

VALTER PAULO NEVES MIRANDA

**ASSOCIAÇÃO ENTRE O ESTILO DE VIDA E A COMPOSIÇÃO CORPORAL
COM OS FATORES DE RISCO PARA AS DOENÇAS
CARDIOMETABÓLICAS, MICROBIOTA INTESTINAL E IMAGEM
CORPORAL DE ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO**

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
2017

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

M672a
2017

Miranda, Valter Paulo Neves, 1986-
Associação entre o estilo de vida e a composição corporal
com os fatores de risco para as doenças cardiometabólicas,
microbiota intestinal e imagem corporal de adolescentes do sexo
feminino / Valter Paulo Neves Miranda. – Viçosa, MG, 2017.
xix, 245f. : il. ; 29 cm.

Inclui anexos.

Inclui apêndices.

Orientador: Sílvia Eloiza Priore.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.60-75.

1. Adolescentes (Meninas). 2. Obesidade em adolescentes.
3. Imagem corporal em adolescentes. 4. Composição corporal.
5. Estilo de vida. 6. Doenças crônicas. 7. Inflamação.
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Nutrição e
Saúde. Programa de Pós-graduação em Ciência da Nutrição.
II. Título.

CDD 22 ed. 305.235

VALTER PAULO NEVES MIRANDA

**ASSOCIAÇÃO ENTRE O ESTILO DE VIDA E A COMPOSIÇÃO CORPORAL
COM OS FATORES DE RISCO PARA AS DOENÇAS
CARDIOMETABÓLICAS, MICROBIOTA INTESTINAL E IMAGEM
CORPORAL DE ADOLESCENTES DO SEXO FEMININO**

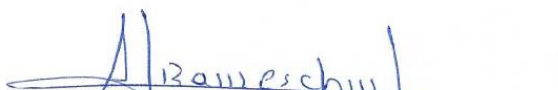
Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

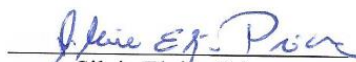
APROVADA: 29 de março de 2017.


Ronaldo Rocha Bastos


João Carlos Bouzas Martins


Eliane Rodrigues de Faria
(Coorientadora)


Sylvia do Carmo Castro Franceschini
(Coorientadora)


Silvia Eleiza Priore
(Orientadora)

O que é, o que é?

Gonzaguinha

Eu fico com a pureza das respostas das crianças:

É a vida! É bonita e é bonita!

Viver e não ter a vergonha de ser feliz,

Cantar,

A beleza de ser um eterno aprendiz

Eu sei. Que a vida devia ser bem melhor e será,

Mas isso não impede que eu repita:

É bonita, é bonita e é bonita!

E a vida? E a vida o que é, diga lá, meu irmão?

Ela é a batida de um coração?

Ela é uma doce ilusão?

Mas e a vida? Ela é maravilha ou é sofrimento?

Ela é alegria ou lamento?

O que é? O que é, meu irmão?

Há quem fale que a vida da gente é um nada no mundo,

É uma gota, é um tempo. Que nem dá um segundo,

Há quem fale que é um divino mistério profundo,

É o sopro do criador numa atitude repleta de amor.

Você diz que é luta e prazer,

Ele diz que a vida é viver,

Ela diz que melhor é morrer

Pois amada não é, e o verbo é sofrer.

Eu só sei que confio na moça

E na moça eu ponho a força da fé,

Somos nós que fazemos a vida

Como der, ou puder, ou quiser,

Sempre desejada por mais que esteja errada,

Ninguém quer a morte, só saúde e sorte,

E a pergunta roda, e a cabeça agita.

Fico com a pureza das respostas das crianças:

É a vida! É bonita e é bonita!

***Dedico este trabalho a Deus e aos meus pais, Márcio e Elizabeth,
coautores do meu projeto de vida.***

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, saúde e oportunidade de ter vivido com tanta intensidade e dedicação este doutorado.

Aos meus pais, Márcio e Elizabeth, por serem sempre meu exemplo de vida, perseverança, responsabilidade, honestidade e respeito no trabalho e para com as pessoas. Também, por terem me proporcionado as melhores condições possíveis para que eu pudesse me dedicar aos estudos desde o ensino básico até aqui. Sem eles, nada disso seria possível.

Ao meu irmão e melhor amigo Márcio Júnior, por estar presente em todos os momentos da minha vida, sejam eles pessoais ou profissionais. Pra sempre, “meu braço direito e minha perna esquerda”. À minha irmã Marcela, por dividir comigo as dificuldades enfrentadas durante este doutorado e por sempre me dar bons conselhos profissionais e de vida. À minha irmã de coração Lara, por todo o carinho, amor, união e pureza de vida.

À minha noiva, namorada e amiga Naruna, pelo amor e companheirismo. Tenho certeza de que seguiremos juntos no trabalho e na vida, sempre com a intenção de construirmos uma família linda e abençoada por Deus. “Te amo, minha morena”.

Um agradecimento especial à minha Professora e orientadora Silvia Priore, exemplo de dedicação à vida acadêmica e ações sociais tão necessárias e importantes a toda a população. À Professora Sylvia Franceschini, por ter me acolhido de forma tão prestativa e ter me indicado à Professora Silvia.

Ao Professor Paulo Amorim, pela co-orientação, materiais e ensinamentos que foram e estão sendo essenciais na construção do projeto. Ao Professor João Bouzas, por ter aceitado participar da avaliação deste trabalho. Ambos são exemplos de docentes a serem seguidos na Educação Física.

À Professora Maria do Carmo Gouveia Peluzio, pela orientação, ensinamentos e acolhida em seu laboratório, dando todo o suporte necessário para que as análises e desenvolvimento do projeto pudessem ter ocorrido.

À Professora Eliane Faria (Lili), pela parceria e ensinamentos fundamentais em todas as etapas do doutorado, sempre muito prestativa e com informações relevantes que ajudaram muito a construção deste trabalho.

À Professora Ângela Santana, pela receptividade e acolhida no programa de pós-graduação em ciência da nutrição (PPGCN).

Ao Professor Ronaldo, pela atenção e parceria acadêmica desde o mestrado na UFJF. Seus ensinamentos em estatística foram e são fundamentais para o meu crescimento acadêmico e profissional. Obrigado por sempre ter proporcionado oportunidade de aprender mais sobre essa ciência tão importante.

Ao Vítor Gabriel, pelo auxílio nas análises de dados, descrição dos testes estatísticos realizados e interpretação dos resultados. Além do mais, mostrou-se um excelente revisor de artigos científicos, avaliando de forma criteriosa toda a parte escrita dos manuscritos.

À Núbia e Karina Rafaela, por participarem de forma brilhante e atuante em todas as etapas de coleta de dados e análises. Muito obrigado por tudo. Seus projetos de iniciação científica vêm contribuindo muito com o desenvolvimento e divulgação do projeto. Ao Joaquim Soares, Tainara Azevêdo, Joice Ermelinda e Maria Izabel, pelo trabalho voluntário prestado ao projeto.

À Karina Canabrava, pela parceria neste projeto, principalmente nas análises dos dados, descrição dos resultados e organização dos artigos.

Aos meus colegas de pós-graduação, destaco os alunos orientados pela Professora Silvia, um grupo especial que sempre me acolheu e ensinou muitas coisas relevantes.

Aos amigos que fiz aqui em Viçosa nestes últimos anos, principalmente Herbert Aleixo, Bruno Miranda, José Neto e Marcos Vidal (República Insanos DSc), obrigado pelo companheirismo, convivência e assistência.

Às escolas, pelo apoio e atenção, dando todo suporte para que os procedimentos sempre ocorressem. Assim como, às adolescentes que se prontificaram a participar de todas as etapas de coleta de dados nas escolas, na divisão de saúde e em casa durante a avaliação do estilo de vida.

Não poderia deixar de agradecer à Professora Maria Elisa Caputo Ferreira e ao Labesc, pela orientação no mestrado e por terem me dado base e conhecimento para seguir em frente para completar minha formação acadêmica.

À FAPEMIG e à CAPES, pela bolsa e pelos financiamentos concedidos, tão importantes no desenvolvimento de todas as etapas deste projeto.

Por fim, agradeço à Universidade Federal de Viçosa pelas condições de ensinamentos. Literalmente posso dizer que vivi esta universidade, “UFVida”.

BIOGRAFIA

Valter Paulo Neves Miranda, filho de Márcio Vidigal Miranda e Elizabeth Campos Neves Miranda, nasceu em 19 de fevereiro de 1986, na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais.

Em 2004, iniciou o curso de Educação Física na Universidade Federal de Juiz de Fora (MG), o qual concluiu em dezembro de 2007. Em março de 2008, iniciou o curso de especialização *lato sensu* em Aspectos Biodinâmicos do Movimento Humano pela Faculdade de Educação Física da Universidade Federal de Juiz de Fora. Em fevereiro de 2011 concluiu o curso de Mestrado, pelo programa de pós-graduação em Educação Física associado UFV/UFJF. Em abril de 2013, deu início ao doutorado, pelo programa de pós-graduação em Ciência da Nutrição da Universidade Federal de Viçosa, finalizado em março de 2017.

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS.....	xii
LISTA DE FIGURAS.....	xii
LISTA DE TABELA.....	xiii
LISTA DE ABREVIACÕES.....	xiii
RESUMO.....	xvi
ABSTRACT.....	xviii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Adolescência.....	3
2.2 Avaliação do nível da atividade física e do comportamento sedentário na adolescência.....	4
2.2.1 Avaliação do estilo de vida de adolescentes pela Análise de Classes Latentes.....	8
2.3 Obesidade e fatores de risco para doenças cardiometabólicas durante a adolescência.....	10
2.4 Ação dos marcadores cardiometabólicos e processo inflamatório na adolescência.....	13
2.5 Efeito da obesidade e das disfunções metabólicas na composição da microbiota intestinal.....	17
2.6 Avaliação da imagem corporal relacionada com a composição corporal e o estilo de vida de adolescentes do sexo feminino.....	24
3. JUSTIFICATIVA.....	27
4. OBJETIVOS.....	29
4.1 Objetivo Geral.....	29
4.2 Objetivos Específicos.....	29
5. METODOLOGIA.....	30
5.1 Delineamento do estudo.....	30
5.2 Casuística.....	30

5.3 Seleção da amostra.....	30
5.4 Critérios de inclusão.....	31
5.5 Procedimento de coleta de dados.....	31
5.6 Medidas avaliadas.....	35
5.6.1 Avaliação do estilo de vida.....	36
5.6.2 Avaliação subjetiva do nível de atividade física habitual – R24h.....	36
5.6.3 Avaliação objetiva do nível de atividade física – Pedômetro.....	38
5.6.4 Avaliação do Comportamento Sedentário.....	38
5.6.5 Questionário de Frequência Alimentar.....	39
5.6.6 Consumo de álcool e tabaco.....	40
5.6.7 Medidas Antropométricas.....	41
5.6.8 Composição Corporal: DXA e In Body 230.....	43
5.6.9 Parâmetros Bioquímicos.....	47
5.6.10 Avaliação da Pressão Arterial.....	48
5.6.11 Marcadores Cardiometabólicos.....	50
5.6.12 Análise da composição da Microbiota Intestinal.....	50
5.6.13 Análise da concentração dos Ácidos Graxos de Cadeia Curta.....	52
5.6.14 Avaliação da imagem corporal.....	53
5.6.15 Avaliação Socioeconômica.....	55
6. PROCESSAMENTO DE DADOS E ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	56
7. ASPECTOS ÉTICOS.....	58
7.1 Retorno as adolescentes.....	59
8. REFERÊNCIAS.....	60
9. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	76
9.1. Artigo 1. Interações comportamentais do estilo de vida de adolescentes do sexo feminino avaliado pelo modelo de análise de classe latente.....	77
Tabela 1. Caracterização das interações de comportamento do estilo de vida de vida de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.....	87

Tabela 2. Correlação entre as variáveis de avaliação do estilo de vida de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.....	88
Tabela 3. Relação entre o número de passos, tempo de tela e celular com variáveis do estilo de vida de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017....	89
Figura 1. Comparação entre medidas de avaliação do estilo de vida durante a semana e final de semana (FDS). Viçosa-MG, 2017.....	90
Figura 2. Análise de correspondência múltipla entre variáveis do estilo de vida de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.....	91
Tabela 4. Valores de ajuste dos modelos da variável latente estilo de vida gerados pela Análise de Classe Latente. Viçosa, 2017.....	92
Figura 3. Variáveis manifestas, co-variáveis e descrição das classes latentes do estilo de vida de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.....	93
Figura 4. Modelo selecionado da análise de classe latente das adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.....	94
Referências.....	99
9.2. Artigo 2. Influência do estilo de vida e da composição corporal nos fatores de risco para doenças cardiometabólicas em adolescentes do sexo feminino.....	107
Figura 1. Modelo selecionado da Análise de Classes Latentes das adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.....	119
Tabela 1. Frequência Absoluta e Relativa das variáveis bioquímicas e de composição corporal de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.....	120
Tabela 2. Valores medianos dos fatores de risco das doenças cardiometabólicas nas três classes latentes do estilo de vida de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.....	122
Figura 2. Diferença dos valores dos fatores de risco das doenças cardiometabólicas entre as classes latentes do estilo de vida de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.....	123
Tabela 3. Valores dos fatores de risco das doenças cardiometabólicas entre a classificação de composição corporal do índice de massa corporal e percentual de gordura corporal das adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.....	125
Tabela 4. Análise de regressão simples dos marcadores cardiometabólicos TNF- α , IL-6 e Leptina em relação às variáveis do estilo de vida, percentual de gordura corporal e parâmetros bioquímicos de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-	

MG, 2017.....	126
Tabela 5. Análise Regressão linear múltipla dos marcadores cardiometabólicos TNF- α , IL-6 e Leptina em relação às variáveis do estilo de vida, percentual de gordura corporal e parâmetros bioquímicos de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.....	127
Referências.....	134
9.3. Artigo 3. Avaliação da microbiota intestinal, ácidos graxos de cadeia curta em relação a composição corporal e marcadores cardiometabólicos de adolescentes do sexo feminino.....	146
Quadro 1. Sequência de indicadores específicos para o RT-qPCR.....	154
Tabela 1. Medidas antropométricas, frequência alimentar, marcadores cardiometabólicos, microbiota intestinal e concentração dos ácidos graxos de cadeia curta em relação a composição corporal de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.....	158
Tabela 2. Microbiota Intestinal e concentrações de AGCC dos grupos de composição corporal das adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.....	159
Figura 1. Correlação entre a concentração de Ácido Butírico e a abundância do filo Firmicutes. Viçosa-MG, 2017.....	160
Tabela 3. Correlação entre microbiota intestinal, ácidos graxos de cadeia curta, composição corporal e marcadores cardiometabólicos de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.....	161
Figura 2. Concentrações dos marcadores cardiometabólicos em relação a classificação do perímetro da cintura de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.....	162
Referências.....	168
9.4. Artigo 4. Imagem corporal associada ao estilo de vida e a composição corporal de adolescentes do sexo feminino.....	176
Figura 1. Modelo selecionado da análise de classe latente das adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.....	186
Tabela 1. Frequência absoluta e relativa das variáveis do estilo de vida e composição corporal de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.....	187
Figura 2. Associação entre a imagem corporal e as classes latentes da variável estilo de vida. Viçosa-MG, 2017.....	189

Tabela 2. Regressão logística simples entre avaliação da imagem corporal e as classes latentes do estilo de vida de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.....	189
Figura 3. Associação da imagem corporal com as medidas de avaliação do estilo de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.....	190
Tabela 3. Regressão logística múltipla entre as medidas de avaliação da imagem corporal, variáveis do estilo de vida e composição corporal de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.....	192
Referências.....	198
10. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	205
11. APÊNDICES E ANEXOS.....	207

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Classificação da intensidade do nível de atividade física para crianças e adolescentes de 6 a 19 anos.....	6
Quadro 2. Descrição dos marcadores cardiometabólicos que serão avaliados....	14
Quadro 3. Categorização do nível de atividade física (NAF).....	38
Quadro 4. Classificação do estado nutricional das adolescentes em escore-z do índice de massa corporal (IMC).....	41
Quadro 5. Protocolo para avaliação da composição corporal pela bioimpedância elétrica vertical.....	46
Quadro 6. Classificação da percentual de gordura corporal de adolescentes.....	46
Quadro 7. Classificação dos níveis séricos de colesterol total, LDL, HDL e triglicerídeos.....	47
Quadro 8. Classificação da pressão arterial para adolescentes, de acordo com a Sociedade Brasileira de Hipertensão (2016)	49
Quadro 9. Sequência de iniciadores específicos para o RT-qPCR.....	51
Quadro 10. Descrição dos manuscritos publicados, aceitos ou submetidos.....	76

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Relação entre Comportamento Sedentário e Atividade Física.....	8
Figura 2. Esquema do modelo de Análise de Classes Latentes.....	9
Figura 3. Esquema dos efeitos cardiometabólicos causados pela disfunção do tecido adiposo a partir do desequilíbrio energético.....	12
Figura 4. Esquema referente a descrição do processo inflamatório e da disfunção endotelial a partir da disfunção do adipócito.....	15
Figura 5. Microbiota intestinal na captação de energia. Esquema adaptado de Cani e Delzene (2009)	21
Figura 6. Relação entre grupos de <i>Bifidobacterium</i> spp., permeabilidade intestinal e disfunções metabólicas.....	23
Figura 7. <i>Tripartite Influence Model</i>	26
Figura 8. Fluxograma das atividades que foram desenvolvidas durante as avaliações e intervenção do programa de mudança no estilo de vida.....	33
Figura 9. Esquema de apresentação das variáveis explicativas do estilo de vida	36

Figura 10. Aparelho de bioimpedância elétrica vertical com oito eletrodos táteis <i>In Body 230®</i> . B) Posicionamento correto para realização do teste.....	45
Figura 11. Escala de Silhuetas para Adultos Brasileiros.....	54

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Composição da microbiota intestinal no trato gastrointestinal do ser humano.....	19
--	----

LISTA DE ABREVIACÕES

%GC – Percentual de Gordura Corporal
ABEP - Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa
ACC – <i>Acetyl-CoA</i>
ACL – Análise de Classes Latentes
ACM - Análise de Correspondência Múltipla
AF – Atividade Física
AGCC – Ácido Graxo de Cadeia Curta
AMP-Q – 5'-monofosfato adenosina proteína quinase
BSQ – <i>Body Shape Questionnaire</i>
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CDC – Center for Disease Control and Prevention
CEP – Comitê de Ética e Pesquisa
CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CS – Comportamento Sedentário
DCV – Doença Cardiovascular
DED – Dispêndio Energético Diário
DSA – Divisão de Saúde
DXA - Absorimetria de Raio X de Dupla Energia
EAC – Escala de Satisfação por Áreas Corporais
FAPEMIG – Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais
FAS – <i>Fatty Acid</i>
FC – Frequência Cardíaca
FIAF – Fator adipocitário induzido
FFAR – <i>free fatty acids receptors</i>
GET – Gasto Energético Total

GLP-L – *Glucagon-like peptide-2*

GPR41 – *G protein – coupled receptors 41*

GPR43 – *G protein – coupled receptors 43*

GSHS - *Global School – Based Student Health Survey*

HDL – *High Density Lipoprotein*

HOMA-IR - *Homeostasis Model Assessment – Insulin Resistance*

IL-1 – Interleucina 1

IL-10 – Interleucina 10

IL-6 – Interleucina 6

IL-8 – Interleucina 8

IPAQ – International Physical Activity Questionnaire

IMC – Índice de Massa Corporal

LDL – *Low Density Lipoprotein*

LPL – Lipoproteína Lipase

MCP-1 – Proteína Quimiotática de Monócitos 1

MET – Equivalente Metabólico

NADPH – *Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate*

NAF – Nível de Atividade Física

PCB – Pregá Cutânea Bicipital

PCR – Proteína C reativa

PCR-us – Proteína C reativa ultrasensível

PCSE – Pregá Cutânea Subescapular

PCSI – Pregá Cutânea Suprailíaca

PCT – Pregá Cutânea Tricipital

PYY – Peptídeo YY

QFA – Questionário de Frequência Alimentar

R24h – Recordatório de Atividade Física

RCE – Relação Cintura Estatura

RT-qPCR - Reação em Cadeia da Polimerase em Tempo Real

SA – Silhueta Atual

SATAQ-3 - *Sociocultural Attitudes Towards Appearance Questionnaire*

SI – Silhueta Ideal

SPSS - *Statistical Package for the Social Sciences*

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TGI – Trato Gastrointestinal

TJ – *Tight Junctions*

TMR – Taxa Metabólica de Repouso

TNF- α – Fator de Necrose Tumoral α

UFV – Universidade Federal de Viçosa

VLDL – *Very Low Density Lipoprotein*

WHO – *World Health Organization*

RESUMO

MIRANDA, Valter Paulo Neves, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2017. **Associação entre o estilo de vida e a composição corporal com os fatores de risco para as doenças cardiometabólicas, microbiota intestinal e imagem corporal de adolescentes do sexo feminino.** Orientadora: Silvia Eloiza Priore. Coorientadores: Paulo Roberto dos Santos Amorim, Eliane Rodrigues de Faria, Maria do Carmo Gouveia Peluzio e Sylvia do Carmo Castro Franceschini.

A inatividade física e o comportamento sedentário têm sido cada vez mais observado nos adolescentes, sendo mais evidente no sexo feminino. Estes fatores aliados à alimentação inadequada e desbalanceada podem resultar em sobrepeso e obesidade, bem como na manifestação dos fatores de risco para doenças cardiometabólicas, além de alteração da microbiota intestinal e seus metabólitos. Além disso, tais aspectos comportamentais e o excesso de peso podem estar relacionados à avaliação negativa da imagem corporal, que é mais evidente nas meninas. Visto isso, o objetivo do estudo foi avaliar a associação do estilo de vida e composição corporal com os fatores de risco para as doenças cardiometabólicas, microbiota intestinal e imagem corporal de adolescentes do sexo feminino. Trata-se de um estudo transversal, descritivo e analítico; com adolescentes de 14 a 19 anos, do sexo feminino, residentes no município de Viçosa-MG, Brasil. O estilo de vida foi analisado pelo Recordatório de Atividade Física de 24h, número de passos, tempo de tela (TT), celular (TC), tempo sentado, questionário de frequência alimentar, consumo de álcool e tabaco. A análise de classes latentes (ACL) foi selecionada para avaliação do estilo de vida, sendo realizada no pacote *poLCA* da biblioteca do *software* R. Aferiu-se o peso, estatura, perímetro da cintura (PC), pescoço (PP) e percentual de gordura corporal (%GC), este avaliado pelo equipamento de Absortometria de raios-X de Dupla Energia (DXA). Avaliou-se a pressão arterial, parâmetros bioquímicos e proteína C reativa ultrasensível (PCR-us). Os marcadores pró e anti inflamatórios Interleucina 6 (IL-6), Fator de Necrose Tumoral α (TNF- α), leptina e interleucina 10 (IL-10) foram analisados pela tecnologia *Luminex*. A análise dos filos Firmicutes, Bacteroidetes e Proteobactérias foi realizada pela técnica de Reação em Cadeia da Polimerase em tempo real e os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) (acético, butírico e propiônico) no aparelho de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC). A insatisfação, distorção e aspecto cognitivo da imagem corporal foram avaliados, respectivamente, pelo *Body Shape Questionnaire* (BSQ), escala de

silhuetas e *Sociocultural Attitudes Towards Appearance Questionnaire* – 3 (SATAQ-3). Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa, sob o número de parecer 700.976.2014. Participaram da pesquisa 405 adolescentes, no entanto, ACL foi realizada com 325, sendo definido um modelo com três classes latentes do estilo de vida: classe 1 inativo e sedentário (n = 252, 77,5%), classe 2 inativo e não sedentário (n = 52, 16,71%) e classe 3 ativo e sedentário (n = 21, 6,5%). Mais da metade apresentou nível de atividade física baixo e elevado TT e TC, principalmente no final de semana. Também, observou-se que o consumo de álcool e exposição ao tabaco foi relatado pelo menos uma vez por quase 60% das participantes. O estilo de vida e o %GC influenciaram nos níveis de pressão arterial, alteração do perfil lipídico e aumento do ácido úrico. As classes latentes do estilo de vida, %GC, resistência à insulina e PCR-us associaram-se com as concentrações dos marcadores cardiometabólicos. O perímetro da cintura (PC), do pescoço (PP) e frequência do consumo de óleos e gorduras mostraram relação com a abundância de Firmicutes e AGCC. Novamente o PC, associou-se com os marcadores cardiometabólicos. As adolescentes da classe do estilo de vida inativo e sedentário apresentaram 1,71 (IC95%: 1,08 - 2,90, p = 0,047) mais chances de se sentirem insatisfeitas com a aparência física, que aquelas nas classes 2 e 3. As adolescentes que praticavam mais atividade física moderada e vigorosa, tempo de tela elevado, consumo de álcool e com excesso de peso e %GC elevado tiveram associação com diferentes distúrbios da imagem corporal. Concluímos com este estudo que o estilo de vida inativo e sedentário, excesso de peso, gordura corporal total e central elevada mostraram associação com fatores de risco para doenças cardiometabólicas, abundância do filo Firmicutes, concentrações dos AGCC e avaliação negativa da imagem corporal das adolescentes do sexo feminino. Avaliação conjunta de comportamentos relacionados com estilo de vida, juntamente com a análise mais completa da composição corporal dos adolescentes é importante e deve ser praticada frequentemente por educadores e profissionais da saúde. Desta forma, atitudes mais eficazes poderão ser tomadas visando a prevenção das doenças crônicas não transmissíveis e distúrbios da imagem corporal, os quais podem se manifestar nas idades mais jovens e se agravarem na vida adulta.

ABSTRACT

MIRANDA, Valter Paulo Neves, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2017. **Association between lifestyle and body composition with risk factors for cardiometabolic diseases, intestinal microbiota and body image of female adolescents.** Advisor: Silvia Eloiza Priore. Co-advisors: Paulo Roberto dos Santos Amorim, Eliane Rodrigues de Faria, Maria do Carmo Gouveia Peluzio and Sylvia do Carmo Castro Franceschini.

Physical inactivity and sedentary behavior have been increasingly observed in teenagers, being more evident in females. These factors, wedded to inadequate and unbalanced diet, may result in overweight and obesity, as well as in manifestation of risk factors for cardiometabolic diseases, besides changes in the intestinal microbiota and its metabolites. In addition, such behavioral aspects and overweight may be related to the negative evaluation of the body image, which is more evident in females. Considering this, the objective of the study was to evaluate the connection of the lifestyle and the body composition with the risk factors for cardiometabolic diseases, intestinal microbiota and the body image of female teenagers. It is a cross-sectional, descriptive and analytical study; with female teenagers between 14 and 19 years old, living in the city of Viçosa-MG, Brazil. The lifestyle was analyzed by the 24h Physical Activity Recall, number of steps, screen time (ST), cellular time (CT) and sitting time, frequency questionnaire for food, alcohol and tobacco consumption. Latent class analysis (LCA) was selected for the lifestyle assessment, and was performed in the *poLCA* package of the R *software* library. It was checked weight, height, waist and (WC), neck circumference (NC) and body fat percentage (BF %), the latter assessed by Dual Energy X-ray Absorption (DXA) equipment. Blood pressure, biochemical parameters and high-sensible C-reactive protein (hs-CRP) were evaluated. The pro and anti-inflammatory markers interleukin 6 (IL-6), tumor necrosis factor α (TNF- α), leptin and interleukin 10 (IL-10) were analyzed by *Luminex* technology. The analysis of Firmicutes, Bacteroidetes and Proteobacterias phylums were performed by the real-time Polymerase Chain Reaction and short chain fatty acids (SCFA) (acetic, butyric and propionic) was assessed by the High Performance Liquid Chromatography (HPLC) equipment. The dissatisfaction, distortion and cognitive aspect of the body image were evaluated, respectively, by the *Body Shape Questionnaire* (BSQ), silhouetted scale and Sociocultural Attitudes Towards Appearance Questionnaire - 3 (SATAQ - 3). This

study was approved by the Ethics Committee in Research with Human Beings of the Federal University of Viçosa, under the number 700.976.2014. A total of 405 teenagers participated in the study, however, LCA was performed with 325. A model with three latent lifestyle classes was defined: class 1 inactive and sedentary ($n = 252$, 77.5%), class 2 inactive and non-sedentary ($n = 52$, 16.71%) and class 3 active and sedentary ($n = 21$, 6.5%). More than a half had low physical activity and high levels of TS and TC, mainly at the weekend. Alcohol intake and exposure to tobacco were also observed at least once in almost 60% of volunteers. The lifestyle and the BF % influenced blood pressure levels, altered lipid profile and increased uric acid. Latent lifestyle classes, BF %, insulin resistance, and hs-CRP were associated with concentrations of cardiometabolic markers. The waist (WC) and neck circumference (NC) and the frequency of oils and fats intake were related to the abundance of Firmicutes and SCFA. Again, WC was associated with cardiometabolic markers. Teenagers in the sedentary inactive lifestyle class presented 1,71 (1.95; 95% CI: 1.08 - 2.90, $p = 0.047$) higher chances of feeling unsatisfied with physical appearance than those in classes 2 and 3. The teenagers who practiced more moderate and vigorous physical activity, high screen time, alcohol intake and overweight and high BF % were associated with different body image disorders. We conclude with this study that the inactive and sedentary lifestyle, overweight, total and central high body fat showed an association with risk factors for cardiometabolic diseases, abundance of the phylum Firmicutes, concentrations of short chain fatty acids and negative body image evaluation of teenagers females. Joint assessment of lifestyle-related behaviors, along with the fuller analysis of the body composition of teenagers is important and should be practiced frequently by educators and health professionals. In this way, more effective actions can be taken to prevent chronic diseases not transmissible e and disorders of body image, which can manifest themselves in younger ages and become worse in adult life.

1) INTRODUÇÃO

A Organização Mundial da Saúde define a adolescência como o período que vai dos 10 aos 19 anos (WHO, 2005), uma fase de transição da infância à vida adulta em que o crescimento e o desenvolvimento ocorrem em velocidades ascendentes (TSAI et al., 2015). Durante a adolescência, ocorrem alterações físicas, psíquicas e sociais, as quais podem se manifestar de forma diferente em cada indivíduo (RASMUSSEM et al., 2015).

