of the Metabolic Syndrome in American Adolescents:

Findings From the Third National Health and Nutrition Examination Survey. **Circulation**, v. 110, p. 2494 –7, 2004.

FERREIRA, A.P.; OLIVEIRA, C.E.; FRANÇA, N.M. Síndrome metabólica em crianças obesas e fatores de risco para doenças cardiovasculares de acordo com a resistência à insulina (HOMA-IR). **J Pediatr (Rio J)**, v.83, p.21-6, 2007.

FIATES, G.M.R.; AMBONI, R.D.M.C.; TEIXEIRA, E. Television use and food choices of children: Qualitative approach. **Appetite**, v.50, p. 12-18, 2007.

FONSECA-ALANIZ, M.H.; TAKADA, J.; ALONSO-VALE, M.I.C.; LIMA, F.B. O tecido adiposo como centro regulador do metabolismo. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v.50, n.2, p.216-229, 2006.

FORBES, G. B. Body composition of adolescents girls. **Nutrition Today**, p. 17-20, 1991.

GARCÍA, C.B.; GARCÍA, L.C.; JIMÉNEZ, L.C.G.V.A.; CALVO, R.C.; ALCÁZAR, V.M.J.; et al. Índice HOMA y QUICKI, insulina y péptido C en niños sanos. Puntos de corte de riesgo cardiovascular. **An Pediatr (Barc)**, v.66, p.481-90, 2007.

GARNETT, S.P.; HOGLER, W.; BLADES, B.; BAUR, L.A.; PEAT, J.; LEE, J.; et al. Relation between hormones and body composition, including bone, in prepubertal children. **Am J Clin Nutr**, v. 80, n. 4, p. 966-72, 2004.

GOLLEY, R.K.; MAGAREY, A.M.; STEINBECK, K.S.; BAUR, L.A.; DANIELS, L.A. Comparison of metabolic syndrome prevalence using six different definitions in overweight pre-pubertal children enrolled in a weight management study. **Int J Obes**, v. 30, p. 853-860, 2006.

GONTIJO, C.A.; FARIA, E.R.; OLIVEIRA, R.M.S.; PRIORE, S.E. Síndrome Metabólica em Adolescentes Atendidos em Programa de Saúde de Viçosa – MG. **Rev Bras Cardiol**, v.23, n.6, p.324-333, 2010.

GONZÁLEZ-JUANATEY, J.R.; PAZ, F.L.; EIRAS, S.; TEJEIRA-FERNÁNDEZ, E. Adipocitocinas como nuevos marcadores de la enfermedad cardiovascular. Perspectivas fisiopatológicas y clínicas. **Rev Esp Cardiol**, v.62 (Supl 2), p.9-16, 2009.

GUERRA, S.; OLIVEIRA, J.; RIBEIRO, J.C.; TEIXEIRA-PINTO, A.; DUARTE, J.A.; MOTA, J. Relação entre a atividade física regular e a agregação de fatores de risco biológicos das doenças cardiovasculares em crianças e adolescentes. **Rev Bras Saúde Matern Infant**, v.3, n.1; p. 9-15, 2003.

GUNGOR, N.; SAAD, R.; JANOSKY, J.; ARSLANIAN, S. Validation of surrogate estimates of insulin sensitivity and insulin secretion in children and adolescents. **J Pediatr**, v.144, p. 47-55, 2004.

HALPERN, A.; MANCINI, M.C.; CERCATO, C.; VILLARES, S.M.F.; COSTA, A.P.A.C. Efeito do Hormônio de Crescimento Sobre Parâmetros Antropométricos e Metabólicos na Obesidade Andróide. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v.50, n.1, p.68-73, 2006.

HASSAN, N.E.; SAHAR, H.; EL-MASRY, S.A.; et al. Prevalence of metabolic syndrome among obese school students. **e-SPEN**, v.6 , e248-e252, 2011.

HEINIG, M.; JOHNSON, R.J. Role of uric acid in hypertension, renal disease and metabolic syndrome. **Cleve Clin J Med**, v.73, n.12, p. 1059-63, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2010: Características da população e dos domicílios. Resultados do Universo**. Rio de Janeiro. 2011. Acesso em: 14/12/2012. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas\\_da\\_populacao/resultados\\_do\\_universo.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/resultados_do_universo.pdf).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. **Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. **Worldwide definition of the metabolic syndrome 2005**. Disponível em: [http://www.idf.org/webdata/docs/IDF\\_Metasyndrome\\_definition.pdf](http://www.idf.org/webdata/docs/IDF_Metasyndrome_definition.pdf). Acesso em: 12/12/2008.

JESSUP, A.; HARREL, J.S. The metabolic syndrome: look for it in children and adolescents, too! **Clin Diabetes**, v. 23, n. 1, 26-32, 2005.

KESKIN, M.; KURTOGLU, S.; KENDIRCI, M.; ATABEK, M. E.; YAZICI, C. Homeostasis model assessment is more reliable than the fasting glucose/insulin ratio and quantitative insulin sensitivity check index for assessing insulin resistance among obese children and adolescents. **Pediatrics**, v. 115, n. 4, p. 500-503, 2005.

KIM, H.A.; LEE, Y.; KWON, H.S.; LEE, S.H.; JUNG, M.H.; HAN, K.; YIM, H.Y.; LEE, W.C.; PARK, Y.M. Gender differences in the association of insulin resistance with metabolic risk factors among Korean adolescents: Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2008–2010. **Diabetes Res Clin Pract**, v.99, n.1, p.54-62, 2013.

KLUNDER-KLUNDER, M.; FLORES-HUERTA, S. Waist Circumference Values According to Height Percentiles: A Proposal to Evaluate Abdominal Obesity in Mexican Children and Adolescents Between 6 and 16 Years of Age. **Arch Med Res**, v.42, p.515-522, 2011.

LEVY, R.B.; CASTRO, I.R.R.; CARDOSO, L.O.; TAVARES, L.F.; SARDINHA, L.M.V.; GOMES, F.S.; et al. Consumo e comportamento alimentar entre adolescentes brasileiros: Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (PeNSE), 2009. **Ciênc Saúde Coletiva**, v.15 (supl 2), p.3085-3097, 2010.

LI, C.; FORD, E.S.; MOKDAD, A.H.; COOK, S. Recent trends in waist circumference and waist-height ratio among US children and adolescents. **Pediatrics**, v.118, p. 1390-8, 2006.

MARSHALL, W.A.; TANNER, J.M. Variation in pattern of pubertal changes in boys. **Arch Dis Child**, v.45, n.239, p.13-23, 1970.

MATOS, A.F.G.; MOREIRA, R.O.; GUEDES, E.P. Aspectos neuroendócrinos da síndrome metabólica. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v.47, n.4, p.410-420, 2003.

MATOS, A.M.; CARVALHO, R.C.; COSTA, M.C.O.; GOMES, K.E.P.S.; SANTOS, L.M. Consumo frequente de bebidas alcoólicas por adolescentes escolares: estudo de fatores associados. **Rev Bras Epidemiol**, v.13, n.2, p. 302-313, 2010.

MATTHEWS, D.R.; HOSKER, J.P.; RUDENSKI, A.S.; NAYLOR, B.A.; TREACHER, D.F.; TURNER, R.C. Homeostasis model assessment: insulin resistance and B-cell

function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. **Diabetologia**, v. 28, p. 412-9, 1985.

MATTOS, M.C.; NASCIMENTO, P.C.B.D.; ALMEIDA, S.S.; COSTA, T.M.B. Influência de propagandas de alimentos nas escolhas alimentares de crianças e adolescentes. **Psicologia: Teoria e Prática**, v.12, n.3, p.34-51, 2010.

MONJES-ROSA, R.; SMITH-CASTRO, V.; COLON-RAMOS, U.; GARITA-ARCE, C.; SANCHEZ-LOPES; CHINNOCK, A. Parental feeding styles and adolescents' healthy eating habits. Structure and correlates of a Costa Rican questionnaire. **Appetite**, v.55, p. 253-262, 2010.

MOON, Y.S.; KIM, D.H.; SONG, D.K. Serum Tumor Necrosis Factor-  $\alpha$  Levels and Components of the Metabolic Syndrome in Obese Adolescents. **Metabolism**, v.53, n.7, p. 863-867, 2004.

MORENO, R.S.; VENTURA, R.N.; BRETAS, J.R.S. □O uso de álcool e tabaco por adolescentes do município de Embu, São Paulo, Brasil. □**Rev Esc Enferm USP**, v.44, n.4, p.969-977, 2010.

MOTA, J.F.; MEDINA, W.L.; MORETO, F.; BURINI, R.C. Influência da adiposidade sobre o risco inflamatório em pacientes com glicemia de jejum alterada. **Rev Nutr**, v. 22, n. 3, p. 351-357, 2009.

MOURA, N.C. Influência da mídia no comportamento alimentar de crianças e adolescentes. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v.17, n.1, p.113-122, 2010.

NATIONAL CHOLESTEROL EDUCATION PROGRAM (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. **Circulation**, v. 106, p. 3143–3421, 2002.

NCEP. Executive summary of the third report of National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). **JAMA**, v. 285, p. 2486-97, 2001.

OLIVEIRA, C.L.; MELLO, M.T.; CINTRA, I.P.; FISBERG, M. Obesidade e síndrome metabólica na infância e adolescência. **Rev Nutr**, v.17, n.2, p.237-245, jun 2004.

OLIVEIRA, J.R. **Maturação sexual e adiposidade em crianças e adolescentes de duas escolas de São Paulo**. [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2010.

OLIVEIRA, R.M.S.; FRANCESCHINI, S.C.C.; ROSADO, G.P.; PRIORE, S.E. Influence of prior nutritional status on the development of the metabolic syndrome in adults. **Arq Bras Cardiol**, v.92, n.2, p.107-112, 2009.

PEREIRA, P.F.; SERRANO, H.M.S.; CARVALHO, G.Q.; LAMOUNIER, J.A.; PELUZIO, M.C.G.; FRANCESCHINI, S.C.C.; PRIORE, S.E. Body fat location and cardiovascular disease risk factors in overweight female adolescents and eutrophic female adolescents with a high percentage of body fat. **Cardiol Young**, p.1-8, 2011a.

PEREIRA, P.F.; SERRANO, H.M.S.; CARVALHO, G.Q.; LAMOUNIER, J.A.; PELUZIO, M.C.G.; FRANCESCHINI, S.C.C.; PRIORE, S.E. Circunferência da cintura e relação cintura/estatura: úteis para identificar risco metabólico em adolescentes do sexo feminino? **Rev Paul Pediatr**, v. 29, n.3, p.372-7, 2011b.

PRIORE, S.E. **Composição corporal e hábitos alimentares de adolescentes: uma contribuição à interpretação de indicadores do estado nutricional. 1998. 202f.** [Tese Doutorado em Nutrição] – Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.

PRIORE, S.E.; FARIA, F.R.; FRANCESCHINI, S.C.C. **Crescimento e desenvolvimento na adolescência**. In: PRIORE, S.E.; OLIVEIRA, R.M.S.; FARIA, E.R.; FRANCESCHINI, S.C.C.; PEREIRA, P.F. *Nutrição e Saúde na Adolescência*. Rio de Janeiro: Rubio; 2010. p.173-180.

RODER, M.E. Reduced pancreatic  $\beta$ -cell compensation to the insulin resistance of aging: impact on proinsulin and insulin levels. **J Clin Endocrinol Metab**, v.85, p. 2275-80, 2000.

ROGOL, A.D; ROEMMICH, J.N.; CLARK, P.A. “Growth at Puberty”. **Journal of Adolescent Health**, v.31, n.6, Supl.1, 2002.

RYAN, A.S.; NICKLAS, B.J.; BERMAN, D.M. Aerobic exercise is necessary to improve glucose utilization with moderate weight loss in women. **Obesity**, v.14, p.1064-72, 2006.

RYAN, A.S.; NICKLAS, B.J.; BERMAN, D.M. Racial differences in insulin resistance and mid-thigh fat deposition in postmenopausal women. **Obes Res**, v. 10, p. 336-44, 2002.

SALMELA-ARO, K. **Stages of Adolescence**. In: BROWN, B.B.; PRINSTEIN, M.J. Encyclopedia of Adolescence, 2011, p. 360-368.

SANTOS, L.C.; CINTRA, I.P.; FISBERG, M.; MARTINI, L.A. Body trunk fat and insulin resistance in post-pubertal obese adolescents. **Sao Paulo Med J**, v.126, n.2, p.82-6, 2008.

SANTOS, L.C.; MARTINI, L.A.; FREITAS, S.N.; CINTRA, I.P. Ingestão de cálcio e indicadores antropométricos entre adolescentes. **Rev Nutr**, v.20, n.3, p. 275-283, 2007.

SERRANO, H.M.S.; CARVALHO, G.Q.; PEREIRA, P.F.; PELUZIO, M.C.G.; FRANCESCHINI, S.C.C.; PRIORE, S.E. Composição corpórea, alterações bioquímicas e clínicas de adolescentes com excesso de adiposidade. **Arq Bras Cardiol**, v.13, n.1, p.1-9, 2010.

SILVA, R.C.Q.; MIRANDA, W.L.; CHACRA, A.R.; DIB, A.S. Metabolic Syndrome and Insulin Resistance in Normal Glucose Tolerant Brazilian Adolescents With Family History of Type 2 Diabetes. **Diabetes Care**, v. 28, n.3, p. 716-718, 2005.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. I Diretriz de Prevenção da Aterosclerose na Infância e na Adolescência. **Arq Bras Cardiol**, v. 85 (Supl.6), 2005.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2009**. 3ª edição, Itapevi, SP. A. Araújo Silva Farmacêutica, 2009.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO ARTERIAL. I Diretriz Brasileira de Diagnóstico e Tratamento da Síndrome Metabólica. **Rev Bras Hipertens**, v. 7, n.4, p. 122-162, 2004.

SONCK, H.M.; STRIEN, T.V.; JANSSENS, J.M.A.M.; ENGELS, R.C.M.E. Longitudinal relationships between fathers', mothers', and adolescents' restrained eating. **Appetite**, v.52, p.461-468, 2009.

SOUZA, R. P. **Abordagem na adolescência.** In: Manual de Adolescência. São Paulo: Sociedade Brasileira de Pediatria, p.1-7, 1989.

STABELINI NETO, A.S.; BOZZA, R.; ULBRICH, A.; MASCARENHAS, L.P.G.; BOGUSZEWSKI, M.C.S.; CAMPOS, W. Metabolic syndrome in adolescents of different nutritional status. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v.56, n.2, p. 104-9, 2012.

TANNER, J.M. **Growth at adolescence.** Oxford: Blackwell; 1962.

TORAL, N.; SLATER, B.; SILVA, M.V. Consumo alimentar e excesso de peso de adolescentes de Piracicaba, São Paulo. **Rev Nutr**, v.20, n.5, p. 449-459, 2007.

TREMBLAY, L.; LARIVIERE, M. The influence of puberty onset, Body Mass Index, and pressure to be thin on disordered eating behaviors in children and adolescents. **Eating Behaviors**, v.10, p. 75-83, 2009.

VARGAS, I.C.S.; SICHIERI, R.; SANDRE-PEREIRA, G.; VEIGA, G.V. Avaliação de programa de prevenção de obesidade em adolescentes de escolas públicas. **Rev Saude Publica**, v.45, n.1, p. 59-68, 2011.

VASQUES, A.C.J.; ROSADO, L.E.F.P.L.; ALFENAS, R.C.G.; GELONEZE, B. Análise Crítica do Uso dos Índices do Homeostasis Model Assessment (HOMA) na Avaliação da Resistência à Insulina e Capacidade Funcional das Células- $\beta$  Pancreáticas. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v. 52, n.1, p. 32-39, 2008.

VIEIRA, P.R.; FARIA, E.; FARIA, F.; SPERANDIO, N.; ARAÚJO, C.; STOFELLES, R.; ALVES, D.; CASTRO, S.C.; BRESSAN, J.; ELOIZA, S. Fatores associados à adiposidade em adolescentes do sexo feminino eutróficas com adequado e elevado percentual de gordura corporal: elaboração de um modelo de risco. **Arch Latinoam Nutr**, v. 61, n.3, p. 279-287, 2011.

WANG, J.H.; CHEN, Y.L.; HSU, C.H.; TANG, S.H.; WU, C.Z.; PEI, D. Predictive Value of Serum Uric Acid Levels for the Diagnosis of Metabolic Syndrome in Adolescents. **J Pediatr**, v.161, p.753-6, 2012.

WANG, Y.; MONTEIRO, C.; POPKIN, B.M. Trends of obesity and underweight in older children and adolescents in the United States, Brazil, China, and Russia. **Am J Clin Nutr**, v.75, p.971-7, 2002.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks**. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2009. Disponível em: <[http://www.who.int/healthinfo/global\\_burden\\_disease/GlobalHealthRisks\\_report\\_full.pdf](http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GlobalHealthRisks_report_full.pdf)> Acesso em: 02 de dezembro de 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Nutrition in adolescence – issues and challenges for the health sector: issues in adolescent health and development**, 2005. 115p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO Expert Committee on Physical Status. **Physical status: the use and interpretation of anthropometry**. WHO Technical report Series n. 854. Geneva, 1995.

WU, X.Y.; HU, C.L.; WAN, Y.H.; SU, P.Y.; XING, C.; QI, X.Y.; TAO, F.B. Higher waist-to-height ratio and waist circumference are predictive of metabolic syndrome and elevated serum alanine aminotransferase in adolescents and young adults in mainland China. **Public Health**, v.126, n.2, p.135-42, 2012.

YAN, G.X.; YE, J.I.C. Earlier Menarche Can Be an Indicator of More Body Fat: Study of Sexual Development and Waist Circumference in Chinese Girls. **Biomed Environ Sci**, v.24, n.5, p. 451-458, 2011.

ZIMMET, P.; ALBERTI, G.; KAUFMAN, F.; TAJIMA, N.; SILINK, M.; ARSLANIAN, S.; et al. The metabolic syndrome in children and adolescents: the IDF consensus. **Diabetes Voice**, v. 52, n. 4, p. 29-32, 2007.

ZWIAUER, K.; WIDHALM, K.; KERBL, B. Relationship between body fat distribution and blood lipids in obese adolescents. **Int J Obes**, v. 14, p. 271-77, 1990.

**2.9) Artigo de revisão: Aspectos metodológicos e éticos na realização da avaliação da maturação sexual de adolescentes**

Artigo aceito para publicação na Revista Paulista de Pediatria: 31(2) - Junho/2013.

**ASPECTOS METODOLÓGICOS E ÉTICOS NA REALIZAÇÃO DA AVALIAÇÃO  
DA MATURAÇÃO SEXUAL DE ADOLESCENTES**  
*METHODOLOGICAL AND RHICAL ASPECTS OF THE OF THE SEXUAL  
MATURATION EVALUATION IN ADOLESCENTS*

**Eliane Rodrigues de Faria:** Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.

**Sylvia do Carmo Castro Franceschini:** Doutora em Ciência pela UNIFESP/EPM, Viçosa, MG, Brasil. Professora do Departamento de Nutrição e Saúde da Universidade Federal de Viçosa.

**Maria do Carmo Gouveia Peluzio:** Doutora em Ciências pela Universidade Federal de Minas Gerais, Viçosa, MG, Brasil. Professora do Departamento de Nutrição e Saúde da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.

**Luciana Ferreira da Rocha Sant'Ana:** Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil. Professora do Departamento de Nutrição e Saúde da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.

**Silvia Eloiza Priore:** Mestre em Nutrição e Doutora em Ciência pela UNIFESP/EPM, Professora do Departamento de Nutrição e Saúde da Universidade Federal de Viçosa e Coordenadora do Programa de Atenção à Saúde do Adolescente da UFV. Viçosa, MG, Brasil.

Instituição: Departamento de Nutrição e Saúde/Universidade Federal de Viçosa

Financiamento: FAPEMIG e CNPq; CAPES (bolsa de mestrado).

Declaração de conflito de interesses: Não há conflitos de interesses.

## RESUMO

**Objetivo:** Analisar os aspectos metodológicos e éticos na realização da avaliação da maturação sexual em adolescentes.

**Fontes de dados:** Buscaram-se livros e teses, artigos e legislações nas bases *Scielo*, *Science direct*, além de documentos de organizações como a Organização Mundial de Saúde e Sociedades Brasileira e Paulista de Pediatria, publicados entre 1962 a 2011. Foram usadas as palavras-chave: “maturidade sexual”, “auto-avaliação”, “avaliação clínica da maturação sexual”, “puberdade”, “adolescentes”, em português e inglês.

**Síntese dos dados:** A avaliação da maturação sexual é usada em estudos populacionais e em atendimento clínico, sendo a avaliação direta realizada por médico especializado e a autoavaliação realizada pelo próprio avaliado. Esta avaliação deve ser realizada em local adequado, de forma cuidadosa, sob aspectos éticos, não constrangendo o paciente, sempre mantendo a privacidade do adolescente e respeitando a confidencialidade. Antes desta avaliação, independente do método a ser usado, o adolescente deverá ser informado e esclarecido sobre o procedimento e os instrumentos que serão utilizados, tendo o direito de querer ou não um responsável junto a ele.

**Conclusões:** Os estudos de validação da autoavaliação mostraram que esta é inferior à avaliação clínica e, por isso, deve ser realizada apenas quando não for possível o exame direto por um médico.

**Palavras-chave:** puberdade, ética, adolescente, desenvolvimento do adolescente, maturidade sexual, autoavaliação.

## ABSTRACT

**Objective:** To analyze both methodological and ethical aspects in performance the evaluation of the sexual maturation in adolescents.

**Data sources:** Books and theses, articles and legislations on the databases SciELO, Science Direct, besides documents from organizations such as World Health Organization and Pediatric Society of Brazil and São Paulo, published from 1962 to 2011. The following keywords were used in Portuguese and English: "sexual maturation", "self-assessment", "clinical evaluation of the sexual maturation", "puberty", "adolescents".

**Data synthesis:** The evaluation of the sexual maturation is used in population studies and clinical routine. The direct evaluation is performed by the specialized physician, whereas the self-assessment is performed by the own person. This evaluation should be carefully performed in the appropriate place, taking into account the ethical aspects, besides not constraining the patient and always maintaining the adolescent's privacy and respecting the confidentiality. Before this evaluation and independent of the method to be used, the adolescent should be given the information and explanation about the procedure and the tools that will be applied, besides having the right to want or not a responsible person close to him.

**Conclusions:** Validation studies showed that self-assessment is inferior to clinical assessment, and should therefore be performed only when the direct examination by physicians not possible.

**Key-words:** puberty; ethics; adolescent; adolescent development; sexual maturation; self-assessment.

## **Introdução**

A adolescência é o período de transição da infância para a idade adulta, que compreende a faixa de 10-19 anos, caracterizada por intensas transformações biopsicossociais<sup>(1)</sup>, influenciada pela realidade do indivíduo, por contextos sociais e culturais<sup>(2,3)</sup>, podendo ser vivenciada de forma diferente entre indivíduos da mesma família<sup>(1)</sup>.

“A puberdade refere-se ao período de transição biológica entre a infância e a vida adulta, variando de indivíduo para indivíduo quanto à idade de seu início e velocidade das mudanças, período no qual as características sexuais secundárias começam a se desenvolver e a capacidade de reprodução sexual é atingida”<sup>(4)</sup>. A maturação sexual é biológica e pode ser definida como o processo de progressão em direção ao estado maduro, acontecendo a especialização e a diferenciação celular<sup>(5,6)</sup>.

A avaliação da maturação sexual é importante em estudos populacionais e no atendimento clínico. A idade da menarca e os estágios de maturação sexual propostos por Tanner<sup>(7)</sup> são os métodos mais utilizados para avaliar a maturação sexual. A avaliação direta da maturação sexual é feita por meio de médico especializado e devidamente

treinado. Já na autoavaliação, o indivíduo deve indicar qual estágio mais se assemelha ao que ele se encontra, sendo mais subjetiva, pois depende da avaliação do próprio indivíduo. Porém ambos os métodos apresentam limitações a serem consideradas e devem ser realizados de forma cuidadosa em ambiente próprio, do ponto de vista ético, não constringendo o paciente e mantendo a privacidade do indivíduo a ser avaliado.

Este artigo de revisão tem como objetivo analisar os aspectos metodológicos e éticos da realização da avaliação da maturação sexual de adolescentes, abordando aspectos como mudanças que ocorrem na puberdade, métodos de avaliação da maturação sexual, validação da autoavaliação e aspectos éticos relacionados à esta avaliação.

### **Método**

A revisão de literatura foi realizada com base em periódicos nacionais e internacionais, livros e teses, além de documentos de organizações como a Organização Mundial de Saúde e Sociedades Brasileira e Paulista de Pediatria, que abordam assuntos relacionados à maturação sexual e aos aspectos éticos envolvidos neste processo. As bases consultadas foram a *Medline*, *SciELO* e a *Science Direct*, com busca no período de 1962 a 2012. A data inicial refere-se ao estudo de Tanner<sup>(7)</sup>, que propôs a avaliação da maturação sexual por estágios de desenvolvimento. As palavras-chave utilizadas na busca dos artigos foram: maturidade sexual (*sexual maturation*), auto-avaliação (*self-assessment*), puberdade (*puberty*), ética (*ethics*), adolescente (*adolescent*) e desenvolvimento do adolescente (*adolescent development*), que correspondem a descritores da bireme. Além destas, utilizou-se também o termo avaliação clínica da maturação sexual (*objective assessment of sexual maturation*), na busca de artigos referentes às sociedades brasileira e paulista de pediatria, pela maior facilidade de encontrar artigos referentes ao tema a partir deste termo. Na busca dos artigos, após inclusão dos descritores em conjunto, encontrou-se aproximadamente 300 referências relacionadas ao tema. Logo após análise dos artigos, optou-se pela utilização de 37 referências mais importantes, incluindo artigos, teses e documentos das sociedades brasileiras e internacional.

Dentre as limitações da revisão realizadas, estão a não utilização da base de dados *Embase*, optando-se por não utilizá-la, uma vez que as outras bases já propiciaram a revisão do tema, com materiais de grande importância sobre o assunto proposto. Além disso, não foi possível utilizar todos os artigos encontrados, uma vez que ao se realizar a busca, um

grande número de trabalhos são encontrados, não sendo possível incluir todos nesta revisão, e desta forma, artigos também importantes, podem não ter sido incluídos, e por isso, ainda há muito que discutir sobre ética e maturação sexual em adolescentes, uma vez que a análise crítica acerca deste assunto se faz cada vez mais necessária.

## **Revisão de Literatura**

### *1. Puberdade*

A puberdade é definida por uma série de eventos maturacionais interrelacionados e que promovem mudanças corporais (estirão pubertário), desenvolvimento da função reprodutiva e dos caracteres sexuais secundários<sup>(8)</sup>. Nesse período acontece a maior diferenciação sexual desde a vida fetal e a mais rápida taxa de crescimento linear desde os primeiros anos de vida, além do ganho de estatura e peso que irão definir tais variáveis na idade adulta<sup>(6)</sup>.

A puberdade envolve o desenvolvimento de caracteres primários (nas meninas ovário, útero e vagina; nos meninos, testículos, próstata e espermatogênese) e secundários (mamas, pênis, pelos pubianos, axilares e faciais e modificação da voz). No sexo masculino, o primeiro sinal da maturação sexual é o aumento do volume testicular e, no feminino, o desenvolvimento mamário, sendo a menarca considerada indicador de maturidade sexual, uma vez que ocorre, geralmente, no final da puberdade, em torno dos 12 e 13 anos<sup>(6)</sup>.

Na puberdade ocorrem modificações no padrão de secreção de vários hormônios. É essencialmente a ativação do eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal, que desencadeia, sob estímulo das gonadotrofinas, a secreção dos esteróides sexuais, predominantemente, a testosterona no sexo masculino e o estradiol no feminino, responsável pelas modificações morfológicas do período puberal<sup>(9,10)</sup>.

### *2. Avaliação da Maturação Sexual*

A sequência dos eventos puberais foi sistematizada por Tanner<sup>(7)</sup>, que considerou: desenvolvimento mamário para o sexo feminino, desenvolvimento da genitália externa para o sexo masculino e desenvolvimento dos pelos pubianos em ambos os sexos. Os critérios foram enumerados de 1 a 5. Esta avaliação pode ser realizada por médico com experiência

em adolescentes ou por autoavaliação, em que o adolescente identifica seu estágio de maturação, com base em fotografias/figuras de Tanner.

#### *Avaliação Clínica x Autoavaliação*

A avaliação direta pode ser feita apenas pela inspeção visual ou também pela palpação e com uso comparativo de orquidômetro (para testículos), que aumentam a sua exatidão e precisão. A obtenção de medidas por meio de orquidômetro e palpação torna-se importante principalmente em pesquisas nas quais existem vários avaliadores, pois o uso destas técnicas associado à padronização dos avaliadores podem minimizar o erro inerente à utilização de vários avaliadores, aumentando a confiabilidade inter e intra-avaliador<sup>(5,11)</sup>. O Quadro 1 apresenta vantagens e limitações dos dois métodos de avaliação da maturação sexual.

#### *Validação da Autoavaliação*

Vários estudos realizaram a validação da autoavaliação da maturação sexual, comparada com a avaliação por médico, como observado no Quadro 2. Porém, caso seja escolhido este método, deve-se principalmente tomar cuidado com os aspectos técnicos e éticos relacionados à sua realização, conforme discutido nos próximos tópicos.

A Organização Mundial de Saúde<sup>(18)</sup> recomenda, para estudos populacionais, o uso de marcadores biológicos para o início e o final do estirão puberal, que ocorrem aproximadamente um ano antes e um ano após o pico de velocidade de crescimento. Para as meninas, considera-se a menarca e o estágio 2 do desenvolvimento mamário e, para os meninos, estágio 3 do desenvolvimento da genitália e mudança do timbre de voz. Alguns estudos também avaliam a maturação sexual no sexo masculino levando em conta a presença de pelos axilares e faciais, uma vez que ocorrem mais tardiamente, em geral dois ou três anos após o aparecimento dos pelos pubianos<sup>(19,20)</sup>.

#### *3. Estratégias que podem minimizar erros do método de autoavaliação*

Trabalho realizado na Tailândia por Wacharasindhu *et al*<sup>(21)</sup> mostrou que a acurácia da autoavaliação foi melhor quando os pacientes tiveram mais tempo para realizá-la. Outro fator que pode melhorar a eficácia e confiabilidade da autoavaliação é o uso de material gráfico mais bem elaborado, apesar de dois estudos semelhantes, realizados por Martin *et*

*al*<sup>(22)</sup> e Bojikian *et al*<sup>(16)</sup> não mostraram diferença entre a autoavaliação por meio de fotos ou desenhos em meninos e, posteriormente, em meninas.

Evidências do uso de fotos como fator de melhor correlação na autoavaliação puberal foi sugerido por Chan *et al*<sup>(23)</sup> que estudaram 354 crianças e adolescentes chineses entre 8 e 18 anos, comparando a autoavaliação realizada com auxílio de desenhos explicativos dos estágios de Tanner à avaliação objetiva posterior por pessoal médico treinado.

Vale destacar que não basta apenas melhorar o material gráfico, acrescentando textos explicativos, se não for considerada a limitação de capacidade intelectual ainda vigente em parcela considerável de nossa população, tornando o desenvolvimento deste material uma tarefa mais complexa, como observam Guimarães e Costa Passos<sup>(24)</sup>.

O cuidado maior em explicar previamente ao avaliado leva à maior segurança em identificar o estágio de desenvolvimento do qual ele mais se aproxima<sup>(22)</sup>.

#### *4. Aspectos éticos na avaliação da maturação sexual*

Os marcos legais que definem a adolescência ou o que significa ser um adulto são variados e acabam trazendo dificuldades no atendimento à saúde dos adolescentes, pois impedem que estes tenham clareza com relação aos seus direitos e deveres, podendo gerar conflitos em situações que envolvam o direito à autonomia, privacidade e confidencialidade<sup>(25)</sup>.

No Brasil, de acordo com o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) (Lei nº 8.069 de 13/07/1990), considera-se como adolescente, os indivíduos na faixa etária de 12 a 18 anos<sup>(3)</sup>. O Código Civil determina a maioridade aos 18, entretanto, é permitido votar aos 16 anos; ou seja, de um lado já se é adulto aos 16 anos para votar e, por outro, só aos 18 anos o indivíduo torna-se apto a casar, criar empresas, submeter-se a determinados procedimentos, etc<sup>(25)</sup>. Para a Organização Mundial da Saúde, a adolescência compreende a faixa etária de 10 a 19 anos e a juventude dos 15 aos 24 anos<sup>(18)</sup>, considerando-se adolescentes jovens aqueles com idade entre 15 e 19 anos e adultos jovens entre 20 e 24 anos<sup>(3)</sup>. Esse enquadramento variável em relação à faixa etária confunde o profissional e o próprio adolescente, que às vezes passa por tratamentos diferentes para situações semelhantes, dependendo da idade<sup>(25,26)</sup>.

Na avaliação da maturação sexual, seja pela avaliação clínica ou pela autoavaliação, não se pode esquecer dos aspectos éticos envolvidos. Ressalta-se que antes da avaliação da maturação sexual, independente do método a ser usado, o adolescente deverá ser informado e esclarecido a respeito de como o exame ocorrerá, os instrumentos a serem utilizados e o seu direito de querer ou não um responsável junto a ele. Sugere-se que o exame seja explicado ao adolescente em consulta anterior a que será realizado e o médico envolvido na prática da medicina do adolescente (herbiatra) se preocupe com as dimensões éticas da relação médico-paciente nesse período da vida.

Ressalta-se a importância do consentimento informado que corresponde ao “registro em prontuário de uma decisão voluntária, por parte do paciente ou de seus responsáveis legais, tomada após um processo informativo e esclarecedor, para autorizar um tratamento ou procedimento médico específico, consciente de seus riscos, benefícios e possíveis consequências”<sup>(27)</sup>. No caso de pesquisas, a participação do adolescente só é possível mediante a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido nos menores de 18 anos por parte do adolescente e seu responsável, segundo o art. 3º das Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisa Envolvendo Seres Humanos (Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde)<sup>(28)</sup>.

O bom atendimento médico, mesmo quando o desfecho é desfavorável, depende da empatia entre a equipe de saúde, o paciente e sua família. O envolvimento da família nas questões de saúde do adolescente é desejável e deve ser estimulado, porém os limites desta participação devem estar bem definidos para a família, para o jovem e para o próprio profissional de saúde<sup>(29)</sup>. Para participar das decisões sobre sua saúde, o paciente e seus responsáveis legais precisam ser esclarecidos sobre a enfermidade, seu prognóstico, a necessidade de exames complementares e de procedimentos e as opções terapêuticas, com seus riscos, benefícios e custos. Tais informações devem ser detalhadas e abordadas em termos que possam ser entendidos pelo paciente ou por seus responsáveis legais. “Documentar que tais informações foram transmitidas e compreendidas é o espírito do consentimento informado. Ele expressa o respeito ao direito do paciente ou seus responsáveis legais de decidir, de modo esclarecido, a respeito de qualquer ato praticado para fins de diagnóstico e tratamento da doença”<sup>(27)</sup>. Além disso, é dever do profissional da área da saúde recomendar a conduta que considera a mais adequada, baseada nas melhores evidências disponíveis, respeitando o direito do paciente e de seus responsáveis legais de

escolherem livremente o melhor tratamento, respeitando seus próprios valores religiosos, espirituais, morais, éticos e culturais. Por isso, o consentimento informado não é mera formalidade para comprovar qualidade de atendimento por parte das instituições de saúde<sup>(27)</sup>.

O Quadro 3 apresenta os aspectos éticos envolvidos na avaliação da maturação sexual. A privacidade é o direito que o adolescente possui independentemente da idade de ser atendido sozinho, em espaço privado de consulta e deve ser mantida também durante o exame físico, sendo sinônimo de crescimento e responsabilidade<sup>(30)</sup>. A confidencialidade é definida como um acordo entre o profissional de saúde e o cliente, no qual as informações discutidas durante e depois da consulta ou entrevista não podem ser passadas a seus pais e/ou responsáveis sem a permissão explícita do adolescente. A confidencialidade apoia-se em regras da bioética médica, através de princípios morais e de autonomia<sup>(30)</sup>.

A Sociedade Brasileira de Pediatria<sup>(31)</sup> destaca a importância do sigilo, confidencialidade e privacidade no atendimento ao adolescente: *“Algumas vezes, este não deseja revelar informações confidenciais na presença de seus pais. Para lhe oferecermos a oportunidade de falar de si, é necessário que o atendimento sempre ocorra em dois momentos, no primeiro, com seu responsável e, no segundo, a sós com o profissional. A diferença da relação médico-paciente no adolescente em relação à da criança é que a primeira deixa de ser uma relação profissional-responsável e passa a ser uma relação profissional-adolescente. Trata-se de uma questão ética a ser discutida, na medida em que o responsável precisa dar autorização para que o menor seja atendido com sigilo e confidencialidade garantidos”*.

Além disso, a Sociedade Brasileira de Pediatria<sup>(31)</sup> também ressalta que o adolescente, desde que identificado como capaz de avaliar seu problema e de conduzir-se por seus próprios meios para solucioná-lo, tem o direito de ser atendido sem a presença dos pais ou responsáveis no ambiente da consulta, garantindo-se a confidencialidade e a execução dos procedimentos diagnósticos e terapêuticos necessários. Dessa forma, o jovem tem o direito de fazer opções sobre procedimentos diagnósticos, terapêuticos ou profiláticos, assumindo integralmente seu tratamento. Os pais ou responsáveis somente serão informados sobre o conteúdo das consultas, com o expresso consentimento do adolescente. O Código de Ética Médica, cap IX, artigo 74<sup>(32)</sup>, estabelece que é vedado ao médico *“Revelar sigilo profissional relacionado a paciente menor de idade, inclusive a*

*seus pais ou representantes legais, desde que o menor tenha capacidade de discernimento, salvo quando a não revelação possa acarretar dano ao paciente”.*

Estudo realizado nos EUA<sup>(33)</sup> mostra que, quando o direito do sigilo e a confidencialidade não são garantidos, a maioria dos adolescentes não revela informações importantes ao atendimento. A quebra do sigilo é justificada somente nos casos em que possa causar danos ao adolescente ou a outras pessoas. O Quadro 4 destaca as recomendações do Departamento de Bioética e Adolescência da Sociedade de Pediatria de São Paulo<sup>(34,35)</sup> sobre o atendimento ao adolescente.

O Estatuto da Criança e do Adolescente- ECA (Lei 8069 de 13 de julho de 1990)<sup>(36)</sup> estabelece a prioridade do atendimento médico do adolescente, o direito à autonomia e sua absoluta proteção à vida e à saúde de forma que permita seu desenvolvimento sadio e harmonioso. Em nenhum momento o ECA condicionou o acesso do adolescente a esses serviços ou direito por anuência de seus pais ou responsáveis e garante que toda criança ou adolescente seja ouvida e sua opinião considerada no momento que se decidir sobre fatos que envolvam sua vida íntima<sup>(37)</sup>. No entanto, ainda ocorrem situações conflituosas, nas quais normas estabelecidas parecem ser insuficientes para responder com clareza às questões éticas envolvidas no atendimento ao adolescente, principalmente no que se refere à avaliação da maturação sexual. Diante disso, os profissionais devem avaliar a maturidade do adolescente quanto ao entendimento e capacidade de solucionar o problema; conhecer as leis e os estatutos; documentar cuidadosamente as informações nos prontuários<sup>(25)</sup> e pautar sua conduta nos princípios éticos, garantindo ao adolescente um atendimento adequado e de qualidade<sup>(30)</sup>.

Dessa forma, ressalta-se a fala de Saito<sup>(37)</sup> sobre a postura profissional acerca do atendimento ao adolescente: *“O respeito da autonomia da criança e do adolescente, o que implica para este último em privacidade e confidencialidade, faz com que esses indivíduos passem de objeto a sujeito de direito. Sempre que se fala em privacidade e em confidencialidade se fala em ética, mas não em lei. O profissional que assim se conduz não fere nenhum preceito ético, não devendo temer nenhuma penalidade legal”.*

### **Considerações finais**

A avaliação da maturação sexual é utilizada em estudos envolvendo adolescentes, mas também muito importante para o atendimento clínico. A autoavaliação tem sido sugerida como um método válido quando o exame direto por um médico não é possível, principalmente em estudos populacionais. Porém, fica evidente que os estudos de validação da autoavaliação aqui discutidos, mostraram que esta é inferior à avaliação clínica e, por isso, deve se ter cautela na utilização do método, sendo indicada apenas quando não for possível o exame direto por um médico.

Independente do método a ser utilizado, é preciso considerar os aspectos éticos envolvidos no cuidado e na pesquisa de adolescentes, como local adequado de atendimento e privacidade, evitando-se o constrangimento do indivíduo avaliado. Além disso, é essencial, antes da avaliação da maturação sexual, independente do método a ser usado, que o adolescente seja esclarecido de como o exame ocorrerá, os instrumentos a serem utilizados e que ele tenha o direito de decidir ter ou não um responsável junto a ele. Sugere-se que o exame seja explicado ao adolescente em consulta anterior. Portanto, o uso dos métodos de avaliação da maturação sexual deve ser cuidadoso com relação aos aspectos éticos pelos profissionais que trabalham com jovens em processo de crescimento e desenvolvimento, podendo auxiliar na estimativa da idade biológica, desde que se tome o cuidado de interpretar os resultados do crescimento e desenvolvimento como um todo.

### **Referências Bibliográficas**

1. World Health Organization. Nutrition in adolescence – issues and challenges for the health sector: issues in adolescent health and development. Geneva: WHO; 2005.
2. Saito MI. Adolescência, cultura, vulnerabilidade e risco [editorial]. *Pediatria (São Paulo)* [serial on the Internet]. 2000;22(3):217-9 [cited 2011 Dec 20]. Available from: <http://www.pediatrasiapaulo.usp.br/upload/html/473/body/01.htm>
3. Brasil - Ministério da Saúde. Secretaria de atenção à saúde - área de saúde do adolescente e do jovem. Marco legal: saúde, um direito de adolescentes [Série A. Normas e Manuais Técnicos]. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.
4. Adami F. Obesidade e maturação sexual precoce: um estudo transversal com escolares em Florianópolis – SC [tese de mestrado]. Florianópolis (SC): UFSC; 2007.

5. Malina R, Bouchard C. Growth, maturation and physical activity. Champaign: Human Kinetics; 1991.
6. Rogol AD, Roemmich JN, Clark PA. Growth at puberty. *J Adolesc Health* 2002;31 (Suppl 6):192-200.
7. Tanner JM. Growth at adolescence. Oxford: Blackwell; 1962.
8. Silva AC, Adan LF. Growth in boys and girls with precocious puberty. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2003;47:422-31.
9. Barbosa KB, Franceschini SC, Priore SE. Influence of the stages of sexual maturation in the nutritional status, anthropometrics and corporal composition of adolescents. *Rev Bras Saude Mater Infant* 2006;6:375-82.
10. Pinto CM [homepage on the Internet]. *Fisiologia Humana: Endocrinofisiologia* [cited 2011 May 7]. Available from: <http://www.cristina.prof.ufsc.br>
11. Parent AS, Teilmann G, Juul A, Skakkebaek NE, Toppari J, Bourguignon JP. The timing of normal puberty and the age limits of sexual precocity: variations around the world, secular trends, and changes after migration. *Endocrine* 2003;24:668-93.
12. Azevedo JC, Brasil LM, Macedo TB, Pedrosa LF, Arrais RF. Comparison between objective assessment and self-assessment of sexual maturation in children and adolescents. *J Pediatr (Rio J)* 2009;85:135-42.
13. Matsudo SM, Matsudo VK. Validade da auto-avaliação na determinação da maturação sexual. *R Bras Ci e Mov* 1991;5:18-35.
14. Schlossberger NM, Turner RA, Irwin CE Jr. Validity of self-report of pubertal maturation in early adolescents. *J Adolesc Health* 1992;13:109-13.
15. Hergenroeder AC, Hill RB, Wong WW, Sangi-Haghpeykar H, Taylor W. Validity of self-assessment of pubertal maturation in African American and European American adolescents. *J Adolesc Health* 1999;24:201-5.
16. Bojikian LP, Massa M, Martin RH, Teixeira CP, Kiss MA, Böhme MT. Females' self-assessment of sexual maturation. *RBAFS* 2002;7:24-34.
17. Rapkin AJ, Tsao JC, Turk N, Anderson M, Zeltzer LK. Relationships among self-rated tanner staging, hormones, and psychosocial factors in healthy female adolescents. *J Pediatr Adolesc Gynecol* 2006;19:181-7.

18. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry [Technical Report Series, n. 854]. Geneva: WHO; 1995.
19. Colli AS. Crescimento e desenvolvimento físico do adolescente. In: Maakaroun MF, Souza RP, Cruz AR, editors. Tratado de adolescência: um estudo multidisciplinar. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 1991. p.243-57.
20. Priore SE. Composição corporal e hábitos alimentares de adolescentes: uma contribuição à interpretação de indicadores do estado nutricional [tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 1998.
21. Wacharasindhu S, Pri-Ngam P, Kongchonrak T. Self-assessment of sexual maturation in Thai children by Tanner photograph. *J Med Assoc Thai* 2002;85:308-19.
22. Martin RH, Uezu R, Parra SA, Arena SS, Bojikian LP, Böhme MT. Auto-avaliação da maturação sexual masculina por meio da utilização de desenhos e fotos. *Rev Paul Educ Fis* 2001;15:212-22.
23. Chan N, Sung RY, Kong AP, Goggins WB, So HK, Nelson AS. Reliability of pubertal self-assessment in Hong Kong Chinese children. *J Paediatr Child Health* 2008;44:353-8.
24. Guimarães JP, Passos AD. Analysis of agreement between self-assessment and observed classification of pubertal development among school girls. *Rev Saude Publica* 1997;31:263-71.
25. Taquette SR, Vilhena MM, Silva MM, Vale MP. Ethical conflicts in health care for adolescents. *Cad Saude Publica* 2005; 21:1717-25.
26. Taquette SR. Ethical behavior in attention of the health of adolescents. *Adolesc Saude* 2010;7:6-11
27. Hirschheimer MR, Constantino CF, Oselka GW. Informed consent in pediatrics. *Rev Paul Pediatr* 2010;28:128-33.
28. Brasil – Conselho Nacional de Saúde. Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos. Resolução nº 196 do Conselho Nacional de Saúde. *Pesqui Odontol Bras* 1996;17 (Supl 1):33-41.
29. Loch JA, Clotet J, Goldim JR. Privacidade e confidencialidade na assistência à saúde do adolescente: percepções e comportamentos de um grupo de 711 universitários. *Rev Assoc Med Bras* 2007;53:240-6.

30. Saito MI, Leal MM, Silva LE. Confidential health care for adolescents: ethical requirements. *Pediatria (São Paulo)* 1999;21:112-6.
31. Sociedade Brasileira de Pediatria [homepage on the Internet]. Adolescência, Contracepção e Ética. [cited 2011 Oct 1]. Available from: <http://www.sbp.com.br>
32. Brasil - Conselho Regional de Medicina do Estado do Rio de Janeiro [homepage on the Internet] Código de ética médica: legislação dos conselhos de medicina [cited 2012 Jul 01]. 6<sup>th</sup> ed. Rio de Janeiro: CREMERJ; 2010. Available from: <http://www.cremerj.org.br/publicacoes/166.PDF>
33. Reddy DM, Fleming R, Swain C. Effect of mandatory parental notification on adolescents girls' use of sexual health care services. *JAMA* 2002;288:710-4.
34. Departamentos de Bioética e Adolescência da Sociedade de Pediatria de São Paulo. Aspectos éticos do atendimento médico do adolescente. *Rev Paul Pediatr* 1999;17:95-7.
35. Oselka G, Troster EJ. Aspectos éticos do atendimento médico do adolescente. *Rev Assoc Med Bras* 2000;46:306-7.
36. Brasil – Congresso Nacional. Lei Federal nº 8069, de 13 de Julho de 1990. Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente e dá outras providências. Senado Federal, 1990.
37. Saito MI, Leal MM. Adolescence and emergency contraception: Forum 2005. *Rev Paul Pediatr* 2007;25:180-6.

**Quadro 1.** Vantagens e limitações dos métodos de avaliação da maturação sexual.

<b>Método</b>	<b>Por que usar?</b>	<b>Dificuldades/Limitações</b>
<i>Autoavaliação</i>	<p>✓ Simplicidade para estudos populacionais<sup>(12)</sup>, situações que dificultam a inspeção da genitália durante o exame clínico (instalações inadequadas, fatores culturais e emocionais, entre outros);</p> <p>✓ A validação permite sua inclusão em protocolos de pesquisa onde a avaliação objetiva por profissionais médicos adequadamente capacitados no método não for disponível ou mesmo conveniente.</p>	<p>✓ Fatores como metodologia empregada, cultura, noções de autoimagem (que também é influenciada pela existência ou não de sobrepeso, condição nutricional reconhecidamente associada a alterações de percepção da autoimagem) são responsáveis pela variabilidade dos resultados nas populações;</p> <p>✓ É uma medida mais subjetiva, já que depende da autoavaliação do próprio indivíduo.</p>
<i>Avaliação Médica</i>	<p>✓ É um método mais preciso e a palpação e o uso de orquidômetros aumentam a exatidão e precisão da avaliação.</p>	<p>✓ Pode gerar desconforto e constrangimento;</p> <p>✓ Necessita de médicos especializados e local adequado.</p>

**Quadro 2.** Estudos de validação da autoavaliação da maturação sexual.

AUTORES	FAIXA ETÁRIA, AMOSTRA, LOCAL	RESULTADOS
Matsudo e Matsudo <sup>(13)</sup>	174 indivíduos do sexo feminino (média de 11,5 anos) e 178 indivíduos do sexo masculino (média de 13,1 anos), Ilha Bela, São Paulo	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Concordância entre avaliador e avaliado foram, para meninas e meninos respectivamente, 60,9% e 60% (seios e genitália) e 71,3% e 69,7% (pelos pubianos);</li> <li>❖ A concordância foi menor nos estágios 2, 3 e 4 de Tanner, variando de 23% para P4 e G3 à 83,7% para G4; Maiores concordâncias aconteceram nos estágios 1 e 5.</li> <li>❖ A reprodutibilidade para avaliadores e avaliado variou de 80 a 90%;</li> <li>❖ Os autores consideram a autoavaliação uma técnica válida para avaliação da maturação sexual, apresentando validade moderada a alta e reprodutibilidade alta, podendo ser aplicada a partir dos 6 anos.</li> </ul>
Schlossberger <i>et al.</i> <sup>(14)</sup>	Adolescentes de 11-14 anos, sendo 46 do sexo masculino e 37 do sexo feminino, de São Francisco, Califórnia	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Concordância entre exame físico e de autorelato do desenvolvimento dos pelos pubianos (masculino) na escola foi de 58% (k=0,35) e 78% (k=0,66) na clínica.</li> <li>❖ Concordância do autorelato do desenvolvimento dos genitais na escola e na clínica foi de 27% (k = - 0,06, p=0,49) e 44% (k = 0,18, p=0,04), respectivamente.</li> <li>❖ Concordância da autoavaliação do desenvolvimento da mama: 59%</li> </ul>

		<p>(k = 0,43) na escola e 72% (k = 0,59) na clínica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Concordância da autoavaliação do desenvolvimento de pelos pubianos no sexo feminino foi de 58% na escola (k = 0,42) e 75% na clínica (k = 0,64).</li> <li>❖ Houve tendência dos indivíduos a superestimar seu desenvolvimento nos primeiros estágios de maturação e subestimar em fases posteriores.</li> </ul>
Hergenroeder <i>et al.</i> <sup>(15)</sup>	107 meninas de 8-17 anos, na área metropolitana de Houston, Estados Unidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ O coeficiente kappa para interobservador médico para avaliação do desenvolvimento mamário foi de 0,5;</li> <li>❖ O coeficiente kappa para concordância do médico para a avaliação dos pelos pubianos foi de 0,79.</li> <li>❖ O coeficiente kappa para a validade da autoavaliação do desenvolvimento mamário foi de 0,34, e para autoavaliação do pelo pubiano foi de 0,37;</li> <li>❖ A concordância entre a avaliação do médico e a autoavaliação para desenvolvimento mamário foi baixa e portanto, não é confiável;</li> <li>❖ A avaliação médica do desenvolvimento de pelos pubianos foi boa, mas pela autoavaliação não foi confiável neste grupo de meninas.</li> </ul>
Bojikian <i>et al.</i> <sup>(16)</sup>	340 meninas, entre 10 e 16 anos, participantes do "Projeto Esporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ É válida a realização da autoavaliação por fotos ou desenhos, que teve concordância moderada com a avaliação médica, mostrando-se a da</li> </ul>

	Talento" (Instituto Ayrton Senna)	pilosidade pubiana mais eficaz do que a do estágio de desenvolvimento de mamas.
Rapkin <i>et al.</i> <sup>(17)</sup>	124 mulheres de 8-18 anos, Los Angeles	❖ Compararam a autoavaliação com hormônios da puberdade e encontraram correlações entre o estágio puberal utilizando autoavaliação e marcadores hormonais de desenvolvimento puberal, especificamente estradiol e FSH (hormônio folículo estimulante) e concluíram que a autoavaliação é útil em estudos epidemiológicos, quando o exame físico e coleta de sangue não for viável, devido ao custo, acesso ou barreiras psicossociais.
Azevedo <i>et al.</i> <sup>(12)</sup>	319 indivíduos, 178 ambulatoriais (96 meninos e 82 meninas) e 141 (73 meninos e 68 meninas) de escolas públicas (8,3-18,7 anos), Natal, RN	❖ Não houve diferença entre as correlações obtidas no ambulatório e nas escolas. As correlações entre os examinadores foram maiores que as da autoavaliação, com kappa de 0,75 (0,8-0,69) para mamas/genitália entre examinadores contra 0,27 (0,34-0,20) e 0,29 (0,36-0,22) entre os 2 examinadores e a autoavaliação (p<0,0001). ❖ A autoavaliação não deve substituir a avaliação objetiva feita por profissionais treinados. Um aperfeiçoamento do método de autoavaliação poderia permitir seu uso em estudos populacionais.

**Quadro 3.** Aspectos éticos envolvidos na avaliação da maturação sexual

<b>Auto Avaliação</b>	<b>Avaliação Clínica</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Explicação ao paciente</li><li>✓ Confidencialidade</li><li>✓ Sigilo</li><li>✓ Privacidade – local adequado</li><li>✓ Não constranger o paciente</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Explicação ao paciente</li><li>✓ Postura profissional</li><li>✓ Sigilo</li><li>✓ Privacidade – local adequado</li><li>✓ Não constranger o paciente</li><li>✓ Caso seja realizado na presença dos pais/responsáveis, somente deve ser feito com a permissão do adolescente</li></ul>

**Quadro 4.** Recomendações do Departamento de Bioética e Adolescência da Sociedade de Pediatria de São Paulo<sup>(33,34)</sup>

1. O médico deve reconhecer o adolescente como indivíduo progressivamente capaz e atendê-lo de forma diferenciada.
2. O médico deve respeitar a individualidade de cada adolescente, mantendo postura de acolhimento, centrada em valores de saúde e bem-estar do jovem.
3. O adolescente, desde que identificado como capaz de avaliar seu problema e de conduzir-se por seus próprios meios para solucioná-lo, tem o direito de ser atendido sem a presença dos pais ou dos responsáveis no ambiente da consulta, garantindo-se a confidencialidade e a execução dos procedimentos diagnósticos e terapêuticos necessários. Dessa forma, o jovem tem o direito de fazer opções sobre procedimentos diagnósticos, terapêuticos ou profiláticos, assumindo integralmente seu tratamento. Os pais ou os responsáveis somente serão informados sobre o conteúdo das consultas, como, por exemplo, nas questões relacionadas à sexualidade e a prescrição de métodos contraceptivos, com o exposto consentimento do adolescente.
4. A participação da família no processo de atendimento do adolescente é altamente desejável. Os limites desse envolvimento devem ficar claros para a família e para o jovem. O adolescente deve ser incentivado a envolver a família no acompanhamento de seus problemas.
5. A ausência dos pais ou dos responsáveis não deve impedir o atendimento médico do jovem, seja em consulta de matrícula ou nos retornos.
6. Em situações consideradas de risco (por exemplo: gravidez, abuso de substâncias, não adesão a tratamentos recomendados, doenças graves, risco à vida ou à saúde de terceiros) e frente à realização de procedimentos de maior complexidade (por exemplo, biópsias e intervenções cirúrgicas) torna-se necessária a participação e o consentimento dos pais ou dos responsáveis.
7. Em todas as situações em que se caracterizar a necessidade da quebra do sigilo médico, o adolescente deve ser informado, justificando-se os motivos para essa atitude.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1) Geral**

Comparar os componentes da síndrome metabólica entre os sexos e as três fases da adolescência, propondo um novo critério para diagnóstico da síndrome.

#### **3.2) Específicos**

- Verificar entre dois modelos de bioimpedância elétrica qual prediz melhor a gordura corporal, em relação ao DEXA, em adolescentes brasileiros de ambos os sexos com e sem excesso de peso.
- Analisar a influência dos componentes da síndrome metabólica na resistência à insulina, por sexo e fase da adolescência.
- Comparar critérios diagnósticos e pontos de corte dos componentes da síndrome metabólica, de acordo com sexo e entre as três fases da adolescência.
- Propor novo critério e pontos de corte para diagnóstico da síndrome metabólica em adolescentes.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1) Delineamento do Estudo

Estudo epidemiológico observacional, transversal, tendo como unidade de estudo o indivíduo (KLEIN e BLOCH, 2009).

### 4.2) Casuística

Avaliou-se 800 adolescentes, sendo 28 excluídos do estudo pelos seguintes motivos: uso de medicamento anticonvulsivante (1); história de hipotireoidismo (1); jejum inadequado (2); impossibilidade técnica na coleta de sangue (1); uso de antidepressivo (fluoxetina) (9); história de mielomenigocele (1); presença de câncer no nariz (1); uso de hormônio do crescimento (1); alterações hormonais (3); uso de suplementos e/ou vitaminas (5); gravidez anterior (2); pé inchado, com gesso (1). Ressalta-se que todos estes adolescentes fizeram a avaliação antropométrica e da composição corporal, e sempre que possível, dos exames bioquímicos, recebendo seus resultados e acompanhamento nutricional.

Os adolescentes que atendiam os critérios de inclusão e que fizeram parte do estudo foram agrupados por intervalos etários, conforme descrito abaixo (Tabela 1), e subdividido por sexo.

**Tabela 1.** Distribuição dos adolescentes conforme faixa etária e fase da adolescência.

Fase	Idade	n (%)	Sexo Feminino	Sexo Masculino
			n (%)	n (%)
Fase Inicial	10-13 anos	336 (42)	157 (19,6)	179 (22,3)
Fase Intermediária	14 –16 anos	229 (28,6)	134 (16,8)	95 (11,9)
Fase Final	17-19 anos	235 (29,4)	123 (15,4)	112 (14,0)
Amostra Total	10-19 anos	800 (100)	414 (51,8)	386 (48,2)

### 4.3) Critérios de inclusão

- ✓ Ter entre 10 a 19 anos;
- ✓ Aceitar participar da pesquisa, atestando por meio da assinatura do termo de consentimento pelo adolescente e seu responsável;
- ✓ Não fazer uso regular de medicamentos que alterassem a pressão arterial, a glicemia, insulinemia ou o metabolismo lipídico (CAPRIO, 2005);
- ✓ Não ter engravidado ou estar grávida;
- ✓ Não participar de programa atual de redução e controle de peso;
- ✓ Não utilizar anticoncepcional há menos de dois meses (NIH THECNOL ASSESS STATEMENT, 1994);
- ✓ Não utilizar regularmente diuréticos/laxantes, marcapasso ou prótese (NIH THECNOL ASSESS STATEMENT, 1994).

### 4.4) Cálculo e Seleção da amostra

O tamanho amostral foi calculado utilizando-se o programa *Epi Info*, versão 6,04 a partir de fórmula específica para estudos transversais, considerando-se população infinita, prevalência esperada de 50%, visto o estudo considerar como desfecho múltiplos fatores de risco cardiovasculares e variabilidade aceitável de 5%, totalizando amostra mínima de 663 adolescentes, com 99% de nível de confiança. A este acrescentaram-se 10% para recuperar possíveis perdas e 10% para controle de fatores de confusão, chegando a 796 adolescentes. Entre todos os adolescentes que atenderam aos critérios de inclusão, procedeu-se a uma amostragem aleatória simples por meio de sorteio, até que se alcançasse o tamanho amostral.

A escola foi o meio de acesso, sendo o estudo representativo de adolescentes de 10 a 19 anos do município, sendo realizado em todas as escolas públicas e privadas da faixa etária de interesse. Durante a seleção, as direções das escolas foram contactadas e após permissão das mesmas distribuiu-se os convites aos adolescentes, e os que aceitaram receberam o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (Apêndice A) que foi assinado pelo adolescente e seu responsável.

Os adolescentes foram selecionados por meio de amostragem aleatória simples, sendo realizado entre os interessados, que devolveram o referido termo assinado e, por meio de dispositivo aleatório foi selecionada a quantidade desejada. A tentativa de contato com o indivíduo sorteado foi de até três vezes. No caso em que não se obteve

sucesso, o mesmo foi recolocado junto aos demais e novo sorteio foi realizado, até que se completasse em cada grupo o número amostral descrito anteriormente.

Quando o adolescente não aceitava participar ou desistia do estudo, novo sorteio era realizado para substituição, respeitando-se a proporcionalidade da faixa etária estudada em cada escola. Desta forma, buscou-se que cada escola contribuísse na amostra com a proporcionalidade do número de alunos que possuía em cada faixa etária, porém, nem sempre foi possível, pela não participação dos alunos ou pela não autorização por parte de uma escola.

Para aqueles interessados em participar do estudo, agendou-se a avaliação nutricional e exames bioquímicos na Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e explicou-se as recomendações para realização da bioimpedância elétrica, do DEXA e dos exames de sangue. Posteriormente foi agendado um retorno para aplicação dos inquéritos dietéticos, questionário socioeconômico e de estilo de vida e para repassar os resultados e realizar o atendimento nutricional.

No momento do estudo, o município possuía 28 escolas aptas a participarem do projeto<sup>1</sup>: seis privadas, uma pública de ensino médio<sup>2</sup>, dez públicas estaduais e 11 públicas municipais, das quais oito são rurais (Tabela 2). Participaram da seleção da amostra, os estudantes de 27 escolas, sendo 21 (84,8%; n=679) públicas e 6 (15,2%; n=121) privadas. Todos os estudantes das escolas privadas na faixa etária de interesse foram convidados a participar do estudo, porém a participação foi menor que das escolas públicas, em grande parte por falta de estímulo do adolescente e dos próprios pais ou alguns casos já realizavam acompanhamento com outros profissionais de saúde.

---

<sup>1</sup> Escolas públicas e privadas de ensino fundamental, com 5ª a 8ª série para sistemas com oito anos de duração, ou, do 6º ao 9º ano para sistemas com nove anos de duração, e de ensino médio, localizadas nas zonas urbana e rural do município de Viçosa-MG.

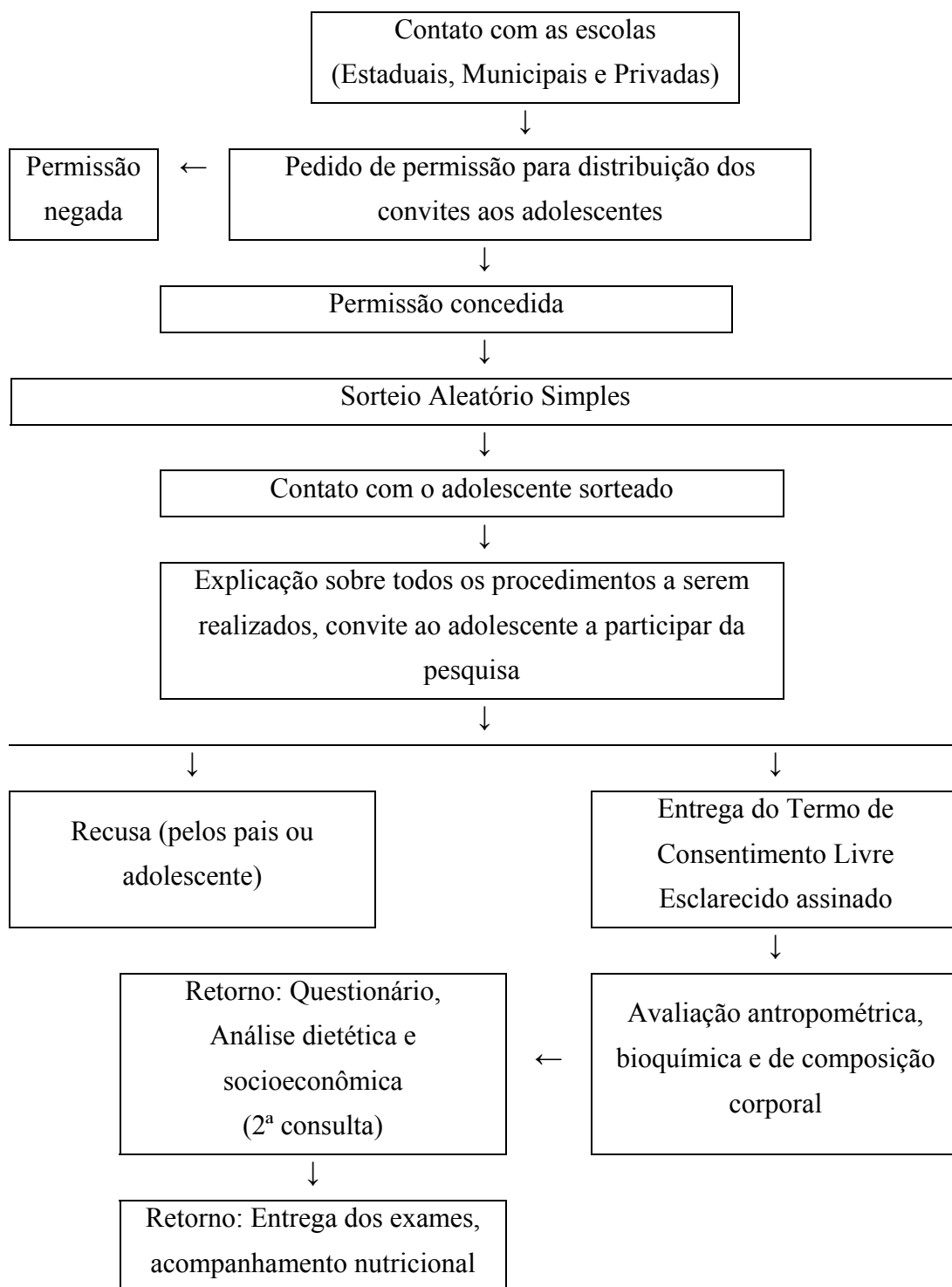
<sup>2</sup> A escola foi excluída, uma vez que eram desenvolvidas nas suas dependências, atividades de educação nutricional e acompanhamento individualizado com estudantes, o que poderia interferir nos resultados.

**Tabela 2.** Número total e proporção de alunos matriculados e participantes do estudo na faixa de 10 a 19 anos, segundo a escola. Viçosa/MG.

<b>Escola</b>	<b>Número de matriculados</b>	<b>Proporção de Matriculados (%)</b>	<b>Número de participantes</b>	<b>Proporção de participantes (%)</b>
Privada 1	620	8,2	26	3,3
Privada 2	563	7,5	54	6,8
Privada 3	370	4,9	18	2,2
Privada 4	266	3,5	15	1,9
Privada 5	118	1,6	5	0,6
Privada 6	47	0,6	3	0,4
Estadual 1	1271	16,9	159	19,9
Estadual 2	857	11,4	114	14,2
Estadual 3	650	8,7	96	12,0
Estadual 4	436	5,8	58	7,3
Estadual 5*	407	5,4	15	1,9
Estadual 6	389	5,2	33	4,1
Estadual 7	342	4,5	21	2,6
Estadual 8	297	4,0	16	2,0
Estadual 9	100	1,3	11	1,4
Estadual 10	76	1,0	9	1,1
Municipal Urb 1	266	3,5	32	4,0
Municipal Urb 2	209	2,8	14	1,8
Municipal Urb 3	122	1,6	17	2,1
Municipal Rur 1	27	0,4	16	2,0
Municipal Rur 2	24	0,3	19	2,4
Municipal Rur 3	20	0,3	10	1,2
Municipal Rur 4	19	0,3	14	1,7
Municipal Rur 5	14	0,2	6	0,7
Municipal Rur 6	12	0,2	11	1,4
Municipal Rur 7	8	0,1	4	0,5
Municipal Rur 8	4	0,1	4	0,5
<b>Total (27)</b>	<b>7534</b>	<b>100,0</b>	<b>800</b>	<b>100,0</b>

Urb = escola zona urbana; rur = escola zona rural; \*A direção não permitiu a realização do estudo com os alunos entre 10 a 14 anos.

A Figura 3 apresenta a descrição da seleção amostral e da coleta de dados dos adolescentes.



**Figura 3.** Seleção amostral e coleta de dados.

#### **4.5) Materiais e Métodos**

A coleta de dados foi realizada durante o período de março de 2010 a abril de 2012. A avaliação nutricional constou de análise antropométrica, de composição corporal, bioquímica, dietética e de pressão arterial (Apêndice B). Toda a avaliação antropométrica e de composição corporal foi realizada e supervisionada pelas nutricionistas, autoras do trabalho. Também houve participação de estudantes de graduação e pós-graduação do curso de Nutrição/UFV, treinados para este fim.

Tais procedimentos foram realizados em no mínimo três encontros, sendo detalhados a seguir:

##### **4.5.1) Antropometria**

###### Peso

O peso foi obtido por balança portátil digital eletrônica com capacidade máxima de 150kg e sensibilidade em 50g, sendo verificada, semanalmente, a conferência com peso padrão. Na pesagem, conforme as técnicas preconizadas por Jellife (1968), os adolescentes vestiram o mínimo de roupas possível, sendo utilizado um avental de pano, tendo sido retirados relógios, adornos, carteiras, chaves, celular e outros objetos que pudessem interferir no peso.

###### Estatura

A estatura foi aferida em duplicata por meio de estadiômetro portátil, com extensão de 2,13 m e resolução de 0,1 cm, com esquadro acoplado a uma das extremidades, segundo as normas preconizadas por Jellife (1968). Os indivíduos foram colocados descalços, corpo firmemente encostado na superfície, de costas para o seu marcador, com os calcanhares unidos e os pés formando um ângulo de 45°, em posição ereta, olhando para o horizonte. A leitura foi feita no centímetro mais próximo quando o esquadro de plástico com visor encostava na cabeça. Caso os adolescentes estivessem de cabelo preso, foi solicitado que fossem soltos. A leitura foi realizada e admitiu-se variação máxima de 0,5cm entre as duas medidas, sendo utilizada a média como resultado final.

###### Índice de Massa Corporal

O Índice de Massa Corporal (IMC) foi calculado por meio da razão entre o peso corporal (kg) e estatura (m<sup>2</sup>). A partir desse índice, classificou-se o estado nutricional

dos adolescentes em escore-z, de acordo com o sexo e idade, utilizando a referência antropométrica da WHO (2007), cujos pontos de corte encontram-se descritos no Quadro 4.

**Quadro 4.** Classificação do estado nutricional em escore-Z de adolescentes.

<b>Classificação do Estado Nutricional</b>	<b>Valores Críticos</b>
Baixo Peso	$< \text{Escore-z} -2$
Eutrófico	$\geq \text{Escore-z} -2 \text{ e } < \text{Escore-z} +1$
Sobrepeso	$\geq \text{Escore-z} +1 \text{ e } < \text{Escore-z} +2$
Obesidade	$\geq \text{Escore-z} +2$

Fonte: WHO (2007)

#### **4.5.2) Composição corporal total**

Para estimar o percentual de gordura corporal nos adolescentes, foram utilizados o aparelho de bioimpedância elétrica tetra polar horizontal (*Byodynamics M450*<sup>®</sup>) e uma bioimpedância vertical com oito eletrodos táteis (*In Body 230*), para verificar se havia diferença entre os dois métodos e em relação ao “padrão-ouro” DEXA.

A avaliação da composição corporal pelos três equipamentos abaixo, foi realizada entre 7h e 8h30 da manhã, estando todos os participantes em jejum de 12 horas. Os indivíduos submetidos a tal técnica foram orientados a seguir os procedimentos prévios, sem os quais os resultados poderiam ser comprometidos (Quadro 5). Uma folha de recomendações para realização dos exames e bioimpedância foi entregue aos adolescentes e encontra-se no Apêndice C.

**Quadro 5.** Recomendações para aferição da gordura corporal pela Bioimpedância Horizontal e Vertical.

<b>Recomendação</b>	<b>Referência</b>
Estar pelo menos há 7 dias da data da última menstruação e 7 dias antes da próxima	Gleichauf e Roe (1989)
Jejum absoluto de 12 horas anteriores à realização do exame	Slinder e Hulthen (2001)
Não realizar exercício físico nas 12 horas anteriores à realização do exame	Manual de Instrução (2007)
Não ingerir álcool nas 48 horas anteriores à realização do exame	Manual de Utilização (2005)
Não fazer uso de diuréticos pelo menos nos 7 dias anteriores à realização do exame	NIH Technol Assess Statement (1994)
Retirar objetos metálicos como brincos, anéis, relógios e outros	NIH Technol Assess Statement (1994)
Urinar 30 minutos antes da realização do exame	Manual de Instrução (2007)
Manter-se pelo menos 5-10 minutos de repouso absoluto em posição decúbito dorsal antes de efetuar as medidas	Rodrigues et al. (2001)

Fonte: Faria (2007)

*Bioimpedância elétrica tetra polar horizontal (Byodynamics M450<sup>®</sup>)*

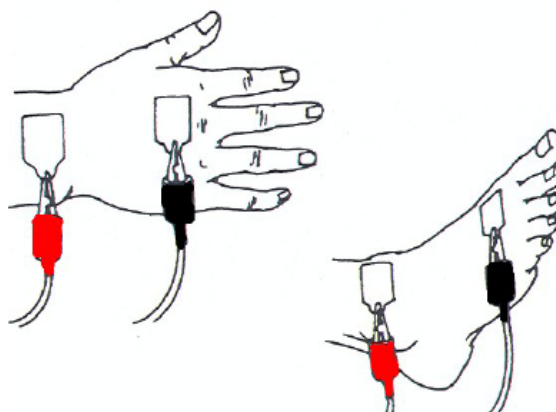
O percentual de gordura corporal foi estimado, utilizando-se o aparelho de bioimpedância elétrica horizontal (*Biodynamics M450<sup>®</sup>*) (Figura 4), que se baseia em três variáveis: a estatura, o peso corporal e a impedância. O princípio da bioimpedância corporal baseia-se no fato de que a impedância ( $Z$ ), resultante da resistência ( $R$ ) e da reactância ( $X_c$ ) ao fluxo elétrico ( $Z^2 = R^2 + X_c^2$  ou  $Z = \text{raiz quadrada de } [R^2 + X_c^2]$ ), relaciona-se com o volume do corpo como um condutor, tendo sido demonstrada correlação significativa entre seu valor e a massa magra. Assim,  $Z$  terá valor maior na massa lipídica comparativamente à massa biologicamente ativa (tecido magro) que contém praticamente toda a água corpórea com eletrólitos, portanto, altamente condutora e com resistência baixa (PEREIRA e AGUILAR-NASCIMENTO, 2001).

As medidas foram realizadas com o indivíduo deitado sobre uma superfície não condutora, na posição supina, com braços e pernas abduzidos a 45 graus, a partir do corpo. Imediatamente antes da colocação dos eletrodos, foi passado algodão embebido em álcool nas áreas de contato, para posterior posicionamento dos adesivos. Um eletrodo emissor foi colocado próximo à articulação metacarpo-falangea da superfície dorsal da mão direita e o outro distal do arco transverso da superfície superior do pé direito. Um eletrodo detector foi colocado entre as proeminências distais do rádio e da ulna do punho direito e o outro, entre os maléolos medial e lateral do tornozelo direito, de acordo com o manual do fabricante (MANUAL DE INSTRUÇÃO, 2007) (Figura 5).



**Figura 4.** Aparelho de bioimpedância elétrica tetrapolar horizontal *Biodynamics M 450*<sup>®</sup>.

Fonte: <http://www.biodyncorp.com/product/450/450.html>

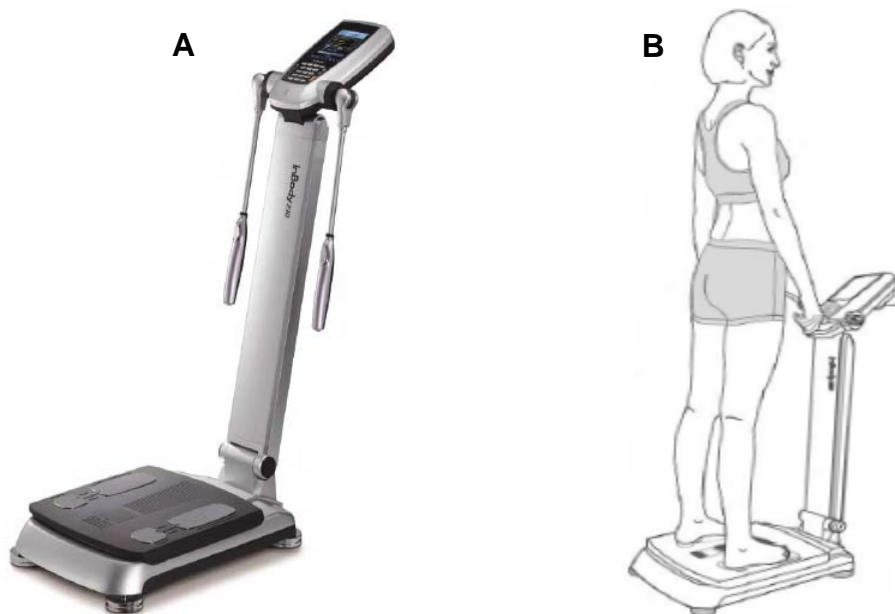


**Figura 5.** Posicionamento dos eletrodos para realização do teste de bioimpedância elétrica.

Fonte: Manual de Instrução (2007).

Bioimpedância elétrica vertical com oito eletrodos táteis (In Body 230)

A avaliação da composição corporal utilizando-se a bioimpedância elétrica vertical com oito eletrodos táteis *InBody 230*<sup>®</sup>, capacidade de 250 Kg e precisão de 100g, foi realizada com o indivíduo descalço, vestindo roupas leves e sem adornos metálicos (MANUAL DE UTILIZAÇÃO, 2006) (Figura 6), para aferição das seguintes medidas, registradas pelo equipamento: Massa de gordura (kg), massa livre de gordura (kg) e gordura corporal (%).



**Figura 6.** A) Aparelho de bioimpedância elétrica vertical com oito eletrodos táteis *In Body 230*<sup>®</sup>. B) Posicionamento correto para realização do teste.

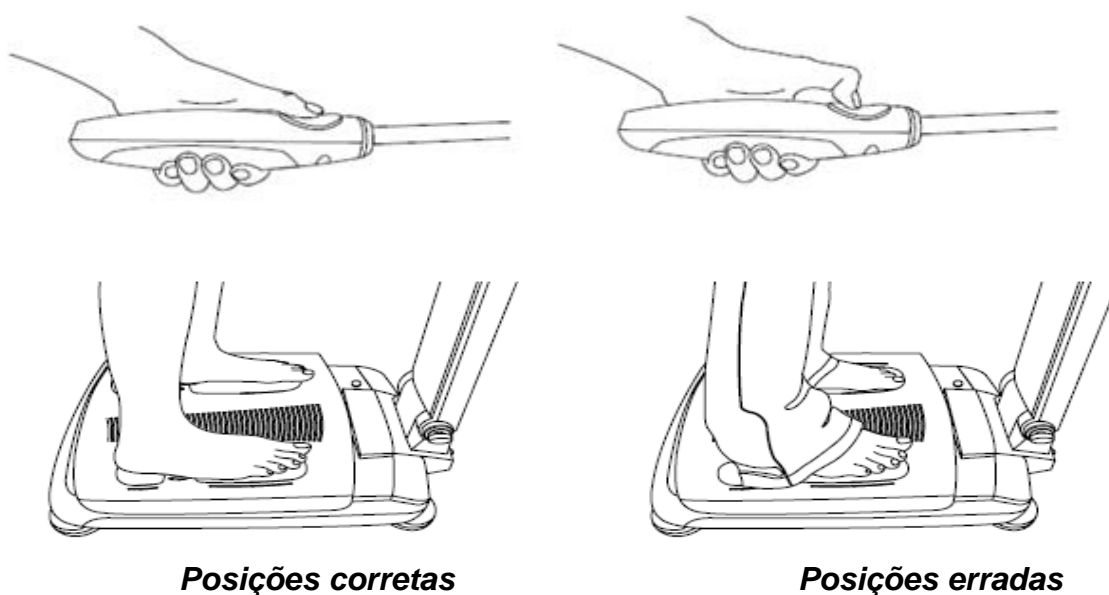
Fonte: <http://www.inbody.pt/files/InBody230.pdf>; Manual de Utilização (2006).

Para iniciar a avaliação, o indivíduo subiu, de forma centralizada, na plataforma do equipamento, adequando os pés limpos e secos sobre os dois conjuntos de eletrodos da base, e esperou até que o peso fosse fixado pelo equipamento. Posteriormente, quando solicitado na tela do aparelho, o indivíduo segurou com os cinco dedos da mão, sem apertar a haste que continha a superfície do eletrodo e os braços foram abduzidos cerca de 15° fora do corpo durante a análise (MANUAL DE UTILIZAÇÃO, 2006) (Figuras 6B; 7).

Durante a avaliação, o indivíduo permaneceu imóvel, relaxado e foi orientado a não soltar os dedos da haste com a superfície de eletrodos. Finalizada a avaliação, foi emitido um sinal sonoro e na tela do equipamento a mensagem de conclusão, e retornaram-se os eletrodos na posição original (MANUAL DE UTILIZAÇÃO, 2006).

Os resultados foram impressos em formulário específico para cada adolescente (Anexo 1). A aferição da composição corporal pelo *InBody 230* foi realizada três vezes, utilizando-se três etnias diferentes: caucasiano, hispânico e outros. Os dados utilizados no estudo foram referentes à etnia “outros”, uma vez que não houve diferença entre os valores de percentual de gordura corporal<sup>3</sup>.

Quando os resultados obtidos de percentual de gordura corporal apresentavam variação de  $\pm 1\%$ , repetiu-se a avaliação para confirmação do resultado. Caso o novo resultado estivesse com valores próximos ao primeiro, manteve-se a primeira avaliação, caso contrário, o resultado mais próximo das outras etnias.



**Figura 7.** Posicionamento das mãos e dos pés para realização do teste de bioimpedância elétrica.

Fonte: Manual de Utilização (2006).

### Absortometria Radiológica de Raio X de Dupla Energia (DEXA)

O DEXA é um procedimento de imagem de alta tecnologia que permite a quantificação da gordura e do músculo, assim como do conteúdo mineral ósseo e das estruturas ósseas mais profundas do corpo. É um método baseado na dependência de energia da atenuação do coeficiente de absorção do conteúdo mineral ósseo que contém

---

<sup>3</sup> Para comparação dos percentuais de gordura corporal utilizando três etnias diferentes, utilizou-se o teste estatístico de *Kruskal-Wallis*.

um elemento atômico de cálcio, e tecidos moles que contêm baixo número dos elementos: hidrogênio, oxigênio e carbono (LOUZADA, 2007).

O princípio básico do DEXA é a utilização de uma fonte de raio X com um filtro que converte feixe de raio X em picos fotoelétricos de baixa e alta energia que atravessam o corpo do indivíduo. A obtenção da composição corporal é feita através da medida de atenuação dos picos fotoelétricos no corpo.

A medida foi feita com o indivíduo em decúbito dorsal, através de uma série de varreduras transversais a partir da cabeça até os pés, com a duração do rastreamento do corpo inteiro de aproximadamente 10 minutos e a exposição à radiação é de 0,05 a 1,5 rem, dependendo do modelo do equipamento utilizado, não sendo invasivo e sem riscos ao indivíduo (LOUZADA, 2007). Não é necessário preparo ou requisitos especiais para a execução desse exame, porém, como os adolescentes já estavam realizando os outros equipamentos de bioimpedância, utilizou-se o mesmo preparo, para fins de comparação.

O DEXA (*Lunar Prodigy Advance DXA System - analysis version: 13.31, GE Healthcare*) (Figura 8) foi realizado pelos técnicos da Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa, com acompanhamento da equipe do projeto.



**Figura 8.** Equipamento DEXA utilizado para a avaliação da composição corporal dos adolescentes.

Fonte: Imagem cedida por funcionários do setor de Diagnóstico por Imagem da Divisão de Saúde da UFV.

O percentual de gordura corporal pelos três equipamentos utilizados foi analisado segundo a classificação proposta por Lohman (1992) descrito no quadro abaixo (Quadro 6).

**Quadro 6.** Classificação do percentual de gordura corporal de adolescentes, segundo sexo.

Classificação	% de Gordura Corporal	
	Sexo Feminino	Sexo Masculino
<b>Baixo peso</b>	< 15	< 10
<b>Eutrofia</b>	> 15 e < 25	> 10 e < 20
<b>Risco de sobrepeso</b>	≥ 25 e < 30	≥ 20 e < 25
<b>Sobrepeso</b>	≥ 30	≥ 25

Fonte: Lohman (1992).

Ressalta-se que o equipamento do DEXA foi adquirido pela UFV quando o projeto já estava em andamento, não sendo possível a realização deste exame em todos os adolescentes. Portanto, dos 800 adolescentes avaliados, em 500 que atendiam os critérios de inclusão foi possível a realização do DEXA e das duas bioimpedâncias elétricas. Desta forma, no artigo 1 de comparação das bioimpedâncias elétricas, utilizou-se amostra de 500 adolescentes, número adequado para este estudo, uma vez que em estudos de validação recomenda-se tamanho amostral de no mínimo 100 indivíduos (WILLET et al, 1998). E no cálculo do tamanho da amostra para empregar-se a análise de concordância dos equipamentos em relação ao padrão-ouro, sugere-se que seja calculado considerando a precisão do viés e dos limites de concordância, pois, como a decisão clínica deve ser baseada nos limites de concordância, é importante que os mesmos sejam precisos. De uma forma geral, com uma amostra de 100 é possível estimar os valores (viés e limites) com um intervalo de confiança de 95% aproximado de  $\pm 0,34DP$  e, com 200, um intervalo de  $\pm 0,24DP$  (HIRAKATA e CAMEY, 2009).

A comparação das duas bioimpedâncias elétricas em relação ao DEXA foi uma etapa inicial para decisão de qual equipamento utilizar para avaliar a composição corporal dos adolescentes estudados, uma vez que nem todos os adolescentes realizaram a avaliação pelo DEXA, que é considerado padrão-ouro para avaliação do percentual de gordura corporal.

### **4.5.3) Medidas de Localização de Gordura Corporal**

#### Perímetros

Os perímetros da cintura e do quadril foram aferidos com fita métrica, de extensão de 2 metros, flexível e inelástica, dividida em centímetros e subdivida em milímetros, tomando-se cuidado para não comprimir as partes moles, sendo que as medidas foram realizadas em duplicata por um único avaliador e utilizou-se a média, sendo que caso as medidas tivessem diferença maior que 1 cm, repetia-se a medida (WHO, 2008). O perímetro da cintura foi obtido, durante a expiração normal, utilizando-se de quatro técnicas:

- 1) Circundando-se o menor perímetro horizontal, localizada abaixo das costelas e acima da cicatriz umbilical (PETROSKI, 2003).
- 2) Medida realizada dois dedos acima da cicatriz umbilical.
- 3) Ponto médio entre a margem inferior da última costela e a crista íliaca, no plano horizontal (WHO, 2008).
- 4) Aferição sobre a cicatriz umbilical (ASAYAMA et al, 1997).

A partir da aferição das quatro técnicas de perímetro da cintura, verificou-se qual mais se relacionava com resistência à insulina e demais alterações metabólicas, optando-se pela técnica do ponto médio entre a margem inferior da última costela e a crista íliaca, no plano horizontal (WHO, 2008), uma vez que se observou maior correlação desta técnica com o índice HOMA-IR ( $r=0,4932$ ;  $p<0,001$ ).

O perímetro do quadril foi verificado na região glútea, sendo circundada a maior porção da região dos glúteos, entre a cintura e os joelhos (HEYWARD e STOLARCZYK, 2000).

#### Relação cintura/quadril

A relação cintura/quadril foi obtida pelas quatro técnicas descritas acima, procedendo-se a divisão do perímetro da cintura pelo perímetro do quadril. Os valores obtidos foram usados para verificar se havia associação com a resistência à insulina e demais alterações metabólicas, e se havia diferença entre a relação pelas quatro técnicas utilizadas.

#### Relação cintura/ estatura

Obtida pelo quociente da medida da cintura (cm) pelas quatro técnicas utilizadas pela medida da estatura (cm). Os valores obtidos foram usados para verificar se havia associação com a resistência à insulina e demais alterações metabólicas, e se havia diferença entre a relação pelas quatro técnicas utilizadas.