O estilo de vida dos adolescentes pode sofrer mudanças, pelo fato de muitos se tornarem mais fisicamente inativos e passarem a adotar hábitos alimentares inadequados, devido à maior ingestão de alimentos energéticos e menores quantidades de fibras alimentares (VASCONCELLOS et al., 2013; PHILIPPI, LEME, 2015). Pesquisas mostram que o nível de inatividade física aumenta consideravelmente no decorrer da adolescência, principalmente entre as meninas (GUINHOYA et al. 2013; RINER; SELHORTS, 2013). O desequilíbrio energético que ocorre entre o nível de atividade física, comportamento sedentário e consumo alimentar é um importante fator relacionado com o sobrepeso e obesidade (MORENO et al., 2014).

A obesidade é um dos principais os fatores de risco para manifestação das doenças cardiometabólicas convencionais, como, dislipidemias e hipertensão arterial (GONZAGA et al., 2014; RINER; SELHORST, 2013). O acúmulo de gordura na região central está diretamente ligado com alterações metabólicas que levam a resistência à insulina, hiperurucemia e também, liberação na corrente sanguínea de adipocinas, como a leptina, interleucina 6 (IL-6) e fator de necrose tumoral α (TNF- α). Estas adipocinas estimulam a produção de proteína C reativa (PCR) pelo fígado, e juntas desencadeiam o processo de inflamação subclínica que pode resultar no aparecimento de doenças cardiovasculares (GOTTLIEB; BONARDI; MORIGUCHI, 2005).

De um modo geral, as doenças cardiovasculares durante a infância e adolescência se manifestam de forma silenciosa (GONZAGA et al., 2014), o que justifica a necessidade de avaliar os fatores de risco para aterosclerose já na faixa etária infanto-juvenil a fim de prevenir ou retardar a ocorrência dessas doenças (RODRIGUES et al., 2011).

O excesso de gordura corporal e as doenças cardiometabólicas possuem relação com a composição da microbiota intestinal e com os ácidos graxos de cadeia curta (ACGG) (TEIXEIRA et al., 2014a). O trato-gastrointestinal (TGI) do ser humano é colonizado por milhares de bactérias comensais responsáveis por manter o sistema

imune ao proteger as células intestinais contra a entrada na corrente sanguínea de patógenos e lipopolissacarídeos, que podem desencadear o processo da endotoxemia metabólica (CANI, EVERARD, 2015). A microbiota intestinal regula o processo de armazenamento de energia pelo fato de algumas bactérias terem a capacidade de utilizar polissacarídeos como substrato energético, produzindo monossacarídeos e AGCC (acético, propiônico e butírico) (LIN et al., 2012).

Além das doenças metabólicas, o sobrepeso e a obesidade podem causar problemas psicossociais entre os adolescentes devido à pressão imposta pela mídia e pela sociedade de se alcançar a todo custo uma silhueta corporal considerada por eles como ideal (Sutter et al., 2015). Alguns autores mostram que a insatisfação e a distorção da imagem corporal são mais comuns entre adolescentes do sexo feminino (MIRANDA et al., 2014a; LAUS et al., 2013). Estes distúrbios são considerados gatilhos para adoção de comportamentos alimentares e atitudes de risco que podem se tornar algum tipo de transtorno alimentar, como a anorexia e a bulimia nervosa (ALVARENGA; SCAGLIUSI; PHILIPPI, 2011).

A avaliação de características do estilo de vida de adolescentes pode identificar importantes fatores envolvidos no acúmulo de gordura corporal e, conseqüentemente, nas manifestações clínicas das doenças cardiometabólicas (LONELY et al., 2014) e distúrbios da imagem corporal (SHIRASAWA et al., 2015). A análise de classes latentes (ACL) é uma forma precisa e criteriosa de avaliação do estilo de vida (HAUGHTON et al., 2009; FLYNT et al., 2016; KASPRZYK, 2010). Nesta análise, classes latentes não são avaliadas diretamente, mas sim indiretamente pela mensuração de duas ou mais variáveis manifestas (FITZPATRICK et al., 2015; Collins e Lanza, 2010). Também não é imposto um conceito pré-definido daquilo que está sendo observado, portanto, é uma abordagem mais centrada nas características dos indivíduos (Flynt et al., 2016).

Desta forma, associações entre o estilo de vida com diferentes desfechos relacionados com o desenvolvimento dos adolescentes poderão ser constatados de forma mais eficaz. A partir destes resultados, atitudes comportamentais saudáveis deverão ser incentivadas para inibir a manifestação das doenças crônicas e psicossociais, que, com o avançar da vida adulta, tendem a tornarem-se mais prejudiciais ao ser humano.

2) REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Adolescência

A Adolescência perpassa pelo período compreendido dos 10 aos 19 anos, e, de maneira mais sistematizada, esta fase da vida pode ser dividida em três períodos baseados nas mudanças físicas, psicológicas e sociais: período inicial (dos 10 aos 13 anos), intermediário (dos 14 aos 16 anos) e final (dos 17 aos 19 anos) (WHO, 2005).

A observação exata do período da adolescência é importante para separar características específicas desta população em relação às crianças. Segundo Gomes, Anjos e Vasconcelos (2010) os dados de crianças e adolescentes muitas vezes são apresentados de forma agregada ou com limites de idades arbitrários, dificultando a interpretação e a comparação internacional entre estudos, que eventualmente causam inconsistência nas inferências dos dados à determinada população.

O adolescente pode atingir 50% da massa corporal que terá no início da idade adulta, mais que 20% de sua estatura e 50% de sua massa óssea (CAMPAGNA; SOUZA, 2006). O crescimento é rápido na infância e no início da adolescência, vai aumentando acentuadamente durante o estirão do crescimento, reduz para um ritmo fixo durante o meio da adolescência e diminui ainda mais conforme as dimensões adultas são atingidas (MACHADO; BONFIM; COSTA, 2009).

As alterações físicas que ocorrem durante a puberdade, incluindo as mudanças na composição corporal e na distribuição de gordura estão associadas ao estado de maturação sexual e somática dos adolescentes (LOOMBA-ALBRECHT, STYNE, 2009; MIRANDA et al., 2014b). O processo de maturação somática é avaliado pelo pico de velocidade de crescimento em estatura (PVCE), que está associado com aumento do peso corporal por meio do aumento dos órgãos, da densidade óssea, da massa muscular e também do aumento de gordura. De acordo com Miranda et al. (2014b), adolescentes do sexo feminino no período pré PVCE tiveram maior acúmulo de gordura corporal em relação à adolescentes durante e pós PVCE.

As alterações que ocorrem na composição corporal durante a adolescência incluem variações nas proporções relativas de água, massa magra, massa mineral óssea, massa muscular esquelética e massa de gordura (ROGOL; ROEMMICH; CLARK, 2002). Fisiologicamente, o aumento de depósito de gordura corporal ocorre para que os hormônios de crescimento sejam liberados no organismo e assim, estabelecer as

condições para o estirão puberal (SIERVOGEL et al, 2003). A quantidade relativa de gordura pode ser mais evidente em adolescentes do sexo feminino por esta aumentar progressivamente no decorrer da adolescência na região central (MALINA, BOUCHARD, BAR-OR, 2009).

Segundo French et al. (2003) e Despres et al. (2008) o aumento de consumo de alimentos densamente energéticos associa-se ao sedentarismo e a obesidade visceral, a qual aumenta o risco de desenvolvimento de doença cardiovascular global. Philippi e Leme (2015) ao avaliar adolescentes observaram baixo consumo de frutas, legumes e o hábito não fazer o desjejum.

Medidas educativas são importantes para conscientizar os adolescentes a adotarem um estilo de vida mais ativo para favorecer o balanço energético negativo. Assim, pode-se evitar acúmulo de gordura, de modo que o quadro de sobrepeso e obesidade não permaneça durante a idade adulta e condicione o aparecimento dos fatores de riscos para as doenças cardiometabólicas.

2.2) Avaliação do nível da atividade física e do comportamento sedentário na adolescência.

Os avanços tecnológicos e as facilidades obtidas decorrentes da modernização podem estar contribuindo para a modificação no estilo de vida do ser humano, sobretudo o da população adolescente (DIAS et al., 2014). Atualmente tem se observado uma diminuição do nível de atividade física habitual e um aumento do comportamento sedentário nos adolescentes (MORENO et al., 2014).

O nível de atividade física habitual (NAFH) é a estimativa do gasto energético (período de 24h), levando em consideração períodos de inatividade, atividades leves, moderadas e intensas (BOUCHARD et al., 1983). A atividade física é compreendida como toda ação de movimento livre no espaço sem sistematização (HASKELL et al., 2007), é também um constructo multifatorial que pode ser categorizado de acordo com 4 componentes: intensidade, frequência, duração e finalidade/tipo (PATE et al., 2006). Já o exercício físico é toda atividade realizada de forma sistematizada e planejada, com controle da intensidade, frequência, e tipo (PATE et al., 2006).

Os métodos de avaliação do nível de atividade física podem ser divididos em dois tipos: subjetivos e objetivos (CORDER et al., 2008). Os métodos objetivos são métodos de observação direta do comportamento e compreendem a mensuração de

variáveis biomecânicas e/ou fisiológicas por meio de monitores eletrônicos, como sensores de movimento: pedômetros e acelerômetros (CORDER et al., 2008).

Os métodos subjetivos são utilizados para descrever o nível de atividade física e estimar o dispêndio energético diário (DED) por meio do relato de exercício com *compendium* ou por meio de equações de predição. Para isso, são utilizados diários, questionários de autorrelato e entrevistas estruturadas. Os métodos subjetivos são práticos, de baixo custo, por não serem reativos e permitirem, com algumas variações, mensurar as atividades físicas praticadas em um ou mais domínios, por diferentes períodos de tempo (FARIAS JÚNIOR et al., 2010). Para facilitar a classificação da intensidade das atividades físicas realizadas por crianças e adolescentes, Ridley et al. (2008) validaram um *compendium* de gasto energético para jovens, sendo útil para pesquisadores e profissionais interessados em identificar o nível da atividade física e os valores do gasto de energia em uma variedade de configurações.

O DED é consequência do somatório de todos os tipos/finalidades de atividades físicas realizadas durante o dia, sendo a subcategoria intensidade relacionada à quantidade de energia consumida por cada atividade (MASCARENHAS et al., 2005). A intensidade dos exercícios usualmente é determinada pelo percentual do volume de consumo de oxigênio máximo ($VO_{2Máx}$), da frequência cardíaca máxima, escala de percepção de esforço e equivalente metabólico (MET) (HASKELL et al., 2007).

O MET é o múltiplo da taxa metabólica basal e equivale à energia suficiente para que um indivíduo se mantenha em repouso, sendo representado na literatura pelo consumo de oxigênio (O_2) de aproximadamente $3,5 \text{ ml de } O_2 \cdot (\text{kg} \cdot \text{minuto})^{-1}$ de (AINSWORTH et al., 2000). Em adultos, $3,5 \text{ ml de } O_2 \cdot (\text{kg} \cdot \text{minuto})^{-1}$ corresponde a 1 MET, já para crianças e adolescentes este valor é igual a 0,9 MET (DAMASCENO, 2013). Quando se exprime o gasto de energia em MET, representa-se o número de vezes pelo qual o metabolismo de repouso foi multiplicado durante uma atividade (COELHO-RAVAGNANI et al., 2013).

O gasto de energia por unidade de massa corporal é maior em crianças e adolescentes do que em adultos (STRONG et al. 2005). O Quadro 1 apresenta uma categorização dos níveis de intensidade pelo equivalente metabólico para crianças e adolescentes.

Quadro 1: Classificação da intensidade do nível de atividade física para crianças e adolescentes de 6 a 19 anos.

Equivalente Metabólico (MET)*	Classificação da Intensidade
3,0 < MET	Leve
3,0 a 5,9 MET	Moderada
≥6,0 MET	Vigorosa

Fonte: ACSM (2011). * Múltiplo da taxa metabólica basal e equivale a 3,5 mL de O₂*(kg*minuto)⁻¹

As recomendações internacionais sugerem que a prática de atividade física para crianças e adolescentes devem acumular pelo menos 60 minutos/dia de atividades físicas moderadas e vigorosas (AFMV), com duração mínima de 15 minutos ou mais por sessão (STRONG et al., 2005; JANSSEN; LEBLANC, 2010, WHO, 2010). Entende-se por AFMV aquelas atividades com equivalente metabólico igual ou maior que 3,0 MET, por exemplo, caminhar com esforço, correr, andar de bicicleta e serviços domésticos.

No Brasil, a prevalência de adolescentes alcançam de 300 min/semana de AFMV é variável, porém, verifica-se que, em geral, menos de 50% atinjam o recomendado (BARBOSA FILHO et al., 2014; HALLAL et al., 2010). No estudo realizado por Ceschini et al. (2016), no Brasil a prevalência de inatividade física (não atinge a recomendação mínima de 60 minutos por dia de AFMV), pode variar de a prevalência de inatividade física variou de 22,3% (Goiás) a 96,7% (Pernambuco).

No estudo de revisão de Biddle et al. (2005) verificou-se que vinte e dois dos vinte e quatro estudos analisados (92%), as adolescentes do sexo feminino foram fisicamente menos ativas do que adolescentes do sexo masculino, independente do instrumento de medida e do conceito de inatividade física e/ou sedentarismo. Segundo Farias Junior (2008), esta diferença de nível de atividade física entre meninas e meninos pode ser de 64,2% a 45,5%, respectivamente.

O comportamento sedentário (CS) pode estar substituindo o tempo destinado à prática de atividades físicas que demandam mais gasto de energia, desta forma, contribuindo para o aumento da obesidade (TENÓRIO et al., 2010; VASCONCELLOS et al., 2013). O CS pode ser entendido como atividades na posição assentada ou reclinada e que demandam um gasto energético menor que 1,5 (MET) (SAUNDERS et al., 2014). Atualmente, observa-se que crianças e jovens norte-

americanos gastam entre 40% e 60% de suas horas do dia (fora do horário de sono) em atividades sedentárias (SAUNDERS et al., 2014).

A medida do tempo assistindo à televisão era o único marcador utilizado para caracterizar o comportamento sedentário, pelo fato de pelo menos um aparelho de TV estar presente na maioria das casas de famílias nos países desenvolvidos (UNESCO, 1999). Com a popularidade do acesso à internet, além da simples medição do tempo assistindo à programação televisiva, tornaram-se necessárias, para avaliar o comportamento sedentário diário, análises sobre o tempo de tela em vários aparelhos, como computador, *tablets*, celulares e vídeo game (VASCOSCELLOS et al., 2013).

Ferreira et al. (2016) avaliaram o comportamento sedentário de 8661 escolares do 5º ano do ensino fundamental até o 3º anos do ensino médio a partir do tempo de tela de TV, internet e vídeo game. A prevalência geral de 2h ou mais de tempo de tela foi de 69,2% (IC95%: 68,1-70,2) em dias de semana e 79,6% (IC95%: 78,7-80,5) nos fins de semana. O sexo feminino mostrou maior associação com o desfecho, exceto para jogos eletrônicos. Estudantes de séries mais avançadas estavam mais envolvidos em tarefas na posição sentada, quando comparados com os das séries iniciais. Os alunos nos último ano do ensino médio, eram mais propensos a navegar na internet por mais de duas horas por dia. Estudantes com condição econômica mais elevada eram mais propensos a passar o tempo em videogames e internet. Indivíduos ativos eram menos propensos a se envolver em comportamento sedentário durante a semana.

O tempo gasto em atividades sedentárias pode estar associado a outros comportamentos prejudiciais à saúde, como, experimentação de bebidas alcóolicas e tabagismo (DIAS et al., 2014). Também, o hábito de assistir televisão pode influenciar as escolhas alimentares dos adolescentes, uma vez que a maioria dos alimentos veiculados pela mídia é de alta densidade energética, contribuindo para o aumento da obesidade entre os adolescentes (PHILIPPI, LEME, 2015; ALMEIDA et al., 2002).

Muitas vezes as pessoas podem ser consideradas fisicamente ativas, no entanto, passam várias horas do dia em comportamento sedentário. Por isso, há necessidade de compreender a diferença entre níveis de atividade física e comportamento sedentário, principalmente com relação aos fatores de risco das doenças cardiometabólicas.

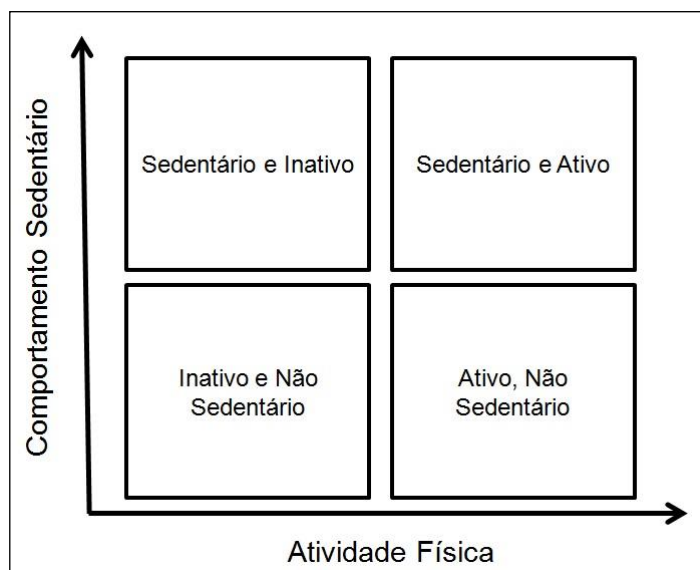


Figura 1: Relação entre Comportamento Sedentário e Atividade Física. Figura adaptada de Saunders et al. (2014).

Pensando nisso, Saunders et al. (2014) desenvolveram um gráfico, representado pela Figura 1, que mostra 4 níveis de classificação de acordo com o nível de atividade física e o comportamento sedentário. Assim, o indivíduo pode ser categorizado como fisicamente ativo com baixo comportamento sedentário, fisicamente ativo com alto comportamento sedentário, fisicamente inativo com baixo comportamento sedentário e fisicamente inativo com alto comportamento sedentário. Teoricamente esse último grupo seria o mais susceptível ao excesso de peso e manifestação dos fatores de risco das doenças cardiometabólicas.

2.2.1. Avaliação do estilo de vida de adolescentes pela Análise de Classes Latentes.

A análise de classes latentes (LCA, *Latent Class Analysis*) é usada para identificar subgrupos, tipos ou categorias de indivíduos de uma população em estudo, permitindo a constatação de padrões de respostas com base em características observadas, relacionando-as a um conjunto de classes latentes (FLYNT, 2016). A variável latente, não é observada diretamente, mas sim mensurada indiretamente através de duas ou mais variáveis (COLLINS, LANZA, 2010) (Figura 2). A ACL possibilita trabalhar com tabelas de contingência grandes e complexas, ao criar uma única variável

latente com diferentes classes, a partir da observação de um conjunto de outras que são mensuradas.

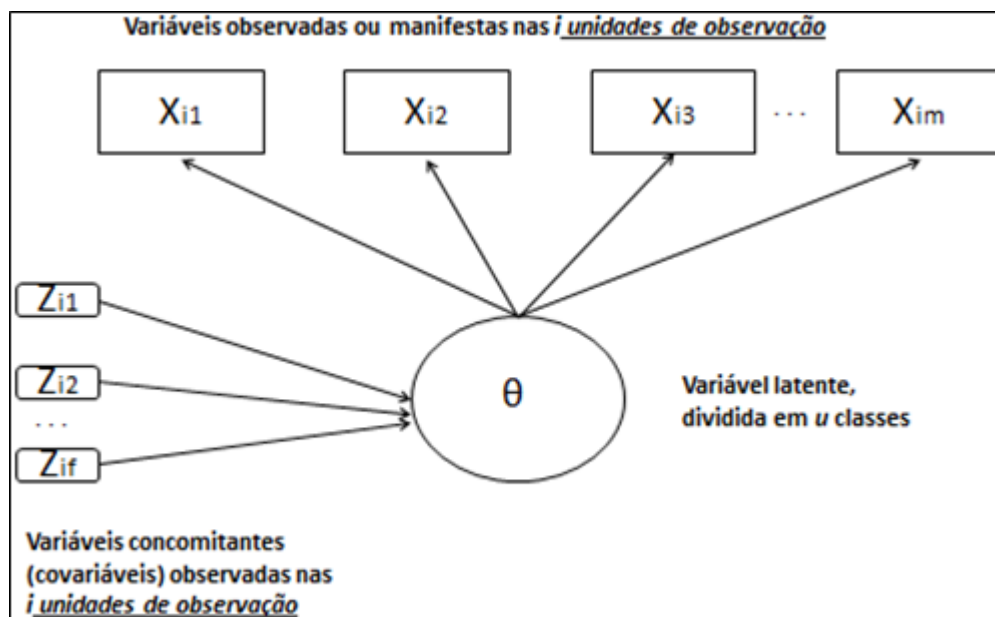


Figura 2: Esquema do modelo de Análise de Classes Latentes. Viçosa-MG, 2017.

Aplicações do modelo de classe latente são encontradas em diversas áreas da literatura, sendo utilizada para caracterizar fenômenos nas ciências sociais, do comportamento e saúde, que podem ser representados por modelos com distintos subgrupos, tipos, ou categorias de indivíduos (AMORIM, 2015).

Agregação ou a co-existência de grupos de pessoas que compartilham características semelhantes é um conceito que tem sido aplicado com sucesso para a compreensão das relações entre diferentes estilos de vida (PRONK et al., 2004; SCHUT et al., 2002). A lógica subjacente a um foco para o agrupamento decorre do reconhecimento de que as influências no estilo de vida são multivariada e interativa (LEECH et al., 2014). Por exemplo, a dieta, atividade física e comportamento sedentário podem combinar de maneiras complexas que têm um efeito acumulativo sobre o desenvolvimento de sobrepeso e obesidade (LEECH et al., 2014).

Percebe-se que uma das vantagens de utilizar a ACL para avaliar o estilo de vida é que ela não impõe um conceito pré-definido sobre o que é um comportamento saudável ou não, e, portanto, é uma abordagem mais centrada nas características dos indivíduos, que podem ser homogêneas ou heterogêneas, dependendo da estrutura real dos dados (FLYNT et al., 2016).

Por esta razão, sugere-se o uso deste método para compreender melhor as relações entre dieta, nível de atividade física e sedentarismo entre crianças e

adolescentes como um agrupamento de comportamentos insalubres associados com sobrepeso e obesidade (CAMERON et al., 2011). Isto pode ter implicações importantes para a saúde pública, pois mostram quais variáveis devem ser investigadas de forma simultânea e como os agrupamentos dos comportamentos obsogênicos podem ser usados para ajudar no desenvolvimento de iniciativas de prevenção do avanço do sobrepeso e suas co-morbididades.

Outra vantagem da realização da ACL é que ela pode ser desenvolvida no software estatístico R. Um ambiente livre para manipulação de dados, cálculo e visualização gráfica. É ao mesmo tempo um ambiente e uma linguagem de programação. R está disponível sob os termos da GNU *General Public License da Free Software Foundation* em forma de código fonte, sendo executado em uma ampla variedade de plataformas (Unix, FreeBSD, Linux, Windows, MacOS), podendo ser baixado em <http://www.r-project.Org>. Utiliza-se o pacote poLCA (LINZER, LEWIS, 2011), instalado na biblioteca do R, para avaliação de análise de classe latente usando variáveis categóricas dicotômica e politômicas.

2.3. Obesidade e fatores de risco para doenças cardiometabólicas durante a adolescência.

A obesidade é uma doença crônica caracterizada pelo acúmulo excessivo de gordura corporal em decorrência de um balanço energético positivo crônico, sendo sua etiologia associada à redução dos níveis de atividade física, comportamento sedentário e ingestão de alimentos de alta densidade energética (MORENO et al., 2014). É tratada como uma epidemia global e sua prevalência é crescente, tanto nos países desenvolvidos, quanto nos países em desenvolvimento (BALAKRISHNAN et al., 2014).

De acordo com a *Heart Disease and Stroke Statistics Update* em 2013, 23,9 milhões (31,8%) de crianças e adolescentes de 2 a 19 anos, no mundo, foram diagnosticadas com sobrepeso e 12,7 milhões (16,9%) com obesidade (BALAKRISHNAN, 2014). Um estudo realizado nos Estados Unidos pela *National Health and Nutrition Examination* mostrou que em adolescentes de 12 a 19 anos a prevalência de obesidade (> percentil 95, usando *US centre for Disease Control and Prevention*) em 2013 e 2014 era de 20,6% (IC95%, 16,2-25,6%), sendo 21,0% (IC

95%17,3-25,2) no sexo feminino e 20,1% (16,8-23,6%) no masculino (OGDEN et al., 2016).

No Brasil, entre os anos de 2005 a 2011, observou-se que a prevalência de sobrepeso e obesidade juntas foi 30% em crianças e adolescentes (FLORES et al., 2013). Resultado semelhante as prevalências de sobrepeso e obesidade encontrados por Araújo et al. (2010), 22% e 6%, respectivamente.

A obesidade nos adolescentes está associada a pressão arterial elevada e glicemia de jejum anormal (FLEGAL et al., 2013). O desequilíbrio energético que ocorre entre gasto e consumo de energia faz com que as concentrações de glicose e triglicerídeos aumentem na corrente sanguínea, este fator pode conduzir a hipertrofia e/ou hiperplasia dos adipócitos e diminuição da absorção de nutrientes, causando disfunção do tecido adiposo e uma variedade de complicações metabólicas (FERRANTI, MOZAFFARIAN, 2008).

O excesso de ácidos graxos livres manifesta-se age nas células, em parte, com a disfunção do retículo endoplasmático. Este estresse do retículo endoplasmático proporciona aumento da lipogênese, por alterar a regulação do colesterol circulante e das lipoproteínas-chave (FERRANTI, MOZAFFARIAN, 2008). O acúmulo de lipídeos e excessiva concentração de ácidos graxos livres estimulam a produção de TNF- α , que por sua vez atua sobre as *quinases c-Jun N-terminal* (JNK), que contribui para a resistência à insulina (RI) (Allisson et al., 2012; BALAGOPAL et al., 2011).

A RI é definida como um desequilíbrio entre a ação da insulina e seu funcionamento no metabolismo da glicose (WILCOX, 2005). A insulina é considerada um hormônio metabólico importantíssimo na regulação central da ingestão energética e adiposidade (BENATTI, LANCHÁ JUNIOR, 2007). Juntamente com a insulina, a leptina age na redução da ingestão alimentar e no aumento do gasto energético via ação nos neurônios hipotalâmicos, por isso, são denominadas “sinalizadoras de adiposidade corporal” (STOCKHORST et al., 2004).

A leptina é um peptídeo constituído por 146 aminoácidos, codificado pelo gene “*ob*”, sendo conhecida como “hormônio da saciedade” (GOMES et al., 2010; ZANGH et al., 1994). Uma de suas funções mais evidentes é ser um sinal aferente para o sistema nervoso central (SNC), atuando dentro de um *feedback* negativo, ao inibir a expressão de seu gene (GONZAGA et al., 2014; BENATTI, LANCHÁ JUNIOR, 2007). O excesso de peso favorece a hiperleptinemia, condição em que os receptores de leptina

ficam alterados ou com defeitos na barreira hemato-cefálica, causando uma resistência e deixando de regular o peso corporal e apetite (KOERNER et al., 2005).

Níveis elevados de ácido úrico também são associados com a obesidade, sendo explicado em parte, pelo fato da hiperinsulinemia diminuir a excreção renal de ácido úrico (CARDOSO et al. 2013). O ácido úrico é o produto final do catabolismo das purinas (adenina e guanina), sendo formado principalmente no fígado a partir da xantina pela ação da enzima xantina oxidase (MARION et al., 2011). Esta enzima, por sua vez, também é fundamental para o processo de adipogênese ao estimular a liberação do dinucleotídeo fosfato de nicotinamida-adenina (Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate - NADPH), necessário na síntese dos ácidos graxos (FEIG et al., 2008; CARDOSO et al., 2013).

Elevadas concentrações de ácido úrico podem causar gota, que é uma deposição de cristais de uratos monossódicos insolúveis nas articulações (MARION et al., 2011). Entretanto, além do envolvimento articular, dados epidemiológicos também sugerem sua associação com outros distúrbios metabólicos (CARDOSO et al., 2013; BARBOSA et al., 2011; GAGLIARDI et al., 2009; COUTINHO et al., 2007). A concentração elevada de ácido úrico pode afetar na biodisponibilidade do óxido nítrico (ON) endotelial (KHOSLA et al., 2005). Com isso, diminui-se a absorção de glicose no músculo esquelético, contribuindo assim, para o aumento da resistência à insulina (COUTINHO et al., 2007). Segundo Marion et al. (2011), em indivíduos obesos a hiperinsulinemia esteve associada com redução da excreção renal de ácido úrico. A falta de ON pode causar menor resposta vasodilatadora do sistema cardiovascular, ao estimular aumento da agregação plaquetária, proliferação de células musculares lisas e estimulação de respostas inflamatórias (MARION et al. 2011).

Percebe-se que as dislipidemias, pressão arterial, RI, hiperleptinemia e hiperurecemia podem estar relacionada com alterações inflamatórias e oxidativas nos adipócitos (FEIG et al., 2008; CARDOSO et al., 2013). A Figura 02, adaptada de Balagopal et al. (2011), apresenta um esquema geral dos fatores tradicionais e não tradicionais que podem causar a disfunção do tecido adiposo, por meio da hipertrofia e hiperplasia do adipócito. Consequentemente, o esquema retrata a ação do processo inflamatório no desenvolvimento das doenças cardiovasculares.

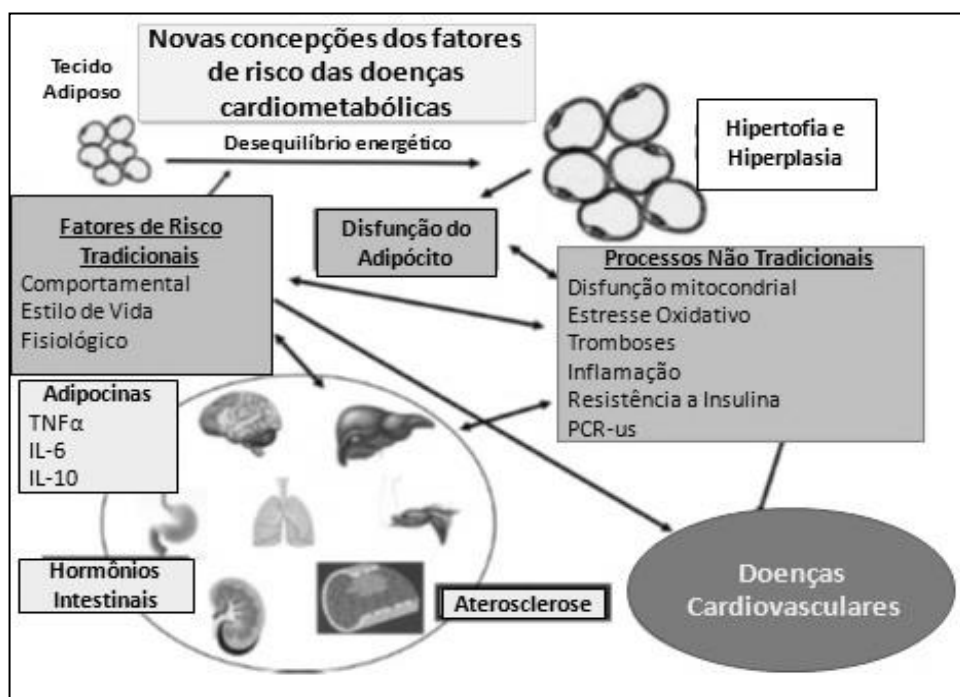


Figura 03: Esquema dos efeitos cardiometabólicos causados pela disfunção do tecido adiposo a partir do desequilíbrio energético.

TNF- α : fator de necrose tumoral α ; IL-6: interleucina 6; IL-10: interleucina 10; PCR-us: proteína C reativa ultrassensível.

Fonte: Adaptado de Balagopal et al (2011).

O excesso de gordura corporal proporciona disfunções metabólicas e ainda pode ativar o processo de inflamação subclínica. Essas condições, além de predispor o indivíduo à aterosclerose, o induzem a um fenótipo pró-inflamatório e pró-trombótico do endotélio (MAIS, SILVA, 2009). Por isso, há necessidade de verificar o desenvolvimento do processo de inflamação desde a adolescência para evitar o agravamento das doenças cardiometabólicas com o decorrer da idade.

2.4. Ação dos marcadores cardiometabólicos e processo inflamatório na adolescência.

As concentrações dos marcadores cardiometabólicos fornecem informações importantes sobre a inflamação e seus processos, como ativação das células vasculares, estresse oxidativo e recrutamento de leucócitos e macrófagos (LIBBY, 2006). Diversas células do organismo secretam estes marcadores cardiometabólicos, como, as células vasculares, os hepatócitos, os adipócitos e as células do sistema imune (KINLAY, SELWYN, 2003).

Entende-se por inflamação subclínica como uma resposta do sistema imune que ocorre quando o corpo detecta estímulos lesivos, podendo haver resposta

neuroendócrina, tais como febre, resposta sanguínea e correlação com fatores de alterações metabólicas (ALVES et al., 2013). Os marcadores associados com a inflamação podem ser divididos em categorias como: citocinas pró e anti-inflamatórias; adipocinas; chemocinas; marcadores de inflamação derivados de hepatócitos; marcadores de consequência da inflamação e enzimas (WU et al., 2012; MIRANDA et al., 2015).

No estudo de revisão realizado por Miranda et al. (2015) os marcadores que mostraram maior relação com os fatores de risco para as doenças cardiometabólicas foram interleucina 6 (IL-6), fator de necrose tumoral α (TNF- α), interleucina 10 (IL-10), proteína C reativa ultrasensível (PCR-us) e leptina (Quadro 2).

Quadro 2. Descrição dos marcadores cardiometabólicos que serão avaliados.

Marcadores Associados com a Inflamação	Descrição
Interleucina-6 (IL-6)	Citocina pró-inflamatória, envolvida no desenvolvimento da hiperinsulinemia e na Síndrome Metabólica, pois desempenha papel importante no metabolismo de carboidratos e lipídios por aumentar a lipólise, com inibição da lipase lipoprotéica (LPL) e aumento da liberação de ácidos graxos livres e glicerol, e redução da expressão do substrato do receptor de insulina-1 (IRS-1) e GLUT-4 nos tecidos muscular e hepático.
Fator de Necrose Tumoral- α (TNF- α)	Citocina pró-inflamatória que age no adipócito, desempenhando um papel no acúmulo de gordura corporal, pela inibição da lipogênese, com diminuição da expressão da LPL, do GLUT-4 e da acetil-CoA sintetase, bem como com aumento da lipólise. Em humanos obesos, há forte correlação inversa entre TNF- α e metabolismo da glicose.
Interleucina 10 (IL-10)	Citocina anti-inflamatória produzida pelas células T helpers, linfócitos T, linfócitos B, monócitos e macrófagos. Sua principal função é a regulação do sistema imune, pois inibe de maneira potente a expressão e/ou a produção de citocinas pró-inflamatórias.
Proteína C reativa ultrasensível (PCR-us)	Proteína de fase aguda, sintetizada pelo fígado e regulada por citocinas, predominantemente a IL-6 e TNF- α . Elevações modestas dos níveis de PCR estão também presentes em situações crônicas inflamatórias, como a aterosclerose, e seus níveis aproximadamente triplicam na presença de risco de doenças vasculares periféricas.
Leptina	Uma molécula-chave na regulação do peso corporal e balanço de energia, visto que ela regula o apetite e o gasto de energia via sistema nervoso central.

GLUT-4: Transportador de glicose tipo 4; LPL: lipase lipoproteica (MIRANDA et al., 2015).

Para Paoletti et al. (2006) o componente inflamatório da aterogênese é reconhecido cada vez mais ao longo da última década. Esses autores ressaltaram que o processo de inflamação participa de todos os estágios da aterosclerose, não só durante a iniciação e evolução das lesões, mas também com a precipitação de complicações trombóticas agudas. As células endoteliais desempenham funções fisiológicas na

O aumento nas concentrações plasmáticas de ácidos graxos livres causa redução na atividade da enzima óxido nítrico sintetase endotelial e consequentemente diminuição do óxido nítrico, aumentando a concentração de ânion superóxido pelo endotélio, o que pode lesionar a parede endotelial (MASI, SILVA, 2009).

A secreção de moléculas de adesão é regulada por citocinas sintetizadas em pequenas concentrações pelo endotélio arterial (TOKGÖZOĞLU, 2009), e na vigência de disfunção endotelial, as concentrações destas citocinas se elevam, estimulando a produção de moléculas de adesão, o que favorece ainda mais o recrutamento e adesão de monócitos na superfície endotelial (SANTOS et al., 2008).

As moléculas de adesão podem promover lesão endotelial por diminuição da distância entre monócitos e células endoteliais, além de facilitar o ataque de espécies reativas do oxigênio, como ânion superóxido, peróxido de hidrogênio e radicais hidroxilas originados por monócitos ativos (VOLP et al., 2008, DOD et al., 2010). A proteína quimiotática de monócito (MCP-1) juntamente com a interleucina-1 (IL-1) e interleucina-8 (IL-8), atrai para o foco inflamatório monócitos e neutrófilos, os quais secretam outras citocinas, incluindo o fator de necrose tumoral α (TNF- α) e outros fatores quimiotáticos, que retroalimentam o processo inflamatório (SANTOS et al., 2008, TOKGÖZOĞLU, 2009).

Após a agressão na parede endotelial, aumenta-se o fluxo sanguíneo, da permeabilidade vascular, maior recrutamento de leucócitos para o foco da lesão e, consequentemente, liberação de marcadores cardiometabólicos como resposta de fase aguda (VOLP et al. 2008; WU et al., 2012). O fígado é o alvo principal dos marcadores inflamatórios, suprindo os metabólitos essenciais para a resposta de estresse e os componentes necessários para a defesa de primeira linha no sítio de inflamação (KINLAY, SELWYN, 2003).

A proteína C reativa (PCR) é considerada a principal proteína de fase aguda sintetizada pelo fígado, sendo regulada por citocinas pró-inflamatórias, como por exemplo, a interleucina-6 e TNF- α . Uma de suas funções mais importante é a capacidade de ligar-se aos componentes da membrana celular, formando complexos que ativam liberação de opsoninas e eventual fagocitose e remoção dessas das citocinas pró-inflamatórias da circulação, causando deleção das parede do endotélio e formação da placa de ateroma (SANTOS et al., 2008). O desenvolvimento de dosagens de PCR-us pode ser considerado um instrumento na predição de um possível evento vascular, pois sua habilidade para prever futuras doenças cardiovasculares (LOVELY et al., 2013).

A inflamação tem papel potencial no início, na progressão e na desestabilização das placas de ateroma. Assim que os macrófagos se infiltram na parede vascular, elaboram citocinas que modulam a migração, a proliferação e a função de células inflamatórias (KASAPIS, THOMPSON, 2005). A compreensão da distribuição e implicações de tais fatores de risco entre os adolescentes é de interesse para a prevenção de futuras doenças. Como já citado anteriormente, a obesidade em crianças e adolescentes pode desencadear processo inflamatório, início de aterosclerose e outras doenças cardiovasculares como o diabetes, disfunção endotelial e também outras doenças cardiometabólicas.

Importante destacar que dois artigos referente à manifestação dos marcadores inflamatórios em adolescentes já foram publicados, um de revisão crítica (MIRANDA et al., 2015) e outro de revisão sistemática (MIRANDA et al., 2016). Ambos os artigos destacaram principalmente que estilo de vida mais ativo e menos sedentário foram importantes fatores na redução das concentrações de proteína C reativa, IL-6 e TNF- α ; principalmente em adolescentes com excesso de peso. Em 66% dos artigos avaliados observou-se que a atividade física, exercício físico e/ou comportamento sedentário influenciaram ou se relacionaram com a concentração de marcadores inflamatórios nos adolescentes.

2.5. Efeito da obesidade e das disfunções metabólicas na composição da microbiota intestinal.

Além das doenças cardiometabólicas e do processo inflamatório, o excesso de tecido adiposo está relacionado aos níveis plasmáticos de lipopolissacarídeos, níveis de insulina, leptina e também com a alteração da microbiota intestinal (TEIXEIRA et al., 2013). No entanto, a relação e o mecanismo que explicam as alterações na microbiota intestinal pela obesidade e outras desordens ainda não estão claros (CANI, EVERARD, 2015).

O trato-gastrointestinal (TGI) do ser humano é colonizado por milhares de bactérias responsáveis pela homeostase do organismo. Os primeiros colonizadores do TGI são caracterizados como anaeróbios facultativos, como por exemplo, bactérias do filo Proteobactérias. Entre o primeiro e o segundo ano de vida da criança, a microbiota intestinal atinge seu estabelecimento e mantém o perfil de bactérias ao longo da vida adulta (SOMMER; BÄCKHED, 2013). No total, a microbiota intestinal “normal”

humana consiste em mais que 1000 espécies de bactérias (CLEMENTE et al., 2012; HUMAN MICROBIOME PROJECT CONSORTIUM, 2012). Cerca de 97% das bactérias são anaeróbicas e os 3% restantes anaeróbicas facultativas (GRZESKOWIAK, 2011, CLEMENTE et al., 2012).

Calcula-se que, na microbiota intestinal, existam cerca de mil espécies, distribuídas em mais de 50 diferentes filos. Estudos de metagenômica indicam que, na microbiota humana, haja cerca de 3,3 milhões de diferentes genes, 150 vezes mais que o genoma humano (MORAES et al., 2014; CLEMENTE et al., 2012). Na maioria dos indivíduos, entre 80 dos 90% dos filotipos das bactérias no trato gastrointestinal são membros dos filos Bacteroidetes com gêneros *Bacteroidetes* e *Prevotella*; Firmicutes com gêneros *Clostridium*, *Enterococcus*, *Lactobacillos* e *Ruminococcus*; Actinobactéria com genes de *Bifidobacterium* e Proteobactéria, com os gêneros *Helicobactéria* e *Escherichia* (GRZESKOWIAK, 2011). Considera-se saudável a microbiota em que há até 5% de *Bifidobactérias* e *Lactobacilos* (HUMAN MICROBIOME PROJECT CONSORTIUM, 2012).

O número de bactérias, bem como sua composição varia com a parte do TGI e concomitantemente, com a idade, sexo, país, e estado de saúde do hospedeiro. A Tabela 1 mostra que a maioria das bactérias localizadas no colón formam um ecossistema complexo e dinâmico. O TGI é revestido por células epiteliais e mucos que formam uma barreira entre o ambiente interno e externo do organismo humano além de fornecer os nutrientes necessários para a sobrevivência das bactérias comensais (GRZESKOWIAK, 2011).

Tabela 1 – Composição da microbiota intestinal no trato gastrointestinal do ser humano.

Gêneros bacterianos predominantes (unidades formadoras de colônias/mL ou /g)		
Estômago e Duodeno	Jejuno e íleo	Cólon
$10^1 - 10^3$	$10^4 - 10^8$	$10^{10} - 10^{12}$
<i>Lactobacilos</i>	<i>Lactobacilos</i>	<i>Bacteróides</i>
<i>Streptococco</i>	<i>Enterobactéria</i>	<i>Bifidobactéria</i>
<i>Leveduras</i>	<i>Bacteróides</i>	<i>Fusobactéria</i>
	<i>Bifidobactéria</i>	<i>Streptococco</i>
	<i>Fusobactéria</i>	<i>Clostridium</i>
		<i>Veilonella</i>
		<i>Proteus</i>
		<i>Estafilococco</i>
		<i>Pseudomonas</i>
		<i>Leveduras</i>
		Protozoas

Adaptado de Morais e Jacob (2006).

A microbiota intestinal contribui para a modulação da fisiologia do hospedeiro e constitui-se um alvo no controle ou descontrole da obesidade e das desordens metabólicas (DELZENNE et al., 2011). Também pode contribuir com o consumo energético devido ao aumento da extração energética da dieta que ocorre pela hidrólise e fermentação de polissacarídeos não digeríveis (DELZENNE et al., 2011). Algumas bactérias da microbiota intestinal têm a capacidade de utilizar esses polissacarídeos como substrato energético, produzindo monossacarídeos e ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) (LIN et al., 2012). Estima-se que os AGCC contribuem em até 10% para o gasto energético basal (SHEN; OBIN; ZHAO, 2013).

Uma das atividades importantes da microbiota do intestino grosso é digerir substratos, tais como amido resistente e fibra dietética, que não são completamente hidrolisadas por enzimas hospedeiras no intestino delgado (TOPPING et al., 2001). Os ácidos graxos orgânicos (acetato, propionato e butirato), por conseguinte, são produtos da fermentação microbiana destes carboidratos, com importantes implicações no metabolismo (SCHWIERTZ et al., 2010). Ao ser absorvido pelo intestino, o ácido butírico fornece energia para o epitélio colônico (aproximadamente 60% a 70%), além de auxiliar na manutenção da barreira intestinal, desempenhando função anti-inflamatória (LOUIS, FLINT, 2009). Possivelmente, a concentração de butirato

encontrado nas fezes é aquela não absorvida pelo organismo e que vai deixar de exercer importantes funções que auxiliam no metabolismo do hospedeiro.

A microbiota intestinal e a concentração dos ácidos acético, propiônico e butírico estão diretamente envolvidos no processo de armazenamento de energia, glicogênese e lipogênese. Este, por sua vez, pode ocorrer por três vias (MORAES et al., 2014; CANI, DELZENNE, 2009) (Figura 5):

1 – Ao promover lipogênese hepática a partir da absorção de monossacarídeos e extração de energia de alimentos que não são digeríveis, pela fermentação dos AGCC. Este processo é estimulado pela da lipase lipoproteína (LPL) via a supressão da expressão intestinal de um inibidor de LPL, o *Fasting Induced Adipose Factor* (FIAF - fator adipocitário induzido pelo jejum) (MORAES et al., 2014). Quando o FIAF é suprimido pela ação da microbiota intestinal, há aumento da atividade da LPL que determina a maior absorção de ácidos graxos e acúmulo de triglicerídeos nos adipócitos.

2 – O segundo mecanismo proposto envolve a inibição da via da 5'-monofosfato-adenosina proteína quinase (AMP-Q), enzima ativada pela adenosina monofosfato (AMP), que regula o metabolismo energético celular. Quando inibida, essa enzima ativa processos anabólicos e bloqueia catabólicos. Há evidências de que a AMP-Q desempenhe importante papel na regulação do metabolismo de ácidos graxos e da glicose, assim como na regulação do apetite (BÄCKHED et al., 2007). A presença da microbiota suprime a oxidação de ácidos graxos muscular via mecanismos que envolvem a inibição da AMP-Q e, portanto, favorecem a adiposidade corporal e a geração de resistência à insulina (CANI, DELZENNE, 2009).

3 - O terceiro mecanismo diz respeito à sensibilidade do epitélio intestinal a produtos bacterianos. A microbiota intestinal pode exercer impacto no comportamento alimentar e no sistema nervoso central (SNC) ao influenciar a regulação central do apetite e saciedade, via ação dos AGCC (MUCCIOLI et al., 2010). Estes ácidos orgânicos possuem a capacidade de se ligarem aos receptores acoplados a proteína G (GPCRs): Gpr41 e Gpr43, os quais, atualmente, têm sido denominados de receptores de ácidos graxos livres (*free fatty acids receptors* – FFAR), FFAR2 e FFAR3, respectivamente (MORAES et al., 2014). Tais receptores são expressos pelas células do epitélio intestinal, em células enteroendócrinas L, produtoras do peptídeo YY (PYY), hormônio que age inibindo a secreção gástrica, esvaziamento gástrico, contração da vesícula biliar e reduz o tempo de trânsito gastrointestinal. Dessa forma, ao serem ativados pelos AGCC, esses receptores aumentam a produção de PYY, fator que favorece a redução da

motilidade intestinal e propicia maior absorção de nutrientes do lúmen intestinal e lipogênese no fígado (CANI, DELZENNE, 2009).

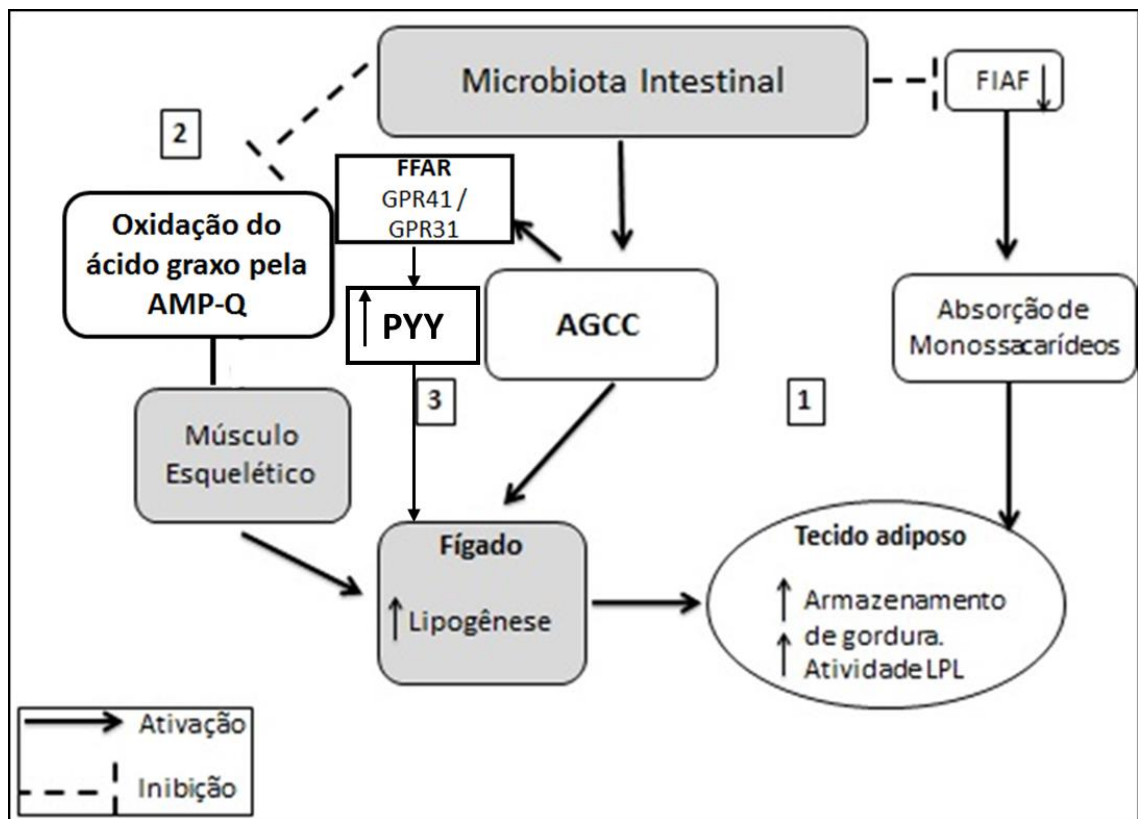


Figura 5: Microbiota intestinal na captação de energia. Esquema adaptado de Cani e Delzenne (2009).

LPL: Lipase Lipoproteica; FIAF: *Fasting Induced Adipose* (fator adipocitário de jejum); AMP-Q: 5'-monofosfato-adenosina proteína quinase; FFAR: *free fatty acids receptors* (receptores de ácidos graxos livres); PYY: peptídeo YY.

O estado nutricional, dietas baseadas na alta ingestão de gorduras poli-insaturadas, proteínas e baixa ingestão de carboidratos podem alterar a composição e atividade do intestino grosso e, conseqüentemente, a composição da microbiota intestinal, interferindo na modulação da permeabilidade intestinal (DUNCAN et al., 2007, SANTACRUZ et al., 2009). Cani e Delzenne (2009) afirmaram que a disbiose da microbiota intestinal durante a obesidade tem apontado para menores concentrações de bifidobactérias. Entende-se por disbiose como o desequilíbrio da microbiota intestinal, em que há mudanças na proporção e/ou nível de filos bacterianos predominantes, sendo caracterizada pela diminuição de Bacteroidetes e aumento de Firmicutes (ALONSO; GUARNER, 2013). Esta alteração a abundância da microbiota intestinal também pode ser observada pela diferença na concentração de grupos específicos de bactérias como,

Bifidobacterium, *Akkermansia*, *Lactobacillus* e *Clostridium* em sujeitos com maior peso corporal em relação aos eutróficos (TEIXEIRA et al., 2013).

Outro fatores relacionados como o excesso de peso, como as dislipidemias, resistência à insulina e até mesmo o nível de atividade física podem estar associados com a abundância dos filos e espécies da microbiota intestinal (CANI, EVERARD, 2015). Estudo controlado empregando modelo animal, realizado por Queipo-Ortuño et al. (2013), avaliou quarenta ratos machos em cinco grupos de acordo com a restrição alimentar e com a prática de atividade física e associação com os níveis séricos de leptina e grelina. Os resultados mostraram que ratos que fizeram deixaram de fazer refeições aumentaram significativamente os grupos de *Proteobacteria*, *Bacteroides*, *Clostridium*, *Enterococcus*, *Prevotella* e *Methanobrevibacter smithii* e diminuíram os grupos de *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *B. coccoides-E. rectale*, *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*. Também foi observado um aumento significativo no número de *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, e *B. coccoides*, *E. rectale* no grupo que realizou exercício em relação ao grupo em repouso.

No esquema apresentado por Cani e Delzenne (2009) mostra a relação entre dieta hiperlipídica e a composição da microbiota intestinal: 1 – O aumento da ingestão da dieta hiperlipídica diminui a concentração de *Bifidobacterium* spp. 2 - Isso contribui com aumento da permeabilidade intestinal e consequentemente, aumento dos níveis plasmáticos de lipopolissacarídeos. 3 – Este processo de endotoxemia metabólica promove um estado inflamatório e várias desordens metabólicas correlacionadas (obesidade, resistência à insulina, diabetes, estresse oxidativo e esteatose). 4 - O aumento da produção endógena de *Glucagon-like peptide-2* (GLP-2) é um fator protetor, pois restaura a função da barreira intestinal (Figura 6).

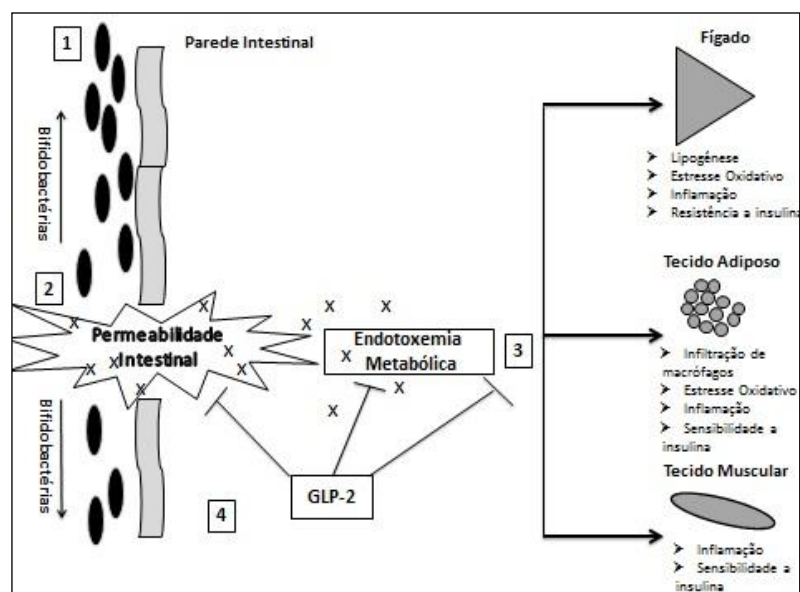


Figura 6 – Relação entre grupos de *Bifidobacterium* spp., permeabilidade intestinal e disfunções metabólicas. Esquema adaptado de Cani e Delzene (2009).
GLP-2: *Glucagon-like peptide-2*.

Pesquisas apontam que o número de espécies de microbiota intestinal estão associadas aos níveis plasmáticos de lipopolissacarídeos (LPS), níveis de insulina e com os níveis de hormônios que controlam a saciedade como leptina e grelina (CANI; DELZENE, 2009; TEIXEIRA et al., 2013; QUEIPO-ORTUÑO et al., 2013). Percebe-se que a obesidade e a resistência à insulina podem estar relacionadas com o processo de inflamação crônica por meio da liberação de citocinas pró-inflamatórias e também alteração na composição da microbiota intestinal.

A parede celular externa das bactérias gram-negativas são compostas por moléculas de LPS, que funcionam como antígenos, ao estimularem resposta imune do hospedeiro pela ativação dos receptores *Toll-Like* (TLR) (MORAES et al 2014; TEIXEIRA et al., 2013). Em camundongos obesos, constatou-se que distúrbios da permeabilidade intestinal se relaciona com maiores concentrações de LPS (CANI et al., 2008).

A entrada dos LPS na corrente sanguínea pode ocorrer concomitantes ao desenvolvimento da resistência à insulina, hiperleptinemia e liberação de citocinas pró-inflamatórias (Queipon-Ortunõ et al., 2013; LASSENIUS et al., 2011).

Teixeira et al. (2014) destacaram que o TNF- α , um marcador cardiometabólico, pode romper a estrutura das *tight junctions* (TJ) por meio de mudanças na composição lipídica e substituição de ácidos graxos de fosfolipídios em seus microdomínios. Assim, o TNF- α modula a fosforilação da cadeia leve reguladora de miosina 2 (CLM-2), por meio da regulação positiva CLM-2 quinase, que envolve na função da barreira intestinal, fator que contribui para o aumento do espaço entre as células epiteliais do intestino.

No entanto, a descoberta dos fatores que influenciam na interação entre bactérias específicas ou fatores dietéticos e metabolismo são bastante limitados. A interação das bactérias do TGI de seres humanos com sobrepeso ou obesidade ainda permanece controversa na literatura (CANI, EVERARD, 2015). Ainda mais, poucas as informações conclusivas e específicas sobre a composição da microbiota intestinal de adolescentes, bem como, dos dos ácidos orgânicos liberados por ela (AGANS et al., 2011). Mais estudos avaliando os filos e espécies da microbiota intestinal poderão esclarecer sobre a relação que existe entre o microbioma intestinal de populações específicas com o metabolismo do hospedeiro, obesidade e desordens metabólicas.

2.6. Avaliação da imagem corporal relacionada com a composição corporal e o estilo de vida de adolescentes do sexo feminino.

A adolescência é uma fase da vida na qual a relação com a imagem corporal pode ser mais complicada devido às alterações repentinas que ocorrem com o corpo, principalmente àquelas relacionadas ao aumento do peso em virtude do excesso de gordura corporal (MIRANDA et al., 2014a).

Sabe-se que é fisiológico aumentar o peso corporal durante o início da puberdade para suprir as necessidades energéticas do processo de maturação sexual e somática (MIRWALD et al., 2002; CLEMENTE et al., 2011; MIRANDA et al., 2014b). Porém, muitos adolescentes por adotarem um estilo de vida mais sedentário e com maior ingestão de alimentos energéticos acabam excedendo seu índice de massa corporal (IMC) e a concentração de gordura corporal, fatores estes que podem deixá-los mais insatisfeitos com sua aparência física.

O desejo de ser magro e a rejeição social ao excesso de peso podem desencadear uma distorção e grave insatisfação com o corpo, principalmente entre adolescentes do sexo feminino (MIRANDA et al., 2014a). O excesso de peso pode desencadear autoestima baixa pelo fato da adolescente não possuir um tipo corporal que é divulgado

pela mídia e ela julga ser considerado ideal. No geral, o sexo feminino é mais influenciado por fatores sociocultural, psicológico e biológico a alcançar a forma física desejada (PELEGRINE et al., 2014).

A imagem corporal hoje é reconhecida como a forma que as pessoas experimentam seu próprio corpo, suas características em relação à aparência física, competências funcionais e integridade biológica (CASH, 2012). O conceito de imagem corporal é multifatorial, sustentado por duas dimensões principais: perceptiva e atitudinal. A parte perceptiva integra componentes relacionados tanto a aparência física, quanto a representação mental do tamanho, forma física e características faciais. Já a atitudinal, engloba os sentimentos, aspectos cognitivos e comportamentais relacionados com a avaliação da imagem corporal (CASH, SMOLAK, 2011; LAUS et al., 2014).