#### **4.5.4) Avaliação Bioquímica**

Coletou-se o sangue de todos os voluntários após jejum de 12 horas, para análise de glicemia, insulina plasmática, ácido úrico e lipídios séricos, como colesterol total, triglicerídeos, HDL (*high density lipoprotein* - lipoproteína de alta densidade), LDL (*low density lipoprotein* - lipoproteína de baixa densidade) e VLDL (*very low density lipoprotein*- lipoproteína de muito baixa densidade), posteriormente analisado no Laboratório de Análises Clínicas da Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa/UFV, no município de Viçosa/MG. As amostras foram colhidas no período entre 07h30min às 09h da manhã, sendo coletados 12 mL de sangue, após jejum de 12 horas, por punção venosa, com material descartável. Os níveis de insulina foram dosados em um laboratório de referência da cidade do Rio de Janeiro, RJ.

#### Perfil Lipídico

As análises foram feitas no soro sanguíneo, após o material ter sido centrifugado em centrífuga *Excelsa modelo 206 BL* por 10 minutos a 3.500 rpm. O colesterol total, HDL e triglicerídeos foram dosados pelo método colorimétrico enzimático, com automação pelo equipamento *Cobas Mira Plus (Roche Corp.)* e o LDL calculado pela fórmula de *Friedwald*, visto que nenhum valor de triglicerídeos foi maior que 400 mg/dL (FRIEDEWALD et al, 1972).

Utilizou-se para classificação de dislipidemias os pontos de corte preconizados pela I Diretriz de Prevenção da Aterosclerose na Infância e na Adolescência (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2005) que são recomendados para adolescentes brasileiros (Quadro 7) e considerou-se como inadequado, os valores limítrofes e elevados. Esta referência foi utilizada, visto a importância de pontos de corte específicos para adolescentes brasileiros, que são mais sensíveis, objetivando a prevenção das dislipidemias neste grupo populacional.

**Quadro 7.** Valores de referência do perfil lipídico em crianças e adolescentes (entre 2 e 19 anos de idade).

<i>Parâmetros</i>	<i>Desejável</i>	<i>Limítrofe</i>	<i>Elevado</i>
<b>Colesterol Total (mg/dL)</b>	<150	150 – 169	≥170
<b>LDL (mg/dL)</b>	<100	100 – 129	≥130
<b>HDL (mg/dL)</b>	≥45	-	-
<b>Triglicerídeos (mg/dL)</b>	<100	100 – 129	≥130

Fonte: Sociedade Brasileira de Cardiologia (2005).

### Alteração no metabolismo de glicose

#### *Glicemia de Jejum*

A glicemia de jejum foi dosada pelo método enzimático da Glicose-oxidase por meio do equipamento de automação *Cobas Mira Plus (Roche Corp.)* e classificou-se como alterada glicemia de jejum  $\geq 100$  mg/dL (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2006).

#### *Insulina de Jejum*

A insulina de jejum foi dosada pelo método de eletroquimioluminescência e classificada de acordo com a I Diretriz de Prevenção da Aterosclerose na Infância e na Adolescência (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2005), a qual considera insulina plasmática de jejum alterada  $\geq 15\mu\text{U/mL}$ .

#### *Resistência à Insulina*

Através dos níveis de insulina e glicemia de jejum, foi calculado o HOMA-IR (*Homeostasis Model Assessment - Insulin Resistance*) ou Índice do Modelo de Avaliação da Homeostase da Resistência à Insulina =  $[(\text{insulina de jejum } (\mu\text{U/mL}) \times \text{glicemia de jejum [mmol/L]})/22,5]$ , considerando-se a presença de resistência à insulina quando o HOMA-IR for  $\geq 3,16$  (KESKIN et al, 2005).

#### *Ácido úrico*

O ácido úrico foi dosado pelo método colorimétrico enzimático, com automação pelo equipamento *Cobas Mira Plus (Roche Corp.)* (BURTIS et al, 2008) e classificado de acordo com o sexo e idade, segundo o percentil 90 da população de estudo.

#### **4.5.5) Avaliação da Pressão Arterial**

A pressão arterial foi aferida utilizando monitor de pressão sanguínea de subflação automática (Omron® Model HEM-741 CINT), preconizado pela Sociedade Brasileira de Cardiologia, seguindo as orientações das VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial (2010) e o manual do aparelho (Apêndice D).

A aferição foi realizada com o paciente sentado, em repouso, certificando-se que o mesmo não estivesse de bexiga cheia, não tenha praticado atividade física na última 1h e 30 minutos e não tenha ingerido bebidas alcoólicas ou fumado nos últimos 30 minutos. Foram realizadas medidas no braço direito e esquerdo e o que apresentasse maior valor da pressão arterial, foram realizadas mais duas medidas, com intervalo de um a dois minutos entre elas, excluindo-se a primeira e fazendo a média das duas últimas. Caso as pressões diastólicas e sistólicas obtidas apresentassem diferenças superiores a 4 mmHg, novas verificações foram realizadas, até que se obtivesse medidas com diferença inferior a esse valor. Caso necessário, foram realizadas novas aferições em outras consultas, para confirmação do diagnóstico.

Foram utilizados os pontos de corte de pressão sistólica e diastólica preconizados pelas VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial (2010), considerados para adolescentes até 17 anos, de acordo com os percentis de estatura, para ambos os sexos, os valores < percentil 90 como normotenso, desde que inferiores a 120/80 mmHg; entre os percentis 90 e 95, como limítrofe e maior que percentil 95, como hipertensão arterial, salientando-se que qualquer valor igual ou superior a 120/80 mmHg mesmo que inferior ao percentil 95, foi considerado limítrofe. Para os adolescentes de 18 a 19 anos, considerou-se inadequado os valores maiores ou iguais a 130/85 mmHg. Considerou-se como inadequado, os valores limítrofes e alterados.

Os adolescentes que apresentaram inadequação da pressão arterial sistólica e/ou diastólica foram encaminhados ao serviço de enfermagem da Divisão de Saúde, para confirmação da medida, por meio da técnica auscultatória com uso de esfigmomanômetro aneróide. Além disso, agendou-se mais uma consulta para reforçar as orientações nutricionais e repetir a medida da pressão arterial. Se as novas medidas mantivessem próximas às anteriores e/ou se fossem maiores, manteve-se a média da primeira consulta, caso contrário, da segunda.

#### **4.5.6) Critérios diagnósticos para definição da síndrome metabólica**

Utilizou-se três diferentes critérios propostos na literatura para o diagnóstico da síndrome metabólica em adultos e um critério proposto para adolescentes (IDF, 2007) (ZIMMET et al, 2007). Em função de a maioria das propostas ser destinada à utilização em indivíduos adultos, a avaliação dos componentes da síndrome metabólica, foi realizada mediante adaptações sugeridas pelo presente estudo que consiste na utilização de pontos de corte específicos para adolescentes. Para o IDF (2007), com a finalidade de comparação dos resultados, utilizou-se além dos pontos de corte propostos pelo critério, adaptações propostas por este estudo, mais sensíveis para adolescentes (Quadro 8).

**Quadro 8.** Indicadores metabólicos e pontos de corte, incluídos nas definições usadas para classificar a síndrome metabólica, adaptados à faixa etária.

COMPONENTES	DEFINIÇÃO DA SÍNDROME METABÓLICA			
	WHO (1998) <sup>1</sup>	EGIR (1999) <sup>2</sup>	ATPIII (2001) <sup>3</sup>	IDF (2007) <sup>4</sup>
<b>Tolerância à glicose</b>				
Proposto	DM2 ou tolerância à glicose diminuída ou resistência à insulina	Glicemia de jejum $\geq 110$ mg/dL e $< 126$ mg/dL; insulina $> p75$	Glicemia de jejum $\geq 110$ mg/dL	Glicemia de jejum $\geq 100$ mg/dL ou DM2
Adaptado	Glicemia de jejum $\geq 100$ mg/dL <sup>5</sup> ou HOMA $\geq 3,16$ <sup>6</sup>	Insulina plasmática $\geq 15\mu\text{U/mL}$ <sup>7</sup> , Glicemia de jejum $\geq 100$ mg/dL <sup>5</sup>	Glicemia de jejum $\geq 100$ mg/dL <sup>5</sup>	Glicemia de jejum $\geq 100$ mg/dL <sup>5</sup>
<b>Dislipidemias</b>				
Proposto	TG $> 130$ mg/dL, HDL $< 35$ mg/dL	TG $> 130$ mg/dL, HDL $< 35$ mg/dL	TG $> 130$ mg/dL, HDL $< 35$ mg/dL	<b>10-16 anos:</b> TG $\geq 150$ mg/dL, HDL $< 40$ mg/dL; <b>17-19 anos:</b> TG $\geq 150$ mg/dL, HDL $< 40$ mg/dL (M); $< 50$ mg/dL (F)
Adaptado	TG $\geq 100$ mg/dL <sup>7</sup> , HDL $< 45$ mg/dL <sup>7</sup>	TG $\geq 100$ mg/dL <sup>7</sup> , HDL $< 45$ mg/dL <sup>7</sup>	TG $\geq 100$ mg/dL <sup>7</sup> , HDL $< 45$ mg/dL <sup>7</sup>	TG $\geq 100$ mg/dL <sup>7</sup> , HDL $< 45$ mg/dL <sup>7</sup>
<b>Pressão Arterial</b>				
Proposto	PA $\geq 140/90$ mmHg	PA $\geq 140/90$ mmHg	PA $\geq 130/85$ mmHg	PA $\geq 130/85$ mmHg
Adaptado	$\geq$ Percentil 90 (10-17 anos) e PA $\geq 130/85$ mmHg (18-19 anos) <sup>8</sup>	$\geq$ Percentil 90 (10-17 anos) e PA $\geq 130/85$ mmHg (18-19 anos) <sup>8</sup>	$\geq$ Percentil 90 (10-17 anos) e PA $\geq 130/85$ mmHg (18-19 anos) <sup>8</sup>	$\geq$ Percentil 90 (10-17 anos) e PA $\geq 130/85$ mmHg (18-19 anos) <sup>8</sup>
<b>Obesidade</b>				
Proposto	IMC $\geq 30$ kg/m <sup>2</sup> e/ou RCQ $> 0,90$ (M) e $> 0,85$ (F)	PC $\geq 94$ cm (M) e $\geq 80$ cm (F)	PC $> 102$ cm (M) e $> 88$ cm (F)	<b>10-16:</b> PC $\geq p90$ ; <b>17-19:</b> PC $\geq 90$ cm (M) e $\geq 80$ cm (F)
Adaptado	IMC - $\geq$ <i>score-z</i> +1 <sup>9</sup> e/ou RCQ $\geq p90$	PC $\geq p90$ (segundo sexo e fase da adolescência)	PC $\geq p90$ (segundo sexo e fase da adolescência)	PC $\geq p90$ (segundo sexo e fase da adolescência)

---

**Condições necessárias ao diagnóstico**

Proposto	DM2 ou tolerância à glicose diminuída ou resistência à insulina e mais duas alterações	Insulina plasmática > p75 e mais duas alterações	Três alterações	PC $\geq$ p90 e mais duas alterações
Adaptado	Glicemia de jejum $\geq$ 100 mg/dL <sup>5</sup> ou HOMA $\geq$ 3,16 <sup>6</sup> e mais duas alterações	Insulina plasmática $\geq$ 15 $\mu$ U/mL <sup>7</sup> e mais duas alterações	Três alterações	PC $\geq$ p90 e mais duas alterações

---

DM2: diabetes *mellitus*; PA: pressão arterial; TG: triglicerídeos; RCQ: relação cintura/quadril; PC: perímetro da cintura; IMC: Índice de Massa Corporal; F: sexo feminino; M: sexo masculino; p90 e p75: percentil 90 e 75.

<sup>1</sup>WHO – *World Health Organization* (ALBERTI e ZIMMET, 1998); <sup>2</sup>EGIR – *European Group for Study of Insulin Resistance* (BALKAU e CHARLES, 1999);

<sup>3</sup>NCEP/ATPIII/2001- *National Cholesterol Education Program- NCEP -Adult Treatment Panel III – ATPIII* (2001); <sup>4</sup>IDF - *International Diabetes Association* (ZIMMET et al, 2007); <sup>5</sup>*American Diabetes Association* (2006); <sup>6</sup>Keskin et al (2005); <sup>7</sup>Sociedade Brasileira de Cardiologia (2005); <sup>8</sup>Sociedade Brasileira de Cardiologia/Sociedade Brasileira de Hipertensão (2010); <sup>9</sup>WHO (2007).

Nota: Para WHO (1998); EGIR (1999) e NCEP/ATPIII (2001) utilizou-se somente critério adaptado e para IDF (2007) utilizou-se os pontos de corte propostos pelo critério e pontos de corte adaptados sugeridos pelo estudo.

#### **4.5.7) Caracterização Socioeconômica e de Estilo de Vida**

Foi aplicado um questionário que englobou aspectos socioeconômicos, condições sanitárias, hábitos alimentares, tabagismo, etilismo, prática de atividade física e condições de saúde do adolescente e da família (Apêndice E).

##### Aspectos socioeconômicos e condições sanitárias

Em relação aos aspectos socioeconômicos foi questionado se a residência em que a família mora era própria e se possuía energia elétrica e o número total de quartos. Além disso, foi analisada a escolaridade dos pais, bem como o número total de pessoas que residem no mesmo domicílio.

Com relação às condições sanitárias, foi questionado se a residência das famílias possuía água encanada potável, serviço de esgoto, bem como a frequência da coleta de lixo. Em relação às condições de moradia e saneamento básico, foi usada a mesma metodologia adotada pela Pesquisa sobre Padrões de Vida (PPV 1996-1997) (IBGE, 1995) (Anexo 2).

##### Avaliação dietética

A análise dietética dos adolescentes estudados foi realizada por meio de Questionário de Frequência de Consumo Alimentar (QFCA) (Apêndice F) visando conhecer a frequência de consumo dos grupos de alimentos bem como de alimentos contribuintes para o excesso de peso e alterações metabólicas. O QFCA foi aplicado individualmente, sendo que os adolescentes foram orientados a relatar a frequência de consumo dos alimentos, referente ao mês precedente (SERRA-MAJEM e ARACENTA-BARTRINA, 1995). Quando necessário, o QFCA foi realizado nas residências dos adolescentes.

A lista de alimentos que compuseram o Questionário de Frequência foi determinada considerando os alimentos que fazem parte dos hábitos alimentares de adolescentes do município de Viçosa - MG, com base nos dados referentes à aplicação de recordatórios 24 horas em adolescentes assistidos pelo Programa de Atenção à Saúde do Adolescente (PROASA), da Universidade Federal de Viçosa (BARBOSA, 2006).

O QFCA foi testado antes do início do processo da coleta de dados. Tal pré-teste foi realizado com adolescentes de Viçosa-MG, reproduzindo a mesma metodologia do estudo. Este procedimento foi realizado no sentido de verificar se a lista dos alimentos

do QFCA estava adequada ao grupo de estudo. Neste pré-teste foram observados relatos de alimentos que não faziam parte da lista inicial sendo estes acrescentados à mesma.

Os voluntários também foram questionados quanto ao hábito de realizar refeições regulares dentro de horários estabelecidos, bem como o tipo e o número de refeições diárias.

#### Atividade física

Utilizou-se o questionário internacional de atividade física – versão curta – *International Physical Activity Questionnaire – short form* (IPAQ) (CELAFISC, 2010) (Anexo 3), validado para adolescentes (GUEDES et al, 2005). Classificou-se o nível de atividade física em: sedentário, irregularmente ativo, ativo e muito ativo (CELAFISC, 2010) (Anexo 4).

#### História Familiar

Os adolescentes foram questionados sobre a história familiar caracterizada a partir de informações referentes aos antecedentes familiares, parentes de primeiro grau maternos ou paternos (pais, tios e avós), que faleceram em função de alguma enfermidade crônica não transmissível ou apresentavam alguma enfermidade crônica não transmissível como obesidade, dislipidemias, hipertensão arterial, diabetes e doenças cardiovasculares.

#### Consumo de cigarro

Os voluntários foram questionados quanto ao hábito de fumar, se é fumante ou não, em caso positivo a quantidade diária de cigarros consumida e a quanto tempo é fumante (BATISTA, 2006) (Anexo 5).

#### Etilismo

Foi questionado se consumiam bebidas alcoólicas e, em caso positivo, qual o tipo mais consumido, a frequência, quantidade e há quanto tempo consumiam álcool.

### **4.6) Estudo Piloto**

Foi realizado um pré-teste dos questionários utilizados, com adolescentes de Viçosa-MG, sendo realizadas modificações no mesmo, de acordo com a realidade da população de adolescentes.

#### **4.7) Retorno aos indivíduos**

Todos os adolescentes que apresentaram alteração do estado nutricional ou doenças crônicas não transmissíveis diagnosticadas, foram atendidos pelas nutricionistas, independentemente de atender ou não ao critério de inclusão do estudo.

Após a avaliação do estado nutricional por meio de parâmetros dietéticos, antropométricos, de composição corporal e bioquímicos, todos os voluntários receberam relatório de sua avaliação (Apêndice G), e aqueles que apresentaram alguma alteração nutricional, bioquímica ou de pressão arterial foram orientados pelas participantes do projeto. Quando necessário maior período de acompanhamento nutricional, este foi feito pela equipe do Programa de Atenção à Saúde do Adolescente (PROASA) na Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa. Caso fosse necessário, os adolescentes também eram encaminhados a outros profissionais de saúde como médicos e psicólogos.

Depois de coletadas todas as informações necessárias para a realização do estudo, todos os adolescentes receberam, individualmente, orientação nutricional específica, objetivando a melhoria do estilo de vida. O enfoque principal do atendimento aos adolescentes foi a substituição por alimentos saudáveis; a orientação quanto ao número e horário das refeições realizadas durante os dias úteis da semana e no fim de semana; o incentivo à redução de consumo de alimentos altamente energéticos, gordurosos e de pouco valor nutritivo e o aumento do consumo de frutas, verduras e legumes; o estímulo à prática de atividade física; e orientações alimentares específicas quanto ao respectivo resultado bioquímico obtido (levando em consideração as deficiências e excessos encontrados). Além dessas orientações, foram também enfatizados a diminuição das porções ingeridas e o incentivo à perda de peso pelos adolescentes com excesso de peso, destacando a importância de uma alimentação adequada.

Além das orientações nutricionais, realizou-se palestras no ambiente escolar e foram entregues relatórios sobre o estado nutricional dos adolescentes a cada escola participante do estudo e às Secretarias de Educação e Saúde do município de Viçosa, Minas Gerais, a fim direcionar ações públicas de promoção da saúde e prevenção de doenças, neste grupo populacional.

#### **4.8) Aspecto ético**

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (Of. Ref. N° 0140/2010), de acordo com a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (Anexo 6).

Os pais foram informados e esclarecidos sobre os objetivos, bem como a forma de execução deste trabalho, sendo o termo de consentimento apresentado a estes, e solicitada, então, a autorização por escrito para que o adolescente menor de 18 anos pudesse participar deste estudo. Para os adolescentes de 18-19 anos, foi esclarecido sobre o trabalho, sendo solicitado a sua assinatura do termo de consentimento.

A participação no estudo foi voluntária e conferiu-se o direito ao adolescente ou à família a recusar-se a participar ou retirar-se do estudo a qualquer momento, sem qualquer prejuízo e os dados individuais foram mantidos em sigilo.

#### **4.9) Processamento de dados e Análise Estatística**

O banco de dados foi duplamente digitado e a verificação da consistência dos dados foi realizada através do programa *Epi Info* Versão 3.5.4. Após esta verificação dos dados, foram realizadas as análises nos softwares *SPSS for Windows*, versão 13.0, *Stata*, versão 11.0 e para análise das curvas ROC (*Receiver Operating Characteristic Curve*) utilizou-se o software *Medcalc 12.4.0*. Foram aplicados testes paramétricos ou não paramétricos, de acordo com a distribuição das variáveis, bem como testes de associação, correlação e análise de regressão. O nível de rejeição da hipótese de nulidade para todos os testes foi de 5%.

- **Teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov:** teste de normalidade (CALLEGARI-JACQUES, 2003) utilizado para se verificar a distribuição dos valores das variáveis antropométricas, de gordura corporal e bioquímicas quanto aos afastamentos observados em relação aos esperados na distribuição normal, na amostra total e nas sub-amostras referentes a sexo e fases da adolescência. A partir do resultado, utilizou-se os testes paramétricos, para variáveis com distribuição normal, e não paramétricos, para aquelas sem distribuição normal.

- **Teste do Qui-Quadrado e Teste Exato de Fisher:** utilizados para verificar a associação entre duas variáveis qualitativas. O teste Exato de Fisher foi utilizado

quando o valor esperado em pelo menos uma das caselas da tabela de contingência 2x2 foi inferior a cinco (CALLEGARI-JACQUES, 2003). Utilizou-se para verificar associação entre:

- ✓ Prevalência de alterações metabólicas, excesso de peso, excesso de gordura corporal, síndrome metabólica e sexo;

- ✓ Prevalência de alterações metabólicas, excesso de peso, excesso de gordura corporal, síndrome metabólica e fases da adolescência.

- **Correlação de Pearson:** medida de correlação existente entre duas variáveis quantitativas, em que pelo menos uma tenha distribuição normal (CALLEGARI-JACQUES, 2003).

- ✓ Utilizado para verificar correlação entre as variáveis bioquímicas e de composição corporal, em que pelo menos uma variável apresentasse distribuição normal.

- **Correlação de Spearman:** medida de correlação existente entre duas variáveis quantitativas, quando não apresentam distribuição normal (CALLEGARI-JACQUES, 2003).

- ✓ Utilizado para verificar correlação entre as variáveis bioquímicas e de composição corporal, em que as variáveis não apresentassem distribuição normal.

- **Kruskal-Wallis:** utilizado para comparação de dois ou mais grupos em relação à tendência central dos dados, quando as variáveis analisadas não apresentam distribuição normal. Este teste será complementado pelo **Teste de Comparações Múltiplas de Dunn's** que permite identificar quais grupos diferem entre si, mantendo controlado o nível de significância do teste (CALLEGARI-JACQUES, 2003).

- ✓ Utilizado para verificar se houve diferença das variáveis de composição corporal e bioquímicas, nas três fases da adolescência.

- **Teste t de Student:** utilizado para comparação entre duas amostras independentes, cujas variáveis apresentaram distribuição normal (SOKAL e ROLF, 1969). Utilizou-se para comparar:

- ✓ Massa livre de gordura e perímetro do quadril no sexo feminino entre os grupos com e sem resistência à insulina;

- ✓ Perímetro do quadril, colesterol total, HDL, pressão sistólica e diastólica no sexo masculino entre os grupos com e sem resistência à insulina.

- **Mann Whitney:** utilizado para comparação entre duas amostras independentes, no caso de as variáveis não apresentarem distribuição normal (SIEGEL, 1975). Utilizou-se para comparar:

✓ IMC, percentual de gordura corporal, massa de gordura, perímetro da cintura, RCE, RCQ, colesterol total, LDL, HDL, VLDL, triglicerídeos, ácido úrico, pressão sistólica e pressão diastólica no sexo feminino entre os grupos com e sem resistência à insulina;

✓ IMC, percentual de gordura corporal, massa de gordura, perímetro da cintura, RCE, RCQ, LDL, VLDL, triglicerídeos e ácido úrico no sexo masculino entre os grupos com e sem resistência à insulina.

- **Índice Kappa:** para verificar a concordância (CALLEGARI-JACQUES, 2003) entre diagnósticos fornecidos pela avaliação das medidas obtidas pelos dois equipamentos de bioimpedância com o DEXA, conforme a classificação de Lohman (1992).

- **Sensibilidade:** capacidade que um teste possui de identificar corretamente os indivíduos doentes. Corresponde à probabilidade de um indivíduo doente ser classificado como tal pelo teste (SÁNCHEZ-VILLEGAS e MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, 2009; MASSAD, 2004).

- **Especificidade:** capacidade que o teste possui de identificar corretamente os indivíduos saudáveis. Corresponde à probabilidade de um indivíduo sadio ser classificado como tal pelo teste (SÁNCHEZ-VILLEGAS e MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, 2009; MASSAD, 2004).

- **Valor Preditivo Positivo:** probabilidade de um indivíduo ter uma determinada doença, dado que ele é positivo a um teste diagnóstico (MASSAD, 2004).

- **Valor Preditivo Negativo:** probabilidade de um indivíduo ser sadio dado que tem um teste diagnóstico negativo (MASSAD, 2004).

✓ Calculou-se os valores de sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo e valor preditivo negativo dos dois modelos de bioimpedância para detecção de excesso de gordura corporal nos adolescentes.

- **Curva ROC (*Receiver Operating Characteristic Curve*):** para demonstrar o poder preditivo e de discriminação do teste nos diagnósticos clínicos (SÁNCHEZ-VILLEGAS e MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, 2009).

✓ A construção de curvas ROC (receiver operating characteristic) deu-se pelo uso do software Medcalc 12.4.0 que possibilitou avaliar o poder discriminante dos parâmetros bioquímicos, de pressão arterial e de composição corporal para o diagnóstico da síndrome metabólica, segundo os critérios avaliados, além de se estabelecer pontos de corte destas variáveis. Calculou-se as áreas abaixo das curvas (AUC), e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

- **Bland-Altman:** análise de concordância entre métodos (HIRAKATA e CAMEY, 2009).

✓ Para testar a acurácia das bioimpedâncias elétricas em relação ao DEXA utilizou-se critérios propostos por Lohman (1992): coeficiente de correlação linear de Pearson ( $r$ )  $> 0,80$ ; teste t pareado para verificar a diferença entre a média dos %GC estimados pelas bioimpedâncias elétricas e pelo DEXA; erro total  $\leq 2,5\%$  e erro padrão de estimativa (EPE)  $< 3,5\%$  para a predição do %GC. Os limites de concordância dos %GC estimados pelos métodos foi avaliado pelo gráfico de Bland-Altman.

✓ Estas análises correspondentes ao artigo 1 da tese, corresponde a uma etapa inicial do trabalho para se avaliar qual método de avaliação da composição corporal mais se aproximava do DEXA, uma vez que nem todos os adolescentes realizaram este equipamento.

- **Análise de Regressão:**

**Regressão linear simples:** para se avaliar a relação causa-efeito entre duas variáveis quantitativas (SÁNCHEZ-VILLEGAS e MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, 2009).

✓ Utilizou-se regressão linear simples para avaliar a relação entre o percentual de gordura corporal estimado pelas bioimpedâncias elétricas (variável independente) e o percentual de gordura corporal aferido pelo DEXA (variável dependente), separados por sexo e estado nutricional.

**Regressão logística:** para verificar a contribuição de cada variável independente em relação à variável dependente categórica (SÁNCHEZ-VILLEGAS e MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, 2009).

✓ Para o estudo de contribuição individual de cada fator de risco para a resistência à insulina (variável dependente), com controle dos efeitos das demais incluídas no modelo, foi utilizados modelos de regressão logística.

✓ Utilizou-se modelos de regressão logística simples e múltipla para avaliar associação entre a resistência à insulina (variável dependente) e variáveis explicativas (de estilo de vida, composição corporal e bioquímicas). As variáveis com  $p \leq 0,20$  e com plausibilidade biológica na regressão logística simples foram selecionadas para o modelo múltiplo, que foi construído utilizando-se o critério *forward*. A significância de cada variável foi avaliada pelo teste de Wald, retirando-se do modelo as variáveis não significativas.

✓ O ajuste do modelo múltiplo foi avaliado pelo Teste da Verossimilhança e pelo teste de Hosmer & Lemeshow (avalia a consistência do ajuste do modelo, considerando-se bom ajuste quando  $p > 0,05$ ) a cada inclusão de uma nova variável no modelo e para verificar o ajuste do modelo final, além do poder de predição do modelo. Avaliou-se também a multicolinearidade e a interação entre as variáveis independentes. A força de associação foi avaliada pelo cálculo da odds ratio (OR) com Intervalo de Confiança (IC) 95%. Elaborou-se um modelo de risco para cada fase da adolescência, ajustado por sexo.

- **Análise Fatorial de Componente Principal:** A análise fatorial exploratória foi empregada na investigação do agrupamento dos componentes da síndrome metabólica.

✓ A adequação dos dados para a análise fatorial foi confirmada pelos testes *Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy* (KMO) e *Bartlett Test of Sphericity* (BTS). Para extração do conjunto de fatores que possivelmente constituem a base da determinação da síndrome metabólica utilizou-se o método de componentes principais (Análise Fatorial de Componente Principal). Reteve-se no modelo os fatores que apresentaram autovalores  $> 1$  (MINGOTI, 2005).

✓ A rotação ortogonal varimax foi utilizada para obtenção do conjunto independente de fatores resultantes. Considerou-se aderidas ao fator as variáveis que apresentaram cargas fatoriais  $> 0,5$  (MINGOTI, 2005).

✓ Para avaliação da adequação do modelo final utilizou-se o índice KMO  $> 0,7$ . A escolha das variáveis foi baseada na matriz de correlação e nos diferentes componentes estabelecidos pelos critérios, sempre tendo em vista manter variáveis que contemplassem todos os componentes da síndrome metabólica: obesidade, dislipidemia, hipertensão arterial e distúrbios do metabolismo da glicose.

#### 4.10) Referências Bibliográficas

ALBERTI, K.G.; ZIMMET, P.Z. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications, part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation. **Diabet Med**, v.15, p. 539 –553, 1998.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. **Diabetes Care**, v. 29, p. 43S-48S, 2006.

ASAYAMA, K.; HAYASHI, K.; KAWADA, Y.; NAKANE, T.; UCHIDA, N.; HAYASHIBE, H. et al. New age-adjusted measured of body fat distribution in children and adolescents: standardization of waist-hip ratio using multivariate analysis. **In J Obes Relat Metab Disord**, v. 21, p. 594-599, 1997.

BALKAU, B.; CHARLES, M. A. Comment on the provisional report from the WHO consultation. European Group for the Study of Insulin Resistance (EGIR). **Diabetic Medicine**, v. 16, p. 442– 443, 1999.

BARBOSA, K. B. F. **Consumo Alimentar e marcadores de risco para a síndrome metabólica em adolescentes do sexo feminino: comparação entre instrumentos de inquérito dietético**. 2006 - [Dissertação de Mestrado] Departamento de Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BATISTA, E.S. **Perfil socioeconômico, nutricional e de antioxidantes de jovens fumantes, do município de Viçosa-MG**. 2006 - [Dissertação de Mestrado] Departamento de Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BURTIS, C.A.; BRUNS, D.E.; ASHWOOD, E.R. **Tietz: Fundamentos de Química Clínica**. Editora Elsevier, 6ª edição, 2008. 992p.

CALLEGARI – JACQUES, S.M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 2003. 255p.

CAPRIO, S. Definitions and pathophysiology of metabolic syndrome in obese children and adolescents. **Int J Obes**, v. 29, p. 24S – 25S, 2005.

CELAFISC. **Questionário internacional de atividade física - IPAQ (versão curta)**. Disponível em:<<http://www.celafiscs.institucional.ws/65/questionarios.html>> Acesso em: 10 de fevereiro de 2010.

FARIA, E.R. **Critérios diagnósticos e fatores de risco para síndrome metabólica, em adolescentes que já apresentaram a menarca, de escolas públicas de Viçosa-MG.** 2007 - [Dissertação de Mestrado] Departamento de Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

FRIEDEWALD, W.T.; LEVY, R.I.; FREDRICKSON, D.S. Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of preparative ultracentrifuge. **Clin Chem**, v. 18, n. 6, p.499-502, 1972.

GLEICHAUF, C.N.; ROE, D.A. The menstrual cycles's effect on the realibility of bioimpedance measurements for assessing body composition. **Am J Clin Nutr**, v.50, p. 903-907, 1989.

GUEDES, D.P.; LOPES, C.C.; GUEDES, J.E.R.P. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física em adolescentes. **Rev Bras Med Esporte**, v. 11, n. 2, Mar/Abr, 2005.

HEYWARD, V.H.; STOLARCZYK, L.M. **Método antropométrico.** In: HEYWARD, V. H., STOLARCZYK, L. M. Avaliação da composição corporal aplicada. São Paulo: Manole, p. 73-98, 2000.

HIRAKATA, V.N.; CAMEY, S.A. Análise de concordância entre métodos de bland-altman. **Rev HCPA**, v.29, n.3, p.261-268, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, Diretoria de Pesquisas. **Indicadores Sociais: uma análise da década de 1980.** Rio de Janeiro: IBGE, 1995. 368 p.

JELLIFFE, D. B. **Evolución del estado de nutrición de la comunidad.** Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1968.

KESKIN, M.; KURTOGLU, S.; KENDIRCI, M.; ATABEK, M. E.; YAZICI, C. Homeostasis model assessment is more reliable than the fasting glucose/insulin ratio and quantitative insulin sensitivity check index for assessing insulin resistance among obese children and adolescents. **Pediatrics**, v. 115, n. 4, p. 500-503, 2005.

KLEIN, C.R.; BLOCH, K.V. **Estudos seccionais.** In: MEDRONHO, et al. Epidemiologia. 2 ed. São Paulo: Atheneu, 2009. cap.10, p.193-219.

LOHMAN, T.G. Assessing fat distribution. **Advances in body composition assessment: current issues in exercise science**. Illinois: Human Kinetics, 1992, p. 57-63.

LOUZADA, E.R. **Alterações em alguns aspectos da composição corporal em mulheres obesas após um programa de exercício físico**. Dissertação de mestrado. Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2007.

MANUAL de instrução byodynamics modelo 450 versão v. 5.1. 2007. Disponível em: <[http://www.tbw.com.br/fr\\_produtos.htm](http://www.tbw.com.br/fr_produtos.htm)> Acesso em: 10 de maio de 2009.

MANUAL de utilização InBody 230. 2006. Disponível em: <http://www.inbody.fi/resources/userfiles/File/230manual.pdf>> Acesso em: 15 de janeiro de 2010.

MASSAD, E. **A teoria bayesiana no diagnóstico médico**. In: MASSAD, E.; et al. Métodos quantitativos em medicina. São Paulo: Manole, 2004. cap. 8, p. 189-223.

MINGOTI, A.S. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora da Universidade Federal de Minas Gerais; 2005.

NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH TECHNOLOGY ASSESSMENT CONFERENCE STATEMENT. Bioelectrical Impedance Analysis in Body Composition Measurement. **Nutrition**, v.12, p.1-35, 1994.

NCEP. Executive summary of the third report of National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). **JAMA**, v. 285, p. 2486-97, 2001.

PEREIRA, S.F.; AGUILAR-NASCIMENTO, J.E. Impedância bioelétrica: comparação da estimativa dos compartimentos corporais por meio de dois tipos de equipamentos. **Rev Bras Nutr Clin**, v. 16, p. 6 – 10, 2001.

PETROSKI, E.L. **Antropometria: técnicas e padronizações**. 2 ed. Porto Alegre: Pallotti, 2003.

RODRIGUES, M. N.; SILVA, S. C.; MONTEIRO, W. D.; FARINATTI, P. T. V. Estimativa da gordura corporal através de equipamentos de bioimpedância, dobras cutâneas e pesagem hidrostática. **Rev Bras Med Esporte**, v. 7, n. 4, p. 125-131, 2001.

SÁNCHEZ-VILLEGAS, A.; MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, M.A. **Aspectos avanzados de regresión logística**. In: MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, M.A.; SÁNCHEZ-VILLEGAS, A.; FAJARDO, J.F. *Bioestadística amigable*. 2 ed. Espanha: Diaz de Santos, 2009. cap. 14, p. 777-810.

SERRA-MAJEM, L.; ARACENTA-BARTRINA, J. **Introducción a la epidemiología nutricional**. In: SERRA-MAJEM, L.; ARANCETA-BARTRINA, J.; MATAIX-VERDÚ, J. *Nutrición y Salud Pública*. Barcelona: Masson, p.59-65, 1995.

SIEGEL, S. **Estatística não-paramétrica. Para as carências do comportamento**. São Paulo: Mcgraw-hill, 1975.

SLINDER, F.; HULTHEN, L. R. Bioelectrical impedance: effect of 3 identical meals on diurnal impedance variation and calculation of body composition. **Am J Clin Nutr**, v. 74, p. 474-478, 2001.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA / SOCIEDADE BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO / SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEFROLOGIA. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. **Arq Bras Cardiol**, v.95, p.1-51, 2010. Disponível em: <<http://publicacoes.cardiol.br/consenso/>>. Acesso em: 01/02/2013.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. I Diretriz de Prevenção da Aterosclerose na Infância e na Adolescência. **Arq Bras Cardiol**, v. 85, n. supl.6, 2005.

SOKAL, R.R.; RHOLF, F.J. **Biometry, the principles and practice of statistics**. San Francisco, Freeman, 1969.

WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. **Waist circumference and waist-hip ratio: report of a WHO expert consultation**. Geneva, 8-11. December 2008.

WILLET, W.C. **Nutritional Epidemiology**. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press; 1998.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. de ONIS, M.; ONYANGO, A.W.; BORGHI, E.; SIYAM, A.; NISHIDA, C.; SIEKMANN, J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. **Bull World Health Organ**, v.85, p.660-667, 2007.

ZIMMET, P.; ALBERTI, G.; KAUFMAN, F.; TAJIMA, N.; SILINK, M.; ARSLANIAN, S.; et al. The metabolic syndrome in children and adolescents: the IDF consensus. **Diabetes Voice**, v. 52, n. 4, p. 29-32, 2007.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Artigo Original 1: Predição da gordura corporal de adolescentes: comparação entre dois modelos de bioimpedância elétrica em adolescentes de ambos os sexos de 10 a 19 anos

#### Resumo

**Objetivo:** Verificar qual dos modelos de bioimpedância elétrica, em relação ao DEXA, prediz melhor a gordura corporal, em adolescentes brasileiros de ambos os sexos com e sem excesso de peso.

**Métodos:** Avaliou-se dados relacionados à composição corporal de 500 adolescentes de 10-19 anos, de ambos os sexos, de escolas públicas e privadas das áreas urbanas e rurais de uma cidade do interior de Minas Gerais/ Brasil. Os adolescentes foram agrupados em: Grupo 1: sem excesso de peso, com  $IMC/idade < score-z + 1$ ; Grupo 2: com excesso de peso,  $IMC/idade \geq score-z + 1$  (WHO, 2007), e subdivididos por sexo. O percentual de gordura corporal (%GC) foi estimado por duas bioimpedâncias elétricas: BIA1 (tetra polar horizontal); BIA2 (vertical com oito eletrodos táteis) e pelo DEXA. Utilizou-se o gráfico de Bland Altman, Índice de Kappa, calculou-se os erros totais e erros padrões de estimativa (EPE) e os valores de sensibilidade, especificidade e valor preditivo positivo e negativo. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa.

**Resultados:** Em relação ao estado nutricional, 76,2; 19,4 e 4,4%, respectivamente, apresentaram eutrofia, sobrepeso/obesidade e baixo peso e 47,4% alto percentual de gordura corporal pelo DEXA. O %GC estimado pela BIA2 apresentou maior correlação ( $p < 0,05$ ) com o %GC pelo DEXA e apenas os erros totais da BIA2 nos com excesso de peso apresentaram valores adequados ( $\leq 2,5\%$ ). Os EPE foram inferiores a 3,5%, com os menores valores para a BIA2. Verificou-se tendência entre as bioimpedâncias elétricas em subestimarem o %GC no sexo feminino, e no masculino de superestimarem o %GC nos indivíduos do grupo sem excesso de peso e de subestimarem naqueles do grupo com excesso de peso.

**Conclusão:** A bioimpedância vertical com oito eletrodos foi mais eficaz na avaliação da gordura corporal. Independente do método utilizado deve-se ter cuidado na interpretação dos resultados para avaliar a composição corporal de adolescentes, tendo como prioridade a prevenção de alterações metabólicas atuais e futuras.

## **Introdução**

A adolescência é o período compreendido entre 10 a 19 anos, caracterizado por crescimento rápido marcado pelo início da puberdade, quando se evidenciam mudanças fisiológicas, na composição corporal, psicológicas e sociais que ocorrem de forma heterogênea entre os indivíduos (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2005).

Com o processo de maturação, a composição do organismo é alterada bem como as diferenças entre sexo, em que os meninos apresentam maior proporção de massa livre de gordura e as meninas maior quantidade de massa de gordura (WHO, 2005). Portanto, a estimativa correta da composição corporal é importante na avaliação e no acompanhamento da saúde e do estado nutricional do adolescente, visto a relação entre doenças cardiovasculares, diabetes *mellitus*, dislipidemias, hipertensão arterial, síndrome metabólica e excesso de gordura corporal (SIERVOGEL et al, 2003; JAEGER e BARÓN, 2009; KIM et al, 2011), que geralmente se mantêm na vida adulta (OLIVEIRA et al, 2009).

Observa-se aumento da prevalência de obesidade e alterações metabólicas associadas em todo o mundo e em todas as faixas etárias. A Pesquisa de Orçamento Familiar (POF), realizada nas áreas metropolitanas do Brasil entre os anos 2008 e 2009 aponta prevalência de 20,5% de excesso de peso entre a população adolescente, sendo de 21,5% no sexo masculino e 19,4% no feminino, aumento de aproximadamente 4% quando comparado com os resultados da mesma pesquisa em 2002/2003 (IBGE, 2010). O excesso de gordura corporal tem sido observado inclusive em adolescentes com peso adequado (CARVALHO et al, 2010; SERRANO et al, 2010; VIEIRA et al, 2011).

Existem diferentes métodos para avaliação da composição corporal, dentre eles a bioimpedância elétrica (BIA), que mensura resistência ou impedância oferecida pelos tecidos à passagem de uma corrente elétrica de baixa intensidade. Trata-se de um método simples, rápido, relativamente de baixo custo, não invasivo, portátil e seguro (JAEGER e BARÓN, 2009; GUPTA et al, 2011; VERDICH et al, 2011; LEAHY et al, 2012). Porém, comparação da avaliação da composição corporal entre os equipamentos que utilizam quatro eletrodos e os que utilizam oito eletrodos táteis foram analisadas em estudo com crianças e adolescentes de 6 a 13 anos (KRIEMLER et al, 2008) e com faixa etária jovem de 18 a 29 anos (LEAHY et al, 2012), mas não se encontra este tipo de estudo para a faixa etária de 10 a 19 anos.

Diante da grande utilização da BIA na prática clínica e em estudos populacionais, este trabalho objetivou verificar qual dos modelos de bioimpedância

elétrica, em relação ao DEXA, prediz melhor a gordura corporal, em adolescentes brasileiros de ambos os sexos com e sem excesso de peso.

## **Metodologia**

### *Casuística*

Estudo epidemiológico, de corte transversal, realizado com 500 adolescentes, de ambos os sexos, de 10 a 19 anos, selecionados em escolas públicas e privadas, das áreas urbanas e rurais, de uma cidade do interior de Minas Gerais/ Brasil. Considerou-se como critérios de inclusão não ter doenças crônicas; não usar regularmente medicamentos que alterassem a pressão arterial, glicemia de jejum ou metabolismo lipídico; não fazer uso contínuo de diuréticos/laxantes, marcapasso ou prótese e no caso do sexo feminino, não ter utilizado anticoncepcional há menos de dois meses e não ter ficado ou estar grávida.

A seleção da amostra foi baseada no total de adolescentes do município na faixa etária de interesse, em 2012. A amostra foi calculada através do programa *Epi Info*, versão 6.04 para estudos transversais, considerando-se população total de 12080 adolescentes de 10 a 19 anos do município de Viçosa, MG/Brasil (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012), frequência esperada de excesso de gordura corporal de 26,5% (CRIZEL, 2010) e variabilidade de 5%, totalizando 496 indivíduos, com nível de confiança de 99,9%.

Os adolescentes foram selecionados por meio de amostragem aleatória simples, tendo a escola como meio de acesso, sendo o estudo realizado nas escolas públicas e privadas, totalizando 27 com alunos na faixa etária de interesse. Durante a seleção, as direções das instituições de ensino foram contactadas e após permissão das mesmas distribuiu-se os convites aos adolescentes, e os que aceitaram receberam o Termo de Consentimento Livre Esclarecido. O sorteio foi realizado entre os interessados que devolveram o termo assinado, e de maneira aleatória foi selecionado o número de adolescentes desejado, respeitando-se a proporcionalidade de alunos por escola.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (Of. Ref. N° 0140/2010), de acordo com a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. A participação foi voluntária após esclarecimento verbal e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, pelos adolescentes e seus responsáveis.

De acordo com a classificação do estado nutricional (WHO, 2007), os adolescentes foram agrupados em: Grupo 1 (G1): sem excesso de peso (baixo peso e eutrofia), com IMC/idade  $< score-z + 1$ ; Grupo 2 (G2): com excesso de peso, IMC/idade  $\geq score-z + 1$ , e subdivididos por sexo.

#### *Avaliação Antropométrica*

O peso foi obtido em balança digital, eletrônica, com capacidade máxima de 150kg e subdivisão em 50g e a estatura por estadiômetro portátil, com extensão de 2,13m e escala de 0,1 cm, com esquadro acoplado a uma das extremidades, sendo esta medida aferida em duplicata permitindo trabalhar com o valor médio. Caso a diferença entre elas superasse 0,5cm, realizava-se novas medidas. O peso e a estatura foram aferidos segundo as técnicas preconizadas por Jelliffe (1968).