Os distúrbios com a imagem corporal são alterações graves e persistentes aos componentes perceptivo e atitudinal, podendo trazer sofrimento e/ou prejuízos sociais, físicos e emocionais. O distúrbio no componente perceptivo da imagem corporal é uma distorção grave e persistente entre a forma como se percebe e a forma física real do indivíduo (GARDNER, 2011). Segundo Smolak (2004), esta distorção pode ser com o corpo todo ou então com apenas parte dele. Em relação à dimensão atitudinal a insatisfação corporal é um dos distúrbios mais comuns da imagem corporal (PELEGRINE et al., 2014). Esse sentimento pode se comportar de forma avaliativa por meio da diferença entre o tamanho corporal real e ideal, e também, de modo afetivo, relacionado aos sentimentos envolvidos na avaliação da imagem corporal.

Na tentativa de elaborar um modelo que explicasse hipoteticamente os fatores ligados à imagem corporal que pudesse desencadear os transtornos alimentares, Thompson (1998) propôs o *Tripartite Influence Model*. Esse modelo baseia-se na explicação da influência que a família, amigos e a mídia possuem na adoção de comportamentos em relação à aparência física. De acordo com a Figura 06, evidencia-se que os três fatores influenciam na construção da imagem corporal por meio de dois mecanismos principais: a comparação da aparência e a internalização do ideal de magreza. Comportamentos mais característicos e observados quando se avalia a imagem corporal de adolescentes do sexo feminino.

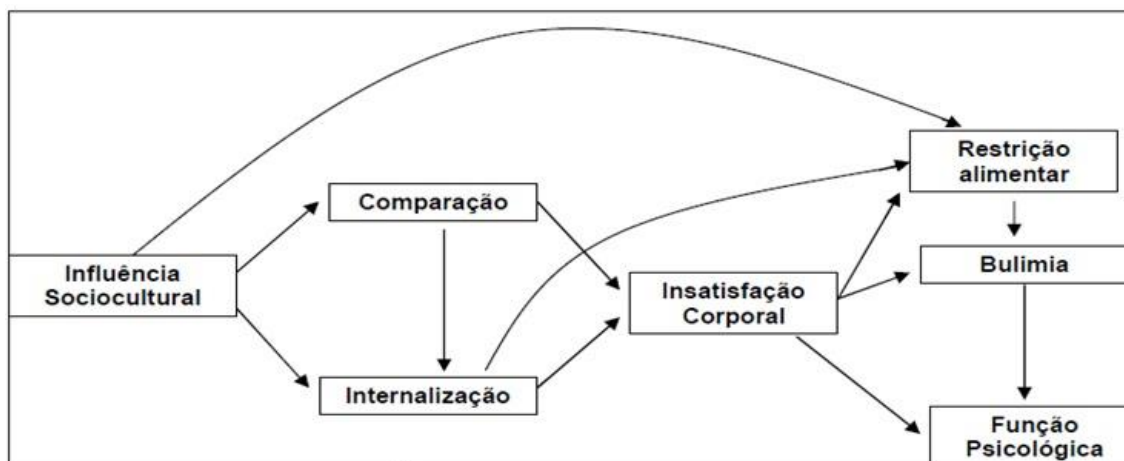


Figura 7: *Tripartite Influence Model*.

Fonte: Adaptado por Kerry et al. (2004).

A busca exacerbada pelo corpo ideal pode levar os adolescentes a adotarem comportamentos que prejudicam sua saúde, como o uso de diuréticos e laxantes, além da realização de dietas inadequadas, muitas vezes associada à realização de exercícios físicos em excesso (PELEGRINI et al., 2014). Tais comportamentos podem progredir conduzindo ao desenvolvimento de transtornos alimentares, como a anorexia e bulimia (FAHART, 2015; ALVARENGA, SCAGLIUSI, PHILIPPI, 2011).

A prática de atividade física (AF) regular pode ser uma estratégia para intervir na insatisfação corporal excessiva, pois pode propiciar modificações na composição corporal, aprimoramento da simetria do corpo e efeito positivo sobre aspectos psicológicos, como aumento da autoestima, redução do estresse e ansiedade (GONÇALVES et al., 2012). Porém, a AF é considerada um comportamento, sendo assim, sua análise e mensuração se torna complexa pelo fato da aderência e permanência na prática dependerem da interação de fatores ambientais e individuais. Contudo, percebe-se a importância de se avaliar os efeitos de um estilo de vida mais ativo na imagem corporal de adolescentes do sexo feminino.

3) JUSTIFICATIVA

Na atualidade, muitos adolescentes passam várias horas executando atividades sedentárias, praticando atividades que envolvem gasto energético reduzido, tais como assistir televisão, jogar vídeo game ou usar o computador (DIAS et al., 2014; MORENO et al., 2014). Com o avançar da idade os adolescentes tendem a se tornarem menos fisicamente ativos, sendo este comportamento mais evidente em adolescentes do sexo feminino, seja por rejeição à prática de atividade física, ou por questões socioculturais (FARIAS JUNIOR et al., 2008).

O aumento do comportamento sedentário pode ser um dos fatores para o excesso de peso e manifestação dos fatores de risco cardiometabólicos. Os custos do tratamento contra obesidade e doenças correlacionadas podem corresponder de 2% a 8% do gasto total com a saúde nos países industrializados e também no Brasil (ENES; SLATER, 2010). Segundo Bahia et al. (2012), o custo anual total de doenças relacionadas ao sobrepeso e à obesidade no Brasil é da ordem de US\$ 2,1 bilhões, sendo 10% atribuíveis aos dois fatores. E de acordo com Oliveira (2013), os custos atribuíveis à obesidade totalizaram R\$ 487,98 milhões em 2011 no Brasil, representando 1,9% dos gastos com assistência à saúde de média e alta complexidade.

Medidas não farmacológicas como, incentivar o adolescente a aderir um estilo de vida mais ativo, com educação alimentar e nutricional pode ser menos onerante aos recursos públicos e mais eficientes contra a obesidade e suas consequências prejudiciais à saúde. Porém, muitos estudos que avaliam o efeito da AF nos adolescentes são realizados com amostras pequenas, apenas com indivíduos com sobrepeso ou obesos, não descrevendo qual componente da AF (intensidade, frequência, duração e finalidade/tipo) apresenta maior influência nos fatores de risco cardiometabólicos (MIRANDA et al., 2015; BUCHAN et al., 2011; WANG et al., 2011).

As concentrações séricas de marcadores cardiometabólicos fornecem informações importantes sobre a inflamação e seus processos, como ativação das células vasculares, estresse oxidativo e recrutamento de leucócitos e macrófagos (KINLAY, SELWYN, 2003). O comportamento de células do sangue periférico envolvidas na inflamação pode ser um preditor das doenças isquêmicas cerebrovasculares e doenças arteriais periféricas (LOVELY et al., 2013).

Em relação à microbiota intestinal, a obesidade pode ocasionar alteração em sua composição e causar desequilíbrio nos tipos de bactérias que colonizam o TGI do hospedeiro (TEIXEIRA et al., 2013a). O conhecimento da importância da microbiota

intestinal como um mecanismo ativo de controle de processos infecciosos e da modulação da resposta imunológica estimula a procura por medidas de tratamento e prevenção de doenças baseadas na restauração da microbiota intestinal ideal (CHEN; WALKER, 2005; CANI; AMANDINE, 2015).

O excesso de peso é uma das condições de saúde mais estigmatizadas da sociedade contemporânea, principalmente entre os adolescentes (LEWIS et al., 2010; FAHART, 2015). A insatisfação com a aparência física é um dos sentimentos negativos mais comuns em adolescentes do sexo feminino, mesmo naquelas com estado nutricional adequado (MIRANDA et al., 2014a). Estudos atuais mostram falhas metodológicas na avaliação da imagem corporal do adolescente (LAUS et al., 2014; PELEGRINE et al., 2014). Muitos dos instrumentos utilizados não possuem validação psicométrica e/ou validação transcultural específica para adolescentes. Outro fator importante é a inclusão de medidas de avaliação da composição corporal, além do IMC, que possam associar-se com diferentes componentes da imagem.

A avaliação do estilo de vida dos adolescentes pela ACL, envolvendo a interação de atitudes praticadas cotidianamente, em relação à diferentes desfechos associados à saúde pode proporcionar a elaboração de trabalhos educacionais envolvendo adoção de comportamentos habituais importantes no desenvolvimento físico e psicológico. Com isso, educadores e profissionais da área de saúde poderão criar e propor medidas preventivas eficientes que possam auxiliar no controle do estado nutricional e da inatividade física e das atividades sedentárias, e assim, amenizar ação dos fatores de riscos para as doenças metabólicas e distúrbios da imagem corporal, que podem se manifestar durante à adolescência.

4) OBJETIVOS

4.1. Objetivo Geral

Avaliar a associação do estilo de vida e composição corporal com os fatores de risco para doenças cardiometabólicas, microbiota intestinal e imagem corporal de adolescentes do sexo feminino.

4.2. Objetivos Específicos

- Avaliar o estilo de vida de adolescentes do sexo feminino, verificando as interações de distintos comportamentos, utilizando o modelo de análise de classes latentes.
- Verificar associação do estilo de vida e composição corporal com os fatores de risco para doenças cardiometabólicas em adolescentes do sexo feminino.
- Avaliar a microbiota intestinal e a concentração de AGCC em adolescentes do sexo feminino, bem como, a relação com a composição corporal e marcadores cardiometabólicos.
- Avaliar diferentes aspectos da imagem corporal e a associação com estilo de vida e composição corporal em adolescentes do sexo feminino.

5) METODOLOGIA

5.1. Delineamento do estudo

Estudo transversal, descritivo e analítico (KLEIN; BLOCK, 2009).

5.2. Casuística

A pesquisa foi realizada com adolescentes de 14 a 19 anos do sexo feminino, residentes da área urbana de Viçosa-MG. O projeto de pesquisa teve como alvo as escolares regularmente matriculadas nos anos letivos de 2014 e 2015. As escolas foram informadas sobre a realização do estudo e, somente depois do consentimento, houve contato com as alunas para explicação mais detalhada das avaliações.

Neste contato, as alunas ficaram cientes dos procedimentos da pesquisa, sendo entregue o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o Termo de Assentimento (TA). O primeiro foi assinado pelo responsável e obrigatoriamente entregue para participação do estudo, sendo o segundo assinado pela própria adolescente. A participação foi voluntária, podendo a participante abandonar a pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo. O presente estudo seguiu a legislação brasileira quantos aos aspectos éticos, de acordo com a resolução do Conselho Nacional de Saúde 466/12, aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisa com seres humanos (CEP) da UFV (**Anexo 1**).

5.3 Seleção da amostra

A seleção amostral foi proporcional ao tamanho do conglomerado, com acréscimo do efeito de desenho estimado em 1.1, para corrigir a variância na amostragem utilizada para representar a população escolhida. As escolas públicas que ofereciam ensino médio foram consultadas para informar o número de alunas com idade entre 14 a 19 anos. No ano de 2014 o número de escolares referentes a faixa etária do estudo matriculadas foi de 1657 estudantes.

A partir dessa informação, o tamanho amostral foi calculado no programa StatCalc, do software EpiInfoTM, versão 7.2.0.1 (Georgia, Estados Unidos). Foram selecionadas duas escolas com o maior contingente de adolescentes do sexo feminino na faixa etária pré-determinada para a seleção da amostra.

O cálculo do tamanho amostral considerou nível de confiança de 95%, prevalência de 50% em relação às variáveis manifestas analisadas e erro máximo

admissível 5%. O resultado apresentado para o tamanho da amostra foi de 344 indivíduos, mais o adicional de 20% para cobrir possíveis perdas; verificou-se quantidade mínima de 413 estudantes.

5.4 Critérios de inclusão

- ✓ Adolescente do sexo feminino com idade entre 14 a 19 anos;
- ✓ Já ter apresentado menarca no mínimo há um ano;
- ✓ Aceitar participar da pesquisa, atestado por meio da assinatura dos termos de Assentimento e TCLE, assinado por elas e pelo responsável, respectivamente.
- ✓ Não ter feito uso regular de medicamentos que alterem a pressão arterial, a glicemia, insulinemia ou o metabolismo lipídico;
- ✓ Não ter relatado infecções e/ou inflamações agudas e doenças crônicas não transmissíveis;
- ✓ Não ter usado de anticoncepcional recente (menos de 2 meses).
- ✓ Não estar passando por período gestacional;
- ✓ Não estar participando de programa de redução e controle de peso;
- ✓ Não fazer uso regular de diuréticos/laxantes, marca-passo ou próteses nos membros inferiores que possa interferir no deslocamento;
- ✓ Não estar fazendo suplementação de probióticos e/ou outros tipos de produtos fermentados.
- ✓ Não estar fazendo uso de antibiótico nos últimos 3 meses.

5.5 Procedimento de coleta de dados

A coleta de dados foi realizada nas escolas e na Divisão de Saúde da UFV. As medidas antropométricas foram realizadas por uma avaliadora do sexo feminino, estudante de nutrição e bolsista de iniciação científica do projeto, sendo previamente treinada durante a realização do estudo piloto com mais de 100 medidas de cada dobra cutânea e perímetro aferido.

A seleção por uma avaliadora do sexo feminino foi intencional, visando deixar as voluntárias mais a vontade e menos constrangida durante a avaliação das medidas corporais. Somente esta avaliadora realizou todas as medidas, sendo as informações registradas em um relatório individual (**Apêndice 1**).

Os procedimentos de elaboração do projeto de pesquisa, processo de coletas de dados e de preparação da tese de doutorado estão representados no fluxograma (Figura 8) em 6 etapas. Posteriormente todas as etapas serão detalhadas para maior explicação dos procedimentos adotados durante a coleta de dados.

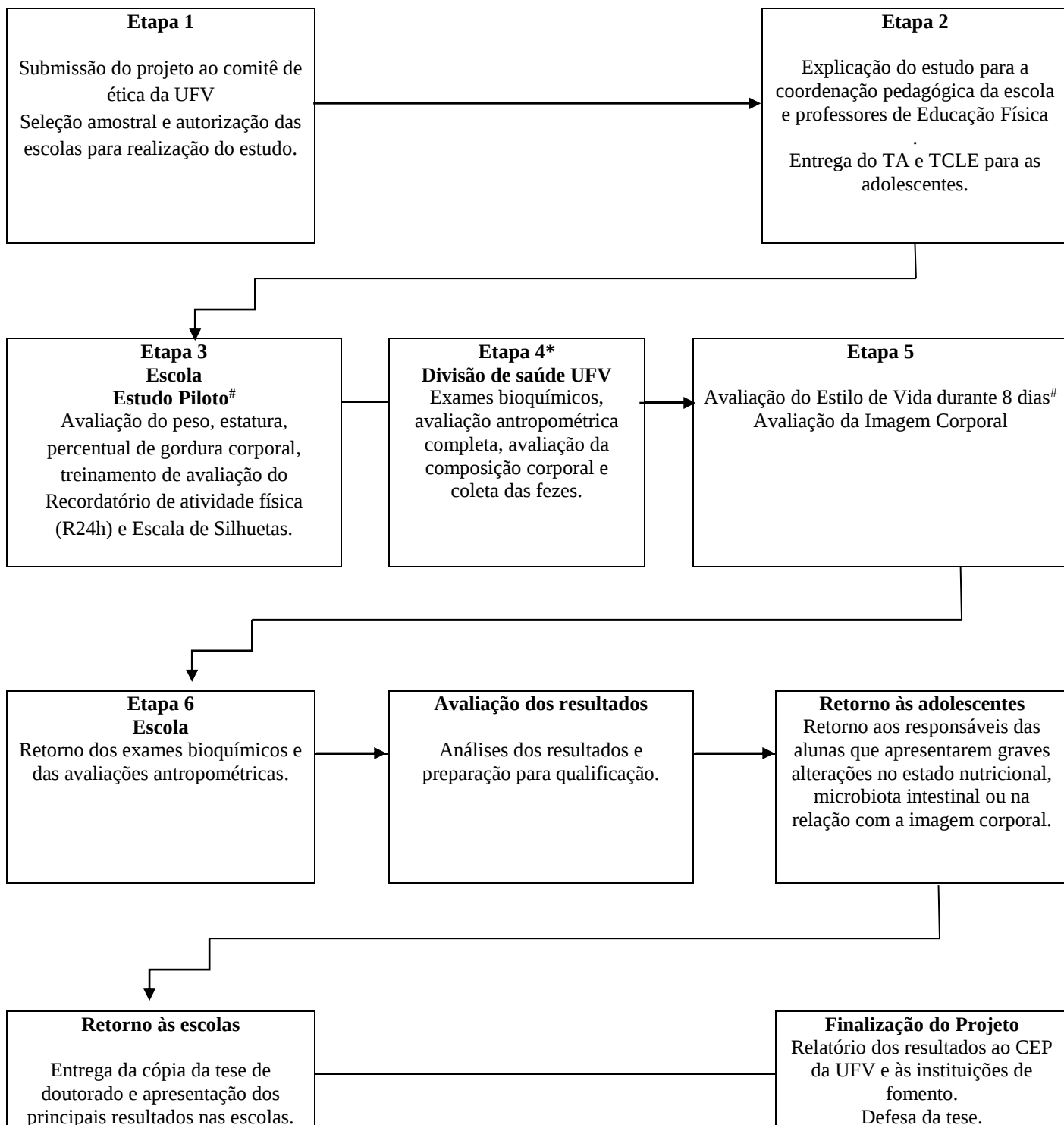


Figura 8: Fluxograma das atividades que serão desenvolvidas durante as avaliações.

* Avaliação da composição corporal realizada pela bioimpedância e DXA. Coleta de amostra e separação da amostra de soro para avaliação dos marcadores inflamatórios. Recolhimento da amostra de fezes para avaliação da microbiota intestinal.

#Avaliação do Nível de Atividade Física Habitual – pedômetro e diário de atividade física R-24h; Avaliação do Comportamento Sedentário; Avaliação da Frequência Alimentar.

Etapa 1:

Elaboração do projeto de pesquisa, contato com a escola, submissão do projeto ao comitê de ética da UFV, registro e defesa do projeto no programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição da UFV, além de submissão do projeto de pesquisa à Fundação de Apoio à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) para obtenção de recurso financeiro.

Etapa 2:

O primeiro contato foi com a direção da escola e com os professores de Educação Física, posteriormente, após permissão concedida, o projeto foi explicado em sala de aula para as adolescentes. Terminada a explicação, foram entregues o TCLE e o TA para serem levados aos responsáveis. Em caso de consentimento, estes foram devidamente assinados e retornados aos pesquisadores para o consentimento da participação.

Etapa 3:

Na primeira escola selecionada realizou-se o estudo piloto que teve como objetivos principais a preparação e consolidação dos métodos a serem utilizados no estudo. Participaram desta etapa 125 adolescentes, sendo os dados utilizados apenas na elaboração do estudo piloto e posteriormente descartados. Este manuscrito foi submetido à Revista Paulista de Pediatria em março de 2017.

Nas escolas foram coletadas informações sociodemográficas (identificação das adolescentes), dados antropométricos como, peso e estatura, além da avaliação percentual de gordura corporal (%GC) pela balança Tanita BC-543®. As medidas foram realizadas no espaço cedido pela escola e/ou no espaço destinado para as aulas de Educação Física. Também foi avaliada a imagem corporal das adolescentes por meio da Escala de Silhuetas.

Etapa 4:

A Etapa 4 foi realizada na Divisão de Saúde (DSA) da UFV. Realizou-se uma complementação das medidas antropométricas com reavaliação do peso e estatura; aferição das pregas cutâneas e perímetros; avaliação da composição corporal por meio do aparelho de Absorimetria de Raio X de Dupla Energia (DXA) e pela Bioimpedância Vertical *In Body* 230. Posteriormente ocorreu aferição da pressão arterial e coleta de sangue no Laboratório de Análises Clínicas da DSA para análise dos exames

bioquímicos e separação de soro para análise dos marcadores cardiometabólicos. Também, no dia da avaliação as adolescentes também levaram amostras de fezes para análise da microbiota intestinal.

Etapa 5:

Avaliação do estilo de vida foi realizado durante 8 dias, sendo analisado diariamente o número de passos por pedômetro, diários de atividade física (R-24h), tempo de tela, tempo assentado dos dias de semana e finais de semana pelo IPAQ, e avaliação da frequência alimentar dos principais grupo de alimentos.

As avaliações do diário de atividade física, comportamento sedentário, frequência alimentar, imagem corporal e informações sociodemográficas foram realizadas na Divisão de Saúde ou nas escolas de forma adequada, sendo expressamente garantida a privacidade das respostas e dos resultados.

Etapa 6:

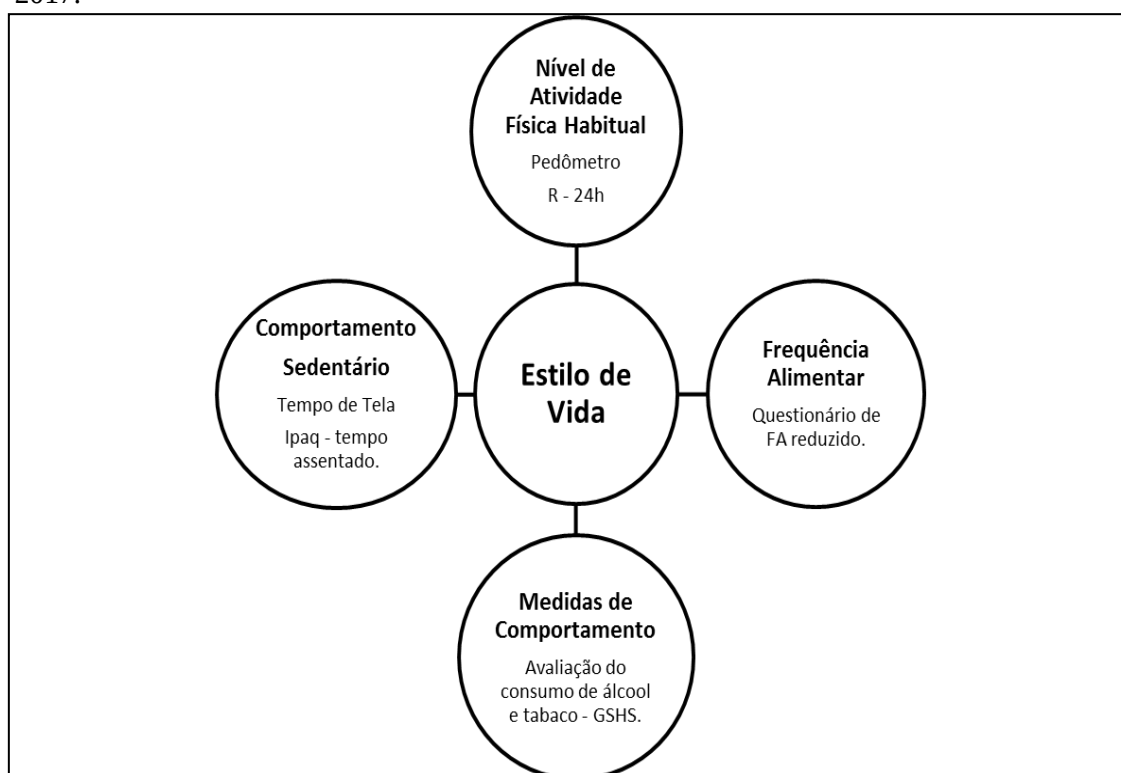
Foi passado para as adolescentes um protocolo com os resultados de todos os exames bioquímicos, informações das medidas antropométricas, de composição corporal, pressão arterial e da imagem corporal.

Após a coleta de dados, todas as adolescentes receberam retornos. Em caso de anormalidade na avaliação do estado nutricional, manifestação de algum fator de risco cardiometabólico ou problemas mais sérios na avaliação da imagem corporal a voluntária e seus responsáveis foram devidamente comunicados e incentivados a procurarem um especialista da área da saúde para intervenção e controle da alteração manifestada. Ao término das avaliações, os resultados foram apresentados para todos os alunos das escolas, professores e membros da coordenação pedagógica. Também as escolas receberão um relatório com a explicação dos principais resultados observados, assim como uma cópia da tese de doutorado e dos artigos científicos publicados.

5.6 Medidas avaliadas

Nesta pesquisa o “estilo de vida” será considerado uma variável latente (não diretamente mensurável / observável), relacionada a avaliação do nível de atividade física habitual, comportamento sedentário e questionário frequência alimentar (Figura 9).

Figura 9: Esquema de apresentação das variáveis explicativas do estilo de vida. Viçosa-MG, 2017.



R-24h: recordatório de atividade física de 24h; IPAQ: international physical activity questionnaire; FA: Frequência Alimentar; GSHS: *Global School – Based Student Health Survey*.

5.6.1 Avaliação do estilo de vida

O estilo de vida foi uma variável latente, isto é, não passível de observação direta, construída pela Análise de Classes Latentes (ACL) (Linzer, Lewis, 2011). Nesse tipo de procedimento, um número de variáveis ditas manifestas, que podem ser observadas diretamente, são utilizadas como instrumentos indiretos para medir uma variável latente que se supõe existir. Tanto as variáveis manifestas como a latente devem ser categóricas. Com a informação das variáveis manifestas, é possível elaborar um modelo estatístico que permite estimar a probabilidade de um dado indivíduo pertencer a cada uma das categorias da variável latente, chamadas classes latentes (Flynt et al., 2016). O significado de cada classe latente é atribuído pelo pesquisador tendo em vista o perfil dos indivíduos agrupados nela.

5.6.2 Avaliação subjetiva do nível de atividade física habitual

O método de avaliação subjetiva da atividade física foi o Recordatório de Atividade Física de Bouchard et al. (1983) - R-24h, adaptado para adolescentes por Bratteby et al. (1997a).

O R-24h é um instrumento retrospectivo de autorrecordação das atividades diárias, com instruções e recomendações no sentido de identificar e registrar o tipo de atividade realizada ao longo do dia. Nesse caso, as atividades do cotidiano são classificadas em nove categorias, de acordo com estimativas quanto ao custo calórico médio das atividades realizadas por humanos (**Anexo 2**).

Para o seu preenchimento, o dia foi dividido em 96 períodos de 15 minutos cada, e os participantes do estudo identificaram o tipo de atividade, classificada entre as categorias 1 a 9, realizada em cada período de 15 minutos, durante as 24 horas do dia. Uma lista de atividades características do cotidiano, exemplificando atividades contempladas nas diferentes categorias, foi apresentada aos adolescentes na tentativa de facilitar o preenchimento do instrumento. Ainda mais, as participantes do estudo foram instruídas a realizarem anotações adicionais, caso alguma atividade realizada não estava sendo contemplada na lista especificamente elaborada para essa finalidade. Para efeito de cálculo, utilizou-se média ponderada envolvendo uma semana inteira, observando-se às variações dos dias da semana e do final.

O R-24h avaliou o tipo, variação, intensidade, duração e a frequência de atividades físicas realizadas durante uma semana. Por estimativa foi calculado o consumo indireto de energia das atividades realizadas, gasto energético total (GET) diário e o nível de atividade física (NAF). Estes valores são calculados a partir dos equivalentes metabólicos de atividades realizadas por crianças e adolescentes, segundo Bratteby et al. (1997b) e do cálculo da taxa metabólica de repouso (TMR) específico para adolescentes do sexo feminino, de acordo com Schofield et al. (1985): $0,056 \times \text{Peso Corporal (kg)} + 2,898 \text{ MJ/d}$.

Os valores do nível de atividade física usado serão os mesmos utilizados por Bratteby et al. (1997a), os quais foram baseados nos estudos que avaliaram o custo energético de atividades humanas de estudos mais recentes que os valores usados por Bouchard et al. (1983). A classificação do NAF foi realizada de acordo com os pontos de corte propostos por Brooks et al. (2004), que é uma classificação específica para adolescentes do sexo feminino. Ambas as classificações estão descritas no Quadro 3.

Quadro 3: Categorização do nível de atividade física (NAF).

Categorias NAF	IOM (2002)	Brooks et al. (2004)
Sedentário	1,00 a 1,39	1,00 a 1,16
Baixo NAF	1,40 a 1,59	1,17 a 1,31
Ativo	1,60 a 1,89	1,32 a 1,56
Muito Ativo	1,90 a 2,50	1,57 a 2,50

NAF: nível de atividade física; IOM: *Institute of Medicine*.

5.6.3 Avaliação objetiva do nível de atividade física - Pedômetro

O pedômetro é um equipamento especializado na contagem de passos diários, normalmente utilizado na cintura (SCHNEIDER et al., 2003). Consiste em método atrativo por fornecer medida direta da AF com baixo custo e fácil manuseio (RYAN et al., 2006).

A classificação foi realizada de acordo com o ponto de corte estabelecido por Tudor-Locke et al. (2011), sendo considerado ativas as adolescentes que atingirem o número de 11.700 passos ou mais. O aparelho foi colocado no perímetro da cintura medido no ponto médio entre última costela e a crista ilíaca (WHO, 2008).

O pedômetro utilizado foi o *Digiwalker* SW 200 (Yamax, Japão). Como mecanismo interno, esse pedômetro utiliza uma mola suspensa por um braço de alavanca horizontal que se move para cima e para baixo em resposta a aceleração vertical do quadril, tendo ao final do circuito o passo registrado (HASSON et al., 2009; SCHNEIDER et al., 2003).

A contagem do número de passos foi anotada em uma tabela durante 8 dias, sendo a avaliação do primeiro dia desconsiderada devido ao tempo de ajuste do aparelho (**Apêndice 2**). Com isso minimiza o efeito *Hawthorne*, que consiste na mudança de comportamento de um grupo de avaliados em relação aos objetivos propostos de uma determinada avaliação. Um fator que interfere na observação daquilo que está sendo observado (CORDER et al., 2008).