O estado nutricional foi avaliado pelo resultado obtido em  $score-z$  do Índice de Massa Corporal (IMC), utilizando-se os pontos de corte e a referência antropométrica preconizados pela *World Health Organization* (2007). Adolescentes com sobrepeso e com obesidade foram classificados como excesso de peso ( $\geq score-z + 1$ ) (FARIA et al, 2009).

#### *Composição corporal*

O percentual de gordura corporal (%GC) foi estimado por duas bioimpedâncias elétricas: BIA1 (tetra polar horizontal; *Biodynamics* Modelo 450®); BIA2 (vertical com oito eletrodos táteis - *InBody* 230®) e pelo equipamento de Absortometria Radiológica de Raio X de Dupla Energia - DEXA (*Lunar Prodigy Advance DXA System - analysis version: 13,31, GE Healthcare*), no período da manhã, respeitando-se protocolo específico para o teste (BARBOSA, 2006). Além do percentual de gordura corporal, a massa corporal total pelo DEXA (somatório do tecido gorduroso, magro e ósseo) também foi avaliada. O percentual de gordura corporal foi analisado segundo a classificação proposta por Lohman (1992).

#### *Análise estatística*

O banco de dados foi duplamente digitado e após verificação da consistência dos dados, realizou-se as análises nos *softwares SPSS for Windows 13.0 e Stata 11.0*. O teste de normalidade *Kolmogorov-Smirnov* foi utilizado para se avaliar a distribuição das variáveis e o índice *Kappa* para verificar a concordância entre diagnósticos

fornecidos pela avaliação das medidas obtidas pelos dois equipamentos de bioimpedância com o DEXA, conforme a classificação de Lohman (1992).

Calculou-se os valores de sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo e preditivo negativo dos dois modelos de bioimpedância para detecção de excesso de gordura corporal nos adolescentes.

Utilizou-se regressão linear simples para avaliar a relação entre o %GC estimado pelas bioimpedâncias elétricas (variável independente) e o %GC medido pelo DEXA (variável dependente), separados por sexo e estado nutricional.

Para testar a acurácia das bioimpedâncias elétricas em relação ao DEXA utilizou-se critérios propostos por Lohman (1992): coeficiente de correlação linear de Pearson ( $r > 0,80$ ); teste t pareado para verificar a diferença entre a média dos %GC estimados pelas bioimpedâncias elétricas e pelo DEXA; erro total  $\leq 2,5\%$  e erro padrão de estimativa (EPE)  $< 3,5\%$  para a predição do %GC. Os limites de concordância dos %GC estimados pelos métodos foi avaliado pelo gráfico de Bland-Altman.

O nível de rejeição da hipótese de nulidade para todos os testes foi de 5%.

## **Resultados**

### *Características dos Sujeitos*

Participaram do estudo 500 adolescentes, com mediana da idade de 13,79 anos (Mínimo: 10,02; Máximo: 19,99 anos), sendo 55,8% (n=279) do sexo feminino.

Com relação ao estado nutricional, 4,4% (n=22) eram baixo peso, 76,2% (n=381) eutróficos e 19,4% (n=97) excesso de peso e deste, 5,4% (n=27) eram obesos. Em relação ao sexo, o masculino apresentou 20,4% de excesso de peso e o feminino, 18,6%, não sendo encontrada diferença entre os sexos.

Em relação à gordura corporal, 47,4% apresentaram excesso pelo DEXA, sendo que o sexo feminino apresentou maior prevalência (62,7%) em relação ao masculino (28,1%) ( $p < 0,001$ ), o que fisiologicamente já era esperado. O grupo sem excesso de peso apresentou excesso de gordura corporal em 53,7 e 11,9%, respectivamente, para os sexos feminino e masculino.

**Comparação entre percentual de gordura corporal pelas bioimpedâncias e pelo DEXA**

A caracterização da composição corporal e a relação entre o percentual de gordura corporal das duas bioimpedâncias com o DEXA são observadas na Tabela 1. Verificou-se diferença ( $p < 0,05$ ) entre o %GC mensurado pelo DEXA e pelas bioimpedâncias elétricas para ambos os sexos e grupos com e sem excesso de peso.

No caso de adolescentes do sexo feminino, com e sem excesso de peso, a BIA1 subestimou o %GC em  $-6,68 \pm 3,01\%$  e  $-1,89 \pm 3,93\%$ , e a BIA2 em  $-0,82 \pm 2,32\%$  e  $-1,35 \pm 2,63\%$ , respectivamente. Já em indivíduos do sexo masculino e sem excesso de peso, as BIA1 e BIA2 superestimaram o %GC em  $0,91 \pm 3,08\%$  e  $1,23 \pm 2,68\%$ , e subestimaram o %GC nos com excesso de peso em  $-4,55 \pm 4,00$  e  $-0,90 \pm 2,54\%$ , respectivamente.

**Tabela 1.** Composição corporal de adolescentes, segundo sexo e grupo com e sem excesso de peso. Viçosa, Minas Gerais. Brasil.

Variáveis	Sem Excesso de Peso (n= 403)		Com Excesso de Peso (n= 97)	
	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino
	Média $\pm$ DP	Média $\pm$ DP	Média $\pm$ DP	Média $\pm$ DP
<b>Peso</b>	46,17 $\pm$ 9,71	47,65 $\pm$ 13,79	57,05 $\pm$ 11,17	63,54 $\pm$ 18,92
<b>Estatura</b>	156,09 $\pm$ 10,0	159,76 $\pm$ 14,7	152,76 $\pm$ 9,02	159,22 $\pm$ 13,90
<b>IMC</b>	18,74 $\pm$ 2,47	18,21 $\pm$ 2,58	24,22 $\pm$ 2,78	24,43 $\pm$ 4,04
<b>MCT DEXA</b>	45,94 $\pm$ 9,66	47,96 $\pm$ 14,1	56,58 $\pm$ 11,14	63,37 $\pm$ 18,97
<b>%GC DEXA</b>	24,89 $\pm$ 6,34 <sup>a</sup>	12,96 $\pm$ 5,55 <sup>a</sup>	37,38 $\pm$ 5,60 <sup>a</sup>	29,12 $\pm$ 7,38 <sup>a</sup>
<b>%GC BIA1</b>	23,00 $\pm$ 4,6 <sup>b</sup>	13,87 $\pm$ 5,17 <sup>b</sup>	30,70 $\pm$ 4,21 <sup>b</sup>	24,57 $\pm$ 5,17 <sup>b</sup>
<b>%GC BIA2</b>	23,54 $\pm$ 5,88 <sup>c</sup>	14,19 $\pm$ 4,77 <sup>c</sup>	36,56 $\pm$ 5,78 <sup>c</sup>	28,22 $\pm$ 6,80 <sup>c</sup>

DP = desvio-padrão; IMC = Índice de Massa Corporal; MCT = massa corporal total pelo DEXA (somatório pelo DEXA do tecido gorduroso, magro e ósseo); %GC = percentual de gordura corporal; BIA1= bioimpedância elétrica horizontal com quatro eletrodos; BIA2= bioimpedância elétrica vertical com oito eletrodos táteis.

Teste *t* pareado (DEXA x BIA1; DEXA x BIA2, BIA1 x BIA2, separado por sexo e grupo com e sem excesso de peso); Letras diferentes indicam diferença entre os valores de percentual de gordura corporal pelos equipamentos avaliados ( $p < 0,05$ ).

Independente dos grupos com e sem excesso de peso, o %GC estimado pela BIA2 apresentou maior correlação ( $p < 0,05$ ) com o %GC medido pelo DEXA para adolescentes de ambos os sexos (Tabela 2). Verificou-se que apenas os erros totais da BIA2 para indivíduos com excesso de peso apresentaram valores considerados adequados ( $\leq 2,5\%$ ), sendo de 2,21% para o sexo feminino e 2,5% para o masculino. Os Erros Padrão de Estimativa (EPE) foram inferiores a 3,5%, considerado adequado pelo critério de acurácia de Lohman (1992), com os menores valores para a BIA2 (Tabela 2).

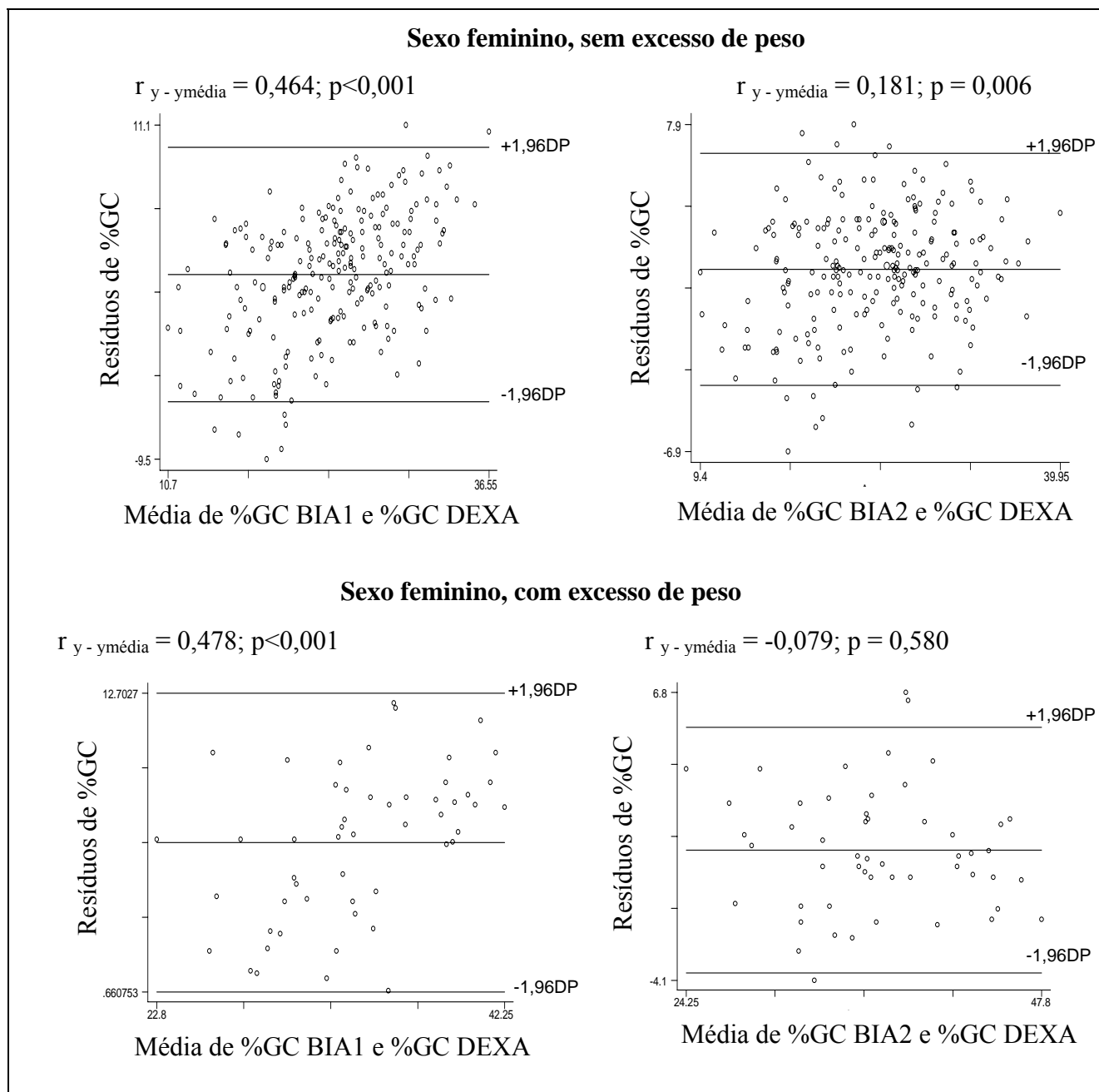
Encontrou-se correlações fortes e positivas, superiores a 0,80, entre os %GC estimados pela BIA2 e DEXA para ambos os sexos e grupos com e sem excesso de peso. A BIA1 apresentou maiores valores de correlação em relação ao DEXA ( $p < 0,05$ ) apenas para indivíduos do grupo com excesso de peso, porém inferiores aos valores obtidos pela BIA2 (Tabela 2).

Nas Figuras 1 e 2 estão apresentados os gráficos de Bland-Altman para as duas bioimpedâncias elétricas. Ao se avaliar os dois modelos de BIA e o DEXA, observa-se um valor de  $r$  próximo a zero, sem diferença entre o método e o DEXA para adolescentes do sexo masculino sem excesso de peso na BIA1 (Figura 1) e para ambos os sexos naqueles com excesso de peso para a BIA2 (Figuras 1 e 2). Portanto, a BIA1 pode ser realizada em adolescentes do sexo feminino sem excesso de peso e a BIA2 pode ser utilizada em adolescentes de ambos os sexos com excesso de gordura corporal. Ao analisar os resíduos verificou-se tendência entre as bioimpedâncias elétricas em subestimarem o %GC no sexo feminino (Figura 1), e no masculino de superestimarem o %GC nos indivíduos do G1 e de subestimarem naqueles do G2 (Figura 2).

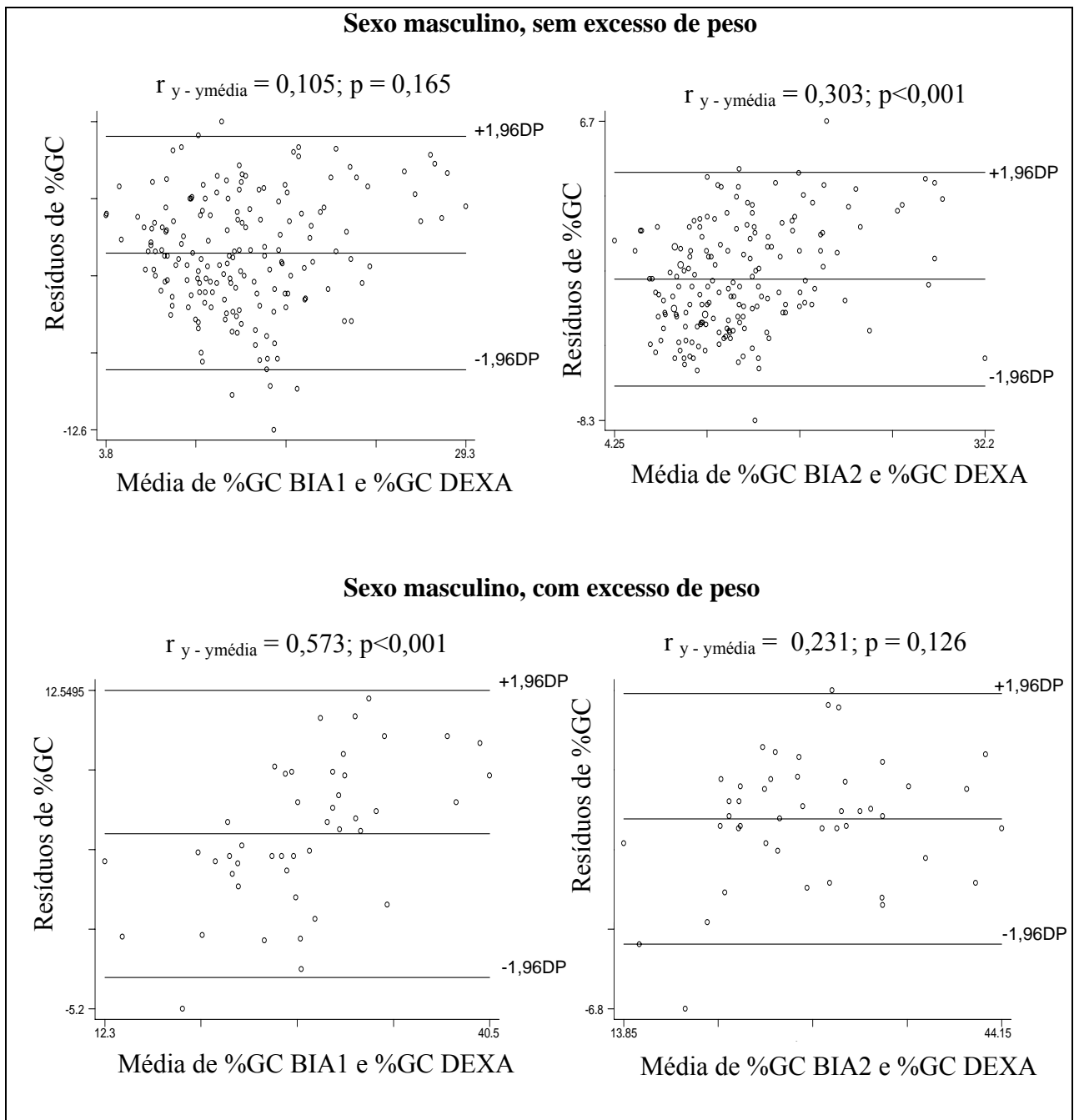
**Tabela 2.** Regressão linear simples utilizando o percentual de gordura corporal pelo DEXA como variável dependente e a medida de percentual de gordura corporal pelos equipamentos de bioimpedância como variável independente, em adolescentes com e sem excesso de peso, segundo sexo. Viçosa, Minas Gerais. Brasil.

Variáveis	Sem Excesso de Peso		Com Excesso de Peso	
	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino
<b>BIA 1</b>				
<b>Equação</b>	$Y = 1,081204X + 0,0149939$	$y = 0,7964547 + 1,917352$	$Y = 1,127074X + 2,780695$	$Y = 1,219052X - 0,8329755$
<b>r<sup>2</sup></b>	0,6199*	0,5506*	0,7197*	0,7294*
<b>r</b>	0,787*	0,742*	0,848*	0,854*
<b>Erro Total (%)</b>	3,90	3,69	2,93	3,79
<b>EPE (%)</b>	2,41	1,85	1,57	2,03
<b>BIA 2</b>				
<b>Equação</b>	$Y = 0,9821347X + 1,763344$	$y = 1,020325x - 1,515125$	$Y = 0,8883529X + 4,904636$	$Y = 1,018983X + 0,3575502$
<b>r<sup>2</sup></b>	0,8287*	0,7673*	0,8407*	0,8819*
<b>r</b>	0,910*	0,876*	0,917*	0,939*
<b>Erro Total (%)</b>	2,62	3,16	2,21	2,5
<b>EPE (%)</b>	1,09	1,13	1,18	1,34

BIA1= bioimpedância elétrica horizontal com quatro eletrodos; BIA2= bioimpedância elétrica vertical com oito eletrodos táteis; r<sup>2</sup>= Coeficiente de determinação; r= Coeficiente de correlação de *Pearson*; EPE= Erro padrão de estimativa; \*p<0,0001.



**Figura 1.** Representa\u00e7\u00e3o gr\u00e1fica de Bland-Altman dos escores residuais do percentual de gordura corporal (%GC) mensurada pelo DEXA e por bioimped\u00e2ncias el\u00e9tricas (BIA1 e BIA2) em adolescentes do sexo feminino, com e sem excesso de peso. Vi\u00e7osa, Minas Gerais. Brasil. BIA1= bioimped\u00e2ncia el\u00e9trica horizontal com quatro eletrodos; BIA2= bioimped\u00e2ncia el\u00e9trica vertical com oito eletrodos t\u00e1teis; DP=desvio-padr\u00e3o.



**Figura 2.** Representa\u00e7\u00e3o gr\u00e1fica de Bland-Altman dos escores residuais do percentual de gordura corporal mensurada pelo DEXA e por bioimped\u00eancias el\u00e9tricas (BIA1 e BIA2) em adolescentes do sexo masculino, com e sem excesso de peso. Vi\u00e7osa, Minas Gerais. Brasil.

BIA1= bioimped\u00eancia el\u00e9trica horizontal com quatro eletrodos; BIA2= bioimped\u00eancia el\u00e9trica vertical com oito eletrodos t\u00e1teis; DP= desvio-padr\u00e3o.

A Tabela 3 apresenta a concordância entre os diagnósticos fornecidos pelo DEXA e pelos dois equipamentos de BIA. Para todos os grupos, a BIA2 apresentou melhor concordância no diagnóstico de percentual de gordura corporal que a BIA1.

**Tabela 3.** Concordância entre o diagnóstico do percentual de gordura corporal obtido pelo DEXA e por bioimpedâncias, de adolescentes de 10 a 19 anos. Viçosa, Minas Gerais.

Avaliações	Amostra Total		G1		G2	
	Sexo M	Sexo F	Sexo M	Sexo F	Sexo M	Sexo F
DEXA x BIA 1	k=0,55	k=0,48	k=0,42	k=0,42	k=0,33	
	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p=0,011	-
	80,6%	67,2%	61,9%	57,4%	90,2%	90,4%
DEXA x BIA 2	k=0,64	k=0,66	k=0,49	k=0,62	k=0,65	
	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	-
	88,7%	81,0	66,7%	73,8%	100,0%	98,1%

Grupo 1: Sem excesso de peso; G2: Com excesso de peso; DEXA - Absortometria radiológica de dupla energia; BIA1= bioimpedância elétrica horizontal com quatro eletrodos; BIA2= bioimpedância elétrica vertical com oito eletrodos táteis; k= Coeficiente de Kappa; % = percentual de concordância do diagnóstico de excesso de gordura corporal em relação ao DEXA.

- não foi possível realizar o teste, devido ao número insuficiente de adolescentes com excesso de peso sem excesso de gordura corporal.

Observou-se no geral maiores valores de sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo e negativo para a BIA2, mostrando ser melhor em nível individual e populacional do que a BIA1 (Tabela 4).

**Tabela 4.** Sensibilidade, Especificidade, Valor Preditivo Positivo e Negativo, dos dois modelos de bioimpedância, em relação ao “padrão-ouro” DEXA, de adolescentes de 10 a 19 anos. Viçosa, Minas Gerais.

DEXA (“Padrão-Ouro”)	Alto percentual de gordura corporal							
	Valores em %							
	BIA 1				BIA 2			
	S	E	VPP	VPN	S	E	VPP	VPN
<b>Amostra Total (Sexo)</b>	93,64	79,92	80,7	93,4	94,07	90,15	89,5	94,4
- Feminino	88,51	77,14	86,5	80,2	87,36	96,19	97,4	82,1
- Masculino	88,71	88,05	74,3	95,2	88,71	98,11	94,8	95,7
<b>Sem Excesso de Peso (Sexo)</b>	81,36	66,67	83,7	62,9	85,88	75,0	87,9	71,6
- Feminino	85,25	77,14	81,2	81,8	91,8	88,57	90,3	90,3
- Masculino	85,71	80,65	37,5	97,7	100,0	81,9	42,0	100,0
<b>Com Excesso de Peso (Sexo)</b>	90,32	100,0	100,0	30,8	94,62	100,0	100,0	44,4
- Feminino	90,4	0	100,0	0	98,1	50,0	94,9	33,3
- Masculino	94,5	50,0	94,9	33,3	100,0	50,0	95,4	100,0

BIA1= bioimpedância elétrica horizontal com quatro eletrodos; BIA2= bioimpedância elétrica vertical com oito eletrodos táteis; S= sensibilidade; E= especificidade; VPP = valor preditivo positivo; VPN = valor preditivo negativo.

## Discussão

A composição corporal é de grande importância na avaliação nutricional de indivíduos e populações, já que permite avaliar a distribuição e a proporção dos compartimentos corporais, além de fornecer informações que pode indicar o risco de alterações metabólicas e doenças associadas à obesidade (CERCATO et al, 2004; KIM et al, 2013).

Sievorgel (2003) destaca que é importante levar em consideração as mudanças fisiológicas ocorridas durante a puberdade associadas à composição corporal, sendo essencial sua avaliação tendo em vista que o tecido adiposo está envolvido em muitas interações hormonais (adipocinas, insulina e hormônios esteróides), no crescimento e em fatores maturacionais que podem estar relacionados à manutenção da saúde do adolescente e à prevenção de doenças crônicas atuais e na vida adulta.

Quanto à distribuição da gordura corporal existe diferença entre os sexos, conforme demonstrado pelos resultados deste estudo. No decorrer da adolescência, com o processo de maturação, a composição do organismo é alterada bem como as diferenças entre sexo, refletindo em mudanças na composição corporal, em que os meninos apresentam maior proporção de massa livre de gordura e as meninas maior de massa de gordura (WHO, 2005), devido às modificações nos níveis de estrogênio e testosterona durante a puberdade (OLIVEIRA et al, 2004).

A alta prevalência de adolescentes com excesso de gordura corporal encontrado neste estudo é semelhante a outros realizados no Brasil (FARIA et al, 2009; PEREIRA et al, 2011; CHAVES et al, 2012) e em outros países (VICENTE-RODRIGUEZ et al, 2012; KIM et al, 2013), principalmente nas adolescentes do sexo feminino, que chamam atenção para esta alteração mesmo nas eutróficas pelo IMC (FARIA et al, 2009; CARVALHO et al, 2010; SERRANO et al, 2010; PEREIRA et al, 2011; VIEIRA et al, 2011).

O excesso de peso corresponde ao maior percentual dos adolescentes distróficos pelo IMC assim como encontrado pela Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 (IBGE, 2010) e por estudo com adolescentes de Viçosa, MG/Brasil (GONTIJO et al, 2010). Considerando que a avaliação do IMC é percentilar, ou seja, é considerado sobrepeso IMC maior ou igual ao percentil 85 (WHO, 2007), esperava-se para sobrepeso/obesidade no máximo 15% da população estudada e foi encontrado 19,4%, percentual este maior que o esperado, o que é motivo de preocupação, mostrando a necessidade de intervenção nesta população, uma vez que o excesso de peso está associado à alterações metabólicas, como dislipidemia, hipertensão, intolerância à glicose e as doenças cardiovasculares, podendo persistir na vida adulta (OLIVEIRA et al, 2009).

Existem vários métodos de avaliação da composição corporal como tomografia computadorizada, ressonância magnética, absorção do raio X de dupla energia (DEXA), pesagem hidrostática, bioimpedância elétrica, interactância de infravermelho próximo e pregas cutâneas. A escolha do método a ser utilizado depende de quais compartimentos corporais se pretende determinar, qual a população de interesse, custo, validade/reprodutibilidade, aplicabilidade do método e grau de treinamento necessário ao avaliador (HEYWARD, 2001).

A bioimpedância elétrica tem sido utilizada na área clínica e em estudos epidemiológicos na avaliação dos compartimentos corporais e tem apresentado menores erros de estimativas da composição corporal do que as equações de pregas cutâneas

(SARDINHA et al, 1998; FARIA et al, 2009). Este método baseia-se na condução da corrente elétrica de baixa intensidade (500 a 800  $\mu$ A) e de alta frequência (50 kHz) e no cálculo da impedância que é determinada pelo somatório da resistência e reatância. A impedância varia de acordo com o tecido corporal, sendo superior na massa magra devido à maior concentração de água e eletrólitos neste tecido (JAEGER e BARÓN, 2009). Porém, existem vários equipamentos de bioimpedância, que podem divergir em relação aos resultados apresentados, assim como neste estudo realizado com dois métodos de bioimpedância (tetrapolar e com oito eletrodos táteis) com diferentes resultados apresentados na composição corporal.

Dessa forma, apesar de ser um método de fácil utilização, não invasivo, e de alta reprodutibilidade, a bioimpedância elétrica pode ter a acurácia reduzida em situações como, ingestão de álcool e atividade física intensa, realizadas previamente ao teste, presença de edema ou retenção hídrica (EICKEIMBERG et al, 2011), obesidade (BAUMGARTNER et al, 1998) e ingestão prévia de refeições (SLINDE e ROSSANDER-HULTHÉN, 2001), por isso a importância da realização de protocolo adequado.

Na literatura encontraram-se vários trabalhos comparando diferentes métodos de composição corporal (GUPTA et al, 2011; RECH et al, 2011; VICENTE-RODRIGUEZ et al, 2012), porém há poucos estudos comparando os dois equipamentos de BIA com o DEXA, em adolescentes de 10 a 19 anos, como no presente estudo.

Gupta (2011) em estudo com adultos chineses compararam a BIA tetrapolar horizontal com o DEXA e encontraram boa concordância entre os métodos, porém, só recomendam seu uso para estudos epidemiológicos porque os intervalos de confiança são muito amplos. Nesse estudo, a BIA superestimou o percentual de gordura corporal da população total e dos homens e subestimou nas mulheres, em relação ao DEXA.

Kim et al. (2011) comparou o método da BIA com oito eletrodos com o DEXA em 174 adultos. Correlações entre %GC pela BIA e pelo DEXA foram de 0,956 para os homens e 0,960 para mulheres com erro total de de 2,1% em homens e 2,3% em mulheres. A diferença média entre os métodos foi pequena, mas significativa ( $p < 0,05$ ), semelhante a deste estudo, o que resultou em uma superestimação de  $1,2 \pm 2,2\%$  de gordura (95% IC = -3,2-6,2%) em homens e uma subestimação de  $-2,0 \pm 2,4\%$  de gordura (95% IC = -2,3-7,1%) em mulheres. Na análise de Bland-Altman, o %GC de 86,3% dos homens e de 66,0% das mulheres foi estimado com precisão dentro da faixa do erro padrão de estimativa de 3,5%. Concluíram que a BIA com 8 eletrodos teve boa concordância com o DEXA na predição do %GC em adultos coreanos. No entanto, este

equipamento teve pequenos, mas sistemáticos, erros na precisão da estimativa individual do %GC. O total de erros levaram a uma superestimação do %GC em homens magros e uma subestimação do %GC em mulheres obesas.

Portanto, devido aos resultados apresentados na literatura e pelo presente estudo, a avaliação da composição corporal pelos diferentes métodos utilizados deve ser interpretada com cautela, sendo importante considerar o sexo e estado nutricional do indivíduo.

Por isso, optou-se em estratificar a amostra, por sexo e grupo com e sem excesso de peso, podendo observar que a BIA2 apresentou os melhores resultados, independente do sexo, principalmente no grupo com excesso de peso, em que este equipamento mostrou-se mais preciso que a BIA1 (Figuras 1 e 2; Tabelas 3 e 4).

Além disso, o aparelho equipado com 8 eletrodos tácteis (BIA 2), comparado à BIA1, demonstrou-se mais sensível na detecção do excesso de gordura corporal, sendo capaz de identificar o maior número de adolescentes que necessitam de acompanhamento, independente do sexo, tanto a nível populacional, quanto individual, quando se observam os valores preditivos positivos e negativos deste equipamento (Tabela 4). Ainda apresentou menor erro, maiores correlações com o DEXA, maior concordância pelo Bland Altman, principalmente na avaliação do excesso de peso. Já a BIA1 não se mostrou adequada para estes adolescentes, de ambos os sexos, com e sem excesso de peso, pois têm correlação inferior a 0,80, apresentando maior diferença em relação ao DEXA, além de apresentar erro total superior a 2,5%.

Kriemler et al. (2008) avaliaram 333 crianças e adolescentes suíços de 6-13 anos com o objetivo de validar equipamentos de BIA tetra e octopolar. Assim como para a população avaliada, a BIA com oito eletrodos tácteis foi mais precisa na avaliação da massa magra e da gordura corporal segmentar.

Leahy et al. (2012) em estudo com 403 indivíduos de 18 a 29 anos da Irlanda, comparando a BIA com oito eletrodos tácteis com o DEXA, encontram que a BIA subestima o percentual de gordura total em homens e mulheres, sendo maior a subestimação em homens com %GC acima de 24,6% e mulheres acima de 32%. Os autores ressaltam que a BIA deve ser utilizada com cuidado na avaliação da composição corporal, principalmente em indivíduos com %GC acima de 25%.

Outra questão importante a ser destacada é em relação à falta de estudos com a BIA 2, principalmente na faixa etária do estudo, dificultando as comparações com este método. Este equipamento por apresentar resultados mais próximos ao “padrão-ouro” é de grande relevância, possibilitando ser utilizado em nível populacional e na prática

clínica, porém pelo custo mais elevado, muitas vezes se escolhe métodos mais simples e baratos. A BIA1 por apresentar erros padrões de estimativa inferiores a 3,5% e pelos razoáveis valores de sensibilidade e valor preditivo positivo, também podem ser utilizados na ausência de métodos mais sensíveis de avaliação da composição corporal.

Dessa forma, deve-se ficar atento ao método utilizado, à faixa etária de estudo e o estado nutricional do indivíduo, pois os erros apresentados pelos equipamentos podem levar a diagnósticos incorretos do excesso de gordura corporal, conseqüentemente, muitos adolescentes podem não receber o tratamento nutricional adequado. O excesso de gordura corporal é fator de risco para resistência à insulina e alterações metabólicas associadas, devendo ser diagnosticado precocemente, para evitar problemas atuais e futuros (PEREIRA et al, 2011; KIM et al, 2013).

### **Conclusão**

A bioimpedância vertical com oito eletrodos (BIA2) foi mais eficaz na avaliação da gordura corporal do que a bioimpedância horizontal tetrapolar (BIA1) porque subestimou ou superestimou menos o percentual de gordura corporal e por apresentar maior correlação e concordância com o DEXA, menor erro e maiores valores de sensibilidade e especificidade, sendo mais evidente nos adolescentes com excesso de peso em relação aos sem excesso de peso. Portanto, a BIA 2 mostrou-se um bom método a ser usado nos adolescentes avaliados tanto em nível populacional quanto individual.

Já a bioimpedância horizontal tetrapolar (BIA1) apesar de não apresentar melhores resultados em relação à BIA2, por ser um equipamento de mais baixo custo e mais disponível nos serviços de saúde, em relação à BIA2 e por apresentar erros padrões de estimativa inferiores a 2,5%, também podem ser utilizados com cautela, na ausência de métodos mais sensíveis de avaliação da composição corporal. Por isso, deve-se tomar cuidado ao avaliar a composição corporal nestes adolescentes, independente do método utilizado, tendo como prioridade a prevenção de alterações metabólicas atuais e futuras.

## Referências Bibliográficas

Barbosa KBF. Consumo Alimentar e marcadores de risco para a síndrome metabólica em adolescentes do sexo feminino: comparação entre instrumentos de inquérito dietético. 2006 - [Dissertação de Mestrado] Departamento de Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Baumgartner RN, Ross R, Heymsfield SB. Does adipose tissue influence bioelectric impedance in obese men and women. *J Appl Physiol.* 1998; 84(1):257-62.

Carvalho GQ, Pereira PF, Serrano HMS, Franceschini SCC, de Paula SO, Priore SE, Peluzio MCG. Peripheral expression of inflammatory markers in overweight female adolescents and eutrophic female adolescents with a high percentage of body fat. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2010; 35: 1–7.

Cercato C, Mancini MC, Arguello AMC, Passos VQ, Villares SMF, Halpern A. Systemic hypertension, diabetes mellitus, and dyslipidemia in relation to body mass index: evaluation of a Brazilian population. *Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo.* 2004; 59(3):113-8.

Chaves OC, Franceschini SCC, Ribeiro SMR, Sant'Ana LFR, Faria CG, Priore SE. Comparison of the biochemical, anthropometric and body composition variables between adolescents from 10 to 13 years old and their parents. *Nutr Hosp.* 2012;27:1127-1133.

Crizel MM. Indicadores antropométricos, bioquímicos, de composição corporal e pressão arterial como preditores de risco cardiovascular e síndrome metabólica em adolescentes. 2010 - [Dissertação de Mestrado] Departamento de Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Eickemberg M, Oliveira CC, Roriz AKC, Sampaio LR. Bioimpedância elétrica e sua aplicação em avaliação nutricional. *Rev Nutr.* 2011;24(6):873-82.

Faria ER, Franceschini SCC, Peluzio MCG, Sant'Ana, LFR, Priore SE. Correlação entre variáveis de composição corporal e metabólica em adolescentes do sexo feminino. *Arq Bras Cardiol.* 2009; 93 (2): 119-127.

Gontijo CA, Faria ER, Oliveira RMS, Priore SE. Síndrome Metabólica em Adolescentes Atendidos em Programa de Saúde de Viçosa – MG. *Rev Bras Cardiol.* 2010; 23 (6): 324-333.

Gupta N, Balasekaran G, Govindaswamy VV, Hwa CY, Shuna LM. Comparison of body composition with bioelectric impedance (BIA) and dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) among Singapore Chinese. *J Sci Med Sport.* 2011; 14: 33–35.

Heyward V. ASEP methods recommendation: body composition assessment. *J Exer Physiol.* 2001; 4(4):1-12.

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

Jaeger AS, Barón MA. Uso de la bioimpedancia eléctrica para la estimación de la composición corporal en niños y adolescentes. *An Venez Nutr.* 2009; 22 (2): 105-110.

Jelliffe DB. Evolución del estado de nutrición de la comunidad. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1968.

Kim H, Kim CH, Kim DW, Park M, Park HS, Min SS, Han SH, Yee JY, Chung S, Kim C. External cross-validation of bioelectrical impedance analysis for the assessment of body composition in Korean adults. *Nutr Res Pract.* 2011;5(3):246-252.

Kim HA, Lee Y, Kwon HS, Lee SH, Jung MH, Han K, Yim HY, Lee WC, Park YM. Gender differences in the association of insulin resistance with metabolic risk factors among Korean adolescents: Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2008–2010. *Diabetes Res Clin Pr.* 2013; 99 (1): 54-62.

Kriemler S, Puder J, Zahner L, Roth R, Braun-Fahrlander C, Bedogni G. Cross-validation of bioelectrical impedance analysis for the assessment of body composition in a representative sample of 6- to 13-year-old children. *Eur J Clin Nutr.* 2008, 1–8.

Leahy S, O'Neill C, Sohun R, Jakeman P. A comparison of dual energy X-ray absorptiometry and bioelectrical impedance analysis to measure total and segmental body composition in healthy young adults. *Eur J Appl Physiol.* 2012; 112:589–595.

Lohman TG. Assessing fat distribution. In: *Advances in body composition assessment: current issues in exercise science*. Illinois, Human Kinetics. Champaign 1992: 57-63.

Ministério da Saúde. 2012. População residente Viçosa, MG. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?ibge/cnv/popmg.def>. Acesso em: 10/09/2012.

Oliveira CL, Mello MT, Cintra IP, Fisberg M. Obesidade e síndrome metabólica na infância e adolescência. *Rev Nutr*. 2004; 17(2): 237-245.

Oliveira RMS, Franceschini SCC, Rosado GP, Priore SE. Influence of prior nutritional status on the development of the metabolic syndrome in adults. *Arq Bras Cardiol*. 2009;92(2):107-112.

Pereira PF, Serrano HMS, Carvalho GQ, Lamounier JA, Peluzio MCG, Franceschini SCC, Priore SE. Body fat location and cardiovascular disease risk factors in overweight female adolescents and eutrophic female adolescents with a high percentage of body fat. *Cardiology in the Young*. 2011; 1-8.

Rech CR, Glaner MF. Impedância bioelétrica bipolar: falta acuracidade para estimar a gordura relativa em homens. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2011, 13(2):100-105.

Sardinha LB, Lohman TG, Teixeira PJ, Guedes DP, Going SB. Comparison of air displacement plethysmography with dual-energy X-ray absorptiometry and 3 field methods for estimating body composition in middle-age men. *Am J Clin Nutr*. 1998; 68:786-93.

Serrano HMS, Carvalho GQ, Pereira PF, Peluzio MCG, Franceschini SCC, Priore SE. Composição corpórea, alterações bioquímicas e clínicas de adolescentes com excesso de adiposidade. *Arq Bras Cardiol*. 2010; 13 (1): 1-9.

Siervogel Ellen W. Demerath Christine Schubert Karen E. Remsberg William Cameron Chumlea Shumei Sun Stefan A. Czerwinski Bradford Towne. Puberty and Body Composition. *Horm Res*. 2003;60(suppl 1):36-45.

Slinde F, Rossander-Hultén L. Bioelectrical impedance: effect of 3 identical meals on diurnal impedance variation and calculation of body composition. *Am J Clin Nutr*. 2001; 74:474-478.

Verdich C; Barbe P; Petersen M; Grau K; Ward L; Macdonald I; Sørensen TI; Oppert JM. Changes in body composition during weight loss in obese subjects in the NUGENOB study: comparison of bioelectrical impedance vs. dual-energy X-ray absorptiometry. *Diabetes Metab.* 2011; 37(3): 222-9.

Vicente-Rodríguez G, Rey-López JP, Mesana MI, Poortvliet E, Ortega FB, Polito A, Nagy E, Widhalm K, Sjostrom M, Moreno LA. Reliability and Intermethod Agreement for Body Fat Assessment Among Two Field and Two Laboratory Methods in Adolescents. *Obesity* 2012; 20 (1): 221-228.

Vieira PR, de Faria E, de Faria F, Sperandio N, Araújo C, Stofeles R, Alves D, Castro SC, Bressan J, Eloiza S. Fatores associados à adiposidade em adolescentes do sexo feminino eutróficas com adequado e elevado percentual de gordura corporal: elaboração de um modelo de risco. *Arch Latinoam Nutr.* 2011; 61 (3): 279-287.

World Health Organization. de Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ.* 2007; 85: 660-667.

World Health Organization. Nutrition in adolescence – issues and challenges for the health sector: issues in adolescent health and development, 2005. 115p.

## **5.2. Artigo Original 2: Resistência à insulina e componentes da síndrome metabólica, análise por sexo e por fase da adolescência**

Artigo enviado para o periódico “Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia”, em fase de avaliação.

### **Resistência à insulina e componentes da síndrome metabólica, análise por sexo e por fase da adolescência**

#### ***Insulin resistance and components of metabolic syndrome, analysis by gender and stage of adolescence***

Eliane Rodrigues de Faria<sup>1</sup>; Franciane Rocha de Faria<sup>1</sup>; Sylvia do Carmo Castro Franceschini<sup>2</sup>; Maria do Carmo Gouveia Peluzio<sup>2</sup>; Luciana Ferreira da Rocha Sant'Ana<sup>2</sup>; Juliana Farias de Novaes<sup>2</sup>; Sônia Machado Rocha Ribeiro<sup>2</sup>; Andréia Queiroz Ribeiro<sup>2</sup>; Silvia Eloiza Priore<sup>2</sup>

1. Nutricionista, Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição da Universidade Federal de Viçosa, 2. Nutricionista, Professora do Departamento de Nutrição e Saúde da Universidade Federal de Viçosa.

Título abreviado: Resistência à insulina na adolescência

#### **Resumo**

**Objetivo:** Analisar a influência dos componentes da síndrome metabólica na resistência à insulina, por sexo e fase da adolescência. **Sujeitos e Métodos:** Avaliou-se dados bioquímicos, clínico, de estilo de vida e composição corporal de 800 adolescentes de 10-19 anos, de ambos os sexos de uma cidade do interior de Minas Gerais/ Brasil, divididos em fases: inicial (10-13 anos), intermediária (14-16 anos) e final (17-19 anos).

**Resultados:** 10,3 e 3,4% apresentavam, respectivamente, resistência à insulina e síndrome metabólica. Os da fase inicial apresentaram maiores valores de colesterol total, LDL, HDL, triglicerídeos, glicemia de jejum e relação cintura/quadril, ficaram menos tempo sentados e realizavam maior número de refeições ( $p < 0,05$ ). O modelo final, ajustado por sexo, foi diferente para cada fase da adolescência. **Conclusões:** A resistência à insulina está associada à inadequação na composição corporal, nos níveis bioquímicos e no estilo de vida, sendo os fatores associados diferentes em cada fase da adolescência.

**Palavras-chave:** Resistência à insulina, composição corporal, adolescente, síndrome X metabólica.

## **Abstract**

**Objective:** To analyze the influence of metabolic syndrome components in insulin resistance, by gender and adolescence phase. **Subjects and Methods:** We evaluated biochemical, clinical, lifestyle and body composition data of 800 adolescents from 10-19 years old, from both genders, from a city in Minas Gerais / Brazil, and there was the division by stage: early (10-13 years), intermediate (14-16 years) and late (17-19 years). **Results:** 10.3 and 3.4% had, respectively, insulin resistance and metabolic syndrome. Those from the initial phase had higher levels of total cholesterol, LDL, HDL, triglycerides, fasting glucose and waist/hip ratio, stayed less time sitting and had more meals ( $p < 0.05$ ). The final model, adjusted for gender, was different for each phase of adolescence. **Conclusions:** Insulin resistance is associated with inadequate body composition, in biochemical levels and lifestyle, being the factors associated different in each phase of adolescence.

**Keywords:** Insulin resistance, body composition, adolescent, metabolic syndrome X.

## **Introdução**

A Organização Mundial da Saúde define a adolescência como o período que vai de 10 a 19 anos e envolve transformações físicas, psíquicas e sociais, que podem se manifestar de formas e em períodos diferentes para cada indivíduo (1). A adolescência pode ser dividida em três fases: inicial (10-13 anos), intermediária (14-16/17 anos) e final (17/18-19 anos) (1), com diferenças importantes entre elas, principalmente na composição corporal e no perfil bioquímico.

A adolescência é um dos períodos críticos da vida para o início ou a persistência da obesidade e suas complicações, como a resistência à insulina, que está entre as principais desordens metabólicas (2), podendo se manter por toda a vida (3).