5.6.4. Avaliação do comportamento sedentário

O comportamento sedentário será avaliado pelas informações contidas pelo tempo de tela de acordo com Barros e Nahas (2003) e pela seção 4 do IPAQ

(questionário internacional de atividade física) curto, que avalia atividades sedentárias durante a semana e final de semana (**Anexo 3**). A adolescente respondeu se tem em casa aparelhos de televisão, televisão por assinatura ou antena parabólica, videogame para utilização no televisor e computador e se alguém controla o tempo que ela passava assistindo aos programas de televisão. A seguir, a adolescente deverá anotar o tempo gasto em cada dia da semana e de final de semana vendo TV, jogando vídeo game, usando o computador e *tablets*.

Na realização do estudo piloto, as adolescentes relataram que gastavam muito tempo em frente à tela do celular, muitas vezes sobrepondo aos outros aparelhos de tela. Sendo assim, optou-se por avaliar o TC separadamente dos demais. O TT e TC foram considerados elevados quando a média dos tempos foram maiores ou iguais a 120 minutos (Academia Americana de Pediatria, 2011).

A seção quatro do *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ) (GUEDES et al., 2005) analisou o tempo gasto sentado nos dias de semana e final de semana. A média ponderada dessas duas informações permitiu estimar tempo sentado nos sete dias da semana (total). Devido à falta de um ponto de corte específico o percentil 75 (P75) foi usado como valor de referência para classificação do tempo sentado. O P75 do tempo sentado de todos dias da semana foi 585 minutos.

5.6.5. Questionário de frequência alimentar (QFA)

O QFA avaliou o número de vezes por semana que os grupos alimentares foram consumidos (**Anexo 4**). Para as análises com os dados do QFA foram calculadas as médias do número de vezes de consumo de pelo menos um alimento de cada grupo de alimento, durante sete dias.

A classificação do QFA foi feita utilizando o método de análise de agrupamento *Two Step Cluster* (TSC). Para isso, os grupos alimentares foram categorizados em frequência de consumo adequado e inadequado, tendo como referência o valor específico de P75. Assim, “frutas” (P75 = 6), “hortaliças e leguminosas” (P75 = 7), “tubérculos” (P75 = 4), “leite e derivados” (P75 = 7) e “cereais, pães e massas” (P75 = 7) foram considerados irregulares quando o número de dias relatado foi menor que P75. De modo contrário, os grupos “açúcares e doces” (P75 = 7), “óleos e gorduras” (P75 = 7) e “condimentos” (P75 = 7) foram classificados como irregulares, quando os valores foram iguais ou acima do P75. A análise TSC classificou 3 grupos, sendo categorizados como QFA adequado, QFA moderadamente adequado e QFA inadequado.

O número de refeições diárias foi registrado com base no desjejum, colação, almoço, lanche da tarde, jantar (ou lanche) e ceia. O valor médio dos sete dias foi calculado e posteriormente categorizado pelo percentil 50 ($P_{50} = 4,0$). Os valores menores que P_{50} foram considerados baixo número de refeições.

5.6.6. Consumo de álcool e tabaco

O consumo de álcool e tabaco foi observado por dois módulos da versão curta do *Global School – Based Student Health Survey* (GSHS) (**Anexo 5**). O primeiro módulo é composto por cinco questões sobre a ingestão de bebidas alcoólicas. O módulo referente ao consumo de tabaco é composto por seis questões envolvendo o uso de cigarros ou outros tipos de exposição ao tabaco. O GSHS foi desenvolvido pela OMS em parceria com o Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC), sendo este traduzido e validado para uso com adolescentes brasileiros (TENÓRIO et al., 2010).

As opções de respostas representadas pela letra “a” significavam nenhum tipo de consumo e uso de álcool e tabaco em qualquer situação. As demais respostas foram codificadas com uma pontuação numérica de ordem crescente para poder quantificar a exposição da adolescente às bebidas alcoólicas e ao cigarro. Assim, os valores das respostas somados e iguais a zero, mostravam que a adolescente nunca consumiu álcool e cigarros, e, de modo contrário, os valores maiores do que zero mostravam o tipo de exposição.

A versão traduzida e previamente testada para população brasileira apresentou Indicadores de reprodutibilidade (consistência de medidas teste-reteste) de moderados a altos na maioria dos itens do instrumento, sendo que os coeficientes de concordância (índice *Kappa*) variaram de 0,52 a 1,00 (TENÓRIO et al., 2010).

Para serem consideradas válidas, e incluídas nas análises, as medidas de avaliação do estilo de vida, atividade física, comportamento sedentário e o questionário de frequência alimentar, deveriam ter sido coletadas por pelo menos 5 dias da semana e dois dias do final de semana. A partir disso, calcularam-se a média total, a média semanal e a média do final de semana dos valores. Após conferência minuciosa dos dados, os valores considerados inconsistentes ou inválidos foram excluídos.

5.6.7 Medidas Antropométricas

As informações das medidas antropométricas, da composição corporal, dos parâmetros bioquímicos e da pressão arterial foram registradas no questionário de identificação (**Apêndice 1**).

Peso

O peso foi aferido com a adolescente descalça, vestindo roupas leves e sem adornos metálicos, segundo as técnicas propostas pela WHO (1995) em balança digital eletrônica da marca Kratos, com capacidade máxima de 150 kg e sensibilidade de 50g, sendo verificada, semanalmente, a calibragem com peso padrão.

Estatura

A estatura foi aferida com o indivíduo descalço, em duplicata, segundo as técnicas propostas pela WHO (1995), utilizando-se estadiômetro portátil (Altuxata®, Belo Horizonte, Brasil), com extensão de 2,13 m e precisão de 0,1 cm. Foi admitida variação máxima de 0,5 cm entre as duas medidas, utilizando-se a média como resultado final. Caso a aferição das medidas ultrapasse a variação de 0,5 cm, foram realizadas novas medidas até se obter medidas no intervalo aceitável.

Índice de Massa Corporal (IMC)

O IMC foi calculado por meio da razão entre o peso corporal (kg) e estatura (m²) (WHO, 1995), sendo realizado pelo *Software WHO Anthro Plus*. A partir desse índice, será classificado o estado nutricional das adolescentes em Escore-z; que foi calculado pela diferença do escore bruto do IMC pela média geral do IMC, sobre o desvio-padrão. Para classificação do IMC foi usado as curvas IMC de acordo com o sexo e idade da WHO (DE ONIS et al., 2007), cujos valores encontram-se descritos no Quadro 4.

Quadro 4. Classificação do estado nutricional das adolescentes em escore-z do índice de massa corporal (IMC).

Classificação do Estado Nutricional pelo IMC	Valores de Referência
Baixo Peso	< escore-z -2
Eutrófico	≥ escore-z -2 e < escore-z +1
Sobrepeso	≥ escore-z +1 e < escore-z +2
Obesidade	≥ escore-z +2

Fonte: De Onis et al. (2007).

Perímetro da cintura

Os perímetros da cintura e do quadril foram aferidos duas vezes (utilizando-se a média dos valores), no plano horizontal, utilizando uma fita métrica com extensão de 2 metros, flexível e inelástica (Cardiomed®, São Luis, MA, Brasil), dividida em centímetros e subdividida em milímetros. O perímetro foi medido no ponto médio entre a margem inferior da última costela e a crista ilíaca, no plano horizontal (WHO, 2008). De acordo com Pereira et al. (2012) esta marcação apresentou capacidade superior para identificar excesso de gordura troncular na fase intermediária e final da adolescência, principalmente no sexo feminino.

Devido à inexistência de uma referência nacional de pontos de corte de perímetro da cintura, optou-se por utilizar o percentil 90 (P90) da própria amostra, para a classificação do PC, sendo esse critério o mais usado pela *International Diabetes Federation* (IDF, 2007) em estudos que avaliaram a medida de cintura em adolescentes.

Perímetro do quadril

O perímetro do quadril foi verificado na região glútea, sendo circundado o maior perímetro horizontal entre a cintura e os joelhos (CALLAWAY et al, 1988).

Relação cintura/quadril (RCQ)

A relação cintura/quadril foi obtida pelas quatro técnicas descritas acima, procedendo-se a divisão do perímetro da cintura (cm) pelo perímetro do quadril (cm).

Relação cintura/estatura (RCE)

Obtida pelo quociente da medida da cintura (cm), utilizando as quatro técnicas descritas, pela medida da estatura (cm). Foi considerado presença de obesidade abdominal valores de $RCE \geq 0,50$, independentemente da idade e do sexo (ASHWELL, GIBSON, 2014). De acordo com Ashwell e Gibson (2014) o ponto de corte da RCE de 0,5 sugere a mensagem “mantenha o perímetro de sua cintura menor que a metade da sua altura”. Ainda de acordo com estes autores foram considerados como risco da RCE: menor que 0,4 – baixo RCE, entre 0,5 e 0,6 – elevada RCE e maior que 0,6 – muito elevada RCE.

Perímetro do pescoço

O perímetro do pescoço (PP) foi aferido no ponto médio da altura do pescoço (NAFIU et al., 2010). O ponto de corte usado para a classificação do PP foi 34,1 cm, valor observado por Silva et al. (2014), que apresentou melhor equilíbrio entre sensibilidade e especificidade aos fatores de risco da síndrome metabólica em adolescentes do sexo feminino púberes.

Pregas Cutâneas

As pregas cutâneas bicipital (PCB), tricipital (PCT), supra-iliaca (PCSI), subescapular (PCSE) foram aferidas no lado direito do corpo na posição ortostática (CAMERON, 1994).

A PCB foi aferida na região anterior do antebraço, sobre a maior elevação do músculo bíceps; a PCT na região posterior do antebraço, sobre o músculo tríceps, no ponto médio entre o acrômio e o olécrano; a PCSI na região acima da crista ilíaca, seguindo a linha axilar média; a PCSE abaixo da extremidade da escápula, com o ângulo de 45° com a lateral do corpo (CAMERON, 1984).

As medidas foram obtidas com adipômetro *Lange* (Cambridge Scientific, Cambridge, MA, EUA) e aferidas três vezes, de forma alternada e seguindo a ordem citada, por um único avaliador previamente treinado. Calculou-se a média dos dois valores mais próximos; a média dos dois maiores, para três consecutivos e para dois iguais a média será o próprio valor (PRIORE, 1998). Em caso de diferença superior a 10% entre cada um dos três valores, a aferição foi repetida.

O percentual de gordura corporal periférico foi calculado pela razão entre o somatório das PCB e PCT e o somatório das quatro pregas cutâneas multiplicado por 100 (PRIORE, 1998) e o percentual de gordura corporal central pela razão entre o somatório das PCSE e PCSI pelo somatório das quatro pregas cutâneas multiplicado por 100 (PRIORE, 1998).

5.6.8. Composição Corporal: DXA e In Body 230

A avaliação da composição corporal foi realizada utilizando-se bioimpedância elétrica vertical (*In Body 230*) com oito eletrodos táteis e o equipamento de absorptometria de raios-X de dupla energia (DXA) no período entre 7h e 8h30 da manhã,

estando todos os participantes em jejum de 12 horas e seguindo protocolo de avaliação (BARBOSA, 2006) (Quadro 4). As recomendações para a realização da avaliação foram feitas para as adolescentes (**Apêndice 3**).

A seleção destes dois métodos para avaliação se justifica pelo fato do *In Body* 230 ser um aparelho que tem uma categorização e uma avaliação compartimentada do percentual de gordura e da massa muscular e o DXA; além de ser considerado o método de avaliação da composição corporal padrão-ouro, avalia a densidade mineral óssea, massa de gordura (ginoide e androide) e outros tecidos de modo segmentar.

Absortometria de Raios-X de Dupla Energia

A avaliação da composição corporal foi realizada utilizando-se o equipamento de Absortometria de raios-X de Dupla Energia (DXA) (*Lunar Prodigy Advance DXA System – analysis version: 13.31, GE Healthcare, Madison, WI, USA*), no período entre 07:00 e 9:00 horas da manhã, estando todas as participantes em jejum de 12 horas.

O DXA é uma técnica de “escaneamento” que mede diferentes atenuações de dois raios X que passam pelo corpo. Os raios X são emitidos por uma fonte que passa por baixo do indivíduo, o qual permanece em posição supina sobre a mesa. Após passar pelo indivíduo, os raios X atenuados são medidos por um detector discriminante de energia. O DXA faz análises transversais do corpo, em intervalos de 1cm da cabeça aos pés. Esta é uma técnica não invasiva considerada segura e que pode medir três componentes corporais: massa de gordura, massa livre de gordura e massa óssea. O DXA tem sido utilizado como padrão-ouro para avaliação da composição corporal em adolescentes (VITOLLO et al., 2007).

Bioimpedância Elétrica Vertical – *In Body* 230

Outro método de avaliação da composição corporal utilizado foi por meio da bioimpedância elétrica vertical com oito eletrodos táteis no aparelho - *InBody 230*[®], com capacidade de 250 kg e precisão de 100g. A avaliação foi realizada com o indivíduo descalço, vestindo roupas leves e sem adornos metálicos (MANUAL INBODY, 2006) (Figura 10). As adolescentes seguiram as recomendações pré-estabelecidas para a avaliação de bioimpedância (Quadro 5).

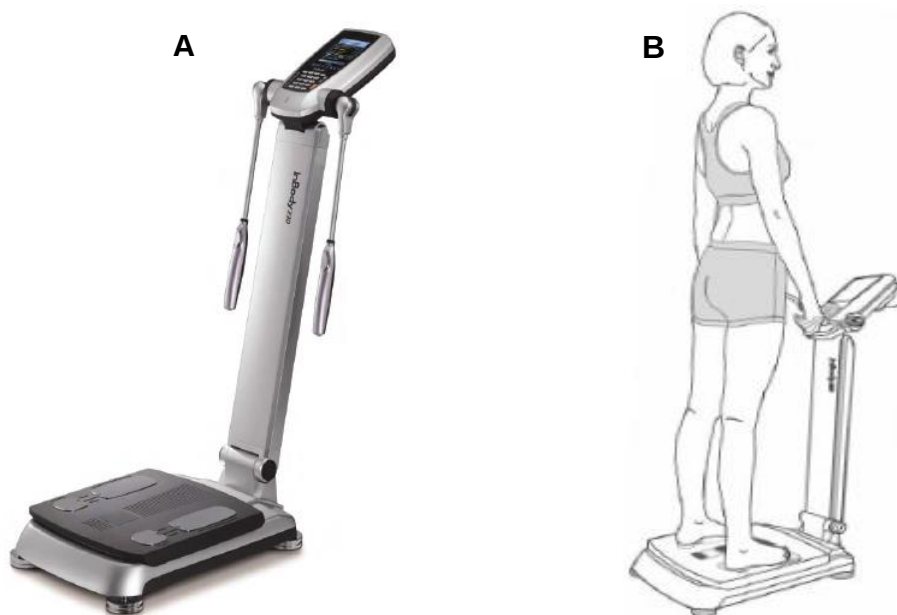


Figura 10: **A)** Aparelho de bioimpedância elétrica vertical com oito eletrodos táteis *In Body 230*[®]. **B)** Posicionamento correto para realização do teste. Fonte: <http://www.inbody.pt/files/InBody230.pdf>; Manual de Utilização (2006).

Para iniciar a avaliação, o indivíduo subiu no centro da plataforma do equipamento, adequando os pés limpos e secos sobre os dois conjuntos de eletrodos da base, esperando até que o peso seja medido pelo equipamento. Após os dados da altura e do sexo terem sido digitalizados, a avaliada segurou os cinco dedos da mão a haste que contém a superfície do eletrodo, mantendo-se os braços abduzidos cerca de 15° fora do corpo durante a análise (MANUAL INBODY, 2006).

Finalizada a avaliação, foi emitido um sinal sonoro e na tela do equipamento a mensagem de conclusão (MANUAL INBODY, 2006). Os resultados foram impressos duas vias do formulário específico.

Quadro 5. Protocolo para avaliação da composição corporal pela bioimpedância elétrica vertical.

Recomendações	Referências
Não estar no período menstrual (no mínimo 7 dias antes ou após a menstruação)	Gleichauf & Roe (1989)
Jejum absoluto de 12 horas anteriores a realização do exame	Slinder & Hulthen (2001)
Não realizar exercício físico extenuante nas 12 horas anteriores ao exame	Manual de Utilização (2005)
Não consumir bebida alcoólica 48 horas antes ao exame	Manual de Utilização (2005)
Não fazer uso de diuréticos pelo menos 7 dias antes ao exame	NIH Thecnol Assess Statement (1994)
Urinar 30 minutos antes do exame	NIH Thecnol Assess Statement (1994)
Não utilizar acessórios metálicos durante o exame	Manual de Utilização (2005)

Fonte: Adaptado de BARBOSA (2006).

O percentual de gordura corporal avaliado pelo DXA e pelo *In Body* 230 foram classificados segundo os pontos de corte estabelecidos por Williams et al. (1992) específicos para adolescentes do sexo feminino (Quadro 6).

Quadro 6. Classificação da percentual de gordura corporal de adolescentes

Classificação	%GC
Baixo peso	< 20%
Eutrofia	≥ 20 e < 25%
Risco de sobrepeso	≥ 25% e < 30%
Sobrepeso	≥ 30%

Fonte: Williams et al. (1992).

5.6.9. Parâmetros Bioquímicos

As análises bioquímicas foram realizadas no período entre 07h00min às 09h da manhã, no Laboratório de Análises Clínicas da Divisão de Saúde (DSA) da Universidade Federal de Viçosa. As amostras de sangue foram coletadas, após jejum de 12 horas, em veia anti-cubital, sendo separado por centrifugação a 2225 x g por 15 minutos, a temperatura ambiente (2–3 Sigma, Sigma Laborzentrifuzen, Osterode am Harz, Germany).

Mais informações sobre o protocolo de avaliação dos exames bioquímicos se encontram no Apêndice 3.

Perfil Lipídico

Foram analisadas dosagens de colesterol total, lipoproteína de alta densidade – *high density lipoprotein* (HDL), lipoproteína de baixa densidade – *Low Density Lipoprotein* (LDL), lipoproteína de muito baixa densidade – *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL) e triglicerídeos.

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*, para valores de triglicerídeos menores que 400 mg/dL (FRIEDEWALD, 1972). A classificação do perfil lipídico foi conforme a V Diretriz de Dislipidemias de 2013 (XAVIER et al., 2013). Os valores limítrofes estão apresentados no Quadro 7.

Quadro 7. Classificação dos níveis séricos de colesterol total, LDL, HDL e triglicerídeos.

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

Fonte: V Diretriz de Prevenção de Aterosclerose na Infância e na Adolescência (XAVIER et al., 2013).

Hemograma Completo

No hemograma completo foram avaliadas séries de células vermelhas (hemácias, hemoglobina, hematócritos e os índices hematimétricos), plaquetas e série de células brancas (contagem total e diferencial de leucócitos).

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.)*, sendo considerada glicemia de jejum alterada valores ≥ 100 mg/dL, segundo informações das Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes de 2013-2014.

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 (BACK GIULIANO et al., 2005), a qual considera insulina plasmática de jejum alterada $\geq 15\mu\text{U/mL}$.

Resistência à Insulina (RI)

A RI foi calculada por meio do modelo matemático HOMA-IR (*Homeostasis Model Assessment – Insulin Resistance*), utilizando as dosagens de insulina e glicemia de jejum: $\text{HOMA-IR} = [(\text{insulina de jejum } (\mu\text{U/mL}) \times \text{glicemia de jejum } [\text{mmol/L}]) / 22.5]$.

Valores de HOMA-IR $\geq 3,16$ serão considerados como presença de resistência insulínica, conforme Keskin et al. (2005).

Ácido úrico

O ácido úrico foi dosado pelo método colorimétrico enzimático, com automação pelo equipamento *Cobas Mira Plus (Roche Corp.)* e classificado de acordo com o sexo e idade, sendo considerado elevado para o sexo feminino valores maiores e iguais a $\geq 5,7\text{mg/dL}$ (LOEFFLER et al, 2012).

5.6.10. Avaliação da Pressão Arterial

A pressão arterial foi aferida, segundo protocolo estabelecido pela 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial (SBH, 2016), utilizando monitor de pressão

sanguínea de inflação automática (Omron® Model HEM-741 CINT, Quioto, KYT, Japão), preconizado pela Sociedade Brasileira de Cardiologia.

A avaliação da pressão sistólica e diastólica foi realizada conforme preconizado pela Sociedade Brasileira de Cardiologia, utilizando os pontos de corte para adolescentes, de acordo com os percentis de estatura, para ambos os sexos (SBH, 2016) (**Anexo 8**).

Foram utilizados os pontos de corte de pressão sistólica e diastólica, estabelecidos para adolescentes, de acordo com os percentis de estatura e sexo, sendo estes preconizados pela SBH (2016). Para as adolescentes até 17 anos de idade, a classificação da pressão arterial foi realizada de acordo com o percentil para a idade, sexo e percentil de estatura, sendo considerados alterados os valores $\geq$ percentil 90 ou $\geq$ 120x80 mmHg. E para as adolescentes com 18 e 19 anos, considerou-se alterados os valores $\geq$ 130x85 mmHg (SBH, 2016) (Quadro 8).

Quadro 8: Classificação da pressão arterial para adolescentes, de acordo com a Sociedade Brasileira de Hipertensão (2016).

Classificação	Percentil* para PAS e PAD	Frequência de medida de pressão arterial
Normal	PA < percentil 90	Reavaliar na próxima consulta médica agendada
Limítrofe	PA entre percentis 90 a 95 ou se PA exceder 120/80 mmHg sempre < percentil 90 até < percentil 95.	Reavaliar em 6 meses.
Hipertensão estágio 1	Percentil 95 a 99 mais 5 mmHg	Paciente assintomático: reavaliar em 1 a 2 semanas; se hipertensão confirmada encaminhar para avaliação diagnóstica. Paciente sintomático: encaminhar para avaliação diagnóstica.
Hipertensão estágio 2	PA > percentil 99 mais 5 mmHg.	Encaminhar para avaliação diagnóstica

Fonte: VII Diretriz de Hipertensão Arterial da SBH (2016). PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica.

5.6.11 Marcadores Cardiometabólicos

Os marcadores inflamatórios que foram selecionados para serem avaliados na pesquisa foram interleucina-6 (IL-6), fator de necrose tumoral α (TNF- α), interleucina-10 (IL-10), proteína C reativa ultrassensível (PCR-us) e leptina. Foram separados 500 μ L de soro, armazenados no ultrafreezer a -80° Celsius.

A PCR-us foi dosada por método de Imunoturbidimetria, sendo considerado risco cardiovascular elevado valores maiores que 0,3 mg/dL e processos inflamatórios agudos valores maiores que 10 mg/dL (Pearson et al., 2003).

Os marcadores IL-6, TNF- α , leptina e IL-10 foram dosados pelo sistema Multiplex – tecnologia Luminex™ xMAP (Perfil de Múltiplos Analitos, x=citocinas), sendo utilizado os kits *MILLIPLEX™* HCYTOMAG-60K (IL10) e *HMHEMAG-34K* (IL-6, TNF- α e leptina). Os kits *MILLIPLEX™* foram adquiridos pela empresa Merck Millipore Corporation (Merck KgaA, Darmstadt, Alemanha) e as análises foram feitas pelo Laboratório Especializado em Análises Clínicas (LEAC-Lab Ltda, São Paulo, SP, Brasil).

A Tecnologia Luminex™ xMAP envolve um processo exclusivo que cora microesferas de látex com dois fluoróforos. Utilizando proporções precisas de dois fluoróforos, podem ser criados 100 conjuntos diferentes de microesferas – cada uma delas com uma assinatura baseada em “código de cores” e que podem ser identificadas pelo instrumento Luminex. Os kits Milliplex foram desenvolvidos com estas microesferas e se fundamentam no imunoensaio. Anticorpos de captura específicos para cada analito estão imobilizados as microesferas através de ligações covalentes não reversíveis. Depois que o analito (amostra) se liga aos anticorpos de captura localizados na superfície das microesferas, a detecção final é feita através de um terceiro marcador fluorescente, ficoeritrina (PE) ligada ao anticorpo de detecção. O resultado final é um ensaio “sanduíche” realizado através de microesferas.

5.6.12. Análise da composição da microbiota intestinal

Após o recebimento dos potes próprios para o acondicionamento das fezes na Divisão de Saúde UFV, as amostras foram imediatamente congeladas a -20°C no Laboratório de Bioquímica Nutricional do Departamento de Nutrição e Saúde da UFV até a extração do DNA. O procedimento de extração foi realizada com a utilização do QIAamp Fast DNA Stool Mini Kit (Qiagen, Hilden, Germany), seguindo todas as

instruções do fabricante. Para isso foram pesadas 200mg (± 20) de fezes em um microtubo de 2 mL. Após a extração dos DNA fecal das amostras, estes foram armazenados a -80°C no Laboratório de Nutrição Experimental da UFV.

A análise da microbiota foi realizada pela técnica de reação em cadeia da polimerase em tempo real (RT-qPCR). A concentração de DNA foi determinada por absorbância a 260 nm (A260), e a pureza estimada por meio da determinação da razão A260 / A280 em um espectrofotômetro Multiskan™ 1500 (Thermo Fisher Scientifics; Waltham, MA, EUA). Foram utilizados iniciadores específicos para diferentes filos de bactérias que caracterizaram a microbiota fecal quantificadas por PCR em tempo real (Quadro 1). As análises de RT-qPCR foram realizadas em um sistema de detecção CFX96 Touch™ (Bio-Rad, Berkeley, California) (Primer Express software), utilizando o kit de detecção QuantiNova™ SYBR® Green PCR Kit (QIAGEN Group).

Todas as amostras foram analisadas em duplicata, contendo cada poço da placa de RT-qPCR 2 μL de amostra ou padrão, concentração de 300 nM de iniciadores senso e anti-senso (Alpha DNA) e água livre de nucleases para um total de 25 μL . As condições térmicas do ciclo de PCR utilizadas foram: uma desnaturação inicial do DNA a 95°C durante 10 minutos, seguida por 40 ciclos de desnaturação a 95°C durante 10 segundos, anelamento do iniciador à temperatura ótima durante 20 segundos e extensão a 72°C durante 15 segundos. Uma análise da curva de *melting* após amplificação foi realizada para garantir a qualidade e especificidade da RT-qPCR.

Quadro 9 – Sequência de iniciadores específicos para o RT-qPCR.

Grupo	Primers (S e A)	DNA genômico padrão	Referências
Bactérias totais	S- GCAGGCCTAACACATGCAAGTC A- CTGCTGCCTCCCGTAGGAGT	<i>Escherichia coli</i>	Castillo et. al., 2006
Bacteriodes	S- CATGTGGTTTAATTCGATGAT A- AGCTGACGACAACCATGCAG	<i>Bacteroides vulgatus</i>	Guo et. al., 2008
Firmicutes	S-ATGTGGTTTAATTCGAAGCA A-AGCTGACGACAACCATGCAC	<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	Guo et. al., 2008
Proteobacteria	S- CATGACGTTACCCGCAGAAGAAG A- CTCTACGAGACTCAAGCTTGC	<i>Escherichia coli</i>	Friswell et. al., 2010

S: Senso; A: Antisenso. Todos os oligonucleotídeos foram obtidos da Alpha DNA e Diagnósticos Moleculares LTDA.

As abundâncias das bactérias de cada amostra fecal foram calculadas por comparação dos valores de Ct obtidos pelas curvas - padrão a partir do *software Primer Express®*. A análise da curva *melting* foi feita após a amplificação dos filos bacterianos analisados, para distinguir os produtos diferentes dos genes que pudessem ter sido amplificados. As curvas padrão foram construídas para cada experimento utilizando

diluições seriadas de cinco vezes de DNA genômico bacteriano (concentrações conhecidas) de culturas puras variando de 20 ng a 0,032 ng do gene 16S rRNA.

Cepas específicas de cada filo foram utilizadas para análise da abundância das bactérias: Firmicutes, cepas da Coleção de Culturas Tropical (*Lactobacillus delbrueckii* UFV H2b20 CCT 3744); Bacteroidetes e Proteobactérias, cepas obtidas da *American Type Culture Collection* (ATCC) (*Bacteroides ovatus* ATCC 8483; e *Escherichia coli* ATCC 11775). As temperaturas de anelamento do *Lactobacillus delbrueckii*, *Bacteroides ovatus* e *Escherichia coli* foram 83,5°, 82,0°C e 83,5°.

A acurácia do método RT-qPCR foi analisada a partir da comparação das concentrações das diluições do DNA isolado das culturas puras com valores de Ct dos filos das bactérias. As eficiências de amplificação e R^2 das equações de cada placa analisada variaram de 1,74 a 2,3 e 0,88 a 0,95, respectivamente. Valores de eficiência próximos de 2 e R^2 da equação próximos de 1 comprovam a acurácia do método, segundo Stevenson e Weimer (2007).

5.6.13. Análises dos ácidos graxos de cadeia curta

A quantificação das concentrações dos ácidos acético, propiônico e butírico foi realizada por método analítico de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC-UV) (Campos et al., 2012) no Laboratório de Análises Clínicas do Departamento de Nutrição e Saúde da UFV. A extração dos AGCC foi realizada conforme o protocolo proposto por Zaho et al. (2006), adaptado para análise de ácidos orgânicos em HPLC.

Inicialmente as amostras de fezes foram retiradas do freezer e deixadas a temperatura ambiente por 30 minutos. Depois, acrescentou-se 5mL água ultrapura em cada amostra, de 1 em 1mL, passando no vortex cada vez era acrescentado a água, sendo transferindo o conteúdo para um tubo Falcon de 15mL, até que o eppendorf ficasse bem limpo e todo o conteúdo tenha ficado homogêneo dentro do tubo Falcon. Dentro deste tubo o pH foi acidificado para 2,3 a 3, utilizando o ácido ortofosfórico (H_3PO_4) grau HPLC, concentração 12%. O pH foi conferido no medidor específico para fezes no Laboratório Avaliação de Vitaminas da Universidade Federal de Viçosa.

Os tubos Falcon foram centrifugados sob refrigeração a 4°C por 20 min a 4100 rpm, sendo o sobrenadante transferido para 2 eppendorfs de 2 mL cada. O eppendorf com o sobrenadante filtrado foi centrifugado novamente a 13.500 rpm sob refrigeração (4°C) por 50 minutos (Microcentífuga refrigerada, HERMLE Z 216MK; Hermle Labortechnik). Após duas centrifugações, aproximadamente 1 mL do sobrenadante foi

transferido para *vials*, novamente filtrados, e imediatamente levados para as análises no aparelho de HPLC, marca SHIMADZU. No HPLC foi utilizado Detector modelo SPD-20A VP acoplado ao detector Ultra Violeta (UV), bomba (LC-20AT); forno (CTO 20 A); autoinjeter (SIL-20A HT) e detector do índice de refração (RID-10 A); desgaseificador (DGU-20A 5R); modulo de comunicação CBM 20A e sistema de aquisição de dados Lab Solution.