A resistência à insulina pode ser definida como resposta diminuída às ações biológicas da insulina; anormalidade que ocorre principalmente em razão de ação inadequada da insulina nos tecidos periféricos, como tecido adiposo, muscular e hepático (4). Está associada ao excesso de gordura corporal e alterações metabólicas, como diabetes, dislipidemias, hipertensão arterial, que em conjunto constituem a síndrome metabólica (5).

Vários métodos para a avaliação da sensibilidade à insulina têm sido propostos (6), sendo o HOMA-IR (*Homeostasis Model Assessment - Insulin Resistance* ou Índice do Modelo de Avaliação da Homeostase da Resistência à Insulina) proposto por Matthews e cols. (7) como alternativa simples e de baixo custo às técnicas mais

sofisticadas, mostrando boa correlação com o padrão ouro *clamp euglicêmico*, possibilitando o uso em estudos populacionais e na prática clínica.

Entre os fatores associados à resistência à insulina, destaca-se excesso de peso e/ou de gordura corporal, localizado principalmente na região abdominal, sedentarismo, hábitos alimentares inadequados, sexo e idade (5). Poucos estudos avaliando os fatores associados à resistência à insulina entre as fases da adolescência são encontrados (8), sendo que na literatura brasileira não há nenhum que compare as três fases e o sexo.

Desta forma, objetivou-se analisar a influência dos componentes da síndrome metabólica na resistência à insulina, por sexo e fase da adolescência.

## **Métodos**

### *Casuística*

Estudo transversal, realizado com 800 adolescentes, de ambos os sexos, de 10 a 19 anos selecionados em todas as escolas públicas e privadas, das áreas urbanas e rurais de Viçosa-MG, totalizando 27 escolas com estudantes na faixa etária de interesse. Considerou-se critérios de inclusão: não ter doenças crônicas; não usar regularmente medicamentos que alterassem a pressão arterial, glicemia de jejum ou metabolismo lipídico; não fazer uso contínuo de diuréticos/laxantes, marcapasso ou prótese e no caso do sexo feminino, não ter utilizado anticoncepcional há menos de 2 meses e não ter ficado ou estar grávida.

O tamanho amostral foi calculado através do programa *Epi Info 6,04* a partir de fórmula específica para estudos transversais, considerando-se população infinita, prevalência esperada de 50% (visto o estudo considerar como desfecho múltiplos fatores de risco cardiovasculares) e variabilidade aceitável de 5%, totalizando 663 adolescentes, com 99% de nível de confiança. A este acrescentaram-se 10% para recuperar possíveis perdas e 10% para controle de fatores de confusão, chegando a 796 adolescentes.

Entre todos os que atenderam os critérios de inclusão e que devolveram o termo assinado, o sorteio foi realizado, respeitando-se a proporcionalidade do número de alunos que cada escola possuía em cada faixa etária. Quando o adolescente não quis mais participar ou saiu do estudo, novo sorteio foi realizado para substituição.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (Of. Ref. Nº 0140/2010). A participação foi voluntária após esclarecimento verbal e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, pelos adolescentes e responsáveis.

## Métodos

O peso foi obtido em balança digital, eletrônica, com capacidade máxima de 150kg e subdivisão em 50g e a estatura por estadiômetro portátil com extensão de 2,13 m e escala de 0,1 cm, com visor de plástico e esquadro acoplado a uma das extremidades sendo esta medida aferida em duplicata permitindo trabalhar com o valor médio, conforme o preconizado por Jellife (9).

O estado nutricional, pelo Índice de Massa Corporal (IMC)/idade; bem como, os pontos de corte e a referência antropométrica foram os preconizados pela *World Health Organization* (10). Adolescentes com sobrepeso e com obesidade foram classificados como excesso de peso ( $\geq$ percentil 85) (11).

Os perímetros da cintura (ponto médio entre a margem inferior da última costela e a crista ilíaca, no plano horizontal) (12) e do quadril foram aferidos com fita métrica, flexível e inelástica, dividida em centímetros e subdivida em milímetros, sendo as medidas realizadas em duplicata, por um único avaliador e se utilizou a média. Calculou-se a relação cintura/quadril (RCQ) e a relação cintura/estatura (RCE).

Utilizou-se aparelho de bioimpedância elétrica vertical de oito eletrodos táteis (*In Body 230*) para avaliar percentual de gordura corporal, massa de gordura (kg) e massa livre de gordura (kg). O percentual de gordura corporal foi classificado segundo Lohman (13). A avaliação foi realizada entre 7h e 8h30' da manhã, respeitando-se protocolo específico para o teste (11).

A pressão arterial foi aferida com monitor de pressão sanguínea de inflação automática e a avaliação da pressão sistólica e diastólica foi realizada conforme preconizado pela Sociedade Brasileira de Cardiologia, utilizando para tal o percentil de estatura do adolescente (14).

Coletou-se sangue dos voluntários após jejum de 12 horas, para análise de ácido úrico, glicemia, insulina e lipídios séricos, como colesterol total, triglicérides, HDL (*High Density Lipoprotein*-Lipoproteína de Alta Densidade), LDL (*Low Density Lipoprotein*-Lipoproteína de Baixa Densidade) e VLDL (*Very Low Density Lipoprotein*-Lipoproteína de Muito Baixa Densidade).

Para dislipidemias e hiperinsulinemia os pontos de corte foram os preconizados pela Sociedade Brasileira de Cardiologia (15) e para glicemia de jejum alterada a *American Diabetes Association* (16):  $\geq 100$  mg/dL. A resistência à insulina foi determinada através da fórmula do HOMA-IR = [(insulina de jejum ( $\mu$ U/mL) x glicemia de jejum [mmol/L])/22,5 $\geq 3,16$ ] (17).

Para avaliação do ácido úrico, perímetro da cintura e do quadril e relação cintura/estatura e cintura/quadril, optou-se por utilizar o percentil 90 da própria população, segundo fase da adolescência (18), uma vez que não existem pontos de corte validados para adolescentes.

Para classificação da síndrome metabólica, utilizou-se critério proposto pela *International Diabetes Federation-IDF* (19): perímetro da cintura  $\geq$  percentil 90 (18) mais duas alterações: triglicérides  $\geq$  100mg/dL (15); HDL  $<$  45mg/dL (15); glicemia de jejum alterada  $\geq$  100mg/dL (16); pressão arterial  $\geq$  percentil 90 para estatura e sexo (14).

Os adolescentes responderam a Questionário de Frequência de Consumo Alimentar (QFCA), de estilo de vida (tabagismo, história familiar e hábitos alimentares) e de atividade física (Questionário Internacional de Atividade Física-IPAQ), validado para adolescentes (20).

#### *Software's e Análise Estatística*

O banco de dados foi duplamente digitado no *Microsoft Office Excel 2007* e após verificação da consistência dos dados, realizaram-se as análises nos *softwares SPSS for Windows 13.0* e *Stata 11.0*. Os testes utilizados foram o de Kolmogorov Smirnov para verificar a distribuição das variáveis, o de Correlação de Pearson, Teste *t de Student* ou de Mann Whitney, Kruskal Wallis complementado pelo Teste de comparação de Dunn's. O teste do Qui-Quadrado ou Exato de Fischer foi utilizado para avaliar associação entre a prevalência de alterações metabólicas, por sexo e fase da adolescência. O nível de rejeição da hipótese de nulidade para todos os testes foi de 5%.

Utilizou-se modelos de regressão logística simples e múltipla para avaliar associação entre a resistência à insulina (variável dependente) e variáveis explicativas (de estilo de vida, composição corporal e bioquímicas). As variáveis com  $p \leq 0,20$  e com plausibilidade biológica na regressão logística simples foram selecionadas para o modelo múltiplo, que foi construído utilizando-se o método *forward*. A significância de cada variável foi avaliada pelo teste de Wald, retirando-se do modelo as variáveis não significativas. O ajuste do modelo múltiplo foi avaliado pelo Teste da Verossimilhança e pelo teste de Hosmer & Lemeshow (avalia a consistência do ajuste do modelo, considerando-se bom ajuste quando  $p > 0,05$ ) a cada inclusão de uma nova variável no modelo e para verificar o ajuste do modelo final, além do poder de predição do modelo. Avaliou-se também a multicolinearidade e a interação entre as variáveis independentes. A força de associação foi avaliada pelo cálculo da *odds ratio* (OR) com Intervalo de

Confiança (IC) 95%. Elaborou-se um modelo de risco para cada fase da adolescência, ajustado por sexo.

## **Resultados**

Avaliou-se 800 adolescentes de 10 a 19 anos, com média de  $14,71 \pm 2,95$  e mediana de 14,87 anos (10,02-19,99).

A Tabela 1 apresenta a distribuição da amostra e a prevalência de alterações, entre sexo e fase da adolescência, sendo que os da fase inicial apresentaram maior prevalência de inadequação do colesterol total e LDL e os da intermediária maior de ácido úrico elevado ( $\geq$  percentil 90) e excesso de gordura corporal ( $p < 0,05$ ). Em relação ao sexo, os do feminino tiveram maiores inadequações de colesterol total, triglicerídeos, de excesso de gordura corporal, de resistência à insulina e de insulina alterada ( $p < 0,05$ ). Nos do masculino constatou-se maior prevalência de baixo HDL e de elevado ácido úrico e de pressão arterial ( $p < 0,05$ ).

Observou-se na fase inicial maiores valores de colesterol total, LDL, HDL, triglicerídeos, VLDL, glicemia de jejum e relação cintura/quadril e menores para insulina, HOMA-IR, ácido úrico, peso, altura, perímetro da cintura, perímetro do quadril, massa de gordura e livre de gordura, pressão sistólica e diastólica; bem como, ficavam menos tempo parados durante a semana e fim de semana e realizavam maior número de refeições ( $p < 0,05$ ) (dados não apresentados em tabelas).

A Tabela 2 apresenta a comparação entre as variáveis de composição corporal e bioquímicas, entre os grupos com e sem resistência à insulina, de acordo com o sexo. Pode-se observar que o grupo com resistência à insulina apresentou valores superiores da maioria das variáveis antropométricas e bioquímicas, para ambos os sexos ( $p < 0,005$ ).

A Tabela 3 apresenta as diferenças em relação ao sexo e fases da adolescência para as variáveis de composição corporal, bioquímicas e clínica, segundo o grupo com e sem resistência à insulina. Observou-se que no grupo com resistência à insulina somente as variáveis de composição corporal diferiram entre as fases ( $p < 0,05$ ), diferente do grupo sem resistência à insulina, que se comportaram de forma semelhante à amostra total.

A partir da regressão logística simples, as variáveis que entraram no modelo final foram selecionadas, em cada fase da adolescência, conforme demonstrado na Tabela 4. Os indivíduos do sexo feminino e aqueles que apresentaram inadequação de triglicerídeos, colesterol total, LDL, os com sobrepeso/obesidade, excesso de gordura corporal, perímetro da cintura, do quadril e das relações cintura/quadril e

cintura/estatura  $\geq$  p90 apresentavam mais chance de ter resistência à insulina, na amostra total ( $p < 0,05$ ), apresentando comportamentos diferentes nas fases da adolescência.

Em relação às variáveis antropométricas, encontrou-se multicolinearidade entre RCE, RCQ, perímetro da cintura e do quadril, optando-se pela utilização do perímetro da cintura e do quadril isoladamente, apresentando melhor ajuste do modelo, ao incluir estas variáveis. Além disso, optou-se pela utilização das variáveis contínuas HDL, ácido úrico e pressão arterial sistólica e diastólica, uma vez que se mantiveram no modelo final, e quando categorizadas, não se observou o mesmo comportamento.

Para resistência à insulina, o modelo final, ajustado por sexo, foi diferente para cada fase da adolescência, destacando o alto poder de predição do modelo (maior que 80%), independente da fase. O modelo considerando a amostra total além de ser ajustado por sexo, também foi ajustado de acordo com a fase da adolescência (Tabela 5).

## **Discussão**

A adolescência corresponde a uma ampla faixa etária, com modificações diferentes ao longo desta faixa. Deve-se levar em conta que na fase inicial ocorre o estirão de crescimento e o surgimento das características sexuais secundárias e nas demais fases atinge-se o pico máximo de crescimento e chega até a finalização do crescimento. No decorrer da adolescência, a composição do organismo é alterada bem como as diferenças entre gêneros, refletindo em mudanças na composição corporal, em que os meninos apresentam maior proporção de massa livre de gordura e as meninas maior quantidade de massa de gordura, devido às modificações nos níveis de estrogênio e testosterona durante a puberdade (1). Por isso, a importância de se considerar a fase da adolescência, o sexo e os sinais de maturação sexual.

Encontrou-se alta prevalência de alterações como excesso de peso e/ou de gordura corporal, dislipidemias, alterações no metabolismo glicídico e na pressão arterial, independente do sexo e fase da adolescência (Tabela 1), semelhante a outros estudos (11, 18, 21), o que é preocupante, uma vez que estas alterações podem levar a prejuízos na saúde atual e futura do adolescente (3).

As variáveis antropométricas são utilizadas em estudos epidemiológicos que objetivam identificar adolescentes em risco para doenças cardiovasculares (11,19). Ressalta-se que o IMC não deve ser usado isoladamente, adolescentes com IMC adequado podem apresentar percentual de gordura corporal elevado e também vir a

apresentar riscos de morbimortalidade semelhantes aos com IMC elevado, principalmente no sexo feminino (11, 18, 21-23). No presente estudo, dos 78,8% sem excesso de peso pelo IMC, 29% apresentaram excesso de gordura corporal, sendo este percentual ainda maior no sexo feminino (44,7%), reforçando a necessidade da avaliação de outras medidas antropométricas como forma de identificar possíveis fatores de risco à saúde (11,22).

O diagnóstico da resistência à insulina é de relevância na avaliação da presença de alterações metabólicas, incluindo a síndrome metabólica. O HOMA-IR tem sido amplamente utilizado (11,17-18), principalmente em estudos populacionais, por ser um método rápido, validado, de fácil aplicação e de menor custo (6). Estudo realizado por Keskin e cols. (17), comparando índices de resistência à insulina em adolescentes, observa que o HOMA-IR é o método mais sensível e específico para avaliar sensibilidade insulínica.

O aumento da produção endógena de glicose acontece no estágio tardio do desenvolvimento do diabetes *mellitus* (16), sendo um distúrbio raro em crianças e adolescentes, ao contrário da insulina de jejum alterada e a resistência à insulina, que já são encontradas antes mesmo da alteração da glicemia, justificando a inclusão destes dois últimos fatores como componentes da síndrome metabólica (11). O critério de diagnóstico da síndrome metabólica específico para adolescentes da *Internacional Diabetes Federation* (19) não considera a resistência à insulina como componente da síndrome, o que pode levar ao subdiagnóstico da mesma neste grupo etário, uma vez que a alteração nos níveis de insulina já antecede a glicemia de jejum alterada.

Sabe-se que a resistência à insulina envolve a interação de múltiplos fatores, incluindo genéticos, sexo, idade, sedentarismo, hábitos alimentares inadequados, tabagismo, etilismo, excesso de peso e/ou de gordura corporal e presença de alterações como dislipidemias, diabetes, hipertensão, que em conjunto caracterizam a síndrome metabólica (24-25). Al-Isa, Thalib, Akanji (8) em estudo com adolescentes do Kuwait apresentam que o HOMA-IR é maior nos com excesso de peso, considerando idade, sexo, dieta e atividade física, semelhante ao encontrado neste trabalho.

Houve diferença no comportamento das variáveis relacionadas à resistência à insulina, de acordo com o sexo. Estudo realizado por Kim e cols. (24), com 2972 adolescentes coreanos de 10 a 18 anos, apresenta que no sexo feminino, os maiores quartis de HOMA-IR aumentaram a chance de apresentar síndrome metabólica, perímetro da cintura aumentado e aumento dos níveis lipídicos, porém, não se observa as mesmas associações no sexo masculino e diferente do presente estudo, não se

encontra diferença na prevalência da resistência à insulina por sexo. Estudos com adolescentes apresentam resultados contrários ao presente estudo, uma vez que o sexo masculino apresenta a maior prevalência de resistência à insulina (26) e os maiores valores do índice HOMA-IR (8).

Diferentes fatores associados à resistência à insulina foram encontrados neste estudo, em relação às três fases da adolescência (Tabela 5). Para todas as fases, encontrou-se dentre o modelo final, uma alteração lipídica e da composição corporal. Em estudo com 774 adolescentes do Kuwait, comparando as três fases da adolescência, observa que o índice HOMA-IR é maior nos adolescentes da fase inicial (8), ao contrário deste estudo, que observou maiores valores nos adolescentes da fase intermediária. Já Ella e cols. (26) em estudo com 4250 adolescentes de 10 a 18 anos, encontrou maior prevalência de resistência à insulina nos adolescentes com 15 a 18 anos.

Resultados preocupantes referem-se à elevada prevalência de dislipidemias, principalmente de hipercolesterolemia, nos adolescentes da fase inicial (Tabela 1) que está associado à presença de aterosclerose, já ocorrendo precocemente nesta população. Estudo realizado por Chaves e cols. (27) com 120 adolescentes de 10-13 anos de Viçosa, MG/Brasil, apresenta 21,6% com excesso de peso, 17,5% com excesso de gordura corporal, 54,2% com inadequação de colesterol total, 26,7% LDL elevado, 25,8% de HDL baixo e 20% de hipertrigliceridemia.

O comportamento referente às alterações lipídicas também foi diferente entre os sexos e fases da adolescência. A Sociedade Brasileira de Cardiologia (15) destaca que o perfil lipídico dos adolescentes é diferente entre os sexos, decorrente da maturação sexual, sofrendo variações durante a fase de crescimento e desenvolvimento, com diferenças segundo idade, pela atuação dos hormônios sexuais nesta fase. Nas meninas, observa-se aumento progressivo do HDL a partir dos 10 anos, sendo este superior ao dos meninos no final da adolescência. Também o LDL e o colesterol total elevam-se progressivamente a partir dos 14-15 anos nas meninas, sendo superiores aos dos meninos por volta dos 17-18 anos. Talvez a menarca seja importante no desencadeamento deste fenômeno. Nos meninos, a maturação sexual acarreta diminuição progressiva do colesterol total, LDL e HDL em função da evolução dos estágios puberais de Tanner.

Além dos níveis lipídicos, ressalta-se o ácido úrico como componente importante da resistência à insulina na amostra total e já na fase inicial da adolescência. Elevações nas concentrações séricas de ácido úrico são comumente vistas em

associação com excesso de peso, intolerância à glicose, dislipidemia e hipertensão arterial, e há correlação significativa entre estas concentrações e resistência à insulina ou níveis de insulina plasmáticos, podendo esta alteração já estar presente em idades precoces (28). Há evidências de que a insulina reduz o *clearance* urinário de ácido úrico. No entanto, os níveis elevados de triglicerídeos também estão relacionados com a hiperuricemia, podendo ser devido a um aumento da necessidade de NADPH (nicotinamida adenina dinucleotídeo-P) para a síntese de ácidos graxos nos indivíduos obesos, aumentando a produção de ácido úrico (29), podendo levar às doenças cardiovasculares.

No presente estudo o tempo parado durante a semana foi um dos fatores de risco que esteve associado à resistência à insulina na fase final da adolescência. Portanto, deve-se levar em consideração o estilo de vida dos adolescentes, com alto percentual de hábitos alimentares inadequados (consumo de lanches calóricos, ricos em gorduras e açúcares, a não realização das principais refeições, grandes intervalos de tempo entre as refeições, diminuição do consumo de frutas, verduras e legumes), maior permanência do tempo sentado realizando atividades como ficar em frente à televisão, computador, vídeo games; aumento da prevalência de tabagismo e etilismo já nesta fase (30).

Ressalta-se que adolescentes da fase inicial realizavam maior número de refeições ao longo do dia e ficavam menos tempo parado, realizando atividades como jogar futebol, brincar na rua, que são características desta faixa etária, sendo que os das fases intermediária e final realizavam atividades mais paradas, gastando menos energia, podendo levar à obesidade e alterações metabólicas associadas. Adolescentes da fase inicial geralmente sofrem mais influência da família, realizando a maioria das refeições em casa (27).

Em todos os modelos finais, independente da fase da adolescência, esteve presente pelo menos uma variável relacionada ao excesso de peso e/ou de gordura corporal, evidenciando que a composição corporal teve melhor associação com a resistência à insulina que as variáveis bioquímicas.

Destaca-se o perímetro do quadril, mantendo-se como fator de risco para resistência à insulina na fase inicial e final, sendo que quem tem gordura acumulada na região do quadril tem mais chance de apresentar resistência à insulina, com aumento da produção de substâncias do tecido adiposo visceral, como ácidos graxos livres (que irão levar às dislipidemias) e citocinas (como as TNF- $\alpha$ ) (31).

Estes resultados são sustentados por estudos que demonstram a relação entre variáveis associadas ao excesso de peso e/ou de gordura corporal e a resistência à

insulina e síndrome metabólica, em adolescentes (11,18). Portanto, o nível de resistência à insulina deve ser monitorado principalmente em adolescentes com excesso de peso e/ou de gordura corporal, pois parece que, quanto maior os níveis de HOMA-IR, maior a frequência de fatores de risco cardiovascular, maior a prevalência de síndrome metabólica e, conseqüentemente, maior o risco de desenvolvimento prematuro de diabetes e doenças cardiovasculares (11), reforçando a importância da prevenção precoce.

Deve-se ter em conta, entretanto, a limitação do trabalho referente ao ponto de corte utilizado para o indicador HOMA-IR em estudos científicos, pois não existe um ponto de corte estabelecido internacionalmente, que possa ser utilizado em comparações de estudos.

Nesse estudo encontrou-se alta prevalência de resistência à insulina e alterações metabólicas associadas. Medidas de avaliação da composição corporal, níveis de ácido úrico, de lipídios e sedentarismo estiveram associados à resistência à insulina, que se diferenciaram de acordo com a fase da adolescência, destacando o alto poder de predição da resistência à insulina por essas variáveis. Por isso a importância de se considerar as fases separadamente na avaliação do estado de saúde do adolescente, utilizando precocemente os níveis plasmáticos de insulina para se avaliar a presença de risco cardiovascular.

Além disso, o grupo com resistência à insulina apresentou maiores valores na maior parte das variáveis antropométricas e bioquímicas. Sendo assim, é importante a adoção de medidas que permitam o diagnóstico precoce da resistência à insulina e dos fatores de risco associados. Destaca-se a adolescência como momento oportuno para colocar em prática estas medidas, a fim de que tenham impacto positivo no futuro, uma vez que este grupo se torna relevante e estratégico em termos de saúde pública, na promoção de saúde e prevenção de doenças na vida adulta.

### **Agradecimentos**

À FAPEMIG e CNPq pelo financiamento do projeto. À CAPES pela Bolsa de Mestrado e Doutorado. Os autores declaram não haver conflitos de interesse científico neste estudo. O presente estudo teve financiamento da FAPEMIG (Processo nº APQ-01618-10) e CNPq (Processo nº 485986/2011-6).

## Referências Bibliográficas

1. World Health Organization. Nutrition in adolescence – issues and challenges for the health sector: issues in adolescent health and development, 2005. 115p.
2. Kim G, Caprio S. Diabetes and Insulin Resistance in Pediatric Obesity. *Pediatr Clin N Am.* 2011;58:1355–1361.
3. Oliveira RMS, Franceschini SCC, Rosado GP, Priore SE. Influence of prior nutritional status on the development of the metabolic syndrome in adults. *Arq Bras Cardiol.* 2009;92(2):107-112.
4. Mendes LL, Gazzinelli A, Velásquez-Melendez G. Fatores associados à resistência à insulina em populações rurais. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2009;53(3):332-339.
5. Santos LC, Cintra IP, Fisberg M, Martini LA. Body trunk fat and insulin resistance in post-pubertal obese adolescents. *Sao Paulo Med J.* 2008;126(2):82-6.
6. Vasques ACJ, Rosado LEFPL, Alfenas RCG, Geloneze B. Análise Crítica do Uso dos Índices do *Homeostasis Model Assessment* (HOMA) na Avaliação da Resistência à Insulina e Capacidade Funcional das Células- $\beta$  Pancreáticas. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2008;52(1):32-39.
7. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis model assessment: insulin resistance and B-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia.* 1985;28:412-419.
8. Al-Isa AN, Thalib L, Akanji AO. Circulating markers of inflammation and endothelial dysfunction in Arab adolescent subjects: Reference ranges and associations with age, gender, body mass and insulin sensitivity. *Atherosclerosis.* 2010;208(2):543-549.
9. Jelliffe DB. Evolución del estado de nutrición de la comunidad. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1968.
10. World Health Organization. de Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ.* 2007;85:660-667.
11. Faria ER, Franceschini SCC, Peluzio MCG, Sant’Ana LFR, Priore SE. Correlação entre variáveis de composição corporal e metabólica em adolescentes do sexo feminino. *Arq Bras Cardiol.* 2009;93(2):119-127.

12. Cameron N. The measurement of human growth. Austrália, Croom-Helm, 1984.
13. Lohman TG. Assesing fat distribution. In: Advances in body composition assessment: current issues in exercise science. Illinois, Human Kinetics. Champaign 1992:57-63.
14. Sociedade Brasileira de Cardiologia/Sociedade Brasileira de Hipertensão. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. Arq Bras Cardiol. 2010;95(Supl1):1-51.
15. Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz de Prevenção da Aterosclerose na infância e adolescência. Arq Bras Cardiol. 2005;85(VI):1-36.
16. American Dietetic Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. Diabetes Care. 2006;29:43-48.
17. Keskin M, Kurtoglu S, Kendirci M, Atabek ME, Yazici C. Homeostasis model assessment is more reliable than the fasting glucose/insulin ratio and quantitative insulin sensitivity check index for assessing insulin resistance among obese children and adolescents. Pediatrics.2005;115(4):500-503.
18. Pereira PF, Serrano HMS, Carvalho GQ, Lamounier JA, Peluzio MCG, Franceschini SCC, et al. Body fat location and cardiovascular disease risk factors in overweight female adolescents and eutrophic female adolescents with a high percentage of body fat. Cardiol Young. 2011;1-8.
19. Zimmet P, Alberti KG, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, et al. The metabolic syndrome in children and adolescents: the IDF consensus. Diabetes Voice. 2007;52(4):29-32.
20. Guedes DP, Lopes CC, Guedes JERP. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física em adolescentes. Rev Bras Med Esporte. 2005;11(2):151-8.
21. Serrano HMS, Carvalho GQ, Pereira PF, Peluzio MCG, Franceschini SCC, Priore SE. Composição corpórea, alterações bioquímicas e clínicas de adolescentes com excesso de adiposidade. Arq Bras Cardiol. 2010;13(1):1-9.
22. Vieira PR, Faria E, Faria F, Sperandio N, Araújo C, Stofeles R, et al. Fatores associados à adiposidade em adolescentes do sexo feminino eutróficas com adequado e elevado percentual de gordura corporal: elaboração de um modelo de risco. Arch Latinoam Nutr. 2011;61(3):279-287.

23. Carvalho GQ, Pereira PF, Serrano HMS, Franceschini SCC, de Paula SO, Priore SE, et al. Peripheral expression of inflammatory markers in overweight female adolescents and eutrophic female adolescents with a high percentage of body fat. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2010;35:1–7.
24. Kim HA, Lee Y, Kwon HS, Lee SH, Jung MH, Han K, et al. Gender differences in the association of insulin resistance with metabolic risk factors among Korean adolescents: Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2008–2010. *Diabetes Res Clin Pract.* 2013;99(1):54-62.
25. Després JP. Abdominal Obesity and Cardiovascular Disease: Is Inflammation the Missing Link? *Can J Cardiol.* 2012;28:642–652.
26. Ella NAA, Shehab DI, Ismail MA, Maksoud AA. Prevalence of metabolic syndrome and insulin resistance among Egyptian adolescents 10 to 18 years of age. *Journal of Clinical Lipidology.* 2010;4(3):185-195.
27. Chaves OC, Franceschini SCC, Ribeiro SMR, Sant’Ana LFR, Faria CG, Priore SE. Comparison of the biochemical, anthropometric and body composition variables between adolescents from 10 to 13 years old and their parents. *Nutr Hosp.* 2012;27:1127-1133.
28. Carvalheira JBC, Saad MJA. Doenças associadas à resistência à insulina/hiperinsulinemia, não incluídas na síndrome metabólica. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2006;50(2):360-367.
29. Valle M, Gascón F, Martos R, Ruz FJ, Bermudo F, Morales R, et al. Metabolic cardiovascular syndrome in obese prepubertal children: the role of high fasting insulin levels. *Metabolism.* 2002;51(4):423-8.
30. Fernandes RA, Christofaro DGD, Casonatto J, Kawaguti SS, Ronques ERV, Cardoso JR, et al. Cross-sectional association between healthy and unhealthy food habits and leisure physical activity in adolescents. *J Pediatr (Rio J).* 2011;87(3):252-256.
31. Moon YS, Kim DH, Song DK. Serum Tumor Necrosis Factor-  $\alpha$  Levels and Components of the Metabolic Syndrome in Obese Adolescents. *Metabolism.* 2004;53(7):863-867.

**Tabela 1.** Prevalência de inadequações de acordo com sexo e as fases da adolescência. Viçosa, MG/Brasil.

Alterações	Amostra Total % (n)	Sexo % (n)		Fases da Adolescência % (n)		
		Feminino	Masculino	Inicial	Intermediária	Final
Amostra	100,0 (800)	51,8 (414)	48,2 (386)	42,0 (336)	28,6 (229)	29,4 (235)
Colesterol Total ( $\geq 150$ mg/dL)	58,6 (469)	65,7 (272)*	51,0 (197)*	67,3 (226) <sup>a</sup>	52,8 (121) <sup>b</sup>	51,9 (122) <sup>b</sup>
Triglicerídeos ( $\geq 100$ mg/dL)	14,8 (118)	17,6 (73)**	11,7 (45)**	17,0 (57) <sup>a</sup>	14,0 (32) <sup>a</sup>	12,3 (29) <sup>a</sup>
HDL (<45mg/dL)	34,4 (275)	28,3 (117)**	40,9 (158)**	31,8 (107) <sup>a</sup>	35,8 (82) <sup>a</sup>	36,6 (86) <sup>a</sup>
LDL ( $\geq 100$ mg/dL)	33,6 (269)	36,2 (150)	30,8 (119)	42,9 (144) <sup>a</sup>	24,5 (56) <sup>b</sup>	29,4 (69) <sup>b</sup>
Insulina de Jejum ( $\geq 15\mu$ U/mL)	10,0 (80)	12,6 (52)*	7,3 (28)*	11,01 (37) <sup>a</sup>	10,5 (24) <sup>a</sup>	8,1 (19) <sup>a</sup>
Resistência à Insulina ( $\geq 3,16$ )	10,3 (82)	12,8 (53)*	7,5 (29)*	11,6 (39) <sup>a</sup>	11,4 (26) <sup>a</sup>	7,2 (17) <sup>a</sup>
Glicemia de Jejum ( $\geq 100$ mg/dL)	0,75 (6)	0,72 (3)	0,78 (3)	1,2 (4) <sup>a</sup>	0,44 (1) <sup>a</sup>	0,43 (1) <sup>a</sup>
Pressão Arterial ( $\geq p90$ ) <sup>1</sup>	2,9 (23)	1,7 (7)*	4,1 (16)*	3,0 (10) <sup>a</sup>	3,5 (8) <sup>a</sup>	2,1 (5) <sup>a</sup>
Ácido Úrico $\geq p90$	10,1 (81)	3,4 (14)*	17,4 (67)*	3,6 (12) <sup>a</sup>	15,3 (35) <sup>b</sup>	14,5 (34) <sup>b</sup>
Excesso de Gordura Corporal <sup>2</sup>	43,0 (344)	55,8 (231)*	29,3 (113)*	39,3 (132) <sup>a</sup>	49,8 (114) <sup>b</sup>	41,7 (98) <sup>a,b</sup>
Excesso de Peso <sup>3</sup>	21,3 (170)	20,5 (85)	22,0 (85)	25,0 (84) <sup>a</sup>	18,8 (43) <sup>a</sup>	18,3 (43) <sup>a</sup>
Síndrome Metabólica <sup>4</sup>	3,4 (27)	2,9 (12)	3,9 (15)	4,2 (14) <sup>a</sup>	3,1 (7) <sup>a</sup>	2,6 (6) <sup>a</sup>

Teste do Qui-Quadrado ou Teste Exato de Fischer; \*p<0,05; \*\*p<0,001 (diferença por sexo);

<sup>1</sup>10 a 17 anos: Pressão arterial  $\geq$  percentil 90 para idade, sexo e percentil de estatura; 18-19 anos: pressão arterial  $\geq 130/85$ mmHg; <sup>2</sup> $\geq 20\%$  sexo masculino e  $\geq 25\%$  sexo feminino; <sup>3</sup>Excesso de peso = sobrepeso ou obesidade ( $\geq$  percentil 85); <sup>4</sup>Perímetro da cintura > p90 mais duas alterações: triglicerídeos  $\geq 100$ mg/dL; HDL <45mg/dL; glicemia de jejum alterada  $\geq 100$ mg/dL; pressão arterial  $\geq$  percentil 90 para estatura e sexo.

Letras diferentes indicam diferenças entre os grupos (p<0,05).

**Tabela 2.** Comparação entre as variáveis de composição corporal, bioquímicas e clínicas, em relação aos grupos com e sem resistência à insulina. Viçosa, MG/Brasil.

Variáveis	HOMA <3,16 (n=718)		HOMA ≥ 3,16 (n=82)		p
	Média±DP	Md (Mín-Máx)	Média±DP	Md (Mín-Máx)	
<b>Sexo Feminino</b>	<i>n=361</i>		<i>n=53</i>		
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	20,0±3,3	19,7 (12,5-35,0)	23,1±5,3	22,5 (16,5-45,8)	<0,001
Percentual de GC (%)	26,1±7,3	25,4 (8,8-48,7)	32,1±9,4	32,3 (13,5-52,5)	<0,001
Massa de Gordura (kg)	13,4±6,3	12,9 (2,4-48,6)	19,2±10,6	17,3 (5,9-65,5)	<0,001
Massa Livre de Gordura (kg)*	36,0±6,5	36,6 (19,7-51,1)	37,6±6,5	36,9 (26,7-59,4)	0,112
Perímetro da Cintura (cm)	72,1±9,0	71,5 (53,5-98,0)	80,3±12,8	78,5 (64,5-128,5)	<0,001
Perímetro do Quadril (cm)*	87,2±10,5	88,5 (59,5-128,0)	93,0±12,19	90,5 (77-137,25)	<0,001
Relação Cintura/Estatura	0,46±0,05	0,45 (0,37-0,62)	0,51±0,08	0,5 (0,4-0,78)	<0,001
Relação Cintura/Quadril	0,83±0,05	0,83 (0,70-1,0)	0,86±0,07	0,85 (0,73-1,02)	<0,001
Colesterol Total (mg/dL)	159,7±29,0	159,0 (89,0-283,0)	168,9±27,5	170 (122-234)	0,033
LDL (mg/dL)	93,0±25,3	90,2 (34,6-202,8)	103,2±26,4	105 (53,4-162,6)	0,01
HDL (mg/dL)	52,9±12,1	52,0 (30,0-100,0)	45,8±9,1	47 (23-70)	<0,001
VLDL (mg/dL)	13,8±6,3	12,2 (4,8-41,8)	19,9±9,5	18 (8,6-54,4)	<0,001
Triglicerídeos (mg/dL)	69,1±31,3	61,0 (24,0-209,0)	99,4±47,7	90 (43-272)	<0,001
Ácido úrico (mg/dL)	2,9±0,78	2,9 (1,0-5,6)	3,3±0,81	3,2 (1,6-5,2)	0,002
Pressão Sistólica (mmHg)	98,0±9,1	97,5 (72,5-150,0)	101,4±8,2	100,5 (78,5-121)	<0,001
Pressão Diastólica (mmHg)	61,6±7,2	61,0 (44,0-110,0)	63,5±5,9	62,5 (51,5-75,5)	0,025
<b>Sexo Masculino</b>	<i>n=357</i>		<i>n=29</i>		
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	19,5±3,4	19,4 (13,2-31,5)	27,2±4,9	26,6 (20,3-40,1)	<0,001
Percentual de GC (%)	16,5±6,8	14,8 (3,9-40,3)	29,9±8,6	30,2 (13,9-43,9)	<0,001
Massa de Gordura (kg)	8,7±5,1	7,4 (1,6-32,8)	23,5±10,3	23,5 (9,8-51,7)	<0,001
Massa Livre de Gordura (kg)	43,2±13,1	44,2 (20,4-80,2)	53,5±12,9	54,9 (31,8-86,9)	<0,001
Perímetro da Cintura (cm)	70,5±9,5	70,1 (51,2-102,5)	91,2±12,1	90,6 (74,0-118,0)	<0,001
Perímetro do Quadril (cm)*	82,7±11,2	82,5 (58,5-110,0)	100,45±12,3	99,5 (78,5-134,3)	<0,001
Relação Cintura/Estatura	0,44±0,05	0,43 (0,35-0,64)	0,54±0,06	0,53 (0,43-0,68)	<0,001
Relação Cintura/Quadril*	0,85±0,05	0,85 (0,72-1,0)	0,91±0,06	0,91 (0,8-1,0)	<0,001

Colesterol Total (mg/dL)*	152,9±27,7	150,0 (87,0-234,0)	152,2±35,4	147,0 (83,0-252,0)	0,9
LDL (mg/dL)	90,5±23,0	89,8 (27,6-155,6)	89,8±25,9	84,8 (44,8-147,0)	0,61
HDL (mg/dL)*	49,2±12,6	47,0 (21,0-117,0)	43,5±8,8	43,0 (32,0-71,0)	0,01
VLDL (mg/dL)	13,2±6,1	12,3 (2,8-49,6)	19,0±11,5	19,2 (6,2-64,0)	0,001
Triglicerídeos (mg/dL)	65,9±30,6	61,5 (14,0-248,0)	95,0±57,7	96,0 (31,0-320,0)	0,001
Ácido úrico (mg/dL)	3,6±1,1	3,5 (1,3-7,4)	4,6±1,3	4,2 (1,9-7,5)	<0,001
Pressão Sistólica (mmHg)*	101,4±11,4	100,3 (73,5-143,0)	110,7±10,1	110,5 (90,0-136,0)	<0,001
Pressão Diastólica (mmHg)*	58,5±7,4	58,0 (40,0-96,5)	61,3±8,0	61,5 (46,0-84,0)	0,052

\*Teste *t de Student*; para o restante das variáveis utilizou-se o Teste de Mann Whitney.

Md = Mediana; Mín = Mínimo; Máx = Máximo; DP= desvio-padrão.

**Tabela 3.** Variáveis de composição corporal, bioquímicas e clínica de acordo com o sexo e fases da adolescência, em relação aos grupos com e sem resistência à insulina. Viçosa, MG/Brasil.

Variáveis	HOMA <3,16 (n=718)		HOMA ≥ 3,16 (n=82)	
	Diferença entre sexo	Diferença entre fases	Diferença entre sexo	Diferença entre fases
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	F > M	3>1; 2>1; 2=3	M > F	3>1; 1=2; 2=3
Percentual de GC (%)	F > M	1 = 2 = 3	M = F	1 = 2 = 3
Massa de Gordura (kg)	F > M	3>1; 2>1; 2=3	M > F	3>1; 1=2; 2=3
Massa Livre de Gordura (kg)	M > F	3>1; 2>1; 2=3	M > F	3>1; 2>1; 2=3
Perímetro da Cintura (cm)	F > M	3>1; 2>1; 2=3	M > F	3>1; 1=2; 2=3
Perímetro do Quadril (cm)	F > M	1>2; 1>3; 2=3	M > F	3>1; 2>1; 2=3
Relação Cintura/Estatura	F > M	1 = 2 = 3	F = M	1 = 2 = 3
Relação Cintura/Quadril	M > F	1>2; 1>3; 2=3	M > F	1 = 2 = 3
Colesterol Total (mg/dL)	F > M	1>2; 1>3; 2=3	F > M	1 = 2 = 3
LDL (mg/dL)	M = F	1>2; 1>3; 2=3	F > M	1 = 2 = 3
HDL (mg/dL)	F > M	1>3; 1=2; 2=3	M = F	1 = 2 = 3
VLDL (mg/dL)	M = F	1 = 2 = 3	M = F	1 = 2 = 3
Triglicerídeos (mg/dL)	M = F	1 = 2 = 3	M = F	1 = 2 = 3
Ácido úrico (mg/dL)	M > F	3>1; 2>1; 2=3	M > F	1 = 2 = 3
Glicose (mg/dL)	M > F	1>2; 1>3; 2=3	M = F	1 = 2 = 3
Insulina (μU/mL)	F > M	2>3; 1=2; 1=3	M = F	1 = 2 = 3
Pressão Sistólica (mmHg)	M > F	3>1; 2>1; 3>2	M > F	1 = 2 = 3
Pressão Diastólica (mmHg)	F > M	3>1; 2>1; 2=3	M = F	1 = 2 = 3

Teste de Kruskal-Wallis (diferença entre as fases), complementado pelo procedimento de comparações múltiplas de Dunn's; Teste de Mann Whitney (diferença entre sexo). = (p>0,05); > (p<0,05); 1= fase inicial; 2= fase intermediária; 3= fase final; F = sexo feminino; M = sexo masculino.

**Tabela 4.** Associação das variáveis de composição corporal, bioquímicas, de estilo de vida e clínica com a resistência à insulina nas três fases da adolescência. Viçosa/MG, Brasil.

<b>Variável</b>	<b>Amostra Total</b>	<b>Fase Inicial</b>	<b>Fase Intermediária</b>	<b>Fase Final</b>
	OR (IC 95%)	OR (IC 95%)	OR (IC 95%)	OR (IC 95%)
<b>Sexo</b>				
Masculino	1	1	1	1
Feminino	1,81 (1,12-2,91)	3,31 (1,59-6,91)	1,04 (0,45-2,37)	1,33 (0,49-3,61)
<b>Ácido úrico (mg/dL)*</b>	1,52 (1,24-1,87)	2,38 (1,64-3,44)	1,17 (0,80-1,7)	1,65 (1,08-2,54)
<b>Colesterol Total</b>				
Normal	1	1	1	1
Alterado	1,78 (1,11-2,83)	1,11 (0,56-2,17)	3,29 (1,39-7,74)	2,18 (0,79-6,01)
<b>HDL (mg/dL)*</b>	0,95 (0,93-0,97)	0,93 (0,89-0,96)	0,97 (0,93-1,004)	0,97 (0,93-1,02)
<b>LDL</b>				
Normal	1	1	1	1
Alterado	2,3 (1,42-3,73)	1,58 (0,79-3,17)	3,16 (1,24-8,04)	3,66 (1,3-10,27)
<b>Triglicerídeos</b>				
Normal	1	1	1	1
Alterado	4,89 (2,46-9,7)	3,84 (1,47-10,04)	5,09 (1,38-18,78)	7,57 (1,71-33,52)
<b>IMC</b>				
Sem excesso de peso	1	1	1	1
Sobrepeso	3,78 (2,13-6,7)	3,01 (1,29-6,98)	5,04 (1,87-13,64)	4,13 (1,1-15,51)
Obesidade	17,7 (9,19-34,11)	10,37 (4,23-25,39)	14,5 (4,06-51,83)	108,5 (18,49-636,54)
Excesso de peso	6,5 (4,0-10,5)	4,9 (2,5-9,8)	7,0 (2,9-16,3)	10,7 (3,7-30,8)

<b>Gordura Corporal</b>				
Normal	1	1	1	1
Alterado	6,01 (3,45-10,5)	6,37 (2,91-13,93)	3,45 (1,06-11,23)	26,54 (3,45-203,83)
<b>Perímetro da Cintura</b>				
< percentil 90	1	1	1	1
≥ percentil 90	7,71 (4,52-13,13)	9,9 (3,8-25,7)	7,30 (2,85-18,71)	11,55 (4,02-33,16)
<b>Perímetro do Quadril</b>				
< percentil 90	1	1	1	1
≥ percentil 90	5,6 (3,26-9,6)	18,9 (5,38- 66,4)	5,72 (2,29-14,28)	5,36 (1,92-14,95)
<b>Relação Cintura/Estatura</b>				
< percentil 90	1	1	1	1
≥ percentil 90	8,21 (4,90-13,76)	6,4 (2,9-13,8)	6,84 (2,69-17,39)	18,04 (6,05-53,74)
<b>Relação Cintura/Quadril</b>				
< percentil 90	1	1	1	1
≥ percentil 90	3,84 (2,2-6,75)	3,10 (1,5-6,5)	3,18 (0,78- 12,83)	10,87 (2,72-43,37)
<b>Pressão Sistólica (mmHg)*</b>	1,04 (1,02-1,06)	1,07 (1,03-1,1)	1,06 (1,01-1,1)	1,02 (0,97-1,08)
<b>Pressão Diastólica (mmHg)*</b>	1,04 (1,01-1,08)	1,09 (1,03-1,14)	0,99 (0,94-1,05)	1,06 (0,99-1,13)
<b>Tempo sentado fds (minuto)*</b>	1,002 (1,001-1,003)	1,02 (1,01-1,04)	1,002 (0,99-1,004)	1,002 (0,99-1,01)
<b>Tempo sentado sem(minuto)*</b>	1,001 (1.001-1.003)	1,01 (0,99-1,04)	1,002 (0,99-1,003)	1,004 (1,001-1,01)

Nota: \*Ácido úrico, HDL, pressão sistólica e diastólica, tempo sentado sem (média diária tempo sentado segunda a sexta); tempo sentado fds (média tempo sentado sábado e domingo) entraram no modelo como variável contínua; excesso de peso = sobrepeso/obesidade; *Odds Ratio* (OR); intervalo de confiança (IC).