As condições das colunas foram: coluna Bio-Rad HPX-87H, 300 mm x 4,6 mm; Coluna guarda, Bio-Rad Cation H; taxa de fluxo: 0,7 mL/min. Temperatura da coluna 45 °C, volume de injeção, 20 µL e detector foi índice de refração. Os resultados dos ácidos acético, propiônico e butírico foram expressos em umol/g de fezes.

5.6.14. Avaliação da imagem corporal

Para avaliação da imagem corporal utilizou-se diferentes instrumentos devidamente validados e adaptados transculturalmente para a população adolescente brasileira. Estes instrumentos avaliaram tanto a dimensão perceptiva quanto alguns componentes da dimensão atitudinal – insatisfação corporal, insatisfação com o peso, componente afetivo e cognitivo.

Escala de Silhuetas

O primeiro instrumento usado foi a Escala de Silhuetas para Adultos Brasileiros construídas por Kakeshita et al. (2009), validada para adolescentes brasileiros por Laus et al. (2013). Esse instrumento se predispõe a avaliar a distorção e insatisfação corporal das adolescentes. Os coeficientes de correlação intraclasse para IMC atual, IMC desejado, acurácia da estimativa e insatisfação com o tamanho do corpo foram positivos e significativos para meninos e meninas, sendo superiores a 0,95 ($p < 0,001$) em todas as análises.

As figuras da Escala de Silhuetas foram criadas baseadas na altura média brasileira de 1,72 m para homens e 1,65m para mulheres. São 15 figuras apresentadas em forma de cartões plásticos com dimensões de 12,5 cm x 6,5 cm, enumeradas no verso. Cada silhueta corresponde a um intervalo de IMC real para efeitos de classificação do sujeito, e um IMC médio determinado, para efeito de cálculos. As médias de IMC correspondentes a cada figura variaram de 12,5 a 47,5 kg/m², com diferença constante de 2,5 pontos (Figura 6).

As escalas foram apresentadas às adolescentes em ordem ascendente, sendo-lhes perguntado: “Qual figura representa o seu corpo atual?” (Silhueta Atual – SA) e “Qual figura representa o corpo ideal?” (Silhueta Ideal – SI) (Figura 10). Quando a diferença entre as escalas foi de -1 e +1 a adolescente foi classificada como satisfeita. Já se a diferença foi maior que +1, a adolescente foi classificada com insatisfação positiva (desejo de aumentar o tamanho do seu corpo); e menor que -1, insatisfação negativa (desejo em ter um corpo mais magro) (LAUS et al., 2013).

A percepção corporal foi avaliada pela diferença entre o IMC da silhueta escolhida como atual e o IMC real mensurado. Foi considerado como distorção se a diferença entre o IMC da S.A e o IMC mensurado for maior ou menor que 2,49. A diferença menor que -2,49 representa uma distorção negativa, a adolescente se via menor; porém, se a diferença for maior que +2,49 mostra uma distorção positiva, a adolescente se via maior.

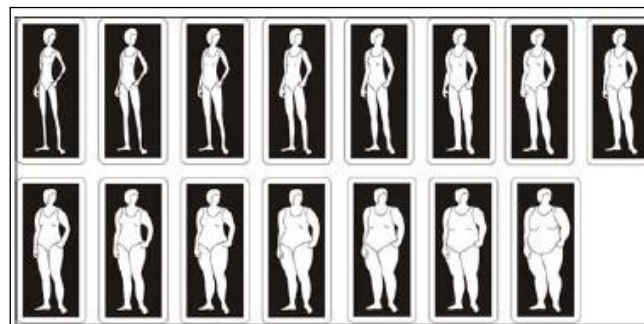


Figura 11: Escala de Silhuetas kakeshita et al. (2009)

Escala de Satisfação por Áreas Corporais

A insatisfação corporal foi avaliada analisando especificamente as partes do corpo pela Escala de Satisfação por Áreas Corporais (EAC), validada para adolescentes brasileiros por Conti et al. (2009). Esta escala possui 24 características (áreas) corporais, cada qual com classificação de Muito Satisfeito (valor 1) até Muito Insatisfeito (valor 5). O escore geral se faz a partir do somatório das 24 partes, sendo quanto maior a pontuação maior a insatisfação corporal (**Anexo 7**).

Body Shape Questionnaire (BSQ)

Para quantificar e categorizar a insatisfação com a imagem corporal das adolescentes foi utilizado o BSQ na versão traduzida e adaptada transculturalmente para adolescentes brasileiros (CONTI, CORDAS, LATORRE, 2009) (**Anexo 8**). Este instrumento também avalia o componente afetivo da dimensão atitudinal.

O BSQ avalia a satisfação e os sentimentos causados pela relação com o peso corporal nas últimas quatro semanas. É um questionário com 34 perguntas de resposta em escala *Likert* que vai de 1 (nunca) até 6 (sempre). A classificação da insatisfação corporal se faz de acordo com os pontos de corte: 34 a 79 – Livre de Insatisfação; 80 a 110 – Leve Insatisfação; 111 a 140 – Moderada Insatisfação; acima de 140 – Grave Insatisfação.

Sociocultural Attitudes Towards Appearance Questionnaire – 3 (SATAQ-3)

Por fim, utilizou-se o SATAQ-3, validado para população jovem brasileira por Amaral et al. (2015). O SATAQ-3 avalia o componente cognitivo da imagem corporal a partir da aceitação das mulheres aos padrões de aparência socialmente estabelecidos pela mídia.

Este instrumento é composto por 30 perguntas destinadas a avaliar quatro dimensões: internalização geral dos padrões socialmente estabelecidos, pressão exercida por esses padrões, a mídia como fonte de informações sobre aparência e a internalização do ideal de corpo atlético. O escore total do SATAQ-3 é calculado pela soma das respostas, sendo que a maior pontuação representa maior influência dos aspectos socioculturais na imagem corporal (**Anexo 9**).

5.6.15. Avaliação Socioeconômica

Para a classificação do nível socioeconômico foi usado o questionário proposto pela Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP) (2014). A aplicação do questionário teve como objetivo classificar o nível socioeconômico de cada voluntária com base no nível de instrução do provedor principal da casa e características de moradia de acordo com o critério de classificação econômica do Brasil da ABEP (2014) (**Anexo 10**).

6) PROCESSAMENTO DE DADOS E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O banco de dados foi elaborado no software Excel (*Microsoft Office* 2013), tendo dupla digitação e conferência das tabulações. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos softwares *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) for Windows*, versão 20.0 (IBM Corporation®, Nova Iorque, Estados Unidos), *STATA* versão 13.0 (StataCorp LP®, Texas, Estados Unidos) e *software* estatístico R (*R Development Core Team*, 2014), versão 3.2.2 (“*Fire Safety*”). O nível de rejeição da hipótese de nulidade foi de $\alpha = 5\%$, para todos os testes descritos abaixo.

O teste de Kolmogorov-Smirnov, valores de assimetria e curtose constatarem ausência de normalidade da distribuição. Por isso, a apresentação dos resultados foi feita a partir dos valores de mediana e intervalo interquartílico (IIQ), com os valores dos percentis 25 (P25) e 75 (P75), além da apresentação dos gráficos de *box-plot*.

Na análise descritiva das variáveis foram apresentados valores de mediana e intervalo interquartílico. O teste de Mann-Whitney foi utilizado para análise comparativa entre dois grupos independentes, o teste de Wilcoxon verificou diferença entre os dias de semana e final de semana do mesmo grupo.

Os testes de Mann-Whitney e Kruskal Wallis foram usados na verificação da diferença de resultados entre dois ou mais grupos, respectivamente. Foi usado a correção de Bonferroni como teste de post hoc para verificar a diferença entre os grupos (k). Esta correção foi calculada dividindo o valor de significância adotado ($p = 0,05$) pelo número de comparações entre os grupos ($k*(k-1)/2$). O valor de α da correção de Bonferroni usado nas comparações dos três grupos do estilo de vida e composição corporal foi 0,016. Também foi utilizado o teste de post hoc de Dunn para verificar a diferença entre os três grupos G1, G2 e G3.

A correlação entre as variáveis contínuas foi feita pela interpretação do coeficiente de Spearman (r_s) e o valor de significância (p).

Para categorização e agrupamento das informações da frequência alimentar utilizou-se a análise de *Two Step Cluster* (TSC). As regras para a seleção do número de grupos foram baseadas no número de aglomerados que resultou na melhor combinação de baixo Critério Bayesiano de Schwarz (BIC) e maior número de categorias com valores de importância próximos a 1.

Com Análise de Correspondência Múltipla (ACM) foi possível observar a dispersão e aproximação das categorias das variáveis. A partir da representação gráfica,

foi possível interpretar de forma exploratória associações entre as variáveis do estilo de vida observadas. A distribuição das categorias e o coeficiente de correlação interna entre elas foram analisados pelos valores de inércia e α de Cronbach de cada dimensão.

A análise de classe latente (ACL) foi usada para a modelagem da variável estilo de vida foi realizada no pacote poLCA (*Polytomous Variable Latent Class Analysis*) (LINZER, LEWIS, 2011), disponível na biblioteca do software estatístico R (*R Development Core Team*, 2014). As variáveis manifestas AFMV, número de passos, TT, TC, clusters QFA, número de refeições, consumo de álcool e tabaco foram selecionadas, por estarem, hipoteticamente, relacionadas ao estilo de vida das adolescentes. No modelo inicial a idade e os aspectos socioeconômicos foram consideradas como variáveis categóricas.

A avaliação diagnóstica do modelo mais parcimonioso, aquele com número mínimo de parâmetros (variáveis manifestas e covariáveis) possíveis estimados e que conseguiu explicação mais adequada da variável resposta, foi analisada pelos valores de Critério de Informação de Akaike (AIC), Critério Bayesiano de Schwarz (BIC), teste qui-quadrado *Goodness of fit* (χ^2) e entropia. A qualidade do modelo com a inclusão de covariáveis foi avaliada pelos valores do teste de razão de verossimilhança (G^2). A princípio, idade e classe socioeconômica foram as covariáveis indicadas.

A análise de regressão linear simples e múltipla foi usada nas análises dos fatores de risco para doenças cardiometabólicas. O modelo de regressão linear múltipla, utilizando de forma concomitante as variáveis independentes que obtiveram valor de p igual ou menor que 0,200 nos modelos de regressão simples. No modelo final, utilizou-se o método *backward*, sendo que as variáveis na ordem de menor significância (maior valor p) foram retiradas uma a uma do modelo. A significância do modelo final foi avaliada pelo teste F da análise de variância e a qualidade do ajuste pelo coeficiente de determinação (R^2 ajustado). Os resíduos foram avaliados segundo as suposições de normalidade, homocedasticidade, linearidade e independência. Além disso, realizou-se a verificação de multicolinearidade pelo teste VIF (*Variance Inflation Factor*) entre as variáveis incluídas no modelo.

A associação imagem corporal, medidas do estilo de vida e composição corporal foi avaliada pelo teste qui-quadrado (χ^2) e teste exato de Fisher.

A análise de regressão logística simples foi usada para avaliar a relação entre as classes latentes do estilo de vida e as medidas de imagem corporal. A razão de chances bruta (*Odds ratio* – OR) e o intervalo de confiança de 95% (IC95%) foi usada como

medida de efeito. Variáveis como idade, classe socioeconômica, tempo sentado, consumo de álcool e tabaco foram usados no ajuste da variável latente estilo de vida, por isso a opção por não utilizar a OR ajustada. Para equilibrar a proporção de tamanho com a classe 1, as classes 2 e 3 foram analisadas conjuntamente nas análises de regressão logística simples e múltiplas.

A regressão logística múltipla foi usada para avaliar de forma independente as medidas de avaliação do estilo de vida e composição corporal com a variável dependente a imagem corporal. As variáveis explicativas que obtiveram valor de p inferior a 20% ($p < 0,200$), no modelo de regressão simples, foram inseridas pelo método *backward* no modelo de regressão logística múltipla. Já as variáveis com menor significância foram retiradas uma a uma do modelo, até que o modelo mais ajustado fosse encontrado. Para verificação do ajuste do modelo final utilizou-se o teste de Hosmer & Lemeshow e a OR ajustada, com IC 95%, como medida de efeito.

7) ASPECTOS ÉTICOS

Conforme as normas da Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde que dispõe sobre as diretrizes das pesquisas com seres humanos, o projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) com Seres Humanos da UFV em 04/07/2014, com o número do parecer 700.976.2014 (**Anexo 1**).

Este estudo foi contemplado com dois financiamentos, sendo um pela Fundação de Apoio a Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), processo APQ-02584-14; e outro pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processo 445276/2014-2.

Os pais e responsáveis pelas adolescentes foram informados e esclarecidos sobre os objetivos e de todos os procedimentos que foram realizados, sendo o termo de consentimento apresentado para autorização por escrito para que as participantes menores de 18 anos pudessem ficar habilitadas à pesquisa. Para aquelas com 18 e 19 anos, após esclarecimento do projeto, foi solicitado a assinatura do termo de consentimento. Todas as participantes entregaram os TCLE e TA devidamente assinados. A participação no estudo foi voluntária e conferiu-se o direito a adolescente ou à família a recusar-se a participar ou retirar-se deste a qualquer momento, sem nenhum prejuízo. A todo momento os dados individuais foram mantidos em sigilo.

7.1) Retorno as adolescentes

Todos os exames realizados foram devidamente entregues e esclarecidos os resultados às adolescentes ou seus responsáveis. As participantes que apresentaram valores alterados, juntamente com seus responsáveis ou alguém da direção pedagógica da escola, foram informadas da alteração encontrada e, imediatamente, foram incentivadas a marcarem uma consulta médica para investigarem o problema constatado.

As adolescentes com estilo de vida inativo e sedentário foram incentivadas a praticarem atividades ou mudanças de comportamentos que pudessem torná-las mais ativas e menos sedentárias, como: participação das aulas de educação física, prática de atividades ou exercícios físicos orientados realizados fora da escola (academia e prática de alguma modalidade esportiva), aumento da média do número de passos e diminuição do tempo sentado e/ou em frente aos aparelhos com tela.

Os resultados referentes ao estilo de vida das adolescentes foram passados também aos professores de educação física, a fim destes conhecerem os comportamentos habituais adotados pelas participantes. Assim, novos conteúdos poderão ser abordados nas aulas, visando ressaltar os benefícios que o estilo de vida mais ativo, juntamente com uma alimentação saudável tem na manutenção do estado nutricional adequado, visando o desenvolvimento saudável.

Ainda serão entregues relatórios sobre o estilo de vida, composição corporal, fatores de riscos para as doenças cardiometabólicas, microbiota intestinal e imagem corporal nas Secretarias de Educação e Saúde do município de Viçosa-MG e região, a fim direcionar ações públicas de promoção da saúde e prevenção de doenças, neste grupo populacional.

8) REFERÊNCIAS

- ABEP - Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa – Avaliação Socioeconômica – 2014 – Disponível em: www.abep.org. Acesso em: 14 mar. 2014.
- AGANS, R. et al. Distal gut microbiota of adolescent children is different from that of adults. *FEMS microbiology ecology*, v. 77, p. 404–412, 2011.
- AMORIM, LD. Análise de Classes Latentes: Um Tutorial usando Software Estatístico. Technical Report · September 2015.
- AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS. Council on Communications and Media. Children, adolescents, obesity, and the media. *Pediatrics*. v. 128: 201-8, 2011.
- AINSWORTH, B. E. et al. Compendium of physical: an update of activity codes and MET intensities. *Medicine Science of Sports and Exercise*, v. 32, p. S498-S516, 2000.
- ALLISON, M. A. et al. Sedentary behavior and adiposity-associated inflammation: the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *American Journal of Preventive Medicine*, v. 42, n. 1, p. 8-13, Jan. 2012.
- ALMEIDA, S. S.; NASCIMENTO, P. C. B. D.; QUAIOTI, T. C. B. Quantidade e qualidade de produtos alimentícios anunciados na televisão brasileira. *Revista de Saúde Pública*, v. 36, n.3, p. 353-355, 2002.
- ALONSO, V. R.; GUARNER, F. Linking the gut microbiota to human health. *British Journal of Nutrition*, v. 109, p. S21–S26, 2013.
- ALVARENGA, M. S.; SCAGLIUSI, F. B.; PHILIPPI, S. T. Comportamento de risco para transtorno alimentar em universitárias brasileiras. *Revista de Psiquiatria Clínica*, v. 38, n. 1, p. 3- 7, 2011.
- ALVES, E. S. et al. Low-Grade Inflammation and Spinal Cord Injury: Exercise as Therapy? *Mediators of inflammation*, v. 2013, p.1-7, 2013.
- AMARAL, A. C. S. et al. Equivalência semântica e avaliação da consistência interna da versão em português do Sociocultural Attitudes Towards Appearance Questionnaire-3 (SATAQ-3). *Ciência e Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 27, n. 8, p. 1487-1497, Ago. 2011.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM) position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine Science of Sports and Exercise*, v. 3, n.7, p. 1334-1359, Jul. 2011.
- ARAÚJO, C. et al. “Nutritional status of adolescents and its relation with socio-demographics variables: national Adolescent School-based Health Survey (PeNSE), 2009”, *Ciência e Saúde Coletiva*, Vol. 15 No. S2, pp. 3077-3084, 2010.

ASHWELL, M.; GIBSON, S. A proposal for a primary screening tool: 'Keep your waist circumference to less than half your height'. *BioMed Central Medicine*, p. 12-207, Nov. 2014.

BACK GIULIANO, I. C. et al. I guidelines of prevention of atherosclerosis in childhood and adolescence. *Arquivo Brasileiro de Cardiologia*, v.85, Suppl 6, p.4-36, 2005.

BÄCKHED, F. et al. Mechanisms underlying the resistance to diet-induced obesity in germfree mice. *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA*, v. 104, n. 3, p. 979-84, 2007.

BAHIA, L. et al. The costs of overweight and obesity-related diseases in the Brazilian public health system: cross-sectional study. *BMC public health*, v. 12, n. 1, p. 1-7, Jun. 2012.

BALAGOPAL, P. et al. Nontraditional Risk Factors and Biomarkers for Cardiovascular Disease: Mechanistic, Research, and Clinical Considerations for Youth: A Scientific Statement From the American Heart Association, *Circulation*, v.123, p. 2749-2769, 2011.

BALAKRISHNAN, P. L. Identification of Obesity and Cardiovascular Risk Factors in Childhood and Adolescence. *Pediatric Clinics Of North America*, v. 61, p. 153-171, 2014.

BARBOSA, et al. M. C. C. et al. Associação entre Ácido Úrico e Variáveis de Risco Cardiovascular em uma População Não Hospitalar. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v.96 n.3, p.1-7, São Paulo Mar. 2011.

BARBOSA FILHO, V. C. et al. Epidemiology of physical inactivity, sedentary behaviors, and unhealthy eating habits among Brazilian adolescents: a systematic review. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 19, n.1, p.173-193, 2014.

BARLOW, S. E. Expert Committee. Expert committee recommendations regarding the prevention, assessment, and treatment of child and adolescent overweight and obesity: summary report. *Pediatrics*, v.120 suppl 4:S164-S192, 2007.

BARROS, M. V. G.; NAHAS, M. V. Medidas da atividade física: teoria e prática em diversos grupos populacionais. *Midiograf*, Londrina, Ed. 1, 2003.

BENATTI, F. B.; LANCHÁ JUNIOR, A. H. Leptina e exercício físico aeróbio: implicações da adiposidade corporal e insulina. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v.13, n. 4, Jul/Ago, 2007.

BIDDLE, S. J. H. et al. Correlates of participation in physical activity for adolescent girls: a systematic review of recent literature. *Journal Physical Activity and Health*, v. 2, p. 423-434, 2005.

- BOUCHARD, C. et al. A method to assess energy expenditure in children and adults. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 37, p. 461-467, March, 1983.
- BRATTEBY, L. E. et al. A 7-day activity diary for assessment of daily energy expenditure validated by the doubly labelled water method in adolescents. *European Journal of Clinical Nutrition*, v. 51, p. 585-591, April, 1997a.
- BRATTEBY, L. E. et al. Daily energy expenditure and physical activity assessed by an activity diary in 374 randomly selected 15-year-old adolescents. *European Journal of Clinical Nutrition*, v. 51, P. 592±600, April, 1997b.
- BROOKS, G. A. et al. Chronicle of the Institute of Medicine physical activity recommendation: how a physical activity recommendation came to be among dietary recommendations. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v.79 (suppl), p. 921S–930S, 2004.
- BUCHAN, D. S. et al. The Effects of Time and Intensity of Exercise on Novel and Established Markers of CVD in Adolescent Youth. *American Journal of Human Biology*, v. 23, p. 517-526. Apr. 2011.
- CALLAWAY, C.W. et al. Anthropometric standardization reference manual. *Human Kinetics: Champaign*, p. 39-54, 1988.
- CAMERON, N. Anthropometric Measurements. In: *The measurement of human growth*. Austrália: Croom-Helm, cap. 4, p.87-93, 1984.
- CAMERON, A. J. et al. Clustering of obesity-related risk behaviors in children and their mothers. *Annals of Epidemiology*, v. 21, p.95–102, 2011.
- CAMPOS, D. et al. Prebiotic effects of yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. & Endl), a source of fructooligosaccharides and phenolic compounds with antioxidant activity. *Food Chemistry*, v. 135, n.3 p.: 1592-1599, 2012.
- CAMPAGNA, V. N.; SOUZA, A. S. L. Corpo e imagem corporal no início da adolescência feminina. *Boletim de Psicologia*, São Paulo, v. 56, p. 9-35, dez. 2006.
- CANI, P. D.; EVERARD, A. Talking microbes: When gut bacteria interact with diet and host organs. *Molecular Nutrition & Food Research*, v. 00, pág. 1–9, 2015.
- CANI, P. D.; DELZENE, N. M. Interplay between obesity and associated metabolic disorders: new insights into the gut microbiota. *Current Opinion in Pharmacology*, v. 9, p. 737-743, 2009.
- CANI, P. D. et al. Changes in gut microbiota control metabolic endotoxemia-induced inflammation in high-fat diet-induced obesity and diabetes in mice. *Diabetes*, v. 57, n. 6, p.1470e81, 2008.

- CARDOSO, A. S. et al. Association of uric acid levels with components of metabolic syndrome and non-alcoholic fatty liver disease in overweight or obese children and adolescents. *Jornal de Pediatria*, v. 89, n. 4, p. 412-418, 2013.
- CASH, T. F. Cognitive-behavioral perspectives on body image. In: Cash TF, editor. *Encyclopedia of body image and human appearance*. Oxford: Elsevier, p. 334-342, 2012.
- CASH, T. F.; SMOLAK, L. *Body image: A handbook of science, practice, and prevention* (2nd ed.). New York, NY: The Guilford Press, p. 3 – 11, 2011.
- CASTILLO M. et al. Quantification of total bacteria, enterobacteria and lactobacilli populations in pig digesta by real-time PCR. *Veterinary Microbiology*, v. 114, n.1-2, p. 165-170, 2006.
- CESCHINI FL et al. Nível de atividade física em adolescentes brasileiros determinado pelo questionário internacional de atividade física (IPAQ) versão curta: estudo de revisão sistemática. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, v.24, n. 4, p.1-7.
- CHEN, C. C.; WALKER, W. A. Probiotics and prebiotics: role in clinical disease states. *Advances in Pediatrics*, v. 52, p. 77-113, 2005.
- CLEMENTE, A. P. et al. Mild stunting is associated with higher body fat: study of a low-income population. *Journal of Pediatrics*, v. 87, p.138-144, 2011.
- CLEMENTE, J. C. et al. The impact of the gut microbiota on human health: an integrative view. *Cell*, v. 148, p. 1258–1270, 2012.
- COELHO-RAVAGNANI, C. F. et al. Estimativa do equivalente metabólico (met) de um protocolo de exercícios físicos baseada na calorimetria indireta. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 19, n. 2, p. 134-138, Mar./abr. 2013.
- COLLINS, L. M.; LANZA, S. T. *Latent class and latent transition analysis: with applications in the social, behavioral, and health sciences*. New Jersey: Wiley; 2010.
- CONTI, M. A.; CORDAS, T. A.; LATORRE, M. R. D. O. A study of the validity and reliability of the Brazilian version of the Body Shape Questionnaire (BSQ) among adolescents. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*, Recife, v. 9, n.3, p. 331-338, Jul./Set. 2009.
- CONTI, M. A. et al. Cross-cultural adaptation, validation and reliability of the Body Area Scale for Brazilian adolescents. *Ciência e Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 25, n. 10, p. 2179-2186, Out. 2009.
- CORDER, K. et al. Assessment of physical activity in youth. *Journal of Applied Physiology*, v. 105, n. 3, p. 977-87, 2008.

COUTINHO, T. A. et al. Associations of serum uric acid with markers of inflammation, metabolic syndrome, and subclinical coronary atherosclerosis. *American Journal of Hypertension*, v. 20, n.1, p. 83-89, 2007.

DAMASCENO, V. O. Adaptação transcultural e qualidades psicométricas do recordatório de três dias de atividade física (three day physical activity recall) em escolares de 10 a 12 anos. Tese (Ciência da Saúde). 2013. 193 f. Universidade Federal de Minas Gerais – Escola de Medicina. Belo Horizonte, 2013.

DE ONIS, M. et al. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*, Geneva, v. 85, p. 660-667, Sept. 2007.

DE ONIS, M.; BLÖSSNER, M.; BORGHI, E. Global prevalence and trends of overweight and obesity among preschool children. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 92, n. 5, p. 1257-1264, Nov. 2010.

DELZENNE, N. M.; NEYRINCK, A. M.; CANI, P. D. Modulation of the gut microbiota by nutrients with prebiotic properties: consequences for host health in the context of obesity and metabolic syndrome. *Microbial Cell Factories*, V. 10, Suppl 1, p. S10, Aug. 2011.

DESPRE'S, J. P. et al. Abdominal Obesity and the Metabolic Syndrome: Contribution to Global Cardiometabolic Risk. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, v. 28, p. 39 – 46, June 2008.

DIAS, P. J. P. et al. Prevalência e fatores associados aos comportamentos sedentários em adolescentes. *Revista de Saúde Pública*, v. 48, n. 2, p. 266-274, 2014.

DOD, H. S. et al. Effect of intensive lifestyle changes on endothelial function and on inflammatory markers of atherosclerosis. *The American Journal of Cardiology*, v. 105, n. 3, p. 362-367, Feb. 2010.

DUNCAN, B. B. et al. Doenças crônicas não transmissíveis no Brasil: prioridade para enfrentamento e investigação. *Revista de Saúde Pública*, v. 46, Supl 1, p. 126-134, 2012.

DUNCAN, S. H. et al. Reduced dietary intake of carbohydrates by obese subjects results in decreased concentrations of butyrate and butyrate-producing bacteria in feces. *Applied Environ Microbiology Journal*, v. 73, p. 1073–1078, 2007.

ENES, C. C.; SLATER, B. Obesidade na adolescência e seus principais fatores determinantes. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 13, n. 1, p. 163-171, 2010.

FARHAT, T. Stigma, obesity and adolescent risk behaviors: current research and future directions. *Current opinion of Psychology*, v. 5, p.56–66, 2015.

FARIAS JUNIOR, J. C. Associação entre Prevalência de Inatividade Física e Indicadores de Condição Socioeconômica em Adolescentes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, São Paulo, v. 14, n. 2, Mar./Abr. 2008.

FARIAS JUNIOR, J. C. et al. Validade e reprodutibilidade dos instrumentos de medida da atividade física do tipo self-report em adolescentes: uma revisão sistemática. *Caderno de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 26, n. 9, p.1669-1691, Set. 2010.

FEIG, D. L.; KANG, D. H.; JOHNSON, R. J. Uric acid and cardiovascular risk. *New England Journal of Medicine*, v.359, p. 1811-1821, 2008.

FERRANTI, S.; MOZAFFARIAN, D. The perfect storm: obesity, adipocyte dysfunction, and metabolic consequences. *Clinical Chemistry*, v. 54. p. 945–955, 2008.

FERREIRA, R. W. et al. Prevalência de comportamento sedentário de escolares e fatores associados. *Revista Paulista de Pediatria*, v.34, n.1, p.56-63.

FITZPATRICK, S. L.; et al. Application of Latent Class Analysis to Identify Behavioral Patterns of Response to Behavioral Lifestyle Interventions in Overweight and Obese Adults. *International Journal of Behavioral Medicine*. (2015) 22:471–480.

FLEGAL, K. M. et al. Association of all-cause mortality with overweight and obesity using standard body mass index categories: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*, v. 309, n. 1, p.71-82, 2013.

FLORES, L. S. et al. Trends of underweight, overweight, and obesity in Brazilian children and adolescents. *Journal of Pediatrics*, v. 89, p. 456-461, 2013.

FLYNT A. A Survey of Popular R Packages for Cluster Analysis. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, v.41, n. 2, p. 205–225, 2016.

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. *Clinical Chemistry*, v.18, n.6, p.499-502, 1972.

FRISWELL, M. K. et al. Site and strain- specific variation in gut microbiota profiles and metabolism in experimental mice. *PLoS One*, v. 5: 8584, 2010.

GAGLIARDI, A. C. M.; MINAME, M. H.; SANTOS, R. D. Uric acid: a marker of increased cardiovascular risk. *Atherosclerosis*, v. 202, n. 1, p. 11-17, 2009.

GARDNER, R. M. Perceptual measures of body image for adolescents and adults. In T. F. Cash, & L. Smolak (Eds.), *Body image: a handbook of science, practice, and prevention*. New York: The Guilford Press, p. 146-153, 2011.

GOMES, F. S.; ANJOS L. A.; VASCONSCÉLOS, M. T. L. Antropometria como ferramenta de avaliação do estado nutricional coletivo de adolescentes. *Revista de Nutrição*, v. 23, n. 4, p. 591-605, jul./ago. 2010.

- GOMES, F. et al. Obesidade e Doença Arterial Coronariana: Papel da Inflamação Vascular. *Arquivos Brasileiro de Cardiologia*, v. 94, n.2, p. 273-279, 2010.
- GONZAGA, N. C. et al. Leptina e fatores de risco cardiometabólicos em crianças e adolescentes: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Medicina*, v. 17, n. 5, 2014.
- GRZESKOWIAK, L. M. Gut Microbiota in early infancy: effect of environment, diet and probiotics. Tese (Department of Biochemistry and Food Chemistry). 2011. 79f. University of Turku, Turku, Finlândia, 2011.
- GUEDES, D. P.; LOPES, C. C.; GUEDES, J. E. R. P. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física em adolescentes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, São Paulo, v. 11, n. 2, Mar./Abr. 2005.
- GUINHOYA, B. C.; SAMOUDA, H.; BEAUFORT, C. Level of physical activity among children and adolescents in Europe: a review of physical activity assessed objectively by accelerometry. *Public Health*, v. 127, p. 301-311, 2013.
- GUO X. et al. Development of a real-time PCR method for Firmicutes and Bacteroidetes in faeces and its application to quantify intestinal population of obese and lean pigs. *Letters in Applied Microbiology*, v.47, n.5, p. 367-373, 2008.
- HAIR JÚNIOR, J. F. et al. Análise multivariada de dados. Bookman, Porto Alegre, 5 ed., 2005.
- HALLAL, P. C. et al. Prática de atividade física em adolescentes brasileiros. *Ciência e Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 3035-3042, 2010.
- HASKELL, W. L. et al. PHYSICAL ACTIVITY and public health: updated recommendation for adults from the American College of Exercise. *Medicine Science of Sports and Exercise*, v. 39, p.1423-1434, 2007.
- HEILBRONN, L. K.; CAMPBELL, L. V. Adipose tissue macrophages, low grade inflammation and insulin resistance in human obesity. *Current Pharmaceutical Design*, v.14, p.1225-1230, 2008.
- HAUGHTON, D.; LEGRAND, P. Review of three latent class cluster analysis packages: Latent Gold, poLCA, and MCLUST. *The American statistician American Statistical Association*, v. 63, n.1, p. 81-91, 2009.
- HUMAN MICROBIOME PROJECT CONSORTIUM. Structure, function and diversity of the healthy human microbiome. *Nature*, v. 486, p. 207-214, 2012.
- GONÇALVES, C. O.; CAMPANA, A. N.; TAVARES, M. C. Influência da atividade física na imagem corporal: Uma revisão bibliográfica. *Motricidade*, v. 8, n. 2, p. 70-82, 2012.

INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). Dietary reference intakes: energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. Washington, DC: National Academy Press, 2002. (Internet: <http://www.nap.edu/books/0309085373/html/>).

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION – IDF [homepage on the Internet]. The IDF definition of the Metabolic Syndrome in children and adolescents 2007 [cited 2015 Dec 07]. Available from: <http://www.idf.org/home>.

JANSSEN, I.; LEBLANC, A. G. Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, v. 7, n. 40, p. 1-16, 2010.

KAKESHITA, I. S. et al. Estudo de Validação e Fidedignidade de Escalas de Silhuetas Brasileiras em Adolescentes *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, Brasília, v. 25 n. 2, p. 263-270, Abr./Jun. 2009.

KASAPIS, C.; THOMPSON, P. D. The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers: a systematic review. *Journal of the American College of Cardiology*, v. 45, n. 10, p. 1563–1569, 2005.

KASPRZYK I. Latent Class Model in the Software. *Acta Universitaris Loszienses Folia Oeconomica*, 135, 2010.

KEERY, H.; VAN den BERG, P.; THOMPSON, J. K. An evaluation of the Tripartite Influence Model of body dissatisfaction and eating disturbance with adolescent girls. *Body Image*, Amsterdam, v. 1, n.3, p. 237-251, Sept. 2004.

KESKIN, M. et al. 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. e500-e503, 2005.

KHOSLA, U. M. et al. Hyperuricemia induces endothelial dysfunction. *Kidney International*, v. 67, n. 5, p. 1739-1742, 2005.

KINLAY, S.; SELWYN, A. P. Effects of statins on inflammation in patients with acute and chronic coronary syndromes. *The American Journal of Cardiology*, v. 91, p. 9B–13B, 2003.

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

KOERNER, A.; Kratzsch, J.; Kiess, W. Adipocytokines: leptin – the classical, resistin – the controversial, adiponectin – the promising, and more to come. *Best practice & research. Clinical endocrinology & metabolism*, v. 19, n. 4, p. 525-46, 2005.

LAUS, M. F. et al. Estudo de Validação e Fidedignidade de Escalas de Silhuetas Brasileiras em Adolescentes. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*. Brasília, v. 29, n. 4, p. 403-409, Out./Dez. 2013.

LAUS, M. F. et al. Body image in Brazil: recent advances in the state of knowledge and methodological issues. *Revista de Saúde Pública*, v. 48, n. 2, p. 331-346, 2014.

LASSENIUS, M. I. et al. Bacterial endotoxin activity in human serum is associated with dyslipidemia, insulin resistance obesity, and chronic inflammation. *Diabetes Care*, v. 34, n. 8, p. 1809e15, 2011.

LEAL, G. V. S. et al. Consumo alimentar e padrão de refeições de adolescentes, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 13, n. 3, p. 457-467, 2010.

LINZER, D. A.; LEWIS, J. B. poLCA: An R Package for Polytomous Variable Latent Class Analysis. *Journal of Statistical Software*, v. 42, n.10, p. 1-29, 2011.

LEWIS, S. et al. “I don’t eat a hamburger and large chips every day!” A qualitative study of the impact of public health messages about obesity on obese adults. *BMC public health*, v. 10, n. 309, p. 1-9, 2010.

LIBBY, P. Inflammation and cardiovascular disease mechanisms. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 83, n. 2, p. 456S-460S, Feb. 2006.

LIN, H. V. et al. Butyrate and propionate protect against diet-induced obesity and regulate gut hormones via free fatty acid receptor 3-independent mechanisms. *PLoS ONE*, v. 7, n. 4, p. e35240, 2012.

LINZER, D. A.; LEWIS, J. B. poLCA: An R Package for Polytomous Variable Latent Class Analysis. *Journal of Statistical Software*, v. 42, n. 10, p. 1-29, 2011

LOEFFLER, L. F. et al. Uric Acid Level and Elevated Blood Pressure in US Adolescents: National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2006. *Hypertension*, v. 59, p. 811-817, 2012.

LOOMBA-ALBRECHT, L. A.; STYNE, D. M. Effect of puberty on body composition. *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes & Obesity*, v.16, p.10–15, 2009.

LOUIS, P.; FLINT, H. J. Diversity, metabolism and microbiol ecology of butyrate-producing bacteria from the human large intestine. *FEMS microbiology letters*, v. 294, n.1, p.1-8, 2009.

LOVELY, R. Obesity-Related Increased γ ’ Fibrinogen Concentration in Children and Its Reduction by a Physical Activity-Based Lifestyle Intervention: A Randomized Controlled Study. *Journal of Pediatrics*, v. 163, n. 2, p. 333-338, 2013.

MACHADO, D. R. L.; BONFIM, M. R.; COSTA, L. T. Pico de velocidade de crescimento como alternativa para classificação maturacional associada ao desempenho motor. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, v. 11, n. 1, p. 14-21, 2009.

MALINA, R.; BOUCHARD, C.; BAR-OR, O. Crescimento, maturação e atividade física. Phorte, São Paulo, 2009.

MANUAL de utilização InBody 230. 2006. Disponível em: <http://www.inbody.fi/resources/userfiles/File/230manual.pdf>> Acesso em: 15 de janeiro de 2014.

MARION, M. et al. Uric acid as a risk factor for cardiovascular diseases and metabolic syndrome. *Revista Brasileira de Farmácia*, v. 92, n. 1, p. 3-8, 2011.

MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, M. A.; SÁNCHEZ-VILLEGAS, A.; FAJARDO, J. F. Bioestadística amigable, Espanha: Diaz de Santos, 2 ed., 919 p, 2009.

MASCARENHAS, L. P. et al. Relação entre diferentes índices de atividade física e preditores de adiposidade em adolescentes de ambos os sexos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 214-218, Jul./Ago. 2005.

MASI, L. N.; SILVA, E. P. A influência dos ácidos graxos trans na disfunção da célula endotelial e o possível efeito terapêutico do exercício sobre o tecido endotelial como forma de prevenção ou regressão da aterosclerose. *Jornal Vascular Brasileiro*, v. 8, n. 2, p.171-176, Mar. 2009.

MIRANDA, V. P. N. et al. Maturação somática e composição corporal em adolescentes eutrófios do sexo feminino com ou sem adequação da gordura corporal. *Revista Paulista de Pediatria*, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 78-84, 2014b.

MIRANDA, V. P. N. et al. Inflammatory markers in relation to body composition, physical activity and assessment of nutritional status of the adolescents. *Nutricion Hospitalaria*, aceito para publicação, 2015.

MIRANDA, V. P. N. et al. Effect of physical activity on cardiometabolic markers in adolescents: systematic review. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, vol. 22, No 3, p. 235-242, Mai/Jun, 2016.

MIRANDA, V. P. et al. Imagem corporal em diferentes períodos da adolescência. *Revista Paulista de Pediatria*. São Paulo, v. 32, n. 1, p. 63-69, 2014a.

MIRWALD, R. L. et al. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine Science of Sports and Exercise*, v. 2, n. 34, p. 689-694, 2002.

MORAES, A. C. F. et al. Microbiota intestinal e risco cardiometabólico: mecanismos e modulação dietética. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia*, v. 58, n. 4, p. 318-326, 2014.

MORAIS, M. B.; JACOB, C. M. A. The role of probiotics and prebiotics in pediatric practice. *Journal of Pediatric*, Rio de Janeiro, v. 82, n. 5 (Suppl), 2006.

MORENO, L. A. et al. Nutrition and Lifestyle in European Adolescents: The HELENA (Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence) Study. *American Society for Nutrition. Adv. Nutr.* v. 5, p. 615S–623S, 2014.

MUCCIOLI, G. G. et al. The endocannabinoid system links gut microbiota to adipogenesis. *Molecular systems biology*, v. 6, n. 392, p.1-15, 2010.

NAFIU, O. O. et al. “Neck circumference as a screening measure for identifying children with high body mass index”. *Pediatrics*, v. 126, n. 2, p. e306–e310, 2010.

OGDEN, C. L. et al. Trends in Obesity Prevalence Among Children and Adolescents in the United States, 1988-1994 Through 2013-2014. *JAMA*, v. 315, n. 21, p.2292-2299, 2016.

OLIVEIRA, M. L. de. Estimativa dos custos da obesidade para o Sistema Único de Saúde no Brasil. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

OLIVEIRA, M. L. de. Estimativa dos custos da obesidade para o Sistema Único de Saúde no Brasil. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

ORGANIZATION. UNESCO Statistical Yearbook 1999: culture and communication statistics. Montreal: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization; 1999.

PAOLETTI, R. et al. Metabolic syndrome, inflammation and atherosclerosis. *Vascular Health and Risk Management*, v. 2, n. 2, p.145-152, 2006.

PATE, R. R. et al. Promoting Physical Activity in Children and Youth A Leadership Role for Schools A Scientific Statement From the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Physical Activity Committee) in Collaboration With the Councils on Cardiovascular Disease in the Young and Cardiovascular Nursing. *Circulation*, v. 114, p. 1214-1224, 2006.

PEARSON T. A. et al. Markers of inflammation and cardiovascular disease: application to clinical and public health practice: A statement for healthcare professionals from the Centers for Disease Control and Prevention and the American Heart Association. *Circulation*, v.107, n.3, p. 499-511, 2003.

PELEGRINI, A. et al. Body image perception in women: prevalence and association with anthropometric indicators. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, v. 16, n. 1, p. 58-65, 2014.

PEREIRA, P. F. 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. *Cardiology in the Young*, v. 22, p.162-169, 2011.

PESQUISA DE ORÇAMENTOS FAMILIARES 2008–2009. Antropometria e análise do estado nutricional de crianças e adolescentes no Brasil. <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia> (acessado em 01 de outubro, 2012).

PHILIPPI, S. T.; LEME, A. C. B. Dietary intake and meal frequency of Brazilian girls attending a school-based randomized controlled trial. *Nutrition & Food Science*, v.45, n.6, p. 954 – 968, 2015.

PRIORE, S.E. Composição corporal e hábitos alimentares de adolescentes: uma contribuição à interpretação de indicadores do estado nutricional. Tese (Doutorado em Ciências). 1998. 211 f. Universidade Federal de São Paulo – Escola de Medicina. São Paulo, 1998.

PRONK, NP et al. Meeting recommendations for multiple healthy lifestyle factors. Prevalence, clustering, and predictors among adolescent, adult, and senior health plan members. *American Journal of Preventive Medicine* v. 27:25–33, 2004.

QUEIPO-ORTUÑO, M. I. et al. Gut microbiota composition in male rat models under different Nutritional Status and Physical Activity and its association with serum leptin and ghrelin levels. *Eating Disorders Alter Microbiota*, v. 8, n. 5, p. 1-10, May. 2013.

RASMUSSEN, A. R. et al. Validity of Self-Assessment of Pubertal Maturation. *Pediatrics*, v. 135, n. 1, p. 86-94, 2015.

RIDLEY, K.; AINSWORTH, B. E.; OLDS, T. S. Development of a Compendium of Energy Expenditures for Youth. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, v. 5, n. 45, p. 1-26, 2008.

RIGDON, E. What is structural equation modeling. Consultado em 09 de Fevereiro de 2015, a partir de <http://www2.gsu.edu/~mkteer/sem.html>, 2009.

RINER, W. F.; SELHORST, S. H. Physical activity and exercise in children with chronic health conditions. *Journal of Sport and Health Science*, v. 2, p. 12-20, 2013.

RODRIGUES, L. M.; MATTOS, A. P.; KOIFMAN, S. Prevalência de síndrome metabólica em amostra ambulatorial de crianças e adolescentes com sobrepeso e obesidade: análise comparativa de diferentes definições clínicas. *Revista Paulista de Pediatria*, v. 29, n. 2, p. 178-185, 2011.

- ROGOL, A. D.; ROEMMICH, J. N.; CLARK, P. A. Growth at Puberty. *Journal of Adolescent Health*, v. 31, n. 6, p. 192-200, 2002.
- RYAN, C. G. et al. The validity and reliability of a novel activity monitor as a measure of walking. *British Journal of Sports Medicine*, v. 40, n. 9, p. 779-784, 2006.
- SANTACRUZ, A. et al. Interplay between weight loss and gut microbiota composition in overweight adolescents. *Obesity*, v. 17, n.10, Oct. 2009.
- SANTOS, J. C. M.; ROCHA, S. M.; ARAÚJO, S. M. Determinantes Prognósticos em Pacientes com Síndrome Coronariana Aguda sem Elevação do Segmento ST. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 100, n. 5, p. 412-421, 2013.
- SANTOS, M. G. et al. Fatores de Risco no Desenvolvimento da Aterosclerose na Infância e Adolescência. *Arquivos Brasileiro de Cardiologia*, v. 90, n. 4, p. 301-308, 2008.
- SAUNDERS, T. J.; CHAPUT, J. P.; TREMBLAY, M. S. Sedentary Behaviour as an Emerging Risk Factor for Cardiometabolic. Diseases in Children and Youth. *Canadian Journal of Diabetes*, v. 38, p. 53-61, 2014.
- SAWAYA, L. D. Mild stunting is associated with higher body fat: study of a lowincome population. *Journal of Pediatrics (Rio J)*, v. 87, p.138-144, 2011.
- SCHMIDT, M. I. et al. Doenças crônicas não transmissíveis no Brasil: carga e desafios atuais. *The Lancet*. 2011.
- SCHNEIDER, P. L. et al. Accuracy and reliability of 10 pedometers for measuring steps over a 400-m walk. *Medicine Science of Sports and Exercise*, v. 35, n. 10, p. 1779-1784, 2003.
- SCHOFIELD, W. N. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Human Nutrition. Clinical Nutrition*, v. 39C, Suppl. 1, p. 5±41, 1985.
- SCHUIT, A. J et al.. Clustering of lifestyle risk factors in a general adult population. *American Journal of Preventive Medicine*, v. 35, p.219–224, 2002.
- SCHWIERTZ, A. et al. Microbiota and SCFA in Lean and Overweight Healthy Subjects. *Obesity*, v. 8, n.11, p. 190-195, 2010.
- SHEN, J. et al. The gut microbiota, obesity and insulin resistance. *Molecular Aspects of Medicine*, v. 34, p. 39–58, 2013.
- SHIRASAWA, T. et al. The relationship between distorted body image and lifestyle among Japanese adolescents: a population-based study. *Archives of Public Health*, v. 73, p. 32, 2015.

SIERVOGEL, R. M. et al. Puberty and Body Composition. *Hormones Research*, v. 60, suppl. 1, p. 36–45, 2003.

SILVA, C. C. et al. Circunferência do pescoço como um novo indicador antropométrico para predição de resistência à insulina e componentes da síndrome metabólica em adolescentes: Brazilian Metabolic Syndrome Study. *Revista Paulista de Pediatria*, v. 32, n.2, p.221-9, 2014.

SMOLAK, L. M. Body Image in children and adolescents: where do we go from here? *Body Image*, v. 1, n. 1, p.15-28, 2004.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO. VII Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial. *Arquivo Brasileiro de Cardiologia*, v.107, n.3, suppl 3, p.53-62, 2016.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2013–2014. SBD – Gestão 2012-2013.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO. VII Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial. *Arquivo Brasileiro de Cardiologia*, v. 107, n. 3, suppl. 3, p. 53-62, 2016.

SOMMER, F.; BÄCKHED, F. The gut microbiota — masters of host development and physiology. *Nature Reviews Microbiology*, v. 11, p. 227-238, April 2013.

STEVENSON, D. M.; WEIMER, P. J. Dominance of Prevotella and low abundance of classical ruminal bacterial species in the bovine rumen revealed by relative quantification real-time PCR. *Applied Microbiology and Biotechnology*, v.75, p.165–174, 2007.

STOCKHORST, U. et al. Insulin and the CNS: effects on food intake, memory, and endocrine parameters and the role of intranasal insulin administration in humans. *Physiology & behavior*, v. 83, p. 47-54, 2004.

STRONG, W. B. et al. Evidence based physical activity for school-age youth. *The Journal of Pediatrics*, v. 146, p. 732-737, 2005.

SUTTER, C.; NISHINA, A.; ADAMS, R. E. How you look versus how you feel: Associations between BMI z-score, body dissatisfaction, peer victimization, and selfworth for African American and white adolescents. *Journal of Adolescence*, v. 43, p. 20 – 28, 2015.

TEIXEIRA, T. F. S. et al. Intestinal permeability measurements: general aspects and possible pitfalls. *Nutricion Hospitalaria*, v. 29, n. 2, p. 269-281, 2014.

- TENÓRIO, M. C. M. et al. Atividade física e comportamento sedentário em adolescentes estudantes do ensino médio. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 13, n. 1, p. 105-117, 2010.
- TEXEIRA, T. F. S. et al. Faecal levels of Bifidobacterium and Clostridium coccoides but not plasma lipopolysaccharide are inversely related to insulin and HOMA index in women. *Clinical Nutrition*, p. 1-6, 2013.
- THOMPSON, J. K. *Exacting Beauty: Theory, assessment and treatment of body image disturbance*. Washington, DC: American Psychological Association, 1999.
- TOKGÖZOĞLU, L. Atherosclerosis and the role of inflammation. *Türk Kardiyoloji Derneği arşivi: Türk Kardiyoloji*, v. 7, Suppl. 4, p. 1-6, Apr. 2009.
- TOPPING, D. L.; CLIFTON, P. M. Short-chain fatty acids and human colonic function: roles of resistant starch and nonstarch polysaccharides *Physiological reviews supplement*, v. 81:1031-1064, 2011.
- TSAI, M. C.; Strong, C.; Lin, C. Y.; Effects of pubertal timing on deviant behaviors in Taiwan: A longitudinal analysis of 7th- to 12th-grade adolescents. *Journal of Adolescence*, v. 42, p. 87 – 97, 2015.
- TUDOR-LOCKE, C. et al. How Many Steps/Day are Enough? for Children and Adolescents. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, v. n. 8, 78-, 2011.
- TURNBAUGH, P. J. et al. A core gut microbiome in obese and lean twins. *Nature*, v. 457, p. 480, 2009.
- VASCONSCELLOS, M. B; ANJOS, L. A.; VASCONSCELLOS, M. T. L. Estado nutricional e tempo de tela de escolares da Rede Pública de Ensino Fundamental de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 29, n.4, p.713-722, abr. 2013.
- VITOLO, M. R. et al. Avaliação de duas classificações para excesso de peso em adolescentes brasileiros. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 41, n. 4, p. 653-656, 2007.
- VOLP, A. C. P. et al. Capacidade dos Biomarcadores Inflamatórios em Predizer a Síndrome Metabólica. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabolismo*, v. 52, n. 3, p. 537-539.
- XAVIER, H. T. et al. V Brazilian Guidelines on Dyslipidemias and Prevention of Atherosclerosis. *Arquivo Brasileiro de Cardiologia*, v.101, n. 4 Suppl 1, p.1-20, 2013.
- ZHANG et al. Positional cloning of the mouse obese gene on cytokine receptors; Marlene Dembski for animal work; Cheryl and its human homologue. *Nature* 1994; 372: 425–431.

ZHAO, G.; NYMAN, M.; JÖNSSON, J. A. Rapid determination of short-chain fatty acids in colonic contents and faeces of humans and rats by acidified water-extraction and direct-injection gas chromatography. *Biomed. Chromatogr.* 20: 674–682, 2006.

WANG, H. et al. Obesity Modifies the Relations Between Serum Markers of Dairy Fats and Inflammation and Oxidative Stress Among Adolescents. *Epidemiology*, v. 19, n. 12, p. 2404-2410, Dec. 2011.

WILCOX, G. “Insulin and Insulin Resistance,” *The Clinical biochemist. Reviews*, vol. 26, pp. 19-35, 2005.

WILLIAMS, D. P. et al. Body fatness and risk for elevated blood pressure, total cholesterol, and serum lipoprotein ratios in children and adolescents. *American Journal of Public Health*, v. 82, n.3, p. 358-363, Mar. 1992.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Global Recommendations on Physical Activity for Health*. In: Organization WH, editor. Geneva: WHO Press; 2010.

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

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Waist circumferences and waist-hip ratio: report of a WHO expert consultation*, Geneva, World Health Organization, 2008.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *WHO Expert Committee on Physical Status. Physical status: the use and gbfv ginterpretation of anthropometry*. WHO Tchnical repor Series n. 854. Geneva,1995.

WU, C. K. et al. The relationship among central obesity, systemic inflammation, and left ventricular diastolic dysfunction as determined by structural equation modeling. *Obesity (Silver Spring)*, v. 20, n. 4, p. 730-737, Apr. 2012.

8) RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e a discussão foram apresentados na forma de 4 artigos originais, cada qual contemplando um objetivo específico proposto.

Até o presente momento, 4 artigos foram aceitos ou estão no prelo para serem publicados. Desses, 3 foram de revisão e um artigo original (Quadro 10). O manuscrito com dados do estudo piloto foi submetido à Revista Paulista de Pediatria.

Quadro 10: Descrição dos manuscritos publicados, aceito ou submetido.

Descrição	Referência	Local aceito para publicação ou submetido	Anexo
Artigo de revisão crítica	Miranda et al. (2015)	Revista <i>Nutricion Hospitalaria</i>	11
Artigo de revisão sistemática	Miranda et al. (2016)	Revista Brasileira de Medicina do Esporte	12
Artigo de revisão crítica	Miranda et al. (2014)	Revista da Associação Brasileira de Nutrição	13
Artigo Original	Morais et al. (No prelo)*	Revista Ciência e Saúde Coletiva	14
Estudo Piloto	-	Revista Paulista de Pediatria**	15

*Trabalho de iniciação científica vinculado ao projeto de pesquisa da tese.

**Manuscrito submetido, aguardando o parecer dos revisores.

9.1 - Artigo 1

Interações comportamentais do estilo de vida de adolescentes do sexo feminino avaliado pelo modelo de análise de classe latente

Valter Paulo Neves Miranda¹, Paulo Roberto dos Santos Amorim², Ronaldo Rocha Bastos³, Vítor Gabriel Barra³, Eliane Rodrigues de Faria⁴, Sylvia do Carmo Castro Franceschini¹, Silvia Eloiza Priore¹.

1 – Programa de Pós-graduação em Ciência da Nutrição. Departamento de Nutrição e Saúde. Universidade Federal de Viçosa.

2 – Laboratório de Performance Humana (LAPeH). Departamento de Educação Física. Universidade Federal de Viçosa.

3 – Laboratório de Informações Geo-referenciadas (LINGE). Departamento de Estatística. Universidade Federal de Juiz de Fora.

4 – Departamento de Nutrição. Universidade Federal de Juiz de Fora.

Períodico a ser submetido: *Journal of Pediatrics*

Fator de Impacto: 3.890

Resumo

Introdução: A inatividade física e o comportamento sedentário são comumente constatados em adolescentes do sexo feminino, e se relacionam alimentação inadequada, excesso de peso, fatores de risco para doenças cardiometabólicas e problemas psicossociais. **Objetivo:** avaliar o estilo de vida de adolescentes do sexo feminino, verificando as interações de distintos comportamentos, utilizando o modelo de análise de classes latentes. **Métodos:** Trata-se de um estudo transversal, descritivo e analítico; com adolescentes de 14 a 19 anos, do sexo feminino, residentes no município de Viçosa-MG, Brasil. O estilo de vida foi analisado pelo Recordatório de Atividade Física de 24h, número de passos, tempo de tela (TT), celular (TC) e tempo sentado, questionário de frequência alimentar, consumo de álcool e tabaco. A análise de classe latente (ACL) foi selecionada para avaliação do estilo de vida, sendo realizada no pacote *poLCA* da biblioteca do *software* R. **Resultados:** Participaram da pesquisa 405 adolescentes, a maioria com nível de atividade física baixo e elevado TT e TC, principalmente no final de semana. Aproximadamente, 40% não realizaram a recomendação mínima de atividades físicas moderadas e vigorosas. Também observou-se consumo e exposição inadequada de álcool e tabaco. A ACL definiu o modelo mais ajustado com três classes latentes, denominadas estilo de vida estilo de vida inativo e sedentário (classe 1), inativo e não sedentário (classe 2) e ativo e sedentário (classe 3). **Conclusão:** A ACL mostrou-se um método na avaliação do estilo de vida de adolescentes. A atividade física e o comportamento sedentário foram as variáveis manifestas que mais influenciaram na formação das classes latentes do estilo de vida. **Palavras-chave:** Estilo de vida, Análise de classes latentes, Análise por conglomerado, Atividade física, Comportamento sedentário.

Introdução

A adolescência é uma fase de transição da infância à vida adulta em que o crescimento e o desenvolvimento ocorrem em velocidades ascendentes (Tsai et al., 2015). Além das alterações no aspecto fisiológico, há mudanças nos psíquico, sociais e comportamentais (Rasmussem et al., 2015). Durante este período, hábitos saudáveis ou não podem ser adquiridos e/ou consolidados e permanecerem ao longo da vida (Fahart et al., 2014).

A falta de atividade física regular, aumento do comportamento sedentário e práticas alimentares não saudáveis são exemplos de atitudes que estão associados a um estilo de vida inadequado dos adolescentes, devido à relação com a obesidade, fatores de risco das doenças cardiometabólicas e problemas psicossociais (Ferreira et al., 2015, Moreno, 2014, Barbosa Filho et al., 2014, Vasconcellos et al., 2013).

Mais da metade dos adolescentes, de um modo geral, não atingem a recomendação mínima diária de 60 minutos de atividade física moderada e vigorosa (AFMV) (Janssen; Leblanc, 2010, WHO, 2010). Esta prevalência é ainda maior nas adolescentes do sexo feminino que se encontram na fase final da adolescência, onde a inatividade física pode chegar a 70% (Pearson et al., 2014). Adolescentes podem ficar três terços do seu dia em atividades sedentárias, que demandam gasto energético menor que 1,5 MET (equivalente metabólico) (Saunders et al., 2014; Sedentary Behaviour Research Network, 2012). Este comportamento sedentário também é avaliado pelo tempo dispendido em frente aos aparelhos com tela (televisão, computador e vídeo game).

A inatividade física e o sedentarismo podem estar associados com o aumento do consumo de alimentos energéticos, gordurosos, ultra processados, ricos em açúcares e sódio, juntamente com a redução da ingestão de frutas, hortaliças, leguminosas e fibras alimentares (Moreno et al., 2014, Eaton et al., 2010).

O estilo de vida avaliado como variável de classe é uma forma precisa e criteriosa de verificar a interação de diferentes tipos de comportamentos (Haughton et al., 2009; Flynt et al., 2016; Kasprzyk, 2010). A variável latente, ou construto, não é avaliada diretamente, mas sim mensurada indiretamente através de duas ou mais variáveis (Collins e Lanza, 2010). A análise de classe latente não impõe um conceito pré-definido daquilo que está sendo observado, portanto, é uma abordagem mais

centrada nas características dos indivíduos, que podem ser homogêneas ou heterogêneas, dependendo da estrutura real dos dados (Flynt et al., 2016).

A avaliação de comportamentos relacionados ao estilo de vida do adolescente em uma única variável latente pode mostrar relações com outros desfechos que avaliam as condições de saúde. Principalmente das meninas, que se mostram mais inativas e mais sedentárias que os meninos (Falbe et al., 2016; Guerra et al., 2016; Saunders et al., 2014).

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar o estilo de vida de adolescentes do sexo feminino, verificando as interações de distintos comportamentos, utilizando o modelo de análise de classes latentes.

Materiais e Métodos

Trata-se de um estudo transversal, descritivo e analítico.