**Tabela 5.** Modelo Final de risco para a resistência à insulina, ajustado por sexo, nas três fases da adolescência. Viçosa, MG/Brasil.

Fatores	Amostra Total		Fase Inicial		Fase Intermediária		Fase Final	
	OR (IC 95%)	p	OR (IC 95%)	p	OR (IC 95%)	p	OR (IC 95%)	p
Ácido úrico (mg/dL)	1,54 (1,18-2,0)	0,01	1,91 (1,2-3,0)	0,006	-	-	-	-
HDL (mg/dL)	-	-	0,93 (0,89-0,98)	0,005	-	-	-	-
Hipertrigliceridemia	2,84 (1,28-6,3)	0,01	-	-	-	-	7,8 (1,47-41,26)	0,016
Hipercolesterolemia	-	-	-	-	4,22 (1,54-11,52)	0,005	-	-
Pressão arterial sistólica (mmHg)	-	-	-	-	1,05 (1,005-1,1)	0,03	-	-
Excesso de gordura corporal	3,08 (1,66-5,71)	<0,001	3,28 (1,3-7,85)	0,008	-	-	-	-
Sobrepeso	-	-	-	-	4,8 (1,7-13,58)	0,003	-	-
Obesidade	5,69 (2,79-11,6)	<0,001	-	-	8,29 (2,07-33,11)	0,003	-	-
Perímetro do quadril ( $\geq$ p90)	-	-	8,26 (1,73-39,4)	0,008	-	-	10,33 (3,26-32,66)	<0,001
Tempo parado semana (min)	-	-	-	-	-	-	1,04 (1,001-1,002)	0,018
<b>Ajuste do Modelo</b>	p = 0,51		p = 0,99		p = 0,86		p = 0,63	
	Poder de Predição = 89,4%		Poder de Predição = 89,0%		Poder de Predição = 90,4%		Poder de Predição = 92,8%	

Ajuste dos modelos: Teste de Hosmer & Lemeshow ( $p > 0,05$ ).

Nota: \*Ácido úrico, HDL, pressão sistólica e diastólica, tempo sentado sem (média diária tempo sentado segunda a sexta); tempo sentado fds (média tempo sentado sábado e domingo) entraram no modelo como variável contínua; excesso de peso = sobrepeso/obesidade; *Odds Ratio* (OR); intervalo de confiança (IC); tempo sentado semana = média diária tempo sentado segunda a sexta.

### **5.3. Artigo Original 3: Proposta de novo critério e pontos de corte específicos para diagnóstico de síndrome metabólica, segundo sexo e as três fases da adolescência**

#### **Resumo**

**Objetivo:** Comparar critérios diagnósticos e pontos de corte dos componentes da síndrome metabólica propondo-se um novo critério e pontos baseados nos resultados encontrados, de acordo com o sexo e entre as três fases da adolescência.

**Métodos:** Avaliou-se dados bioquímicos, clínico, de estilo de vida e composição corporal de 800 adolescentes de 10-19 anos, de ambos os sexos, de escolas públicas e privadas da zona urbana e rural de uma cidade do interior de Minas Gerais, Brasil, conforme as fases da adolescência: inicial (10-13 anos), intermediária (14-16 anos) e final (17-19 anos). Utilizou-se critérios para o diagnóstico da síndrome metabólica da WHO (1998); EGIR (1999); NCEP/ATPIII (2001) e IDF (2007) com adaptações propostas para adolescentes. A análise fatorial de componente principal foi empregada na investigação do agrupamento dos componentes da síndrome metabólica. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa.

**Resultados:** A prevalência da síndrome metabólica variou de 0,4-5,7% de acordo com o critério utilizado, sexo ou fase da adolescência, não se observando diferença por sexo e fase ( $p > 0,05$ ). A análise fatorial reduziu onze variáveis inter-relacionadas a um conjunto de quatro fatores, comportando-se de forma diferente para cada fase da adolescência, sendo que o fator 1 relacionado às alterações da composição corporal (IMC, perímetro da cintura, relação cintura/estatura e percentual de gordura corporal) explicaram aproximadamente 30% da variância total. Observou-se que 9,8% apresentavam risco para a síndrome metabólica pelo critério sugerido neste estudo, considerando o percentil 90 das variáveis e 14,6% considerando os pontos de corte estabelecidos pela curva ROC.

**Conclusão:** Sugere-se mais estudos para padronizar a síndrome metabólica em adolescentes bem como mais estudos que confirmem a utilização de um novo critério para diagnosticar o risco de apresentar síndrome metabólica, considerando a presença de uma alteração na composição corporal mais duas inadequações (níveis lipídicos, resistência à insulina, ácido úrico, pressão arterial), utilizando pontos de corte segundo sexo e fase da adolescência.

## **Introdução**

A *World Health Organization* – WHO (Organização Mundial da Saúde) define a adolescência como o período que vai de 10 a 19 anos e que envolve transformações físicas, psíquicas e sociais, as quais podem se manifestar de formas e em períodos diferentes para cada indivíduo (WHO, 2005). A adolescência pode ser dividida em três fases: inicial (10 a 13 anos), intermediária (14 a 16/17 anos) e final (17/18 a 19 anos) (WHO, 2005; SALMELA-ARO, 2011), com diferenças na composição corporal e no perfil bioquímico entre elas.

Este é um dos períodos críticos da vida para o início ou a persistência da obesidade e para o desenvolvimento de suas complicações. A obesidade na adolescência tem adquirido características epidêmicas em todo o mundo, tornando-se problema de saúde pública no Brasil. Dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) realizada em 2008-2009 em áreas metropolitanas do Brasil encontraram 20,5% de excesso de peso entre adolescentes de 10 a 19 anos, sendo de 21,5% no sexo masculino e 19,4% no feminino, aumento de aproximadamente 4% quando comparado com os resultados da mesma pesquisa em 2002-2003. Quando dividido por faixa etária, observa-se maior prevalência de excesso de peso na fase inicial, chegando a 28,6% nos de 10 a 11 anos e 25,5% nos de 12 a 13 anos (IBGE, 2010).

A obesidade, já na adolescência, encontra-se associada a complicações metabólicas, que, em conjunto, caracterizam a síndrome metabólica (BOKOR et al, 2008; COSTA et al, 2012), podendo permanecer na vida adulta (OLIVEIRA et al, 2009). O termo síndrome metabólica descreve um conjunto de fatores de risco metabólicos que aumentam o risco de desenvolver doenças cardiovasculares, associados à obesidade central e resistência à insulina. Entre os fatores que caracterizam a síndrome metabólica estão obesidade visceral, dislipidemias, hipertensão arterial, alteração no metabolismo da glicose e insulina (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2009).

O estudo da síndrome metabólica tem sido dificultado pela ausência de consenso na sua definição, bem como nos pontos de corte e nos próprios componentes, principalmente em adolescentes, com repercussões na prática clínica e nas políticas de saúde. Estudos sobre a síndrome metabólica em adolescentes vêm sendo realizados, utilizando adaptações das definições existentes para adultos, principalmente da proposta do *National Cholesterol Education Program's Adult Treatment Panel III* (NCEP-ATP

III/2001) e WHO (1998) (COOK et al, 2003; BOKOR et al, 2008; COSTA et al, 2012), além do *International Diabetes Federation* (IDF, 2007) proposto para adolescentes.

Atualmente, os dados de prevalência da síndrome metabólica na adolescência variam de 1,1-44%, dependendo do critério, ponto de corte e das características da população e da região (COOK et al, 2003; BURROWS, 2008; ALVAREZ et al, 2011; COSTA et al, 2012).

Na literatura encontram-se estudos avaliando os pontos de corte e critérios da síndrome metabólica nos adolescentes de 10 a 19 anos e nas fases separadamente (LEE et al, 2008; CAVALI et al, 2010; COSTA et al, 2012), mas não se encontra este tipo de estudo considerando as três fases da adolescência.

Diante do quadro apresentado, objetivou-se comparar critérios diagnósticos e pontos de corte dos componentes da síndrome metabólica propondo-se um novo critério e pontos baseados nos resultados encontrados, de acordo com o sexo e entre as três fases da adolescência.

## **Metodologia**

### *Casuística*

Estudo epidemiológico, de corte transversal, realizado com 800 adolescentes, de ambos os sexos, de 10 a 19 anos, selecionados em escolas públicas e privadas, das áreas urbanas e rurais, do município de Viçosa-MG-Brasil. Como critérios de inclusão considerou-se não apresentar doenças crônicas; não usar regularmente medicamentos que alterassem a pressão arterial, glicemia de jejum ou metabolismo lipídico; não fazer uso contínuo de diuréticos/laxantes, marcapasso ou prótese e no caso do sexo feminino, não ter utilizado anticoncepcional há menos de dois meses e não ter ficado ou estar grávida.

A escola foi o meio de acesso, sendo o estudo representativo de adolescentes de 10 a 19 anos do município e realizado em todas as escolas públicas e privadas das áreas urbanas e rurais, na faixa etária de interesse. O município apresenta 11 escolas municipais, 10 estaduais e 6 privadas, totalizando 27 escolas com adolescentes matriculados na faixa etária de 10 a 19 anos. Durante a seleção, as direções das escolas foram contactadas e após permissão das mesmas distribuiu-se os convites aos adolescentes, e os que aceitaram, receberam o Termo de Consentimento Livre Esclarecido que foi assinado pelo adolescente e seu responsável. O sorteio foi realizado

entre os interessados, que devolveram o referido termo assinado e, aleatoriamente, selecionou-se o número de adolescentes necessários.

Quando o adolescente não aceitou participar ou saiu do estudo, novo sorteio foi realizado para substituição, respeitando-se a proporcionalidade da faixa etária estudada em cada escola. Desta forma, cada escola contribuiu na amostra com a proporcionalidade do número de alunos que possuía em cada faixa etária.

O tamanho amostral foi calculado utilizando-se o programa *Epi Info*, versão 6,04 a partir de fórmula específica para estudos transversais, considerando-se população infinita, prevalência esperada de 50%, visto o estudo considerar como desfecho múltiplos fatores de risco cardiovasculares e variabilidade aceitável de 5%, totalizando amostra mínima de 663 adolescentes, com 99% de nível de confiança. A este acrescentaram-se 10% para recuperar possíveis perdas e 10% para controle de fatores de confusão, chegando a 796 adolescentes. Entre todos os que atenderam os critérios de inclusão, procedeu-se a uma seleção aleatória por meio de sorteio, até que se alcançasse o tamanho amostral.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (Of. Ref. Nº 0140/2010), de acordo com a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. A participação foi voluntária após esclarecimento verbal e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, pelos adolescentes e responsáveis.

### *Métodos*

O peso foi obtido em balança digital, eletrônica, com capacidade máxima de 150kg e subdivisão em 50g e a estatura por estadiômetro portátil com extensão de 2,13 m e escala de 0,1 cm, com visor de plástico e esquadro acoplado a uma das extremidades sendo esta medida aferida em duplicata permitindo trabalhar com o valor médio. O peso e a estatura foram aferidos segundo as técnicas preconizadas por Jelliffe (1968).

O estado nutricional foi avaliado pelo resultado obtido em *escore-z* do Índice de Massa Corporal (IMC), utilizando-se os pontos de corte e a referência antropométrica preconizados pela *World Health Organization* (2007). Adolescentes com sobrepeso e com obesidade foram classificados como excesso de peso ( $\geq$  *escore-z* +1) (FARIA et al, 2009).

Os perímetros da cintura e do quadril foram aferidos com fita métrica, de extensão de 2 metros, flexível e inelástica, dividida em centímetros e subdivida em milímetros, tomando-se cuidado para não comprimir as partes moles, sendo que as medidas foram realizadas em duplicata por um único avaliador e utilizou-se a média, sendo que caso as medidas tivessem diferença maior que 1 cm, repetia-se a medida (WHO, 2008). Trabalhou-se com quatro técnicas de perímetro da cintura, para verificar qual mais se relacionava com a resistência à insulina e demais componentes da síndrome metabólica, optando-se pela técnica do ponto médio entre a margem inferior da última costela e a crista ilíaca, no plano horizontal (WHO, 2008), uma vez que se observou maior correlação desta técnica com o índice HOMA-IR ( $r=0,4932$ ;  $p<0,001$ ). Calculou-se a relação cintura/quadril (RCQ) e a relação cintura/estatura (RCE).

Para avaliação do percentual de gordura corporal utilizou-se o aparelho de bioimpedância elétrica vertical de oito eletrodos táteis (*In Body 230*). A avaliação foi realizada entre as 7h e 8:30h da manhã, respeitando-se protocolo específico para o teste (BARBOSA, 2006). O percentual de gordura corporal foi classificado, considerando os pontos de corte propostos por Lohman (1992).

A pressão arterial foi aferida com monitor de pressão sanguínea de inflação automática e a avaliação de pressão sistólica e diastólica foi realizada conforme preconizado pela Sociedade Brasileira de Cardiologia (2010), utilizando para tal o percentil de estatura do adolescente.

Coletou-se o sangue dos voluntários após jejum de 12 horas, para análise de ácido úrico, glicemia, insulina plasmática e para avaliação da concentração de lipídios séricos, como colesterol total, triglicérides, HDL (*High Density Lipoprotein* - Lipoproteína de Alta Densidade), LDL (*Low Density Lipoprotein* - Lipoproteína de Baixa Densidade) e VLDL (*Very Low Density Lipoprotein*- Lipoproteína de Muito Baixa Densidade),

Para dislipidemias os pontos de corte para adolescentes foram os preconizados pela Sociedade Brasileira de Cardiologia (2005). Para glicemia de jejum alterada utilizou-se a recomendação da *American Diabetes Association* (2006) de glicemia de jejum  $\geq 100$  mg/dL e para insulina de jejum alterada  $\geq 15\mu\text{U/mL}$  (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2005). A resistência à insulina foi determinada através da fórmula do HOMA-IR (*Homeostasis Model Assessment - Insulin Resistance* ou Índice do Modelo de Avaliação da Homeostase da Resistência à Insulina) =

[(insulina de jejum ( $\mu\text{U/mL}$ ) x glicemia de jejum [ $\text{mmol/L}$ ])/22,5  $\geq$ 3,16] (KESKIN et al, 2005).

Para avaliação dos níveis de ácido úrico sanguíneos e das variáveis de composição corporal (perímetro da cintura e do quadril e as relações cintura/estatura e cintura/quadril), optou-se por utilizar o percentil 90 da própria população (PEREIRA et al, 2011), para comparação dos critérios, segundo sexo e fase da adolescência, uma vez que não existem pontos de corte validados específicos para adolescentes.

#### *Crítérios Diagnósticos para definição da síndrome metabólica*

Utilizou-se três diferentes critérios propostos na literatura para o diagnóstico da síndrome metabólica em adultos e um critério proposto para adolescentes (IDF, 2007). Em função de a maioria das propostas ser destinada à utilização em indivíduos adultos, a avaliação dos componentes da síndrome metabólica, foi realizada mediante adaptações sugeridas pelo presente estudo que consiste na utilização de pontos de corte específicos de adolescentes. Para IDF (2007), com a finalidade de comparação dos resultados, utilizaram-se além dos pontos de corte propostos pelo critério, adaptações propostas por este estudo, com pontos de corte mais sensíveis para adolescentes (Quadro 1).

#### *Softwares e Análise Estatística*

O banco de dados foi duplamente digitado e após a verificação da consistência dos dados, realizou-se as análises nos *softwares SPSS for Windows, versão 13.0* e *Stata, versão 11.0*. Os testes utilizados foram o de normalidade Kolmogorov-Smirnov, para se avaliar a distribuição das variáveis; Correlação de Pearson ou de Spearman, dependendo da característica das variáveis. O teste do Qui-Quadrado ou Teste Exato de Fisher foi utilizado para avaliar a associação entre a prevalência de alterações metabólicas, por sexo e fase da adolescência.

A construção de curvas ROC (*receiver operating characteristic*) deu-se pelo uso do *software Medcalc 12.4.0* que possibilitou avaliar o poder discriminante dos parâmetros bioquímicos, de pressão arterial e de composição corporal para o diagnóstico da síndrome metabólica, segundo os critérios avaliados, além de se estabelecer pontos de corte destas variáveis. Calculou-se as áreas abaixo das curvas (AUC), e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

A análise fatorial exploratória foi empregada na investigação do agrupamento dos componentes da síndrome metabólica. A adequação dos dados para a análise fatorial foi confirmada pelos testes *Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy* (KMO) e *Bartlett Test of Sphericity* (BTS). Para extração do conjunto de fatores que possivelmente constituem a base da determinação da síndrome metabólica utilizou-se o método de componentes principais (Análise Fatorial de Componente Principal). Reteve-se no modelo os fatores que apresentaram autovalores  $\geq 1$  (MINGOTI, 2005). A rotação ortogonal *varimax* foi utilizada para obtenção do conjunto independente de fatores resultantes. Considerou-se aderidas ao fator as variáveis que apresentaram cargas fatoriais  $\geq 0,5$  (MINGOTI, 2005). Para avaliação da adequação do modelo final utilizou-se o índice  $KMO \geq 0,7$ . A escolha das variáveis foi baseada na matriz de correlação e nos diferentes componentes estabelecidos pelos critérios, sempre tendo em vista manter variáveis que contemplassem todos os componentes da síndrome metabólica: obesidade, dislipidemia, hipertensão arterial e distúrbios do metabolismo da glicose.

O nível de rejeição da hipótese de nulidade para todos os testes foi de 5%.

**Quadro 1.** Indicadores metabólicos e pontos de corte, incluídos nas definições usadas para classificar a síndrome metabólica, adaptados à faixa etária.

COMPONENTES	DEFINIÇÃO DA SÍNDROME METABÓLICA			
	WHO (1998) <sup>1</sup>	EGIR (1999) <sup>2</sup>	ATPIII (2001) <sup>3</sup>	IDF (2007) <sup>4</sup>
<b>Tolerância à glicose</b>				
Proposto	DM2 ou tolerância à glicose diminuída ou resistência à insulina	Glicemia de jejum $\geq 110$ mg/dL e $< 126$ mg/dL; insulina $> p75$	Glicemia de jejum $\geq 110$ mg/dL	Glicemia de jejum $\geq 100$ mg/dL ou DM2
Adaptado	Glicemia de jejum $\geq 100$ mg/dL <sup>5</sup> ou HOMA $\geq 3,16^6$	Insulina plasmática $\geq 15\mu\text{U/mL}^7$ , Glicemia de jejum $\geq 100$ mg/dL <sup>5</sup>	Glicemia de jejum $\geq 100$ mg/dL <sup>5</sup>	Glicemia de jejum $\geq 100$ mg/dL <sup>5</sup>
<b>Dislipidemias</b>				
Proposto	TG $> 130$ mg/dL, HDL $< 35$ mg/dL	TG $> 130$ mg/dL, HDL $< 35$ mg/dL	TG $> 130$ mg/dL, HDL $< 35$ mg/dL	<b>10-16 anos:</b> TG $\geq 150$ mg/dL, HDL $< 40$ mg/dL; <b>17-19 anos:</b> TG $\geq 150$ mg/dL, HDL $< 40$ mg/dL (M); $< 50$ mg/dL (F)
Adaptado	TG $\geq 100$ mg/dL <sup>7</sup> , HDL $< 45$ mg/dL <sup>7</sup>	TG $\geq 100$ mg/dL <sup>7</sup> , HDL $< 45$ mg/dL <sup>7</sup>	TG $\geq 100$ mg/dL <sup>7</sup> , HDL $< 45$ mg/dL <sup>7</sup>	TG $\geq 100$ mg/dL <sup>7</sup> , HDL $< 45$ mg/dL <sup>7</sup>
<b>Pressão Arterial</b>				
Proposto	PA $\geq 140/90$ mmHg	PA $\geq 140/90$ mmHg	PA $\geq 130/85$ mmHg	PA $\geq 130/85$ mmHg
Adaptado	$\geq$ Percentil 90 (10-17 anos) e PA $\geq 130/85$ mmHg (18-19 anos) <sup>8</sup>	$\geq$ Percentil 90 (10-17 anos) e PA $\geq 130/85$ mmHg (18-19 anos) <sup>8</sup>	$\geq$ Percentil 90 (10-17 anos) e PA $\geq 130/85$ mmHg (18-19 anos) <sup>8</sup>	$\geq$ Percentil 90 (10-17 anos) e PA $\geq 130/85$ mmHg (18-19 anos) <sup>8</sup>
<b>Obesidade</b>				
Proposto	IMC $\geq 30$ kg/m <sup>2</sup> e/ou RCQ $> 0,90$ (M) e $> 0,85$ (F)	PC $\geq 94$ cm (M) e $\geq 80$ cm (F)	PC $> 102$ cm (M) e $> 88$ cm (F)	<b>10-16:</b> PC $\geq p90$ ; <b>17-19:</b> PC $\geq 90$ cm (M) e $\geq 80$ cm (F)

Adaptado	IMC - $\geq$ <i>escore-z</i> +1 <sup>9</sup> e/ou RCQ $\geq$ p90	PC $\geq$ p90 (segundo sexo e fase da adolescência)	PC $\geq$ p90 (segundo sexo e fase da adolescência)	PC $\geq$ p90 (segundo sexo e fase da adolescência)
<b>Condições necessárias ao diagnóstico</b>				
Proposto	DM2 ou tolerância à glicose diminuída ou resistência à insulina e mais duas alterações	Insulina plasmática > p75 e mais duas alterações	Três alterações	PC $\geq$ p90 e mais duas alterações
Adaptado	Glicemia de jejum $\geq$ 100 mg/dL <sup>5</sup> ou HOMA $\geq$ 3,16 <sup>6</sup> e mais duas alterações	Insulina plasmática $\geq$ 15 $\mu$ U/mL <sup>7</sup> e mais duas alterações	Três alterações	PC $\geq$ p90 e mais duas alterações

DM2: diabetes *mellitus*; PA: pressão arterial; TG: triglicérides; RCQ: relação cintura/quadril; PC: perímetro da cintura; IMC: Índice de Massa Corporal; F: sexo feminino; M: sexo masculino; p90 e p75: percentil 90 e 75.

<sup>1</sup>WHO – *World Health Organization* (ALBERTI e ZIMMET, 1998); <sup>2</sup>EGIR – *European Group for Study of Insulin Resistance* (BALKAU e CHARLES, 1999);

<sup>3</sup>NCEP/ATPIII/2001- *National Cholesterol Education Program- NCEP -Adult Treatment Panel III – ATPIII* (2001); <sup>4</sup>IDF - *International Diabetes Association* (ZIMMET et al, 2007); <sup>5</sup>*American Diabetes Association* (2006); <sup>6</sup>Keskin et al (2005); <sup>7</sup>Sociedade Brasileira de Cardiologia (2005); <sup>8</sup>Sociedade Brasileira de Cardiologia/Sociedade Brasileira de Hipertensão (2010); <sup>9</sup>WHO (2007).

Nota: Para WHO (1998); EGIR (1999) e NCEP/ATPIII (2001) utilizou-se somente critério adaptado e para IDF (2007) utilizou-se os pontos de corte propostos pelo critério e pontos de corte adaptados sugeridos pelo estudo.

## Resultados

Avaliou-se 800 adolescentes de 10 a 19 anos, com média de  $14,71 \pm 2,95$  e mediana de 14,87 anos (10,02-19,99).

A Tabela 1 apresenta a distribuição da amostra e a prevalência da síndrome metabólica pelos diferentes critérios avaliados; bem como, seus componentes, segundo sexo e fase da adolescência. Em relação ao sexo, os do feminino tiveram maiores inadequações do excesso de gordura corporal, de resistência à insulina e de insulina de jejum alterada ( $p < 0,05$ ). Nos do sexo masculino constatou-se maior prevalência de baixo HDL e de pressão arterial inadequada ( $p < 0,05$ ). Os adolescentes da fase inicial apresentaram maior prevalência de inadequação do HDL ( $< 40\text{mg/dL}$ ), os da intermediária maior de ácido úrico elevado ( $>$  percentil 90) e os da final maior de HDL  $< 40\text{mg/dL}$  (masculino);  $< 50\text{mg/dL}$  (feminino) ( $p < 0,05$ ). Não se observou diferença em relação à prevalência da síndrome metabólica pelos diferentes critérios avaliados, por sexo e fase da adolescência ( $p > 0,05$ ).

Quando separado por fase, o sexo feminino apresentou maior prevalência de triglicérides  $\geq 100\text{mg/dL}$  (22,3%), insulina de jejum  $\geq 15\mu\text{U/mL}$  (17,2%), resistência à insulina ( $\text{HOMA-IR} \geq 3,16$ ) (17,8%) e excesso de peso (25,5%) na fase inicial em relação aos da final e, os da fase final apresentaram maior prevalência de HDL  $< 50\text{mg/dL}$  (40,7%) em relação às demais fases ( $p < 0,05$ ). Nos do sexo masculino, a fase inicial apresentaram maior prevalência de excesso de gordura corporal (21,2%) em relação à intermediária e menor prevalência de ácido úrico  $\geq p90$  (5,6%) e os da final apresentaram maior prevalência de HDL  $< 45\text{mg/dL}$  (48,2%) e HDL  $< 40\text{mg/dL}$  (33%) ( $p < 0,05$ ).

Os dados de perímetro da cintura, relação cintura/estatura e relação cintura/quadril não foram apresentados na tabela 1, uma vez que se utilizou o percentil 90 para sexo e fase da adolescência, portanto, 10% estariam acima deste percentil, o que já é esperado.

A prevalência da síndrome metabólica variou de 0,4 a 5,7% de acordo com o critério utilizado, sexo ou fase da adolescência (Tabela 1).

**Tabela 1.** Prevalência de síndrome metabólica e seus componentes pelos critérios avaliados, de acordo com sexo e as fases da adolescência. Viçosa, MG/Brasil.

Critérios e componentes da síndrome metabólica	Amostra Total % (n)	Sexo % (n)		Fases da Adolescência % (n)		
		Feminino	Masculino	Inicial	Intermediária	Final
<b>Amostra</b>	100, 0 (800)	51,8 (414)	48,2 (386)	42,0 (336)	28,6 (229)	29,4 (235)
<b>Critérios Síndrome Metabólica</b>						
WHO (1998) adaptado	4,6 (37)	4,4 (18)	4,9 (19)	5,7 (19) <sup>a</sup>	4,8 (11) <sup>a</sup>	3,0 (7) <sup>a</sup>
EGIR (1999) adaptado	4,3 (34)	4,4 (18)	4,1 (16)	5,1 (17) <sup>a</sup>	3,9 (9) <sup>a</sup>	3,4 (8) <sup>a</sup>
NCEP/ATPIII (2001) adaptado	3,4 (27)	2,9 (12)	3,9 (15)	4,2 (14) <sup>a</sup>	3,1 (7) <sup>a</sup>	2,6 (6) <sup>a</sup>
IDF (2007)	1,0 (8)	0,7 (3)	1,3 (5)	0,9 (3) <sup>a</sup>	0,4 (1) <sup>a</sup>	1,7 (4) <sup>a</sup>
IDF (2007) adaptado	3,4 (27)	2,9 (12)	3,9 (15)	4,2 (14) <sup>a</sup>	3,1 (7) <sup>a</sup>	2,6 (6) <sup>a</sup>
<b>Componentes</b>						
Triglicerídeos ( $\geq 100$ mg/dL)	14,8 (118)	17,6 (73)**	11,7 (45)**	17,0 (57) <sup>a</sup>	14,0 (32) <sup>a</sup>	12,3 (29) <sup>a</sup>
Triglicerídeos ( $\geq 150$ mg/dL)	3,4 (27)	3,4 (14)	3,4 (13)	4,5 (15) <sup>a</sup>	2,6 (6) <sup>a</sup>	2,6 (6) <sup>a</sup>
HDL (<45mg/dL)	34,4 (275)	28,3 (117)**	40,9 (158)**	31,8 (107) <sup>a</sup>	35,8 (82) <sup>a</sup>	36,6 (86) <sup>a</sup>
HDL<40mg/dL (M); <50mg/dL (F)	22,5 (180)	21,0 (87)	24,1 (93)	14,0 (47) <sup>a</sup>	20,1 (46) <sup>a</sup>	37,0 (87) <sup>b</sup>
Insulina de Jejum ( $\geq 15\mu$ U/mL)	10,0 (80)	12,6 (52)*	7,3 (28)*	11,01 (37) <sup>a</sup>	10,5 (24) <sup>a</sup>	8,1 (19) <sup>a</sup>
HOMA-IR ( $\geq 3,16$ )	10,3 (82)	12,8 (53)*	7,5 (29)*	11,6 (39) <sup>a</sup>	11,4 (26) <sup>a</sup>	7,2 (17) <sup>a</sup>
Glicemia de Jejum ( $\geq 100$ mg/dL)	0,75 (6)	0,72 (3)	0,78 (3)	1,2 (4) <sup>a</sup>	0,44 (1) <sup>a</sup>	0,43 (1) <sup>a</sup>
Ácido Úrico $\geq p90$	10,1 (81)	3,4 (14)*	17,4 (67)*	3,6 (12) <sup>a</sup>	15,3 (35) <sup>b</sup>	14,5 (34) <sup>b</sup>
Pressão Arterial $\geq p90$ <sup>1</sup>	2,9 (23)	1,7 (7)*	4,1 (16)*	3,0 (10) <sup>a</sup>	3,5 (8) <sup>a</sup>	2,1 (5) <sup>a</sup>
Pressão Arterial $\geq 130/85$ mmHg	0,6 (5)	0,5 (2)	0,8 (3)	0,9 (3) <sup>a</sup>	0,4 (1) <sup>a</sup>	0,4 (1) <sup>a</sup>
Excesso de gordura corporal <sup>2</sup>	24,6 (197)	32,4 (134)**	16,3 (63)**	23,8 (80) <sup>a</sup>	26,6 (61) <sup>a</sup>	23,8 (56) <sup>a</sup>
Excesso de Peso <sup>3</sup>	21,3 (170)	20,5 (85)	22,0 (85)	25,0 (84) <sup>a</sup>	18,8 (43) <sup>a</sup>	18,3 (43) <sup>a</sup>

M: masculino; F: feminino; <sup>1</sup>10 a 17 anos: Pressão arterial  $\geq$  percentil 90 para idade, sexo e percentil de estatura; 18-19 anos: pressão arterial  $\geq 130/85$ mmHg; <sup>2</sup> $\geq 25\%$  sexo masculino e  $\geq 30\%$  sexo feminino; <sup>3</sup>Excesso de peso: sobrepeso ou obesidade ( $\geq$  *escore-z* +1).

Teste do Qui-Quadrado ou Teste Exato de Fischer; \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,001$  (diferença por sexo); Letras diferentes indicam diferenças entre os grupos ( $p < 0,05$ ).

Nota: Para WHO (1998); EGIR (1999) e NCEP/ATPIII (2001) utilizou-se somente critério adaptado e para IDF (2007) utilizou-se os pontos de corte propostos pelo critério e pontos de corte adaptados.

Buscando-se testar a inclusão de novos componentes no diagnóstico da síndrome metabólica, realizou-se a curva ROC para verificar se as variáveis relação cintura/estatura, percentual de gordura corporal e ácido úrico seriam preditores da síndrome metabólica, avaliada por cinco critérios diferentes e em relação à resistência à insulina ( $\text{HOMA-IR} \geq 3,16$ ) (Tabela 2). Estas variáveis, na maioria das vezes, foram preditores de síndrome metabólica e de resistência à insulina; bem como, de cada componente incluído em cada critério avaliado (dados não apresentados), por isso a relação cintura/estatura, o percentual de gordura corporal e o ácido úrico foram utilizados na análise fatorial. A RCE na maioria das vezes apresentou as maiores áreas abaixo da curva (AUC) na predição da síndrome metabólica e da resistência à insulina, seguido do percentual de gordura corporal que apresentou maiores AUC principalmente nos adolescentes do sexo feminino da fase inicial.

**Tabela 2.** Variáveis de composição corporal e ácido úrico, como preditores da síndrome metabólica e resistência à insulina, segundo sexo e fase da adolescência. Viçosa, MG/Brasil.

Diagnóstico/ Comparação	Fases da Adolescência								
	Sexo M	Inicial Sexo F	Total	Sexo M	Intermediária Sexo F	Total	Sexo M	Final Sexo F	Total
<b>WHO (1998)</b>									
Ácido úrico	0,78 (0,72-0,84)*	0,79 (0,72-0,85)*	0,79 (0,74-0,83)*	0,78 (0,68-0,86)*	0,73 (0,64-0,80)	0,78 (0,72-0,83)*	0,81 (0,73-0,88)*	0,65 (0,56-0,73)	0,72 (0,66-0,78)
RCE	<b>0,93 (0,88-0,96)*</b>	<b>0,85 (0,78-0,90)*</b>	<b>0,89 (0,85-0,92)*</b>	<b>0,92 (0,84-0,96)*</b>	0,89 (0,82-0,94)*	<b>0,87 (0,82-0,91)*</b>	<b>0,98 (0,94-1,0)*</b>	0,95 (0,89-0,98)*	<b>0,96 (0,93-0,98)*</b>
%GC	0,89 (0,84-0,93)*	<b>0,85 (0,78-0,90)*</b>	0,87 (0,83-0,90)*	0,91 (0,83-0,96)*	<b>0,94 (0,88-0,97)*</b>	0,78 (0,72-0,83)	0,97 (0,91-0,99)*	<b>0,97 (0,92-0,99)*</b>	0,90 (0,85-0,93)*
<b>EGIR (1999)</b>									
Ácido úrico	0,89 (0,83-0,93)*	0,78 (0,70-0,84)*	0,81 (0,76-0,85)*	0,77 (0,67-0,85)*	0,73 (0,64-0,80)	0,75 (0,68-0,80)*	0,67 (0,58-0,76)	0,53 (0,43-0,62)	0,65 (0,59-0,71)
RCE	<b>0,95 (0,90-0,98)*</b>	<b>0,84 (0,78-0,90)*</b>	<b>0,89 (0,85-0,92)*</b>	<b>0,98 (0,92-0,99)*</b>	0,89 (0,82-0,94)*	<b>0,93 (0,89-0,96)*</b>	<b>0,98 (0,93-0,99)*</b>	<b>0,96 (0,91-0,99)*</b>	<b>0,96 (0,93-0,98)*</b>
%GC	0,90 (0,85-0,94)*	<b>0,84 (0,77-0,89)*</b>	0,88 (0,83-0,91)*	0,93 (0,86-0,97)*	<b>0,94 (0,88-0,97)*</b>	0,83 (0,77-0,87)*	0,88 (0,81-0,94)*	<b>0,96 (0,91-0,99)*</b>	0,81 (0,75-0,85)
<b>ATPIII (2001)</b>									
Ácido úrico	0,93 (0,88-0,96)*	0,81 (0,74-0,87)*	0,86 (0,81-0,89)*	0,86 (0,78-0,93)*	0,56 (0,48-0,65)	0,78 (0,72-0,84)*	0,92 (0,85-0,96)*	0,63 (0,54-0,71)	0,82 (0,76-0,87)*
RCE	<b>0,95 (0,91-0,98)*</b>	0,94 (0,89-0,97)*	<b>0,95 (0,92-0,97)*</b>	<b>0,97 (0,91-0,99)*</b>	<b>0,95 (0,89-0,98)*</b>	<b>0,94 (0,9-0,97)*</b>	<b>0,99 (0,94-1,0)*</b>	<b>0,99 (0,96-1,00)*</b>	<b>0,97 (0,94-0,99)*</b>
%GC	0,92 (0,87-0,96)*	<b>0,95 (0,91-0,98)*</b>	0,93 (0,90-0,96)*	0,94 (0,87-0,98)*	0,89 (0,82-0,94)*	0,79 (0,73-0,84)*	<b>0,99 (0,94-1,0)*</b>	0,98 (0,94-0,99)*	0,89 (0,84-0,93)*
<b>IDF (2007)</b>									
Ácido úrico	-	0,90 (0,84-0,94)*	0,89 (0,86-0,92)*	-	-	-	<b>0,97 (0,91-0,99)*</b>	-	0,94 (0,90-0,97)*
RCE	-	0,92 (0,87-0,96)*	0,94 (0,91-0,97)*	-	-	-	<b>0,97 (0,93-0,99)*</b>	-	<b>0,95 (0,92-0,98)*</b>
%GC	-	<b>0,95 (0,90-0,98)*</b>	<b>0,95 (0,92-0,97)*</b>	-	-	-	0,95 (0,89-0,98)*	-	0,83 (0,77-0,87)*

...Continuação: **Tabela 2.** Variáveis de composição corporal e ácido úrico, como preditores da síndrome metabólica e resistência à insulina, segundo sexo e fase da adolescência.

<b>IDF (2007) adap</b>									
Ácido úrico	0,93 (0,88-0,96)*	0,81 (0,74-0,87)*	0,86 (0,81-0,89)*	0,86 (0,78-0,93)*	0,56 (0,48-0,65)	0,78 (0,72-0,84)*	0,92 (0,85-0,96)*	0,63 (0,54-0,71)	0,82 (0,76-0,87)*
RCE	<b>0,95 (0,91-0,98)*</b>	0,94 (0,89-0,97)*	<b>0,95 (0,92-0,97)*</b>	<b>0,97 (0,91-0,99)*</b>	<b>0,95 (0,89-0,98)*</b>	<b>0,94 (0,9-0,97)*</b>	<b>0,99 (0,94-1,0)*</b>	<b>0,99 (0,96-1,00)*</b>	<b>0,97 (0,94-0,99)*</b>
%GC	0,92 (0,87-0,96)*	<b>0,95 (0,91-0,98)*</b>	0,93 (0,90-0,96)*	0,94 (0,87-0,98)*	0,89 (0,82-0,94)*	0,79 (0,73-0,84)*	0,97 (0,91-0,99)*	0,98 (0,94-0,99)*	0,89 (0,84-0,93)*
<b>HOMA-IR<sub>≥</sub> 3,16</b>									
Ácido úrico	0,81 (0,75-0,87)*	0,71 (0,63-0,78)*	0,73 (0,68-0,78)*	0,61 (0,50-0,71)*	0,52 (0,44-0,61)	0,53 (0,47-0,60)*	0,64 (0,55-0,73)	0,71 (0,62-0,79)*	0,63 (0,57-0,69)*
RCE	<b>0,95 (0,91-0,98)*</b>	<b>0,70 (0,62-0,77)*</b>	0,79 (0,74-0,83)*	<b>0,93 (0,85-0,97)*</b>	0,61 (0,53-0,70)	<b>0,75 (0,69-0,81)*</b>	0,91 (0,84-0,96)*	<b>0,89 (0,82-0,94)*</b>	<b>0,90 (0,85-0,93)*</b>
%GC	0,91 (0,86-0,95)*	0,69 (0,61-0,76)*	<b>0,80 (0,75-0,84)*</b>	0,88 (0,80-0,94)*	<b>0,65 (0,57-0,73)</b>	0,72 (0,65-0,77)*	<b>0,94 (0,88-0,98)</b>	0,88 (0,81-0,93)*	0,87 (0,82-0,91)*

\*p<0,05; Resultados da curva ROC: Dados apresentados em área abaixo da curva (AUC), Intervalo de confiança (IC) 95%; RCE: Relação Cintura/Estatura; %GC: Percentual de Gordura Corporal; WHO – *World Health Organization*; EGIR – *European Group for Study of Insulin Resistance*; NCEP/ATPIII/2001- *National Cholesterol Education Program-NCEP -Adult Treatment Panel III*; IDF - *International Diabetes Association*; IDF adap (adaptação no critério do IDF, 2007).

- não foi possível ser calculado, uma vez que não há casos suficientes de síndrome metabólica por este critério; dados em negrito correspondem às maiores AUC.

A Tabela 3 apresenta a matriz de correlação dos componentes da síndrome metabólica. Para todas as fases, a maioria das variáveis correlacionou-se entre si, o que viabilizou a realização da técnica de análise fatorial. Destaca-se diferenças nas correlações entre os componentes por fase da adolescência, na maioria das vezes, a fase inicial apresentou os maiores valores do coeficiente de correlação, proporcionando a opção por realizar-se a análise fatorial, considerando a fase. As variáveis colesterol total, LDL, RCQ foram testadas, mas optou-se por não utilizá-las na análise fatorial, uma vez que não apresentavam correlação com a maioria dos componentes da síndrome metabólica e também por não se ajustaram adequadamente ao modelo avaliado.

**Tabela 3.** Correlação dos componentes da síndrome metabólica, segundo fase da adolescência. Viçosa, MG/Brasil.

<b>Fases</b>	<b>TG</b>	<b>HDL</b>	<b>Glicose</b>	<b>Insulina</b>	<b>HOMA-IR</b>	<b>Ácido úrico</b>	<b>PAS</b>	<b>PAD</b>	<b>IMC</b>	<b>PC</b>	<b>RCQ</b>	<b>RCE</b>	<b>%GC</b>
<b>Componentes</b>													
<b>TG</b>		-0,280*	0,093*	0,374*	0,364*	0,145*	0,019	0,058	0,194*	0,239*	0,252*	0,292*	0,258*
<b>Inicial</b>	-	-0,376*	0,084	0,360*	0,336*	0,174*	0,084	0,098	0,261*	0,280*	0,228*	0,296*	0,276*
<b>Intermediária</b>		-0,264*	0,077	0,366*	0,369*	0,177*	-0,032	-0,019	0,167*	0,253*	0,186*	0,219*	0,216*
<b>Final</b>		-0,166*	0,001	0,435*	0,439*	0,194*	0,100	0,126	0,306*	0,365*	0,338*	0,383*	0,292*
<b>HDL</b>			0,021	-0,132*	-0,123*	-0,267*	-0,119*	0,050	-0,242*	-0,268*	-0,172*	-0,204*	-0,052
<b>Inicial</b>			0,012	-0,147*	-0,137*	-0,233*	-0,080	0,005	-0,244*	-0,260*	-0,244*	-0,242*	-0,136*
<b>Intermediária</b>		-	-0,027	-0,158*	-0,151	-0,302*	-0,068	0,088	-0,202*	-0,253*	-0,220*	-0,194*	-0,003
<b>Final</b>			0,001	-0,068	-0,069	-0,228*	-0,125	0,130*	-0,203*	-0,224*	-0,271*	-0,144*	0,042
<b>Glicose</b>				0,201*	0,337*	-0,004	-0,014	-0,007	-0,049	-0,058	0,110*	-0,012	-0,057
<b>Inicial</b>				0,231*	0,348*	-0,047	0,083	0,045	0,053	0,023	-0,074	-0,011	-0,009
<b>Intermediária</b>			-	0,253*	0,399*	0,118	0,088	-0,014	0,012	0,050	0,138*	-0,013	-0,123
<b>Final</b>				0,090	0,246*	0,151*	0,080	0,036	0,048	0,026	0,021	0,006	-0,053
<b>Insulina</b>					0,985*	0,168*	0,220*	0,188*	0,505*	0,520*	0,210*	0,521*	0,478*
<b>Inicial</b>					0,987*	0,324*	0,399*	0,317*	0,606*	0,628*	0,246*	0,546*	0,508*
<b>Intermediária</b>				-	0,984*	0,045	0,158*	0,029	0,484*	0,481*	0,213	0,474*	0,427*
<b>Final</b>					0,985*	0,091	0,047	0,176*	0,510*	0,528*	0,299*	0,552*	0,489*
<b>HOMA-IR</b>						0,163*	0,212*	0,180*	0,479*	0,493*	0,222*	0,500*	0,446*
<b>Inicial</b>						0,301*	0,389*	0,308*	0,583*	0,601*	0,229*	0,519*	0,479*
<b>Intermediária</b>					-	0,066	0,165*	0,023	0,474*	0,478*	0,234*	0,461*	0,391*
<b>Final</b>						0,117	0,062	0,178*	0,512*	0,526*	0,303*	0,546*	0,466*
<b>Ácido úrico</b>							0,411*	0,052	0,431*	0,447*	0,060	0,202*	-0,006
<b>Inicial</b>							0,408*	0,176*	0,438*	0,464*	0,181*	0,321*	0,231*
<b>Intermediária</b>						-	0,227*	-0,109	0,261*	0,306*	0,216*	0,117	-0,127
<b>Final</b>							0,389*	-0,037	0,368*	0,340*	0,316*	0,158*	-0,193*
<b>PAS</b>								0,505*	0,468*	0,471*	-0,037	0,204*	0,047
<b>Inicial</b>								0,658*	0,535*	0,526*	0,099	0,357*	0,305*
<b>Intermediária</b>								-	0,424*	0,305*	0,295*	0,100	-0,020
<b>Final</b>								0,332*	0,246*	0,248*	0,258*	0,046	-0,269*

Continuação... **Tabela 3.** Correlação dos componentes da síndrome metabólica, segundo fase da adolescência. Viçosa, MG/Brasil.

Componentes	Fases	TG	HDL	Glicose	Insulina	HOMA-IR	Ácido úrico	PAS	PAD	IMC	PC	RCQ	RCE	%GC
<b>PAD</b>										0,224*	0,244*	-0,032	0,218*	0,279*
<b>Inicial</b>										0,385*	0,397*	0,121*	0,350*	0,393*
<b>Intermediária</b>									-	0,043	0,043	-0,086	0,066	0,167*
<b>Final</b>										0,083	0,112	-0,007	0,172*	0,243*
<b>IMC</b>											0,933*	0,168*	0,818*	0,634*
<b>Inicial</b>											0,950*	0,441*	0,892*	0,790*
<b>Intermediária</b>										-	0,902*	0,295*	0,872*	0,654*
<b>Final</b>											0,905*	0,456*	0,849*	0,534*
<b>PC</b>												0,316*	0,842*	0,640*
<b>Inicial</b>												0,547*	0,900*	0,784*
<b>Intermediária</b>											-	0,555*	0,919*	0,666*
<b>Final</b>												0,688*	0,896*	0,550*
<b>RCQ</b>													0,561*	0,265*
<b>Inicial</b>													0,695*	0,462*
<b>Intermediária</b>												-	0,560*	0,230*
<b>Final</b>													0,623*	0,184*
<b>RCE</b>														0,826*
<b>Inicial</b>														0,877*
<b>Intermediária</b>													-	0,813*
<b>Final</b>														0,772*
<b>%GC</b>														
<b>Inicial</b>														
<b>Intermediária</b>														-
<b>Final</b>														

TG: triglicerídeos; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; IMC: Índice de Massa Corporal; PC: Perímetro da cintura; RCQ: Relação Cintura/Quadril; RCE: Relação Cintura/Estatura; %GC: Percentual de Gordura Corporal.

\*  $p < 0,05$ ; Correlação de Pearson = variáveis paramétricas; Correlação de Spearman = variáveis não paramétricas.

Na análise fatorial dos componentes principais, quatro fatores foram retidos, como mostra a Tabela 4. A explicação da variância total dos dados das fases inicial, intermediária e final, foram, respectivamente, 81,97; 79,07 e 79,25%. Valores de carga fatorial acima de 0,5 demonstram em que fator cada componente aderiu. Embora nas três fases da adolescência, os fatores corresponderam aos mesmos componentes relacionados à alteração da composição corporal, da pressão arterial, dos níveis de ácido úrico, HOMA-IR e insulina e dos níveis lipídicos, os quatro fatores foram diferentes para cada fase. O fator 1 que explica aproximadamente 30% da variância total foi igual para as três fases, correspondendo às variáveis de composição corporal: IMC, perímetro da cintura, RCE e percentual de gordura corporal. Para o fator 2, em todas as fases, estiveram presentes alterações do metabolismo glicídico, a insulina e HOMA-IR. As maiores diferenças corresponderam aos fatores 3 e 4, que incluíram componentes diferentes relacionados à pressão arterial, ácido úrico e níveis lipídicos, em cada fase da adolescência.

**Tabela 4.** Análise fatorial dos componentes principais, após rotação *varimax* dos componentes da síndrome metabólica, segundo sexo e fase da adolescência. Viçosa, MG/Brasil.

Variável	Fases da Adolescência											
	Inicial				Intermediária				Final			
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	<b>0,84</b>	0,25	0,33	0,19	<b>0,89</b>	0,19	0,23	0,11	<b>0,87</b>	0,24	0,27	-0,09
Perímetro da cintura (cm)	<b>0,83</b>	0,27	0,34	0,21	<b>0,89</b>	0,21	0,29	0,12	<b>0,88</b>	0,28	0,26	-0,08
Relação cintura/estatura	<b>0,93</b>	0,21	0,15	0,15	<b>0,95</b>	0,20	0,08	0,02	<b>0,93</b>	0,30	0,01	0,02
Percentual de gordura (%)	<b>0,90</b>	0,21	0,11	0,03	<b>0,85</b>	0,21	-0,26	-0,03	<b>0,75</b>	0,28	-0,42	0,21
Triglicerídeos (mg/dL)	0,12	0,43	-0,09	<b>0,63</b>	0,06	<b>0,61</b>	0,28	-0,14	0,15	<b>0,67</b>	0,15	-0,08
HDL (mg/dL)	-0,13	0,04	-0,01	<b>-0,86</b>	-0,08	-0,21	<b>-0,68</b>	0,10	-0,12	-0,12	-0,32	<b>-0,59</b>
Ácido úrico (mg/dL)	0,17	0,07	<b>0,54</b>	0,48	0,08	-0,02	<b>0,84</b>	0,10	0,15	0,09	<b>0,74</b>	-0,30
Insulina (mU/mL)	0,34	<b>0,89</b>	0,22	0,10	0,32	<b>0,90</b>	-0,02	0,10	0,33	<b>0,89</b>	-0,04	0,07
HOMA-IR	0,31	<b>0,90</b>	0,21	0,08	0,30	<b>0,90</b>	0,01	0,11	0,32	<b>0,90</b>	-0,01	0,07
Pressão sistólica (mmHg)	0,21	0,17	<b>0,88</b>	0,04	0,11	0,04	0,27	<b>0,86</b>	0,03	0,03	<b>0,86</b>	0,28
Pressão diastólica (mmHg)	0,23	0,15	<b>0,76</b>	-0,14	0,04	-0,01	-0,25	<b>0,80</b>	0,12	0,15	0,24	<b>0,83</b>
Variância total (%)	31,38	18,73	18,23	13,64	31,21	20,01	14,46	13,40	29,47	21,77	16,29	11,71
Variância acumulada (%)	31,38	50,10	68,33	81,97	31,21	51,22	65,68	79,07	29,47	51,24	67,54	79,25

Nota: destacados em negrito os valores de carga acima de 0,5 que demonstram em que fator cada componente aderiu.

A tabela 5 apresenta os quatro fatores com o agrupamento dos componentes da síndrome metabólica para cada fase da adolescência. A análise fatorial de componentes principais reduziu um grupo de onze variáveis inter-relacionadas a um conjunto de quatro fatores, comportando-se de forma diferente para cada fase da adolescência.

A adequação da amostra para o modelo de análise fatorial foi satisfatória, tanto para a fase inicial (KMO = 0,81), quanto para as fases intermediária (KMO = 0,73) e final (KMO = 0,75) e a significância para o *Bartlett Test of Sphericity* (BTS) foi menor que 0,001, permitindo novamente confirmar a possibilidade e a adequação do método de análise fatorial para o tratamento dos dados.

**Tabela 5.** Análise fatorial dos componentes da síndrome metabólica, segundo as fases da adolescência. Viçosa, MG/Brasil.

Fatores	Fases da Adolescência		
	Inicial	Intermediária	Final
<b>Fator 1</b>	IMC, PC, RCE, %GC → 31,4%	IMC, PC, RCE, %GC → 31,2%	IMC, PC, RCE, %GC → 29,5%
<b>Fator 2</b>	Insulina, HOMA-IR → 18,7%	Triglicerídeos, Insulina, HOMA-IR → 20,0%	Triglicerídeos, Insulina, HOMA-IR → 21,8%
<b>Fator 3</b>	PAS, PAD, ácido úrico → 18,2%	HDL, ácido úrico → 14,5%	PAS, ácido úrico → 16,3%
<b>Fator 4</b>	Triglicerídeos, HDL → 13,6%	PAS, PAD → 13,4%	PAD, HDL → 11,8%

IMC: Índice de Massa Corporal; PC: Perímetro da cintura; RCE: Relação Cintura/Estatura; %GC: Percentual de Gordura Corporal; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica.

A partir destes resultados, optou-se por incluir no novo critério proposto por este estudo as variáveis usadas na análise fatorial (IMC, perímetro da cintura, RCE, percentual de gordura corporal, insulina, HOMA-IR, pressão sistólica e diastólica, ácido úrico, triglicerídeos e HDL). Como não existem pontos de corte validados segundo sexo e fase da adolescência das variáveis RCE, perímetro da cintura, percentual de gordura corporal e ácido úrico, utilizou-se com finalidade de comparação o percentil 90 ou o menor ponto de corte do qual os adolescentes apresentavam síndrome metabólica, pelos critérios avaliados, segundo a fase da adolescência.

A partir destas associações, sugere-se um novo critério, mais sensível, e, portanto, diagnosticando mais indivíduos em risco. Como as variáveis de composição corporal explicaram maior variância de todos os componentes da síndrome metabólica, optou-se por utilizar este critério como condição para avaliar o risco desta alteração. Portanto, a síndrome metabólica seria definida pela presença de uma alteração na composição corporal:  $IMC \geq p85$  e/ou percentual de gordura corporal e /ou RCE e/ou perímetro da cintura alterado ( $\geq p90$  ou ponto de corte pela curva ROC) segundo sexo e fase da adolescência (Tabela 6) mais duas alterações a seguir: triglicédeos  $\geq 100\text{mg/dL}$ ; HDL  $< 45\text{mg/dL}$ ; pressão arterial  $\geq$  percentil 90 para idade, sexo e percentil de estatura para os de 10-17 anos e  $\geq 130/85\text{mmHg}$  para os com 18-19 anos; presença de diabetes *mellitus* ou glicemia de jejum alterada  $\geq 100\text{mg/dL}$  e/ou HOMA  $\geq 3,16$  e/ou insulina de jejum  $\geq 15 \mu\text{U/mL}$ ; presença de ácido úrico elevado (Tabela 6). Em relação aos pontos de corte apresentados na tabela 6, pode-se utilizar os pontos de corte propostos pela curva ROC, mais sensíveis, e, portanto, possibilitando identificar mais indivíduos em risco. Se o objetivo é maior especificidade, pode-se optar pelo percentil 90 da população de estudo. Nota-se que os pontos de corte variaram de acordo com sexo e fase da adolescência, principalmente em relação ao percentual de gordura corporal, fisiologicamente maior no sexo feminino em relação ao masculino. Como o objetivo do estudo é verificar quais são os componentes relacionados à síndrome metabólica, optou-se por utilizar os pontos das variáveis capazes de predizer a síndrome metabólica.

Observou-se que 9,8% da amostra apresentou risco para a síndrome metabólica pelo critério sugerido neste estudo; considerando o percentil 90 das variáveis e 14,6% apresentou a síndrome considerando os pontos de corte estabelecidos pela curva ROC (Tabela 6), não havendo diferença por sexo e fase da adolescência ( $p>0,05$ ). Somente quando se avaliou a síndrome metabólica utilizando o percentil 90 das variáveis, na fase final, encontrou-se maior prevalência da síndrome no sexo masculino (12,5%), em relação ao feminino (5,7%) ( $p<0,05$ ). O critério proposto por este estudo apresentou maior sensibilidade em relação aos demais critérios, diagnosticando maior número de adolescentes em risco.

**Tabela 6.** Valores de percentil 90 e pontos de corte pela curva ROC para os novos componentes da síndrome metabólica propostos, segundo sexo e fase da adolescência. Viçosa, MG/Brasil.

Variáveis	Fases da Adolescência								
	Fase Inicial			Fase intermediária			Fase Final		
	Sexo M n=179	Sexo F n= 157	Total n= 336	Sexo M n=95	Sexo F n=134	Total n=229	Sexo M n=112	Sexo F n=123	Total n=235
<b>PC</b>									
- Percentil 90	80,5	83,5	82,0	87,5	88,0	88,0	90,15	87,0	89,5
- Curva ROC <sup>1</sup>	68,0	64,35	65,0	71,0	72,0	72,5	79,0	75,0	76,25
- Curva ROC <sup>2</sup>	73,5	72,35	72,35	81,15	80,15	80,15	89,0	84,0	84,1
<b>RCE</b>									
- Percentil 90	0,53	0,55	0,54	0,52	0,54	0,53	0,51	0,54	0,53
- Curva ROC <sup>1</sup>	0,45	0,45	0,45	0,42	0,46	0,46	0,43	0,47	0,43
- Curva ROC <sup>3</sup>	0,48	0,47	0,47	0,48	0,49	0,48	0,50	0,52	0,50
<b>%GC</b>									
- Percentil 90	31,2	37,5	35,4	26,5	37,0	35,9	26,6	38,0	34,8
- Curva ROC <sup>1</sup>	21,2	25,2	19,4	21,8	31,8	19,3	23,1	28,3	24,1
- Curva ROC <sup>3</sup>	21,2	30,5	29,9	21,8	34,5	28,8	24,4	37,6	25,9
<b>Ácido úrico</b>									
- Percentil 90	4,2	3,8	4,0	5,7	4,2	5,1	5,4	3,9	5,0
- Curva ROC <sup>1</sup>	3,1	2,9	2,9	4,2	3,2	4,2	3,8	3,2	3,9
- Curva ROC <sup>3</sup>	3,3	3,0	3,3	4,3	3,2	4,2	4,6	3,2	3,9

M: sexo masculino; F: sexo feminino; PC: perímetro da cintura; RCE: Relação Cintura/Estatura; %GC: percentual de gordura corporal. <sup>1</sup>Ponto de corte obtido pelo menor valor dado pela curva ROC que apresentava alguma alteração nos níveis lipídicos, glicídicos, de insulina e HOMA-IR e pressão arterial (p<0,05); <sup>2</sup>Ponto de corte obtido pelo valor dado pela curva ROC que apresentava síndrome metabólica pelo critério da WHO (1998), uma vez que é o único que não apresenta o perímetro da cintura como componente (p<0,05); <sup>3</sup>Ponto de corte obtido pelo menor valor dado pela curva ROC que apresentava síndrome metabólica por algum dos critérios avaliados (p<0,05).

## **Discussão**

A adolescência corresponde a uma ampla faixa etária, com modificações diferentes ao longo desta faixa. Deve-se levar em conta que na fase inicial ocorre o estirão de crescimento e o surgimento de características sexuais secundárias e nas demais fases atinge-se o pico máximo de crescimento chegando-se a finalização do crescimento. No decorrer da adolescência, a composição corporal é alterada, acentuando as diferenças entre gêneros, refletindo em mudanças na composição corporal, sendo que os meninos apresentam maior proporção de massa livre de gordura e as meninas de massa de gordura, devido às modificações nos níveis de estrogênio e testosterona durante a puberdade (WHO, 2005). Por isso, a importância de se considerar a fase da adolescência e o sexo.

Independentemente da proposta utilizada, foram encontradas elevada prevalência de síndrome metabólica e de alterações metabólicas como hipertrigliceridemia, resistência à insulina, elevação da pressão arterial, redução do HDL e excesso de peso e /ou de gordura corporal em ambos os sexos e nas três fases da adolescência (Tabela 1), corroborando com outros estudos com adolescentes (FARIA et al, 2009; PEREIRA et al, 2011; CHAVES et al, 2012). Esse perfil reforça a importância do diagnóstico precoce e monitoramento dessas alterações na população-alvo, com o intuito de reduzir o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares na vida adulta (RODRIGUES et al, 2011). As tentativas de estabelecer critérios diagnósticos para a síndrome metabólica basearam-se no princípio de que os componentes podem agir de maneira sinérgica ou aditiva ampliando o risco, o que ainda não foi elucidado (SAAD, 2006).

A prevalência da síndrome, dependendo do critério e modificações sugeridas, variou de 0,4-5,7% na população estudada (Tabela 1). O uso de diferentes critérios diagnósticos da síndrome metabólica também contribuiu para a variabilidade na sua prevalência e dificulta a comparação de resultados obtidos em diferentes estudos. A maioria dos estudos com sugestões de adaptações de critérios para síndrome metabólica em adolescentes é elaborado a partir do critério para adultos de NCEP/ATPIII (2001), utilizando três dos cinco componentes propostos, porém com pontos de corte específicos para adolescentes (FORD et al, 2008).

Stabelini Neto et al. (2012) em estudo com 582 adolescentes do Paraná-Brasil, de 12 a 18 anos apresentaram prevalência de síndrome metabólica em 6,7%, utilizando critério de Cook et al (2003) baseado em adaptações do NCEP/ATPIII (2001), sendo maior no sexo

masculino (9,4%) em relação ao feminino (4,1%). Prevalência de síndrome metabólica de 17,2% e 37,1% foi observada em adolescentes com sobrepeso e obesidade, respectivamente. Todos os obesos tinham pelo menos um fator de risco presente e demonstraram elevada razão de prevalência de síndrome metabólica comparados aos com peso normal (RP: 11,1; IC: 5,75-21,47). Assim como no presente estudo, quando divididos por faixa etária, 12-14 e 15-18 anos, não se observou diferença na prevalência de síndrome metabólica.

No entanto, para adolescentes, os critérios diagnósticos da síndrome metabólica e seus pontos de corte considerados de risco ainda não estão bem estabelecidos, dificultando o diagnóstico pelos pesquisadores e clínicos na prática clínica e nas políticas de saúde. Conforme Jessup e Harrel (2005), tal inconsistência na definição dos pontos de corte utilizados deve-se, principalmente, às modificações físicas decorrentes do processo de crescimento e desenvolvimento característicos da infância e adolescência.

Lambert et al. (2004), em estudo representativo com crianças e adolescentes de 9-16 anos, em Quebec-Canadá, encontraram 11,5% do total com síndrome metabólica pelo critério da WHO (1998) e este aumentou para 14% quando utilizado o NCEP/ATPIII (2001), adaptado à faixa etária.

Estudo de Costa et al. (2012) com 121 adolescentes obesos na fase inicial, entre 10 a 14 anos, de escolas públicas de Porto Alegre, Brasil, utilizando três critérios para diagnóstico da síndrome metabólica: IDF (2007); Cook et al. (2003) e Ferranti et al. (2004), encontraram a síndrome em 39,7; 51,2 e 74,4%, respectivamente. Houve concordância (pelo teste de Kappa) para os três critérios em 60,3% da amostra, sendo o perímetro da cintura aumentado, o componente mais prevalente (81,0; 81,0 e 96,7%), enquanto que a glicemia de jejum alterada foi a menos prevalente (7,4; 1,7 e 1,7%). O uso do HOMA-IR aumentou a proporção de diagnósticos positivos para a síndrome metabólica.

Neste estudo, não se encontrou diferença nas prevalências de síndrome metabólica entre sexo e entre as fases da adolescência. Não existem estudos comparativos da síndrome metabólica entre as três fases da adolescência, dificultando a comparação com a literatura, encontrando-se apenas estudos isolados com diferentes faixas: 10-14 anos (COSTA et al, 2012), 15-18 anos (GRANT et al, 2008), 12-18 anos (STABELINI NETO et al, 2012) e 10-19 anos (LI et al, 2009; CAVALI et al, 2010; GONTIJO et al, 2010), variando a prevalência da síndrome de 1,1 - 44%.

Outra questão que influencia o diagnóstico é a escolha dos componentes da síndrome metabólica, pois alguns autores sugerem a utilização da resistência à insulina, por meio do HOMA-IR, ao invés da glicemia de jejum (CAVALI et al, 2010; SHARMA et al, 2011, COSTA et al, 2012). Sabe-se que o aumento da produção endógena de glicose acontece no estágio tardio do desenvolvimento do diabetes *mellitus* (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2006), sendo um distúrbio de mais baixa prevalência em crianças e adolescentes, ao contrário da insulina de jejum alterada e a resistência à insulina, que já são encontradas antes mesmo da alteração da glicemia, justificando a inclusão destes dois últimos fatores como componentes da síndrome metabólica (FARIA et al, 2009). Neste estudo quando se utilizou critérios que incluíam a resistência à insulina e/ou insulina de jejum alterada como componente da síndrome, a prevalência era maior do que os que utilizavam apenas a glicemia, sendo mais sensíveis e, portanto, diagnosticando precocemente os adolescentes em risco.

O diagnóstico da resistência à insulina é de relevância na avaliação da presença de alterações metabólicas, incluindo a síndrome metabólica. O HOMA-IR tem sido amplamente utilizado, inclusive com adolescentes (GRANT et al, 2008; FARIA et al, 2009; SERRANO et al, 2010; ARMAS et al, 2012; COSTA et al, 2012), principalmente em estudos populacionais, por ser um método rápido, validado, de fácil aplicação e de menor custo (VASQUEZ et al, 2008).

Novos componentes relacionados à obesidade, não incluídos nos critérios avaliados, são sugeridos por este estudo: a RCE e o percentual de gordura corporal, sendo que as medidas antropométricas são utilizadas como indicadoras de localização de gordura central em estudos epidemiológicos que visam identificar adolescentes com risco para doenças cardiovasculares (FARIA et al, 2009; CARVALHO et al, 2010; PEREIRA et al, 2011). O excesso de gordura corporal, principalmente abdominal, é um dos componentes principais na instalação de alterações inflamatórias ligadas à resistência à insulina, podendo levar à síndrome metabólica (DESPRÉS, 2012). No entanto, ainda não há consenso sobre a melhor medida para este fim, uma vez que um bom indicador de localização de gordura corporal deveria associar-se de maneira independente de sexo, idade e adiposidade total com os marcadores de risco para doenças cardiovasculares.

Neste estudo a relação cintura/estatura foi uma das medidas que teve correlação com maior número de variáveis bioquímicas. A relação cintura/estatura é um indicador que vem

sendo utilizado recentemente, mostrando-se bom marcador para monitorar excesso de peso em adolescentes (PEREIRA et al, 2011; KRUGER et al, 2012) por que considera o tamanho da cintura e o crescimento linear (LI et al, 2006) e pela maior facilidade e menor custo, pode ser utilizado, quando não for possível a realização do percentual de gordura corporal que requer equipamentos mais caros e sofisticados.

Porém, deve-se levar em consideração que independente do componente que se incluir no diagnóstico da síndrome metabólica, deve-se utilizar pontos de corte específicos para adolescentes, considerando sexo e fase, conforme realizado por este estudo. Encontrou-se variabilidade nos pontos de corte de RCE segundo as fases da adolescência, diferente de Kruger et al. (2012) que propõe o ponto de corte de 0,41 para adolescentes de 14 a 18 anos, independente do sexo.

Ressalta-se o ácido úrico elevado como componente importante da resistência à insulina estando associado com excesso de peso, intolerância à glicose, dislipidemia e hipertensão arterial, podendo esta alteração já estar presente em idades precoces (CARVALHEIRA e SAAD, 2006). Além disso, este estudo observou correlação entre hiperuricemia e síndrome metabólica em adolescentes, principalmente na fase inicial, assim como estudo de Wang et al. (2012) com 663 adolescentes de 10 a 15 anos. Este fato é explicado por provável mecanismo envolvendo a inibição da função endotelial. Sabe-se que a insulina necessita de óxido nítrico para estimular a captação da glicose e a disponibilidade do óxido nítrico está diminuída quando ocorre hiperuricemia (HEINIG e JOHNSON, 2006). Neste contexto, a inserção do ácido úrico como componente da síndrome metabólica pode ser interessante, por ser um exame de fácil realização e de baixo custo, podendo ser útil na prática clínica, especialmente em adolescentes com síndrome metabólica.

Devido à divergência nos critérios, faz-se necessário a elaboração de uma proposta, respaldada pela comunidade científica, para avaliar e monitorar adequadamente adolescentes, que deverá servir de subsídio para a prática clínica e para o planejamento e ações de políticas públicas de saúde (RODRIGUES et al, 2011).

No presente estudo, a análise fatorial possibilitou o agrupamento de onze componentes da síndrome metabólica em quatro fatores, definindo que as variáveis componentes da síndrome metabólica se agrupavam de forma diferente nas três fases da adolescência (Tabelas 4 e 5), destacando que o fator 1 explicava a maior variação, nas três fases, correspondendo ao mesmo grupo de variáveis: IMC, perímetro da cintura, RCE e

percentual de gordura corporal, em que foi comprovado a capacidade de prever a síndrome metabólica nos adolescentes deste estudo (Tabela 2). Ford et al. (2008) através de uma revisão de literatura, relatou a ocorrência de 11 estudos que usavam análise fatorial exploratória para agrupar os componentes da síndrome metabólica e o número de componentes variou de 5 a 19 e o de fatores identificados variou de 1 a 5.

Estes resultados possibilitaram avaliar quais os componentes deveriam ser incluídos no critério da síndrome proposto por este estudo. O critério diagnóstico da síndrome metabólica em adolescentes de ambos os sexos, sugerido por este artigo, apresentou maior sensibilidade em relação aos demais e foi baseado no fato de que é preciso estabelecer estratégias de prevenção individuais e populacionais no controle dos fatores de risco para doenças cardiovasculares na adolescência, uma vez que a presença de três ou mais fatores de risco, independente de quais componentes representam, já oferece risco ao adolescente (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2005).

Além disso, observou-se comportamentos diferentes em relação à correlação entre os componentes da síndrome metabólica, justificando a utilização de mais de um indicador dos componentes da síndrome, como a obesidade abdominal e alterações do metabolismo de glicose, possibilitando um diagnóstico correto destas alterações. Ressalta-se que o critério proposto apresenta os mesmos componentes para ambos os sexos e fases da adolescência, porém, os pontos de corte, conforme apresentados anteriormente, devem ser específicos por sexo e fase.

Embora os achados para a amostra do presente estudo não possam ser generalizados para todos os adolescentes, apresentaram coerência com resultados encontrados em estudos recentes (COOK et al, 2003; BOKOR et al, 2008; COSTA et al, 2012), sugerindo a necessidade do estabelecimento de um consenso quanto aos pontos de corte para os fatores de risco e uma definição diagnóstica única para a síndrome metabólica em adolescentes, a fim de diminuir as dificuldades de interpretação e comparação dos dados obtidos em diferentes populações, bem como auxiliar na conduta preventiva ou terapêutica a ser empregada. Portanto, o critério aqui sugerido pode ser utilizado com objetivo de diagnóstico precoce da síndrome metabólica, visando a prevenção desta alteração.

Deve-se ter em conta, entretanto, a limitação do estudo referente ao ponto de corte utilizado para o ácido úrico e HOMA-IR em adolescentes, pois não existe um ponto de corte bem estabelecido internacionalmente, que possa ser utilizado nas comparações dos

estudos. Além disso, não se realizou a avaliação direta da maturação sexual, apesar de serem questionados sobre alguns sinais de maturação e terem sido divididos em faixa etária na tentativa de homogeneizar a amostra e o estágio de maturação sexual, pois na faixa etária estudada podemos encontrar adolescentes em diferentes estágios puberais, sendo esta uma fase de modificações metabólicas importantes.

Contudo, essas considerações não invalidam os achados deste estudo e a inclusão de componentes importantes no critério da síndrome metabólica permite maior identificação dos adolescentes em risco, com importantes implicações para a saúde pública, pois este critério sugerido permite um diagnóstico precoce de fatores de risco na adolescência que estão associados à presença da síndrome metabólica em adultos (OLIVEIRA et al, 2009), permitindo a realização de estratégias que visem ao controle e à prevenção de distúrbios metabólicos, para que estas estratégias tenham impacto positivo sobre as doenças cardiovasculares no futuro.

## **Conclusões**

Nesse estudo encontrou-se alta prevalência de alterações metabólicas associadas, incluindo a síndrome metabólica. A análise fatorial reduziu um grupo de onze variáveis a quatro fatores principais, incluindo componentes relacionados à composição corporal, resistência à insulina, hiperuricemia, alteração de pressão arterial e de níveis lipídicos. Os resultados obtidos mostraram variação entre as prevalências pelos cinco critérios diagnósticos, independente do sexo e fase da adolescência. Não se observou diferença na prevalência de síndrome metabólica pelos diferentes critérios avaliados segundo sexo e fase da adolescência. Além disso, a utilização da resistência à insulina, no lugar da glicemia de jejum, aumentou significativamente a proporção de diagnósticos positivos para a síndrome metabólica.

Destaca-se o ácido úrico, relação cintura/estatura e percentual de gordura corporal como importantes componentes da síndrome metabólica, que apresentaram diferentes pontos de corte segundo sexo e fase da adolescência. Por isso a importância de se considerar as fases separadamente na avaliação das alterações metabólicas em adolescentes, utilizando precocemente os níveis plasmáticos de insulina, ácido úrico e de lipídios, níveis da pressão arterial e alterações da composição corporal para se avaliar a presença de

síndrome metabólica. Ressalta-se que, o critério proposto engloba componentes de baixo custo como perímetro da cintura, IMC e RCE, assim como glicemia de jejum alterada e ácido úrico que podem ser utilizados quando não for possível o uso de componentes mais caros e invasivos para critério de diagnóstico da síndrome metabólica em adolescentes.

Como não há consenso no diagnóstico e pontos de corte da síndrome metabólica em adolescentes sugere-se a utilização do critério usado neste estudo com adaptações das diferentes propostas da literatura, com pontos de corte segundo sexo e fase da adolescência. Este critério apresentou maior sensibilidade, portanto, maior número de adolescentes poderá ser identificado precocemente, permitindo novas estratégias de prevenção e tratamento, a fim de que estas medidas tenham impacto positivo sobre as doenças cardiovasculares no futuro.

## **Referências Bibliográficas**

Alberti KG, Zimmet PZ. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications, part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation. *Diabet Med.* 1998;15:539–553.

Alvarez MM, Vieira ACR, Sichieri R, Veiga GV. Prevalence of metabolic syndrome and of its specific components among adolescents from Niterói City, Rio de Janeiro State, Brazil. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2011;55(2): 164-170.

American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care.* 2006; 29: 43S-48S.

Armas MGG, Megias SM, Viveros MM, Bolaños PI, Piñero BV. Prevalencia de síndrome metabólico en una población de niños y adolescentes con obesidade. *Endocrinol Nutr.* 2012;59(3):155-9.

Balkau B, Charles MA. Comment on the provisional report from the WHO consultation. European Group for the Study of Insulin Resistance (EGIR). *Diabet Med.* 1999;16:442–443.

Barbosa KBF. Consumo Alimentar e marcadores de risco para a síndrome metabólica em adolescentes do sexo feminino: comparação entre instrumentos de inquérito dietético. 2006 - [Dissertação de Mestrado] Departamento de Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Bokor S, Frelut ML, Vania, A, Hadjiathanasiou CG, Anastasakou M, Tendra EM, Matusik P, Molnar D. Prevalence of metabolic syndrome in European obese children. *Int J Pediatric Obes.* 2008; 3(2): 3 – 8.

Burrows R. Síndrome metabólico en niños y adolescentes. *Arch Latin Nefr Ped.* 2008; 8(1): 1-11.

Carvalho JBC, Saad MJA. Doenças associadas à resistência à insulina/hiperinsulinemia, não incluídas na síndrome metabólica. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2006;50(2):360-367.

Carvalho GQ, Pereira PF, Serrano HMS, Franceschini SCC, de Paula SO, Priore SE, et al. Peripheral expression of inflammatory markers in overweight female adolescents and

eutrophic female adolescents with a high percentage of body fat. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2010;35:1–7.

Cavali M de L, Escrivão MA, Brasileiro RS, Taddei JA. Metabolic syndrome: comparison of diagnosis criteria. *J Pediatr (Rio J).* 2010;86:325-30.

Chaves OC, Franceschini SCC, Ribeiro SMR, Sant’Ana LFR, Faria CG, Priore SE. Comparison of the biochemical, anthropometric and body composition variables between adolescents from 10 to 13 years old and their parents. *Nutr Hosp.* 2012;27:1127-1133.

Cook S, Weitzman M, Auinger P, Nguyen M, Dietz WH. Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents: findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2003;157:821-7.

Costa RF, Santos NS, Goldraich NP, Barski TF, de Andrade KS, Krueel LF. Metabolic syndrome in obese adolescents: a comparison of three different diagnostic criteria. *J Pediatr (Rio J).* 2012;88(4):303-9.

Després JP. Abdominal Obesity and Cardiovascular Disease: Is Inflammation the Missing Link? *Can J Cardiol.* 2012;28:642–652.

Faria ER, Franceschini SCC, Peluzio MCG, Sant’Ana LFR, Priore SE. Correlação entre variáveis de composição corporal e metabólica em adolescentes do sexo feminino. *Arq Bras Cardiol.* 2009; 93 (2): 119-127.

Ford ES, Li Ch. Defining the Metabolic Síndrome in children and adolescent: Hill the real definition please stand up? *J Pediatr.* 2008;152:160-164.

Gontijo CA, Faria ER, Oliveira RMS, Priore SE. Síndrome Metabólica em Adolescentes Atendidos em Programa de Saúde de Viçosa – MG. *Rev Bras Cardiol.* 2010; 23 (6): 324-333.

Grant AM, Taungapeaub FK, McAuleyc KA, Taylord RW, William SM, Waldron MA et al. Body mass index status is effective in identifying metabolic syndrome components and insulin resistance in Pacific Island teenagers living in New Zealand. *Metabolism.* 2008;57: 511–516.

Heinig M, Johnson RJ. Role of uric acid in hypertension, renal disease and metabolic syndrome. *Cleve Clin J Med.* 2006; 73 (12): 1059-63.

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

Jelliffe DB. Evolución del estado de nutrición de la comunidad. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1968.

Jessup A, Harrel JS. The metabolic syndrome: look for it in children and adolescents from Quebec, Canadá. *Int J Obes*. 2005; 23(1):26-32.

Keskin M, Kurtoglu S, Kendirci M, Atabek ME, Yazici C. Homeostasis model assessment is more reliable than the fasting glucose/insulin ratio and quantitative insulin sensitivity check index for assessing insulin resistance among obese children and adolescents. *Pediatrics*. 2005; 115(4):e500-e503.

Kruger HS, Faber M, Schutte AE, Ellis SM. A proposed cutoff point of waist-to-height ratio for metabolic risk in African township adolescents. Article in press. *Nutrition xxx* (2012) 1–6.

Lambert M, Paradis G, O'Loughlin J, Delvin EF, Hanley JÁ, Levy E. Insulin resistance syndrome in a representative sample of children and adolescents from Quebec, Canada. *Int J Obes*. 2004; 28: 833-841.

Lee S, Bacha F, Gungor N, Arslanian S. Comparison of Different Definitions of Pediatric Metabolic Syndrome: Relation to Abdominal Adiposity, Insulin Resistance, Adiponectin, and Inflammatory Biomarkers. *J Pediatr*. 2008;152:177-84.

Li C, Ford ES, Huang TK, Sun SS, Goodman E. Patterns of Change in Cardiometabolic Risk Factors Associated with the Metabolic Syndrome among Children and Adolescents: The Fels Longitudinal Study. *J Pediatr*. 2009;155:S5.e9-16.

Li C, Ford ES, Mokdad AH, Cook S. Recent trends in waist circumference and waist-height ratio among US children and adolescents. *Pediatrics*. 2006; 118: 1390-8.

Lohman TG. Assessing fat distribution. In: *Advances in body composition assessment: current issues in exercise science*. Illinois, Human Kinetics. Champaign 1992: 57-63.

Mingoti AS. Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: Editora da Universidade Federal de Minas Gerais; 2005.

NCEP. Executive summary of the third report of National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). JAMA. 2001;285:2486-97.

Oliveira RMS, Franceschini SCC, Rosado GP, Priore SE. Influence of prior nutritional status on the development of the metabolic syndrome in adults. Arq Bras Cardiol. 2009;92(2):107-112.

Pereira PF, Serrano HMS, Carvalho GQ, Lamounier JA, Peluzio MCG, Franceschini SCC, Priore SE. Body fat location and cardiovascular disease risk factors in overweight female adolescents and eutrophic female adolescents with a high percentage of body fat. Cardiol Young. 2011; 22:1-8.

Rodrigues LG, Mattos AP, Koifman S. Prevalence of metabolic syndrome in overweight and obese outpatient children and adolescents: comparative analysis using different clinical definitions. Rev Paul Pediatr. 2011;29(2):178-85.

Saad MJA, Zanella MT, Ferreira SRG. Síndrome Metabólica: Ainda Indefinida, Mas Útil na Identificação do Alto Risco Cardiovascular. Arq Bras Endocrinol Metab. 2006; 50(2):161-162.

Salmela-Aro K. Stages of Adolescence. In: Brown BB, Prinstein MJ. Encyclopedia of Adolescence, 2011, p. 360-368.

Serrano HMS, Carvalho GQ, Pereira PF, Peluzio MCG, Franceschini SCC, Priore SE. Composição corpórea, alterações bioquímicas e clínicas de adolescentes com excesso de adiposidade. Arq Bras Cardiol. 2010;13(1):1-9.

Sharma S, Lustig RH, Fleming SE. Identifying metabolic syndrome in African American children using fasting HOMA-IR in place of glucose. Prev Chronic Dis. 2011;8:A64.

Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz de Prevenção da Aterosclerose na infância e adolescência. Arq Bras Cardiol. 2005; 85(SuplVI):1-36.

Sociedade Brasileira de Cardiologia/Sociedade Brasileira de Hipertensão. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. Arq Bras Cardiol. 2010;95(Sup11):1-51.

Sociedade Brasileira de Diabetes. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2009. 3ª edição, Itapevi, SP. A. Araújo Silva Farmacêutica, 2009.

Stabelini Neto AS, Bozza R, Ulbrich A, Mascarenhas LPG, Boguszewski MCS, Campos W. Metabolic syndrome in adolescents of different nutritional status. Arq Bras Endocrinol Metab. 2012;56(2):104-9.

Vasques ACJ, Rosado LEFPL, Alfenas RCG, Geloneze B. Análise Crítica do Uso dos Índices do *Homeostasis Model Assessment* (HOMA) na Avaliação da Resistência à Insulina e Capacidade Funcional das Células- $\beta$  Pancreáticas. Arq Bras Endocrinol Metab. 2008; 52 (1): 32-39.

Wang JH, Chen YL, Hsu CH, Tang SH, Wu CZ, Pei D. Predictive Value of Serum Uric Acid Levels for the Diagnosis of Metabolic Syndrome in Adolescents J Pediatr. 2012;161:753-6.

WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. Waist circumference and waist-hip ratio: report of a WHO expert consultation, Geneva, 8–11. December 2008.

World Health Organization. de Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. Bull World Health Organ. 2007; 85: 660-667.

World Health Organization. Nutrition in adolescence – issues and challenges for the health sector: issues in adolescent health and development, 2005. 115p.

Zimmet P, Alberti G, et al. The metabolic syndrome in children and adolescents: the IDF consensus. Diabetes Voice. 2007; 52 (4): 29-32.

## 6. CONCLUSÕES FINAIS

A bioimpedância vertical com oito eletrodos (BIA2) foi mais eficaz na avaliação da gordura corporal do que a bioimpedância horizontal tetrapolar (BIA1) mostrando-se bom método a ser usado nos adolescentes avaliados tanto em nível populacional quanto individual. Já a BIA1 apesar de não apresentar melhores resultados em relação à BIA2, por ser um equipamento de mais baixo custo e mais disponível nos serviços de saúde, em relação à BIA2 e por apresentar erros padrões de estimativa inferiores a 3,5%, também podem ser utilizados com cautela, na ausência de métodos mais sensíveis de avaliação da composição corporal.

Nesse estudo encontrou-se alta prevalência de resistência à insulina e alterações metabólicas associadas, incluindo a síndrome metabólica. Medidas de avaliação da composição corporal, níveis de ácido úrico, de lipídios e sedentarismo estiveram associados à resistência à insulina, que se diferenciaram de acordo com a fase da adolescência. Por isso a importância de se considerar as fases separadamente na avaliação do estado de saúde do adolescente. Além disso, o grupo com resistência à insulina apresentou maiores valores na maior parte das variáveis antropométricas e bioquímicas e a utilização da resistência à insulina, no lugar da glicemia de jejum, aumentou significativamente a prevalência de síndrome metabólica, por isso deve ser utilizado precocemente para se avaliar a presença de risco cardiovascular.

A resistência à insulina pelo HOMA-IR, o ácido úrico, RCE e percentual de gordura corporal se mostraram importantes componentes da síndrome metabólica e, portanto, devem ser utilizadas no diagnóstico desta alteração, considerando os pontos de corte segundo sexo e fase da adolescência. Ressaltam-se ainda as variáveis RCE e ácido úrico como componentes mais baratos, que podem ser utilizados isoladamente caso não seja possível a obtenção de todos os componentes da síndrome metabólica.

Como não há consenso no diagnóstico e pontos de corte da síndrome metabólica em adolescentes sugere-se a utilização do critério usado neste estudo com adaptações das diferentes propostas da literatura, uma vez que este é um critério mais sensível, possibilitando a identificação de adolescentes em risco.

Sendo assim, é importante a adoção de medidas que permitam o diagnóstico precoce da resistência à insulina, dislipidemias, hipertensão, diabetes, excesso de peso e/ou de

gordura corporal e da própria síndrome metabólica, sendo necessária a realização de estratégias que visem ao controle e à prevenção dos fatores de risco, na tentativa da melhoria do estilo de vida dos adolescentes. Destaca-se a adolescência como momento oportuno para colocar em prática estas medidas, a fim de que tenham impacto positivo no futuro, uma vez que este grupo se torna relevante e estratégico em termos de saúde pública, na promoção de saúde e prevenção de doenças na vida adulta. Reforça-se assim, a necessidade de programas específicos de atenção à saúde dos adolescentes.

## 7. SUGESTÕES

Utilizar para levantamento populacional e em nível clínico o critério proposto através dos resultados encontrados, baseado na prevenção e promoção da saúde. A adolescência é uma fase de oportunidades para realizar atividades que previnam as doenças crônicas não transmissíveis, como as cardiovasculares, incluindo formação de hábitos saudáveis, para que tenham impacto positivo sobre as doenças cardiovasculares no futuro. Por isso, a síndrome metabólica deve ser identificada pela presença de alteração na composição corporal mais 2 dos seguintes fatores apresentados abaixo.

**Recomendação 1:** Critério proposto para diagnóstico da síndrome metabólica, em adolescentes de ambos os sexos de Viçosa, MG.

<b>Componentes</b>	<b>Pontos de Corte</b>	<b>Referência (Adolescente)</b>
Obesidade	IMC $\geq$ p85 e/ou Inadequação do percentual de gordura corporal e/ou perímetro da cintura e/ou RCE <sup>1</sup>	<i>World Health Organization (2007)</i> Percentil 90 da população ou pontos de corte curva ROC <sup>1</sup> segundo sexo e fase.
Dislipidemias	Triglicerídeos $\geq$ 100 mg/dL; HDL $<$ 45 mg/dL	Sociedade Brasileira de Cardiologia (2005)
Hipertensão Arterial	$\geq$ Percentil 90 para idade, sexo e percentil de estatura para os de 10-17 anos e $\geq$ 130/85 mmHg para os com 18-19 anos	VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial (2010)
Tolerância à glicose	Diabetes ou glicemia de jejum alterada $\geq$ 100 mg/dL e/ou HOMA-IR $\geq$ 3,16 e/ ou insulina de jejum $\geq$ 15 $\mu$ U/mL	<i>American Diabetes Association (2006)</i> Sociedade Brasileira de Cardiologia (2005)
Ácido úrico elevado	Percentil 90 ou pontos de corte pela curva ROC <sup>1</sup> segundo sexo e fase da adolescência	Pontos de corte apresentados em tabela abaixo.

<sup>1</sup>Pode-se utilizar os pontos de corte propostos pela curva ROC, mais sensíveis, e, portanto, possibilitando identificar mais indivíduos em risco. Se o objetivo é maior especificidade, pode-se optar pelo percentil 90 da população de estudo, na tabela abaixo.

**Recomendação 2.** Valores de percentil 90 e pontos de corte pela curva ROC para os novos componentes da síndrome metabólica propostos, segundo sexo e fase da adolescência. Viçosa, MG/Brasil.

Variáveis	Fases da Adolescência					
	Inicial (10-13 anos)		Intermediária (14-16 anos)		Final (17-19 anos)	
	Sexo M	Sexo F	Sexo M	Sexo F	Sexo M	Sexo F
<b>PC (cm)</b>						
- Percentil 90	80,5	83,5	87,5	88,0	90,15	87,0
- Curva ROC <sup>1</sup>	68,0	64,35	71,0	72,0	79,0	75,0
- Curva ROC <sup>2</sup>	73,5	72,35	81,15	80,15	89,0	84,0
<b>RCE</b>						
- Percentil 90	0,53	0,55	0,52	0,54	0,51	0,54
- Curva ROC <sup>1</sup>	0,45	0,45	0,42	0,46	0,43	0,47
- Curva ROC <sup>3</sup>	0,48	0,47	0,48	0,49	0,50	0,52
<b>%GC</b>						
- Percentil 90	31,2	37,5	26,5	37,0	26,6	38,0
- Curva ROC <sup>1</sup>	21,2	25,2	21,8	31,8	23,1	28,3
- Curva ROC <sup>3</sup>	21,2	30,5	21,8	34,5	24,4	37,6
<b>Ácido úrico (mg/dL)</b>						
- Percentil 90	4,2	3,8	5,7	4,2	5,4	3,9
- Curva ROC <sup>1</sup>	3,1	2,9	4,2	3,2	3,8	3,2
- Curva ROC <sup>3</sup>	3,3	3,0	4,3	3,2	4,6	3,2

M: sexo masculino; F: sexo feminino; PC: perímetro da cintura; RCE: Relação Cintura/Estatura; %GC: percentual de gordura corporal. <sup>1</sup>Ponto de corte obtido pelo menor valor dado pela curva ROC que apresentava alguma alteração nos níveis lipídicos, glicídicos, de insulina e HOMA-IR e pressão arterial ( $p < 0,05$ ); <sup>2</sup>Ponto de corte obtido pelo valor dado pela curva ROC que apresentava síndrome metabólica pelo critério da WHO (1998), uma vez que é o único que não apresenta o perímetro da cintura como componente ( $p < 0,05$ ); <sup>3</sup>Ponto de corte obtido pelo menor valor dado pela curva ROC que apresentava síndrome metabólica por algum dos critérios avaliados ( $p < 0,05$ ).

Através dos resultados deste estudo, observa-se a importância da adequada avaliação da composição corporal, como o percentual de gordura corporal e as medidas de perímetro da cintura, RCE, na avaliação dos fatores de risco cardiovasculares. Por isso, sugere-se sua utilização na prática clínica e em nível populacional, sempre que possível, tomando-se cuidado com o uso do protocolo adequado para realização destas medidas.

Os níveis de ácido úrico e de insulina, sempre que possível, também devem ser dosados e desta forma, calcular o HOMA-IR, para se avaliar a resistência à insulina, que é capaz de diagnosticar mais precocemente o risco do adolescente apresentar a síndrome metabólica.

Porém, deve-se tomar cuidado na avaliação desses indicadores, como a correta avaliação da composição corporal e de pressão arterial, seguindo protocolo com todas as recomendações necessárias para que não haja interferência nestas avaliações. Outro ponto importante a ser considerado é o uso de pontos de corte específicos para adolescentes, de acordo com as características da população, sempre que possível, podendo se utilizar o percentil 90 da população. Caso não se apresentem pontos de corte específicos na população de estudo, pode-se utilizar os pontos de corte apresentados acima, para avaliar o risco de alterações na composição corporal.

Além disso, é importante que os serviços de saúde estejam atentos à síndrome metabólica, diagnosticando corretamente os adolescentes atendidos. Por isso, são necessárias não só a realização do diagnóstico da síndrome metabólica, mas também a avaliação dos fatores de risco cardiovasculares individuais em adolescentes. Na avaliação antropométrica e bioquímica, é importante que se faça o maior número possível de medidas e exames, para que se tenha certeza do diagnóstico das alterações apresentadas, uma vez que a adolescência é caracterizada por transformações físicas, psíquicas e sociais e por isso, muitas vezes, torna-se difícil o diagnóstico desses distúrbios.

## **8. APÊNDICES**

*8.1 Apêndice A: Termo de Consentimento Livre Esclarecido*

*8.2 Apêndice B: Formulário de Avaliação*

*8.3 Apêndice C: Orientações para a realização dos exames e da aferição de gordura corporal pela bioimpedância*

*8.4 Apêndice D: Técnica da Aferição da Pressão Arterial*

*8.5 Apêndice E: Questionário Socioeconômico e de Estilo de Vida*

*8.6 Apêndice F: Questionário de Frequência de Consumo Alimentar*

*8.7 Apêndice G: Folha de Retorno*

## **8) APÊNDICES**

### **8.1 APÊNDICE A: Consentimento Livre Esclarecido**

#### **CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO**

##### **1. Título do estudo**

*“Estudo comparativo entre as três fases da adolescência em relação ao excesso de gordura corporal e dos fatores de risco para síndrome metabólica em adolescentes matriculados em escolas de Viçosa-MG”*

##### **2. Objetivo do estudo**

###### **Objetivo Geral**

Comparar os critérios para diagnóstico da síndrome metabólica e seus possíveis fatores de risco entre adolescentes que se encontram em uma das fases da adolescência, matriculados nas escolas de Viçosa-MG.

###### **Objetivos Específicos**

- Caracterizar nas três fases da adolescência, a situação nutricional, perfil bioquímico, hábitos alimentares, prática de atividade física, tabagismo e consumo de bebidas alcoólicas;
- Associar nas três fases da adolescência, a condição socioeconômica dos adolescentes com os fatores de risco da síndrome metabólica;
- Comparar o estado nutricional e a composição corporal dos adolescentes de cada uma das três fases;
- Associar o estado nutricional, a composição corporal, o estilo de vida e os possíveis fatores de risco para síndrome metabólica nos adolescentes;
- Avaliar a presença de doenças crônicas não transmissíveis em familiares próximos;
- Conhecer a influência da história familiar materna e paterna nos fatores de risco da síndrome metabólica;
- Determinar a prevalência de fatores de risco para síndrome metabólica entre adolescentes estudados;
- Comparar os diferentes critérios para diagnóstico da síndrome metabólica, segundo sexo, grupo etário e escola matriculada;

- Comparar diferentes pontos de corte de perímetro da cintura, relação cintura/quadril e relação cintura/estatura para prever alterações metabólicas.

### **3. Local de Execução**

Os adolescentes serão selecionados a partir das escolas públicas e privadas do município de Viçosa-MG, sendo que as avaliações antropométricas, de composição corporal e os exames bioquímicos serão realizados nos laboratórios afins da Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa.

### **4. Contatos dos investigadores**

Profª. Silvia Eloiza Priore – UFV: 3899- 1266 (nutricionista, orientadora do projeto; docente do Departamento de Nutrição e Saúde da Universidade Federal de Viçosa). CRN-4 1220

Eliane Rodrigues de Faria – Res: 3891-7708 (Nutricionista). CRN-9 3736

Profª. Sylvia do Carmo Castro Franceschini – UFV: 3899- 1275 (nutricionista, co-orientadora, docente do Departamento de Nutrição e Saúde da Universidade Federal de Viçosa) – CRN-3 2890-3

Luciana Ferreira da Rocha Sant'Ana – UFV: 3899-3744 (nutricionista, co-orientadora, docente do Departamento de Nutrição e Saúde da Universidade Federal de Viçosa)

Maria do Carmo Gouveia Peluzio – UFV: 3899-1275 (nutricionista, co-orientadora, docente do Departamento de Nutrição e Saúde da Universidade Federal de Viçosa)

### **5. Critérios de Inclusão**

- Ter entre 10 a 19 anos;
- Aceitar participar da pesquisa, atestando por meio da assinatura do termo de consentimento pelo responsável;
- Residir no município de Viçosa com a família, de áreas urbanas e rurais.

### **6. Critérios de exclusão**

- Fazer uso regular de medicamentos que alterem a pressão arterial, a glicemia, insulinemia ou o metabolismo lipídico;
- Já ter engravidado ou estar grávida;
- Participação atual em programa de redução e controle de peso;
- Uso de anticoncepcional há menos de 2 meses;
- Uso regular de diuréticos/laxantes, marcapasso ou prótese (NIH Technol Assess Statement, 1994).

## **7. Critérios de acompanhamento e assistência**

Toda a avaliação antropométrica e de composição corporal será realizada e supervisionada pelas nutricionistas, autoras do trabalho. Haverá participação de estudantes de graduação e pós-graduação do curso de Nutrição/UFV, treinados para este fim. A coleta de sangue será realizada após jejum de 12 horas, com seringas descartáveis no Laboratório de Análises Clínicas da Divisão de Saúde da UFV.

## **8. Descrição do estudo**

Trata-se de um estudo transversal, que investigará informações antropométricas, bioquímicas, clínicas e dietéticas de adolescentes do município de Viçosa.

A pesquisa consistirá em estudar 930 voluntários, de ambos os sexos na faixa etária de 10 a 19 anos. Os adolescentes, que farão parte do estudo serão agrupadas por intervalos etários.

Os adolescentes serão submetidos à avaliação antropométrica, de composição corporal e será aferida também a pressão arterial. Nestas avaliações, as técnicas, preconizadas para obtenção correta destas medidas, serão respeitadas.

Para análise dos parâmetros bioquímicos serão coletados 12 mL por punção venosa, para análise de colesterol total e frações, triglicerídeo, glicemia e insulina de jejum.

Serão ainda aplicados questionários socioeconômicos e de estilo de vida, inquéritos dietéticos e de estilo de vida (prática de atividade física, fumo, bebidas alcoólicas) do adolescente.

As avaliações realizadas serão previamente agendadas. A partir dos dados coletados, será realizada uma criteriosa avaliação de cada participante, a fim de diagnosticar o percentual e a distribuição da gordura corporal, hábitos alimentares, estilo de vida e perfis bioquímicos. Esta avaliação visa investigar possíveis fatores de risco para Síndrome Metabólica e Doenças Cardiovasculares.

Será realizado atendimento nutricional individualizado com os participantes a fim de melhorar o estado nutricional, o perfil bioquímico e os hábitos alimentares, quando necessário, de acordo com os dados obtidos no estudo.

## **9. Benefícios para os indivíduos**

Os voluntários receberão avaliação do estado nutricional e de saúde, de acordo com a avaliação da porcentagem de gordura corporal e IMC, pressão arterial e pelos exames bioquímicos realizados. Receberão avaliação dietética, realizada por um nutricionista. Se for do interesse dos mesmos, receberão acompanhamento nutricional para modificação da alimentação, visando a ingestão de uma dieta mais saudável.

#### **10. Riscos para os indivíduos**

Não há qualquer tipo de risco para os envolvidos no desenvolvimento do trabalho. Os participantes serão devidamente informados e orientados sobre todo procedimento.

#### **11. Alternativas para o estudo**

Não há alternativas para este estudo em questão.

#### **12. Direito dos indivíduos de recusar-se a participar ou retirar-se do estudo**

A participação no estudo é voluntária e ao indivíduo confere-se o direito para recusar-se a participar ou retirar-se do estudo a qualquer momento, sem prejuízo ou justificativa.

#### **13. Direitos dos indivíduos quanto à privacidade:**

Os resultados da pesquisa serão analisados e aos envolvidos será assegurada a privacidade dos voluntários.

#### **14. Publicação das informações**

Os dados obtidos estarão disponíveis à equipe envolvida na pesquisa, e os mesmos serão publicados, sendo mantendo aos participantes, os direitos assegurados nos itens 12 e 13.

#### **15. Informação financeira**

Os indivíduos que participarão da pesquisa serão voluntários sem contrato de trabalho e sem remuneração.

#### **16. Dano à saúde**

Qualquer enfermidade ocorrida durante a pesquisa não é de responsabilidade da equipe, uma vez que a mesma não está associada a nenhum dano à saúde. Assim, a equipe de trabalho fica isenta da obrigação de tratamento de enfermidade durante o estudo.

---

Silvia Eloiza Priore

---

Eliane Rodrigues de Faria

## TERMO DE CONSENTIMENTO RESUMIDO

Estou ciente de que:

1. Os procedimentos que serão adotados na pesquisa *“Estudo comparativo entre as três fases da adolescência em relação ao excesso de gordura corporal e dos fatores de risco para síndrome metabólica em adolescentes matriculados em escolas de Viçosa-MG”*, são resumidos em: aplicação de questionários para obtenção de dados socioeconômicos e de estilo de vida; aplicação de inquérito dietético, avaliação antropométrica por métodos não invasivos (peso, altura, perímetros, avaliação da composição corporal por bioimpedância elétrica), de medida da pressão arterial, de exames laboratoriais, sendo necessário para isso, a coleta de aproximadamente 12 mL de sangue, feita em laboratório bioquímico devidamente reconhecido na cidade de Viçosa para análise de colesterol total e frações, triglicérides, glicemia e insulina de jejum. Para isto serão necessárias 2 consultas de aproximadamente 2 horas cada.
2. Eu não serei submetido a nenhum tipo de intervenção que possa causar danos à saúde.
3. Minha participação é voluntária. Tenho o direito de abandonar o estudo a qualquer momento sem justificativa.
4. Os dados obtidos estarão disponíveis para a equipe envolvida na pesquisa e poderão ser publicados com a finalidade de divulgação das informações científicas obtidas, não sendo divulgada a identidade dos voluntários.
5. Não receberei remuneração por minha participação nesse projeto.
6. Se houver descumprimento de qualquer norma ética poderei recorrer ao Comitê de Ética na Pesquisa com Seres Humanos da UFV, dirigindo-me ao seu Presidente: Gilberto Paixão Rosado, pelo telefone: 3899-1269.

De posse de todas as informações necessárias, concordo em participar ou permito que meu filho (a) participe do projeto.

### *Assinaturas:*

Equipe:

Eliane Rodrigues de Faria: \_\_\_\_\_

Silvia Eloiza Priore: \_\_\_\_\_

Voluntário e Responsável pelo adolescente:

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

## 8.2 Apêndice B: Formulário de Avaliação

### Avaliação Antropométrica e Clínica

Nome: \_\_\_\_\_ REC: \_\_\_\_\_  
( )M ( )F Data de Nasc.: \_\_/\_\_/\_\_\_\_ Data de Aval: \_\_/\_\_/\_\_\_\_

#### 1. Avaliação Antropométrica:

##### Variáveis antropométricas:

Peso padrão: _____ kg	
Altura(1): _____ cm	Média (altura): _____ cm
Altura(2): _____ cm	

##### Perímetros:

Perímetro umbilical:	(1)_____	(2)_____	Média: _____
“Menor perímetro”	(1)_____	(2)_____	Média: _____
Perímetro “ponto médio”	(1)_____	(2)_____	Média: _____
“2 dedos acima da cicatriz umbilical”	(1)_____	(2)_____	Média: _____
Perímetro do quadril	(1)_____	(2)_____	Média: _____

#### 2. Avaliação Clínica:

Pressão Arterial (mmHg)	Medida 1	Repetição	Repetição	Repetição	Média
Braço Direito	_____	_____	_____	_____	_____
Braço Esquerdo	_____	_____	_____	_____	_____

Atividade Física regular: ( ) Não ( ) Sim Horas/semana: \_\_\_\_\_  
Pelos axilares: ( ) Não ( ) Sim Pelos pubianos: ( ) Não ( ) Sim  
Pelos na face ( ) Não ( ) Sim Meninas: Desenvolvimento de mamas ( ) Não ( ) Sim

#### 1. DEXA:

Massa corporal total (kg): _____	
Tecido gorduroso (g): _____	% gordura corporal: _____
Tecido magro (g): _____	% tecido magro: _____
Tecido ósseo (g): _____	

## 2. Bioimpedâncias:

### *InBody 230:*

Peso (kg) _____	Massa muscular (kg) _____	Massa gorda (kg) _____	Água total _____	Massa livre de gordura (kg) _____
IMC (kg/m <sup>2</sup> ) _____	Gordura corporal (%) _____	RCQ _____	TMB (kcal) _____	Controle muscular _____
Controle da gordura _____	Massa magra braço esquerdo (kg) _____	Massa magra braço direito (kg) _____	Massa magra perna esquerda (kg) _____	Massa magra perna direita (kg) _____
Massa magra tronco (kg) _____	Gordura corp. braço esquerdo (kg) _____	Gordura corp. braço direito (kg) _____	Gordura corp. perna esquerda (kg) _____	Gordura corp. perna direita (kg) _____
Gordura corp. tronco (kg) _____				

### *BioDynamics 450:*

Massa Magra Kg: _____ %: _____	Gordura corporal Kg: _____ %: _____	Massa celular corporal Kg: _____ %: _____	Massa extracelular Kg: _____ %: _____
Relação massa extra/intra ME/MCC _____	Água corporal total Litros: _____	Água intracelular Litro: _____ %: _____	Água extracelular Litros: _____ %: _____
IMC (kg/m <sup>2</sup> ) _____	TMB (kcal) _____	ACT/massa magra (%): _____	ACT/peso (%): _____
Resistência _____	Reatância _____	Anglo fase _____	Capacitância do corpo _____

### **8.3 Apêndice C: Orientações para a realização dos exames e da aferição de gordura corporal pela bioimpedância**

#### **PROTOCOLO PARA AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL PELA BIOIMPEDÂNCIA ELÉTRICA E REALIZAÇÃO DOS EXAMES BIOQUÍMICOS**

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Data do exame:** \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ **Horário:** \_\_\_\_\_

**Local:** Divisão de Saúde (Hospital) da Universidade Federal de Viçosa

#### **Recomendações para realização do exame:**

- Estar pelo menos há 7 dias da data da última menstruação e 7 dias antes da próxima;
- Jejum absoluto (não comer nem beber nada) de 12 horas antes da realização do exame;
- Não realizar exercício físico nas 12 horas antes da realização do exame;
- Não ingerir álcool nas 48 horas (2 dias) antes da realização do exame;
- Não usar diuréticos pelo menos nos 7 dias antes da realização do exame;
- Urinar 30 minutos antes da realização do exame;
- Usar roupas leves, sem metal.

---

Eliane Rodrigues de Faria

CRN9 - 3736

## 8.4 Apêndice D: Técnica da Aferição da Pressão Arterial

### TÉCNICA DA AFERIÇÃO DA PRESSÃO ARTERIAL

1. Explicar o procedimento ao paciente, orientar que não fale e deixar que descanse por 5 a 10 minutos em ambiente calmo, com temperatura agradável. Promover relaxamento.
2. Certificar-se de que o paciente não está com a bexiga cheia; não praticou exercícios físicos há 60–90 minutos; não ingeriu bebidas alcoólicas, café, alimentos, ou fumou até 30 minutos antes; e não está com as pernas cruzadas.
3. Utilizar manguito de tamanho adequado ao braço do paciente, cerca de 2 a 3 cm acima da fossa antecubital, centralizando a bolsa de borracha sobre a artéria braquial. A largura da bolsa de borracha deve corresponder a 40% do perímetro do braço e o seu comprimento, envolver pelo menos 80%.
4. Sentar o indivíduo em uma cadeira com os pés firmemente plantados no chão e mantenha o braço em uma mesa para que o manguito esteja na altura do coração, livre de roupas, com a palma da mão voltada para cima e cotovelo ligeiramente fletido.
5. Coloque o braço na abertura do manguito, certificando-se que a borda inferior esteja a aproximadamente 1,27 cm acima do cotovelo e que o marcador verde no manguito esteja acima da artéria braquial.
6. Puxe a extremidade do manguito para que ele todo envolva firmemente o braço e pressione o material do gancho contra o lado do manguito.
7. Pressione o botão ON/OFF.
8. Após aparecer o símbolo do coração no painel digital, pressione o botão Start e permaneça imóvel até que se complete a medição.
9. Quando a medida estiver concluída, o monitor exibe a pressão arterial e a taxa de batimentos cardíacos e desinfla o manguito automaticamente.
10. Registrar os valores das pressões sistólica e diastólica, complementando com a posição do paciente, o tamanho do manguito e o braço em que foi feita a medida. Não arredondar os valores de pressão arterial para dígitos terminados em zero ou cinco.
11. Esperar 1 a 2 minutos antes de realizar novas medidas. Pode ser necessário mais tempo de descanso entre as leituras, dependendo das características fisiológicas de cada indivíduo.
12. O paciente deve ser informado sobre os valores obtidos da pressão arterial e a possível necessidade de acompanhamento.

## 8.5 Apêndice E: Questionário Socioeconômico e de Estilo de Vida

### QUESTIONÁRIO

#### I) IDENTIFICAÇÃO

Data da avaliação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Data de Nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Nome: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_  
Nome mãe: \_\_\_\_\_ Hospital nascimento: \_\_\_\_\_  
Escola \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_  
Telefone: \_\_\_\_\_ Endereço: \_\_\_\_\_  
Apresenta alguma enfermidade? ( ) sim ( ) não Se sim, qual? \_\_\_\_\_

No caso de adolescentes do SEXO FEMININO:

Já apresentou a primeira menstruação? ( ) sim ( ) não Se sim: Data 1ª menstruação: \_\_\_\_

Faz uso de anticoncepcional? ( ) Sim ( ) Não Há quanto tempo? \_\_\_\_\_

Apresenta ovário policístico diagnosticado? ( ) Sim ( ) Não

#### II) SITUAÇÃO FAMILIAR

1) Quadro relativo a todas pessoas que moram na mesma residência do adolescente

Nome	Sexo	Parentesco	Escolaridade	DN/ idade	Trabalho (Sim/Não)

#### III) CONDIÇÕES DE MORADIA E SANEAMENTO BÁSICO

1) De qual material é constituído o piso da sua casa (cimento, cerâmica...)? \_\_\_\_\_

2) Qual é o tipo de material das paredes (alvenaria, madeira...)? \_\_\_\_\_

3) Qual é o tipo de material do teto (laje, telha, bambu...)? \_\_\_\_\_

4) Rede de Esgoto sanitário/uso da instalação sanitária:

( ) rede geral ou fossa séptica/uso exclusivo do domicílio

( ) rede geral ou fossa séptica/uso comum a mais de um domicílio

( ) outro: \_\_\_\_\_

5) Abastecimento de água:

( ) com canalização interna ( ) rede geral ou poço, sem canalização interna

( ) outra forma, sem canalização interna

6) Destino do lixo: ( ) coletado ( ) queimado ou enterrado ( ) outro: \_\_\_\_\_

7) A coleta de lixo acontece:

( ) Todos os dias ( ) 1 vez/semana ( ) 2 a 3 vezes/semana ( ) Não acontece

Se não acontece, o que a família faz com o lixo? \_\_\_\_\_

8) Tem energia elétrica? ( ) Sim ( ) Não

9) Apresenta água filtrada/água mineral em casa? ( ) Sim ( ) Não

10) Apresenta fogão a gás em casa? ( ) Sim ( ) Não

11) E geladeira? ( ) Sim ( ) Não

12) Número de cômodos habitáveis (excluindo banheiro e cozinha): \_\_\_\_\_

#### IV) CONDIÇÕES SOCIOECONÔMICAS

- 1) Mora em ( ) casa ou ( ) apartamento e este é:  
( ) própria (o) pago ( ) cedida (o) por outros ( ) própria (o) pagando ( ) alugada (o)  
( ) arrendada (o)
- 2) Escolaridade da mãe: \_\_\_\_\_ anos de estudo completo
- 3) Escolaridade do pai: \_\_\_\_\_ anos de estudo completo

#### V) HÁBITOS ALIMENTARES

- 1) Quais refeições você realiza por dia? ( ) Desjejum ( ) Colação ( ) Almoço  
( ) Lanche da Tarde ( ) Jantar ( ) Ceia ( ) Lanche em substituição ao jantar
- 2) Usa adoçante ou algum produto da linha diet/light (incluindo desnatado)? ( ) Sim ( ) Não  
- Se sim, qual alimento: \_\_\_\_\_
- 3) O hábito alimentar se modifica no final de semana? ( ) Sim ( ) Não - Se sim, citar a modificação:  
( ) aumenta a quantidade ( ) come mais doce  
( ) fraciona menos as refeições ( ) come menos doce  
( ) toma mais refrigerante ( ) come mais massa  
( ) diminui a quantidade ( ) come menos massa  
( ) fraciona mais as refeições ( ) come menos hortaliças  
( ) toma menos refrigerante ( ) come mais hortaliças

- 4) O adolescente tem aversão a algum alimento? ( ) sim ( ) não

Alimento (s)	Motivo da aversão

- 5) Faz uso de bebidas alcoólicas? ( ) Sim ( ) Não  
- Se sim, qual bebida: \_\_\_\_\_ Frequência de consumo: \_\_\_\_\_

#### 6) Informações adicionais:

- Quantas latas de óleo são compradas mensalmente? : \_\_\_\_\_
- Quantas latas de óleo são usadas mensalmente? : \_\_\_\_\_
- Usa banha de porco? Sim ( ) Não ( ) Se sim, qual a quantidade gasta por mês? \_\_\_\_\_
- Quantos kg de açúcar são comprados mensalmente? \_\_\_\_\_
- Quantos kg de açúcar são usados mensalmente? \_\_\_\_\_
- Você adiciona sal na comida, além do utilizado na preparação? \_\_\_\_\_
- Qual a quantidade de sal comprada por mês? \_\_\_\_\_
- Qual a quantidade de sal usado por mês? \_\_\_\_\_

- Você está satisfeito (a) com seu corpo (peso)? ( ) Sim ( ) Não  
Se não: gostaria de ganhar peso? quantos kg? \_\_\_ gostaria de perder peso? quantos kg? \_\_\_

#### VI) HISTÓRIA FAMILIAR DE DOENÇAS

PARENTESCO	PAI	MÃE	IRMÃOS	AVÓ		AVÔ		TIOS	
				M	P	M	P	M	P
DOENÇA									
Obesidade									
Diabetes									
Dislipidemias									
Hipertensão									
DCV									

## 8.6 Apêndice F: Questionário de Frequência de Consumo Alimentar

### QUESTIONÁRIO DE CONSUMO E FREQUÊNCIA ALIMENTAR FREQUENCIA DE CONSUMO (EM DIAS/SEMANA)

#### 1) Pães, Massas, Cereais, Raízes e Tubérculos

	<1 dia	1 dia	2 dias	3 dias	4 dias	5dias	6dias	7dias	Nunca
INGESTÃO DO GRUPO									
Pão ( ) branco ( ) integral									
Arroz									
Angu (Polenta)									
Salgado ( ) frito. Qual? _____ ( ) assado. Qual? _____									
Bolo ( ) s/ cobertura ( ) c/ cobertura									
Broa									
Pizza									
Biscoito simples									
Biscoito recheado									
Biscoito caseiro Qual?									
Batata Inglesa ( ) frita ( ) cozida ( ) purê									
Batata Doce ( ) frita ( ) cozida ( ) purê									
Batata Baroa ( ) frita ( ) cozida ( ) purê									
Inhame									
Mandioca (Aipim, macaxeira)									
Pão de Queijo									
Macarrão									
Lasanha									
Miojo									
Pipoca salgada									
Milho/Quirera (canjiquinha)									

#### 2) Hortaliças

	< 1dia	1 dia	2 dias	3 dias	4 dias	5dias	6dias	7dias	Nunca
INGESTÃO DO GRUPO									
Alface									
Tomate									
Agrião									
Couve ( ) cru ( ) refogado - com que?									
Almeirão ( ) cru ( ) refogado – com que?									
Serralha ( ) cru ( ) refogado – com que?									
Mostarda ( ) cru ( ) refogado – com que?									
Lobrobó ( ) cru									

( ) refogado – com que?									
Cenoura ( ) cru									
( ) cozido									
Pepino									
Beterraba									
Abobrinha									
Repolho ( ) cru									
( ) cozido									
Quiabo									
Couve-flor									
Moranga (Abóbora)									
Vagem									
Jiló									
Rabanete									
Pimentão									
Chuchu									
Cebola									

### 3) Frutas

	< 1 dia	1 dia	2 dias	3 dias	4 dias	5dias	6dias	7dias	Nunca
INGESTÃO DO GRUPO									
Acerola									
Abacate									
Banana									
Carambola									
Caju									
Conde									
Maçã									
Mamão									
Laranja									
Goiaba									
Graviola									
Melão									
Pêra									
Uva									
Abacaxi									
Ameixa									
Mexerica (Tangerina)									
Salada de fruta									
Vitamina de fruta ( ) com açúcar ( ) sem açúcar									
Suco natural ( ) com açúcar ( ) sem açúcar									
Melancia									

### 4) Leguminosas

	< 1 dia	1 dia	2 dias	3 dias	4 dias	5dias	6dias	7dias	Nunca
INGESTÃO DO GRUPO									
Feijão – refogado com o que?									
Outra (ervilha, soja, lentilha)									

### 5) Carnes, embutidos e ovos

	< 1 dia	1 dia	2 dias	3 dias	4 dias	5dias	6dias	7dias	Nunca
INGESTÃO DO GRUPO									

Carne de boi ( ) frita ( ) cozida ( ) assada										
Carne de porco ( ) frita ( ) cozida ( ) assada										
Carne de frango ( ) frita ( ) cozida ( ) assada										
Carne de hambúrguer										
Peixe										
Embutidos (Presunto, salame, salsicha)										
Ovo ( ) frito ( ) cozido										
Cachorro quente										
Hamburguer										
Lingüiça										

#### 6) Leite e Derivados

	< 1 dia	1 dia	2 dias	3 dias	4 dias	5dias	6dias	7dias	Nunca
<b>INGESTÃO DO GRUPO</b>									
Leite ( ) integral ( ) desnatado ( ) “da roça”									
Queijo (Tipo: _____)									
Requeijão									
Iogurte									
Yakult									
Leite condensado									
Creme de leite									
Outros									

#### 7) Açúcares e Doces

	< 1 dia	1 dia	2 dias	3 dias	4 dias	5dias	6dias	7dias	Nunca
<b>INGESTÃO DO GRUPO</b>									
Chocolate									
Achocolatado									
Bala									
Chicletes									
Pirulito									
Sorvete									
Picolé									
Doce (leite, amendoim, goiabada)									
Pipoca doce									
Refrigerante									
Tortas doces (De quê? _____)									
Mel									
Suco artificial ( ) com açúcar ( ) sem açúcar									
Café ( ) com açúcar ( ) sem açúcar									
Chup chup									

## 8) Óleos e Gorduras

	< 1 dia	1 dia	2 dias	3 dias	4 dias	5dias	6dias	7dias	Nunca
INGESTÃO DO GRUPO									
Manteiga									
Margarina									
Maionese									
Frituras									
Banha de porco									
Azeite									
Outros									

## 9) Condimentos

	< 1 dia	1 dia	2 dias	3 dias	4 dias	5dias	6dias	7dias	Nunca
INGESTÃO DO GRUPO									
Mostarda									
Catchup									
Caldo knorr/sazon									
Outros									

## 8.7 Apêndice G: Folha de Retorno



### Avaliação Nutricional

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

- **Avaliação Antropométrica:**

Peso (kg): \_\_\_\_\_ Altura (m): \_\_\_\_\_  
Índice de Massa Corporal (IMC) (kg/m<sup>2</sup>): \_\_\_\_\_ Classificação: \_\_\_\_\_

- **Composição Corporal:**

Massa Magra (kg): \_\_\_\_\_ Percentual de Massa Magra (%): \_\_\_\_\_

↳ **Massa magra é a quantidade de músculos, ossos e órgãos (vísceras) do organismo !!**

Massa de gordura (kg): \_\_\_\_\_  
% de Gordura corporal: \_\_\_\_\_ Classificação: \_\_\_\_\_

↳ **O percentual de gordura corporal adequado para adolescentes do sexo masculino é maior que 10 e menor que 20% e para o sexo feminino é maior que 15 e menor que 25%. Para manter o percentual de gordura corporal adequado, pratique atividade física regularmente e tenha uma alimentação saudável!!!**

- **Pressão Arterial:**

Sua pressão arterial é: \_\_\_\_\_. Ela está \_\_\_\_\_. **Através da pressão arterial, nós podemos saber se seu coração está trabalhando direito!!**

- **Exames Bioquímicos:**

**Colesterol Total:** ( ) Desejável ( ) Limítrofe ( ) Elevado

**LDL:** ( ) Desejável ( ) Limítrofe ( ) Elevado

**HDL:** ( ) Desejável ( ) Abaixo do Desejável

**Triglicerídeos:** ( ) Desejável ( ) Limítrofe ( ) Elevado

**Glicose de jejum:** ( ) Desejável ( ) Limítrofe ( ) Elevado

**Insulina:** ( ) Desejável ( ) Limítrofe ( ) Elevado

**Resistência à Insulina:** ( ) Presente ( ) Ausente

**Ácido úrico:** ( ) Desejável ( ) Limítrofe ( ) Elevado

**Hemograma:** ( ) Normal ( ) Com alterações: \_\_\_\_\_

**OBS:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Viçosa, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2010.

\_\_\_\_\_  
**Nutricionista**

## **9. ANEXOS**

*9.1 Anexo 1:* Formulário *InBody* 230®

*9.2 Anexo 2:* Critérios de Classificação para avaliação das condições de habitação, segundo Pesquisa sobre Padrões de Vida (IBGE, 1995)

*9.3 Anexo 3:* Questionário Internacional de Atividades Físicas (IPAQ)

*9.4 Anexo 4:* Classificação do nível de atividade física IPAQ

*9.5 Anexo 5:* Questionário Hábito de Fumar

*9.6 Anexo 6:* Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa

## 9.1 Anexo 1: Formulário InBody 230®

# InBody

---

ID \_\_\_\_\_

IDADE \_\_\_\_\_

ALTURA \_\_\_\_\_

GÊNERO \_\_\_\_\_

Data \_\_\_\_\_

Tempo \_\_\_\_\_

---

### Composição do corpo

	Abaixo	Normal	Acima	Unidade: %	Varição normal
Peso					_____
Massa muscular <small>Massa muscular do esqueleto</small>					_____
Massa de gordura do corpo					_____
ATC <small>Água Total do Corpo</small>					_____
			MSG <small>Massa sem Gordura</small>		_____

#### Massa magra segmentar

Avaliação  
Massa magra

Tronco

Esquerda

Direita

---

### Diagnóstico da obesidade

	Valor	Varição normal
ÍMC <small>Índice da Massa Corporal</small> (kg/m <sup>2</sup> )	_____	_____
PGC <small>Porcentagem de Gordura Corporal</small> (%)	_____	_____
RCA <small>Relação Cintura Anca</small>	_____	_____
TMB <small>Taxa Metabólica Basal</small> (kcal)	_____	_____

$$\text{ÍMC} = \frac{\text{Peso, kg}}{(\text{Altura, m})^2}$$

$$\text{PGC} = \frac{\text{Massa gorda, kg}}{\text{Peso, kg}} \times 100$$

$$\text{RCA} = \frac{\text{Circunferência da cintura, cm}}{\text{Circunferência da anca, cm}}$$

#### Gordura segmentar

Avaliação  
PGC  
Massa gorda

Tronco

Esquerda

Direita

\* a gordura segmentar é estimada

### Controle da gordura muscular

Controle muscular	Controle da gordura
-------------------	---------------------

#### Impedância

\* Utilize os resultados como referência quando falar com o seu médico ou professor de ginásio

Copyright ©1996-2008 by Biospace Co., Ltd. All rights reserved. BR403-404-00023

## 9.2 Anexo 2: Critérios de Classificação para avaliação das condições de habitação, segundo Pesquisa sobre Padrões de Vida (IBGE, 1995)

### Critérios de Classificação para avaliação das condições de habitação

Para estabelecer a avaliação das condições de habitação, serão utilizados os quatro grupos criados pela Pesquisa sobre Padrões de Vida (IBGE, 1998):

#### Grupo Habitação

**Domicílio adequado:** domicílio do tipo casa/apartamento, cujos componentes correspondentes de parede, piso e cobertura são constituídos de materiais duráveis (alvenaria ou madeira aparelhada nas paredes; laje de concreto, telha de barro, zinco ou madeira aparelhada na cobertura; madeira aparelhada, cimento/cerâmica no piso).

**Domicílio deficiente:** domicílio do tipo casa ou apartamento com um dos componentes (parede, piso ou cobertura) feito de material não durável ou, ainda, os domicílios do tipo quarto/cômodo ou rústico, com dois de seus componentes de materiais duráveis.

**Domicílio inadequado:** o domicílio do tipo quarto/cômodo ou rústico que possui todos ou 2 de seus componentes feitos de materiais não duráveis, ou o domicílio do tipo casa ou apartamento que possui apenas um de seus componentes de material durável.

#### **Grupo Serviços**

Para facilitar a classificação foi estabelecido um sistema de conceitos, descrito a seguir:

Esgotamento sanitário/uso da instalação sanitária

- rede geral ou fossa séptica/uso exclusivo do domicílio . . . . . a
- rede geral ou fossa séptica/uso comum a mais de um domicílio . . . . . b
- outro . . . . . c

Abastecimento d'água

- com canalização interna . . . . . a
- rede geral ou poço, sem canalização interna . . . . . b
- outra forma, sem canalização interna . . . . . c

Destino do lixo

- coletado . . . . . a
- queimado ou enterrado . . . . . b
- outro . . . . . c

Iluminação elétrica

- possui . . . . . a
- não possui . . . . . c

**Domicílio adequado:** domicílio com quatro conceitos “a”.

**Domicílio deficiente:** domicílio com três conceitos “a” e um conceito “c”, ou três conceitos “a” e um conceito “b”, ou dois conceitos “a” e dois conceitos “b”.

**Domicílio inadequado:** demais domicílios.

### Grupo Bens

*Domicílio adequado:* domicílio em que foram encontrados filtro/água mineral, fogão e geladeira.

*Domicílio deficiente:* domicílio que não possui um desses três bens.

*Domicílio inadequado:* domicílio que possui, no máximo, um desses três bens.

### Grupo Densidade

Foi adotado o modelo de classificação desenvolvido pelo Instituto Nacional de Ciências Econômicas da França e adotado pelo Ministério da Reconstrução e Habitação daquele país, modelo este explicitado por Olga Lopes da Cruz e David Michael Vetter (1981) e reproduzido a seguir. A aplicação deste modelo exige o conceito de cômodo habitável (total de cômodos exclusive cozinha e banheiro).

Número de cômodos habitáveis	Número de moradores e classificação									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 ou +
1	pn	spt	Spc	spc	Spc	Spc	spc	spc	spc	Spc
2	sbm	pn	Spt	spc	Spc	Spc	spc	spc	spc	Spc
3	sbm	pn	Pn	pn	Spt	Spc	spc	spc	spc	Spc
4	ba	bm	bm	pn	Pn	Spt	spt	spc	spc	Spc
5	ba	ba	ba	sbm	Sbm	Pn	pn	pn	spt	Spt
6	ba	ba	ba	sba	Sbm	Sbm	pn	pn	pn	Pn
7 ou +	ba	ba	ba	sba	Sba	Sba	sba	sbm	sbm	Pn

Legenda: spc – superpovoamento crítico; spt – superpovoamento temporário admissível; pn – povoamento normal; sbm – subpovoamento moderado; sba – subpovoamento acentuado.

### Classificação final

Grupo Serviços (peso 4)	Domicílio adequado	6 pontos
	Domicílio deficiente	3 pontos
	Domicílio inadequado	1 ponto
Grupo Habitação (peso 3)	Domicílio adequado	6 pontos
	Domicílio deficiente	3 pontos
	Domicílio inadequado	1 ponto
Grupo Densidade (peso 2)	Domicílio de subpovoamento acentuado	8 pontos
	Domicílio de subpovoamento moderado	7 pontos
	Domicílio de povoamento normal	6 pontos
Grupo Bens (peso 1)	Domicílio adequado	6 pontos
	Domicílio deficiente	3 pontos

O total de pontos é obtido pelo número de pontos em cada grupo, ponderado pelos respectivos pesos, variando de um mínimo igual a 10 ao máximo, igual a 64.

**Categorias: A – 60 a 64 pontos; B – 31 a 59 pontos; C – 10 a 30 pontos**

O limite inferior da categoria A corresponde a domicílios com classificação na categoria adequado para as variáveis habitação, serviços e bens e na categoria povoamento normal na variável densidade, o que significa reunirem-se, nessa categoria, os domicílios em condições plenamente adequadas de moradia. Por outro lado, um domicílio com classificação deficiente para as variáveis habitação, serviços e bens, e superpovoamento temporário para a variável densidade, atingiria 30 pontos. Logo, os domicílios abaixo deste limite são aqueles cujas condições de moradia podem ser consideradas como precárias, que aparecem na categoria C. Na categoria B, agrupam-se os domicílios em condições intermediárias entre adequados e precários.

### 9.3 Anexo 3: Questionário Internacional de Atividades Físicas (IPAQ)

#### QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADES FÍSICAS – IPAQ

1a - Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades vigorosas por pelo menos 10 min contínuos, como por exemplo, correr, fazer ginástica, aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que faça você suar bastante ou aumentem muito sua respiração ou batimentos do coração.

Dias \_\_\_\_\_ por semana ( ) nenhum

1b – No dia em que você faz essas atividades vigorosas por pelo menos 10 min contínuos, quanto tempo total você gasta fazendo essas atividades por dia?

Horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

2a – Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades moderadas por pelo menos 10 min contínuos, como, por exemplo, pedalar leve ou na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que faça suar leve ou aumentem moderadamente sua respiração ou batimentos cardíacos (por favor, não inclua caminhada).

Dias \_\_\_\_\_ por semana ( ) nenhum

2b – Nos dias em que você faz essas atividades moderadas por pelo menos 10 min contínuos, quanto tempo total você gasta fazendo essas atividades por dia?

Horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

3a – Em quantos dias da semana normal, você caminha por pelo menos 10 min contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, prazer ou como forma de exercício?

Dias \_\_\_\_\_ por semana ( ) nenhum

3b - Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

Horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

Estas últimas perguntas são em relação ao tempo que você gasta sentado ao todo no trabalho, em casa, na escola ou na faculdade durante o tempo livre, fazendo lição de casa, visitando amigos, lendo e sentando ou deitando assistindo televisão, computador, vídeo game. Não inclua o tempo gasto sentado durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a – Quanto tempo por dia você fica sentado em um dia de semana?

Horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

4b - Quanto tempo por dia você fica sentado no final de semana?

Horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

#### 9.4 Anexo 4: Classificação do nível de atividade física IPAQ

##### CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA IPAQ

**1. Muito Ativo:** aquele que cumpriu as recomendações de:

- a) Vigorosa:  $\geq 5$  dias/sem e  $\geq 30$  minutos por sessão
- b) Vigorosa:  $\geq 3$  dias/sem e  $\geq 20$  minutos por sessão + MODERADA e/ou CAMINHADA:  $\geq 5$  dias/sem e  $\geq 30$  minutos por sessão.

**2. Ativo:** aquele que cumpriu as recomendações de:

- a) Vigorosa:  $\geq 3$  dias/sem e  $\geq 20$  minutos por sessão; **ou**
- b) Moderada ou Caminhada:  $\geq 5$  dias/sem e  $\geq 30$  minutos por sessão; ou
- c) Qualquer atividade somada:  $\geq 5$  dias/sem e  $\geq 150$  minutos/sem (caminhada + moderada + vigorosa).

**3. Irregularmente Ativo:** aquele que realiza atividade física porém insuficiente para ser classificado como ativo pois não cumpre as recomendações quanto à frequência ou duração. Para realizar essa classificação soma-se a frequência e a duração dos diferentes tipos de atividades (caminhada + moderada + vigorosa). Este grupo foi dividido em dois subgrupos de acordo com o cumprimento ou não de alguns dos critérios de recomendação:

**Irregularmente Ativo A:** aquele que atinge pelo menos um dos critérios da recomendação quanto à frequência ou quanto à duração da atividade:

- a) Frequência: 5 dias /semana **ou**
- b) Duração: 150 min / semana

**Irregularmente Ativo B:** aquele que não atingiu nenhum dos critérios da recomendação quanto à frequência nem quanto à duração.

**4. Sedentário:** aquele que não realizou nenhuma atividade física por pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana.

## 9.5 Anexo 5: Questionário Hábito de Fumar

### QUESTIONÁRIO – HÁBITO DE FUMAR

Você experimentou o cigarro pelo menos uma vez?	<input type="checkbox"/> sim, Tinha que idade? ( )	<input type="checkbox"/> não
Seu pai fuma?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
Sua mãe fuma?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
<i>Caso você fume, responda o quadro seguinte:</i>		
Com que idade começou a fumar?		
Com que frequência você fuma?	<input type="checkbox"/> Diariamente, quantos cigarros por dia? ( ) <input type="checkbox"/> Só quando bebo <input type="checkbox"/> Só em reuniões sociais (festas, encontros, etc)	
Seus pais sabem que você fuma?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
Caso seus pais saibam que você fuma, eles o proíbem de fumar?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
Se seus pais o proíbem de fumar, a proibição deles:	<input type="checkbox"/> Estimula você a fumar <input type="checkbox"/> Inibe seu hábito de fumar <input type="checkbox"/> É indiferente	
Você pretende deixar de fumar?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
Como você começou a fumar?	<input type="checkbox"/> Influência de amigos <input type="checkbox"/> Influência do pai <input type="checkbox"/> Influência da mãe <input type="checkbox"/> Influência das propagandas <input type="checkbox"/> Não tive nenhuma influência	

**9.6 Anexo 6: Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa**

**COMITÊ DE ÉTICA**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA  
**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS**  
*Campus Universitário - Viçosa, MG - 36570-000 - Telefone: (31) 3899-1269*


Of. Ref. N° 0140/2010/Comitê de Ética

Viçosa, 25 de novembro de 2010.

Prezada Professora:

Cientificamos V.S<sup>a</sup>. de que o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, em sua 8<sup>a</sup> Reunião de 2010, realizada em 24-11-2010, analisou e aprovou, sob o aspecto ético, o projeto de pesquisa intitulado *Estudo comparativo entre fases da adolescência em relação ao excesso de gordura corporal e dos fatores de risco para síndrome metabólica*.

Atenciosamente,

  
Professor Gilberto Paixão Rosado  
Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos  
Presidente

Professora  
Sílvia Eloísa Priore  
Departamento de Nutrição e Saúde

/rhs.