Amostra e casuística

A população do estudo foi composta por adolescentes de 14 a 19 anos, do sexo feminino, residentes no município de Viçosa-MG, Brasil, regularmente matriculadas em escolas da rede pública da cidade.

A seleção amostral foi proporcional ao tamanho do conglomerado, com acréscimo do efeito de desenho estimado em 1.1, para corrigir a variância na amostragem utilizada para representar a população escolhida. As escolas públicas que ofereciam ensino médio foram consultadas para informar o número de alunas com idade entre 14 a 19 anos. No ano de 2014 o número de escolares referentes a faixa etária do estudo matriculadas foi de 1657 estudantes.

A partir dessa informação, o tamanho amostral foi calculado no programa StatCalc, do software EpiInfoTM, versão 7.2.0.1 (Georgia, Estados Unidos). Foram selecionadas duas escolas com o maior contingente de adolescentes do sexo feminino na faixa etária pré-determinada para a seleção da amostra.

O cálculo do tamanho amostral considerou nível de confiança de 95%, prevalência de 50% em relação às variáveis manifestas analisadas e erro máximo admissível 5%. O resultado apresentado para o tamanho da amostra foi de 344 indivíduos, mais o adicional de 20% para cobrir possíveis perdas; verificou-se quantidade mínima de 413 estudantes.

Como critérios de inclusão foram considerados que a adolescente deveria ter entre 14 a 19 anos, aceitar voluntariamente, as menores de 18 anos ter permissão assinada pelos responsáveis, ter apresentado menarca no mínimo a um ano, não ter conhecimento prévio de nenhum tipo de doença crônica ou infecciosa, não fazer uso de medicamento controlado, não participar de outra pesquisa que envolvesse avaliação da composição corporal ou do controle do estado nutricional.

Procedimentos de coleta de dados

Os procedimentos de coleta de dados tiveram início em junho de 2014 e término em dezembro de 2015. A primeira etapa da pesquisa ocorreu nas escolas, onde a direção foi consultada e informada sobre a intenção do estudo. Após o consentimento, houve contato com as estudantes para explicação dos procedimentos e entrega dos Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termos de Assentimento (TA) para serem devidamente assinados e devolvidos. Ambos continham descritas detalhadamente todas as etapas que foram realizadas, além da garantia de segurança, sigilo e privacidade das informações coletadas.

A segunda etapa ocorreu na Divisão de Saúde (DSA) da Universidade Federal de Viçosa. As informações sociodemográficas e avaliação do consumo de álcool e tabaco foram coletadas por integrantes do projeto de pesquisa, previamente treinados para as devidas funções.

A idade foi calculada no *software WHO AnthroPlus* e categorizada de acordo com a classificação da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2005) conforme a fase da adolescência: intermediária, de 14 a 16 anos, e final, de 17 a 19 anos. A classificação socioeconômica baseou-se questionário proposto pela Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP) (2014).

Avaliação do estilo de vida

O estilo de vida foi uma variável latente, isto é, não passível de observação direta, construída pela Análise de Classes Latentes (ACL) (Linzer, Lewis, 2011). Nesse tipo de procedimento, um número de variáveis ditas manifestas, que podem ser observadas diretamente, são utilizadas como instrumentos indiretos para medir uma variável latente que se supõe existir. Tanto as variáveis manifestas como a latente devem ser categóricas. Com a informação das variáveis manifestas, é possível elaborar um modelo estatístico que permite estimar a probabilidade de um dado indivíduo pertencer a cada

uma das categorias da variável latente, chamadas classes latentes (Flynt et al., 2016). O significado de cada classe latente é atribuído pelo pesquisador tendo em vista o perfil dos indivíduos agrupados nela.

Todos os comportamentos foram analisados durante 8 dias a partir das informações do número de passos, recordatório de atividade física (R-24h), tempo de tela, de celular e tempo sentado dos dias de semana e finais de semana, frequência alimentar, consumo de álcool e tabaco, conforme explicado a seguir. O primeiro dia de avaliação foi descartado para minimizar o efeito *Hawthorne*, que consiste na mudança de comportamento para atender o que se considera as expectativas do estudo (Corder et al., 2008). Todas as medidas de avaliação do estilo de vida foram analisadas separadamente nos dias de semana e nos de final de semana.

A atividade física foi avaliada pelo pedômetro da marca *Digiwalker* SW 200 (Yamax, Japão). A participante foi informada sobre o correto uso do aparelho, que deveria ser colocado na cintura do lado direito do corpo. Foi entregue uma folha que continha as orientações de uso e também espaço onde foi anotada a contagem do número de passos. Orientações contínuas durante o período de coleta foram realizadas na escola, por um pesquisador que lá se encontrava diariamente para auxílio em caso de dúvidas ou problemas. A classificação do número de passos foi realizada de acordo com os limites de corte propostos por Tudor-Locke et al. (2011), sendo considerado inativas as adolescentes que atingiram número menor que 11.700 passos por dia.

O recordatório de 24h (R-24h) avaliou as atividades físicas habituais, as quais foram classificadas de acordo com o equivalente metabólico das atividades, específico para adolescente (Bratebby et al. 1997b). O *compendium* energético de Ridley et al. (2009) foi consultado para auxílio da classificação. Neste instrumento as participantes marcaram em um período de 24h (a cada 15 minutos) as atividades realizadas, sendo consideradas atividades físicas moderadas à vigorosas (AFMV) aquelas com equivalente metabólico (MET) igual ou acima de 3. O MET corresponde ao múltiplo da taxa metabólica basal que equivale à energia suficiente para um indivíduo se manter em repouso, representado na literatura pelo consumo de oxigênio (VO₂) de aproximadamente 3,5 ml/kg/min (Ainsworth et al., 2000).

Considerou-se adequado o tempo médio diário de no mínimo 60 minutos de AFMV (WHO, 2010). O nível de atividade física (NAF) foi calculado a partir da relação do gasto energético total das atividades pela taxa metabólica basal (Shofield et

al. (1985). Esses valores foram categorizados segundo os pontos de corte propostos pelo *Institute of Medicine* (IOM) (Brooks et al., 2004).

O comportamento sedentário foi avaliado pelo tempo de tela (TT), tela do celular (TC) e tempo sentado dos dias de semana e no final de semana. O TT foi contabilizado segundo o questionário proposto por Barros e Nahas (2003), o qual avaliou o tempo gasto por dia em frente à televisão, computador, vídeo game e *tablets*. Na realização do estudo piloto, as adolescentes relataram que gastavam muito tempo em frente à tela do celular, muitas vezes sobrepondo aos outros aparelhos de tela. Sendo assim, optou-se por avaliar o TC separadamente dos demais. O TT e TC foram considerados elevados quando a média dos tempos foram maiores ou iguais a 120 minutos (Academia Americana de Pediatria, 2011).

A seção quatro do *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ) (GUEDES et al., 2005) analisou o tempo gasto sentado nos dias de semana e final de semana. A média ponderada dessas duas informações permitiu estimar tempo sentado nos sete dias da semana (total). Devido à falta de um ponto de corte específico o percentil 75 (P75) foi usado como valor de referência para classificação do tempo sentado. O P75 do tempo sentado de todos dias da semana foi 585 minutos.

A frequência alimentar foi avaliada por uma versão simplificada do Questionário de Frequência Alimentar (QFA), sendo observado apenas o número de vezes por semana que os grupos alimentares foram consumidos. Para as análises com os dados do QFA foram calculadas as médias do número de vezes de consumo de pelo menos um alimento de cada grupo de alimento, durante os sete dias.

A classificação do QFA foi feita utilizando o método de análise de agrupamento *Two Step Cluster* (TSC). Para isso, os grupos alimentares foram categorizados em frequência de consumo adequado e inadequado, tendo como referência o valor específico de P75. Assim, “frutas” (P75 = 6), “hortaliças e leguminosas” (P75 = 7), “tubérculos” (P75 = 4), “leite e derivados” (P75 = 7) e “cereais, pães e massas” (P75 = 7) foram considerados irregulares quando o número de dias relatado foi menor que P75. De modo contrário, os grupos “açúcares e doces” (P75 = 7), “óleos e gorduras” (P75 = 7) e “condimentos” (P75 = 7) foram classificados como irregulares, quando os valores foram iguais ou acima do P75. A análise TSC classificou 3 grupos, sendo categorizados como QFA adequado, QFA moderadamente adequado e QFA inadequado.

O número de refeições diárias foi registrado com base no desjejum, colação, almoço, lanche da tarde, jantar (ou lanche) e ceia. O valor médio dos sete dias foi calculado e posteriormente categorizado pelo percentil 50 ($P50 = 4,0$). Os valores menores que $P50$ foram considerados baixo número de refeições.

O consumo de álcool e tabaco foi observado por dois módulos da versão curta do *Global School – Based Student Health Survey* (GSHS). O primeiro módulo é composto por cinco questões sobre a ingestão de bebidas alcoólicas. O módulo referente ao consumo de tabaco é composto por seis questões envolvendo o uso de cigarros ou outros tipos de exposição ao tabaco. O GSHS foi desenvolvido pela OMS em parceria com o Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC), sendo este traduzido e validado para uso com adolescentes brasileiros (Tenório et al., 2010).

As opções de respostas representadas pela letra “a” significavam nenhum tipo de consumo e uso de álcool e tabaco em qualquer situação. As demais respostas foram codificadas com uma pontuação numérica de ordem crescente para poder quantificar a exposição da adolescente às bebidas alcoólicas e ao cigarro. Assim, os valores das respostas somados, se iguais a zero, mostravam que a adolescente nunca consumiu álcool e cigarros, e, de modo contrário, os valores maiores do que zero mostravam o tipo de exposição.

Para serem consideradas válidas, e incluídas nas análises, as medidas de avaliação do estilo de vida, atividade física, comportamento sedentário e o questionário de frequência alimentar, deveriam ter sido coletadas por pelo menos 5 dias da semana e dois dias do final de semana. A partir disso, calcularam-se a média total, a média semanal e a média do final de semana dos valores. Após conferência minuciosa dos dados, os valores considerados inconsistentes ou inválidos foram excluídos.

Análise estatística

O banco de dados foi elaborado no software Excel (*Microsoft Office* 2013), tendo dupla digitação e conferência das tabulações. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos softwares *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) for Windows, versão 20.0 (IBM Corporation®, Nova Iorque, Estados Unidos), STATA versão 13.0 (StataCorp LP®, Texas, Estados Unidos) e software estatístico R (*R Development Core Team*, 2014), versão 3.2.2 (“*Fire Safety*”). O nível de rejeição da hipótese de nulidade foi de $\alpha = 5\%$, para todos os testes descritos abaixo.

O teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e avaliação de assimetria e curtose das variáveis foram usados para conferência de normalidade de distribuição dos dados. Após essa interpretação foram selecionados testes paramétricos ou não paramétricos.

Na análise descritiva das variáveis foram apresentados valores de mediana e intervalo interquartil. O teste de Mann-Whitney foi utilizado para análise comparativa entre dois grupos independentes e o teste de Wilcoxon verificou a diferença entre os dias de semana e final de semana do mesmo grupo.

Para categorização e agrupamento das informações da frequência alimentar utilizou-se a análise de *Two Step Cluster* (TSC). As regras para a seleção do número de grupos foram baseadas no número de aglomerados que resultou na melhor combinação de baixo Critério Bayesiano de Schwarz (BIC) e maior número de categorias com valores de importância próximos a 1.

Com Análise de Correspondência Múltipla (ACM) foi possível observar a dispersão e aproximação das categorias das variáveis. Por meio da representação gráfica, foi possível interpretar de forma exploratória associações entre as variáveis observadas. A distribuição das categorias e o coeficiente de correlação interna entre elas foram analisados pelos valores de inércia e α de *Cronbach* de cada dimensão.

A análise de classe latente (ACL) usada para a modelagem da variável estilo de vida foi realizada no pacote *poLCA* (*Polytomous Variable Latent Class Analysis*) (Linzer, Lewis, 2011), disponível na biblioteca do software estatístico R (*R Development Core Team*, 2014). As variáveis manifestas AFMV, número de passos, TT, TC, clusters QFA, número de refeições, consumo de álcool e tabaco foram selecionadas, por estarem, hipoteticamente, relacionadas ao estilo de vida das adolescentes.

A avaliação diagnóstica do modelo mais parcimonioso, aquele com número mínimo de parâmetros (variáveis manifestas e covariáveis) possíveis estimados e que conseguiria boa explicação da variável resposta, foi analisada pelos valores de Critério de Informação de Akaike (AIC), Critério Bayesiano de Schwarz (BIC), teste qui-quadrado *Goodness of fit* (χ^2) e entropia. A qualidade do modelo com a inclusão de covariáveis foi avaliada pelos valores do teste de razão de verossimilhança (G^2). A princípio, idade e classe socioeconômica foram as covariáveis indicadas.

Aspectos éticos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFV, com o número do Parecer 700.976.2014. Este seguiu adequadamente as normas da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Todas as participantes só participaram da pesquisa após entrega do TCLE e do TA, assinados pelo responsável e pela adolescente, respectivamente.

Resultados

Ao todo, 611 adolescentes do sexo feminino foram convidadas a participar da pesquisa; no entanto, 206 não foram incluídas, desses, 131 não aceitaram participar e 75 porque não atenderam os critérios de inclusão ou não completaram adequadamente os procedimentos de avaliação do estilo de vida.

Por fim, 405 adolescentes participaram de todas as avaliações. A média de idade foi 15,92 ($\pm 1,27$) anos, sendo que 259 adolescentes (69%) encontravam-se na fase intermediária. Em relação à classe socioeconômica, 64,7% pertenciam às classes B2 e C1; 20,2%, às classes A1, A2 e B1; e 14,1%, às classes C2 e D.

A maioria das adolescentes foi classificada como com baixo NAF pelo IOM (78%), e inatividade pela avaliação do pedômetro (82,57%), mas 58,55% relataram fazer mais de 60 minutos de AFMV pelo R24h. O comportamento sedentário foi elevado, tanto pela avaliação do TT (72,90%), quanto pelo TC (65,31%) (Tabela 1).

Tabela 1 – Caracterização das interações de comportamento do estilo de vida de vida de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.

Variáveis Categóricas	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Idade (n = 405)		
Período Intermediário	266	65,7
Período Final	139	34,3
NAF (n= 392)*		
Sedentário	21	5,35
Baixo NAF	295	75,25
Ativo	72	18,36
Muito Ativo	4	1,04
AFMV (n = 386)*		
AFMV inadequada	160	41,45
AFMV adequada	226	58,55
#Número de passos (n = 396)*		
Inativo	327	82,57
Ativo	69	17,43
TT (n = 369)*		
TT Elevado	269	72,90
TT Adequado	99	27,10
TC (n = 369)*		
TC Elevado	241	65,31
TC Adequado	128	34,39
Álcool (n = 405)*		
Já Consumiu ou consome	74	56,30
Nunca consumiu	177	43,70
Tabaco (n = 405)*		
Já usou ou ficou exposta pelo menos 1 vez	253	62,50
Nunca usou ou ficou exposta	152	37,50

NAF: nível de atividade física; TT: tempo de tela; TC: tempo de celular APMV: atividade física moderada e vigorosa. *Número de informações exato de cada variável. #Ponto de corte do pedômetro 11700 (Tudor-Luke et al., 2011).

Análise TSC mostrou que o modelo mais ajustado foi com a categorização de três grupos com as informações do QFA, sendo eles classificados como QFA adequado (37,2%), QFA inadequado (31,7%) e QFA moderadamente adequado (37,1%). A qualidade da análise foi considerada mediana (0,5) e o valor da razão entre as proporções dos grupos foi 1,19. Também foi observado que metade das adolescentes relataram fazer menos que 4 por dia.

Um total de 56,3% de adolescentes relataram já ter experimentado ou ainda fazem uso de bebida alcoólica. Em relação ao fumo, foi identificado que 62,4%

confirmaram que já ficaram expostas a algum tipo de tabaco, ou já experimentaram ou ainda fazem uso de cigarros. A prevalência de adolescentes que relataram ter consumido de bebida alcoólica e ou ficaram expostas a alguma forma de tabaco nos últimos 30 dias, foi respectivamente, 26,4% e 27,7%.

Houve correlações positivas e negativas entre os resultados das medidas de avaliação do estilo de vida (Tabela 2). As medidas que avaliaram a atividade física (NAF e número de passos) apresentaram correlação positiva entre si e correlação negativa com tempo de tela, que, por sua vez, se correlacionou positivamente com tempo sentado no final de semana.

Tabela 2: Correlação entre as variáveis de avaliação do estilo de vida de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.

Variáveis [#]	NAF	AFMV	Pedômetro	TT	TC	IPAQ Semana	IPAQ FDS	NR	Álcool	Tabaco	Idade
NAF	1	0,038	0,252**	-0,155	-0,064	-0,099	-0,069	-0,058	0,095	0,062	0,095
AFMV	-	1	0,009	-0,034	-0,006	0,042	0,037	0,020	-0,068	-0,035	-0,021
Pedômetro	-	-	1	-0,056	-0,125*	-0,051	-0,042	0,019	0,046	0,061	0,048
TT	-	-	-	1	0,008	0,062	0,17*	0,06	0,018	-0,45	-0,39
TC	-	-	-	-	1	0,118*	0,154	-0,062	0,162*	0,143*	-0,005
IPAQ Semana	-	-	-	-	-	1	0,582**	-0,072	0,001	-0,008	-0,111*
IPAQ FDS	-	-	-	-	-	-	1	-0,008	-0,073	-0,099	-0,07
NR	-	-	-	-	-	-	-	1	0,076	-0,048	0,116*
Álcool	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,458**	0,105*
Tabaco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,064

[#] Variáveis sem distribuição normal. Valores de “rs” da Correlação de Spearman. ** p<0,001; * p <0,05.

NAF: nível de atividade física; AFH: atividade física habitual; TT: tempo de tela; TC: tempo de celular; IPAQ: *International Physical Activity Questionnaire*; NR: número de refeições; FDS: final de semana.

Os consumos de álcool e tabaco tiveram correlação positiva entre si, com tempo de celular e com a idade. As adolescentes mais ativas fisicamente apresentaram maior número de passos (p<0,001) e menor TT (p=0,05). De modo contrário, aquelas que relataram fazer maior consumo de álcool (p=0,003) e de tabaco (p=0,033) apresentaram maior TC (Tabela 3).

Tabela 3 – Relação entre o número de passos, tempo de tela e celular com variáveis do estilo de vida de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.

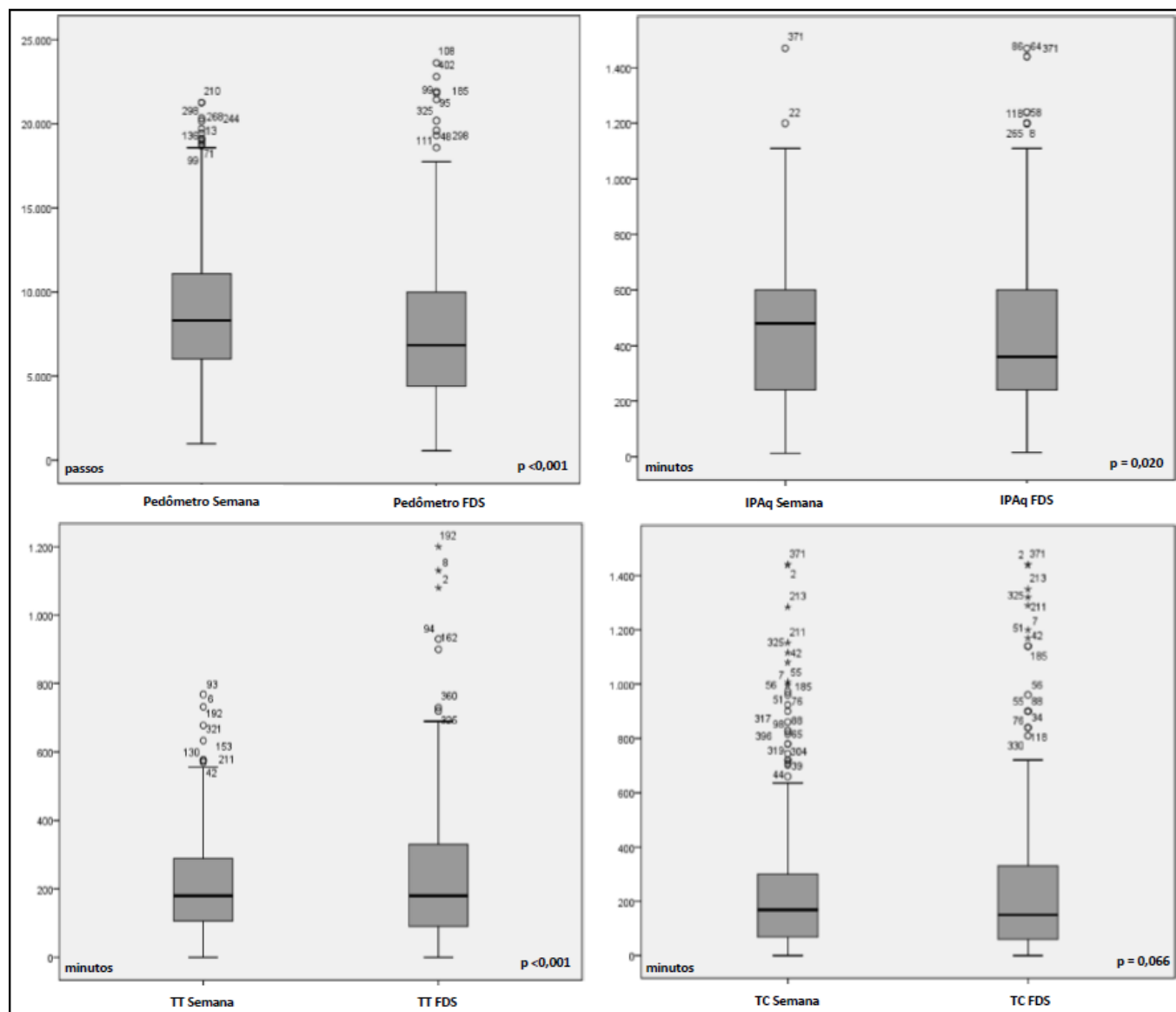
Variáveis	Número de passos	p[#]	TT (min)^a	p[#]	TC (min)^a	p[#]
Estilo de Vida	Mediana (P25 - P75)		Mediana (P25 - P75)		Mediana (P25 - P75)	
NAF Baixo	7827,2 (5445,5 - 10316,3)	<0,001*	200 (120 - 291)	0,05	168 (81,4 - 308,6)	0,66
NAF Adequado	9025 (6675,7 - 12519)		165 (83 - 281)		162,9 (64,3 - 335,7)	
AFMV Baixo	7851 (5707,0 - 10101,2)	0,566	191,0 (112,3 - 266,7)	0,574	167,1 (70,7 - 308,6)	0,639
AFMV Adequado	8165,2 (5841,4 - 10936,6)		196,4 (108,1 - 295,7)		177,8 (80,3 - 315,0)	
QFA não saudável	7835 (5577 - 10450,5)	0,173	196,7 (115,7 - 300)	0,335	180,0 (85,7 - 317,1)	0,064
QFA saudável	8373,7 (6248 - 10904)		184,3 (109,3 - 252,1)		158,6 (60,0 - 261,4)	
NR ≤ P50	8080,5 (5892 - 10825,2)	0,756	188,6(105 - 283)	0,124	171,4 (78,1 - 319,9)	0,255
NR > P50	7899 (5264,3 - 10485)		210 (128,5 - 283)		137,10 (60,0 - 248,6)	
Consumo Álcool	8171,4 (5873 - 10480,4)	0,696	197,1 (106,4 - 295,7)	0,573	180,0 (84,3 - 360,0)	0,003*
Sem Consumo de Álcool	7857,8 (55770 - 10640,6)		189,3 (116,8 - 265,7)		137,1 (64,3 - 258,1)	
Uso Tabaco	8313 (5841 - 10641)	0,454	189,3 (103 - 283)	0,507	180 (81,4 - 317,1)	0,033*
Sem Uso de Tabaco	7847,1 (5729,2 - 10432)		200 (120 - 289,3)		146,4 (60 - 280,7)	

[#]Teste de Mann-Whitney; * valores de p menores que 0,05; ^avalor do tempo de tela em minutos.

P25: percentil 25; P75: percentil 75; NAF: nível de atividade física; AVMV: atividade física moderada e vigorosa; TT: tempo de tela; TC: tempo de celular; QFA: questionário de frequência alimentar; NR: número de refeições.

As meninas apresentaram menor número de mostraram dar menos passos (p<0,001) e ter maior TT (p<0,001) no final de semana. Por outro lado, durante os dias da semana permaneciam mais tempo na posição sentada (p=0,020) (Figura 1).

Figura 1: Comparação entre medidas de avaliação do estilo de vida durante a semana e final de semana (FDS). Viçosa-MG, 2017.



IPAQ: *International Physical Activity Questionnaire*; TT: tempo de tela; TC: tempo de celular. p = Teste de Wilcoxon.

A ACM mostrou graficamente a associação entre as medidas do estilo de vida. As dimensões 1 e 2 explicaram conjuntamente 34,9% da distribuição das variáveis; os coeficientes de correlação interna, α de *Cronbach*, foram 0,372 e 0,271, mostrando um coeficiente de correlação interna moderado (Figura 2).

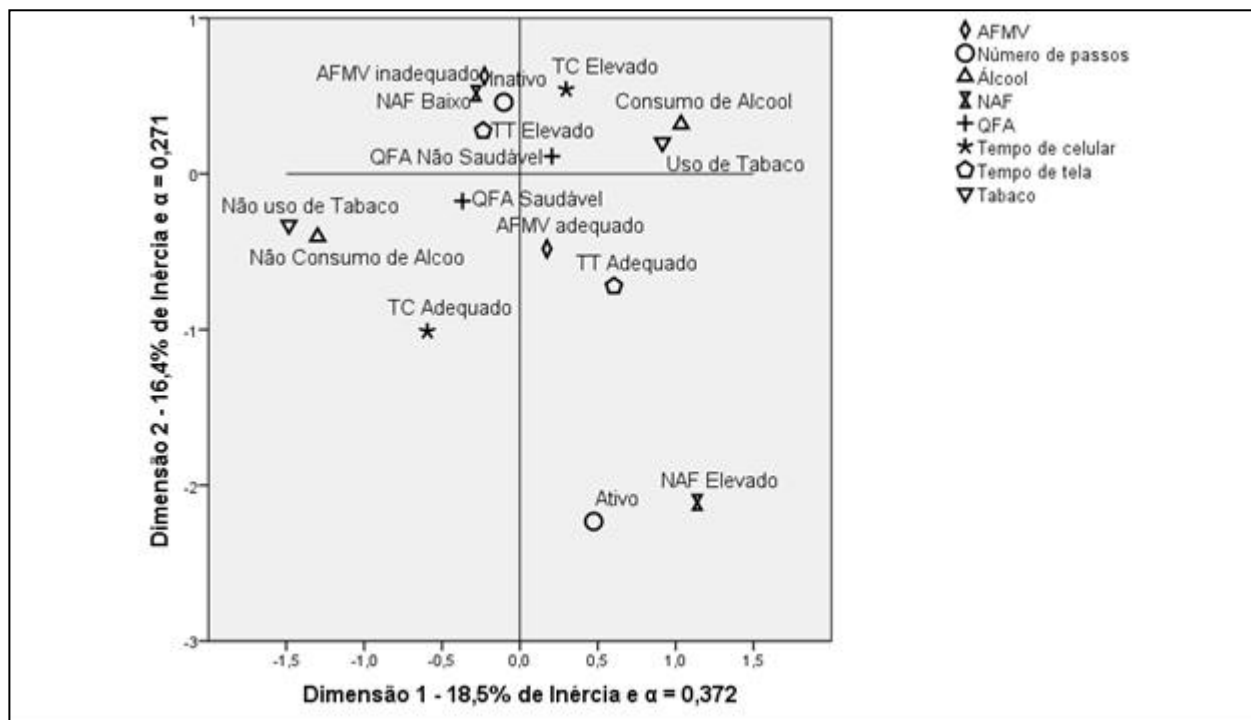


Figura 2 – Análise de correspondência múltipla entre variáveis do estilo de vida de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.

AFMV: atividade física moderada e vigorosa; NAF: nível de atividade física; QFA: questionário de frequência alimentar; TT: tempo de tela; TC: tempo de celular.

As variáveis relacionadas a um estilo de vida saudável (NAF elevado, AFMV adequado, Ativo e TT adequado) ficaram no mesmo quadrante. O mesmo ocorreu com as variáveis que caracterizaram estilo de vida menos saudável (NAF baixo, AFMV baixo, inativo e TT elevado). Verificou-se também, aproximação entre TC elevado, QFA não saudável, consumo de álcool e uso de tabaco.

A ACL do estilo de vida foi realizada com 325 participantes, sendo excluídas aquelas com informações incompletas para alguma variável, e dela resultou um modelo mais ajustado com três classes, tendo como variáveis manifestas AFMV, número de passos, TT, número de refeições e tempo sentado total. Os valores dos testes de AIC, BIC e χ^2 se encontram na Tabela 4.

Tabela 4 – Valores de ajuste dos modelos da variável latente estilo de vida gerados pela Análise de Classes Latentes. Viçosa, 2017.

*número de classes com modelo mais ajustado; **coeficiente de regressão significativo ($p < 0,05$). #Modelo com covariável selecionado.

10 variáveis manifestas: NAF, AFH, GET, AFMV, número de passos, TT, TC, IPAQ sentado total, QFA, FA								
Classes	AIC	BIC	G ²	χ^2	GL residual	G ² (p)	χ^2 (p)	Entropia
2	3666,532	3745,666	423,1982	562,6456	299	2,8813E-06	2,2832E-18	0,8568
3	3639,644	3760,231	374,3107	480,5879	288	0,0004561	7,7335E-12	0,8649
4	3638,019	3800,057	350,6859	455,4848	277	0,00176593	7,358E-11	0,9634
5	3647,572	3851,061	338,238	442,8939	266	0,00178086	5,5058E-11	0,9384
5 variáveis manifestas: AFMV, número de passos, TT, IPAQ sentado total, FA								
Classes	AIC	BIC	G ²	χ^2	GL residual	G ² (p)	χ^2 (p)	Entropia
2	1947,37	1988,992	20,575704	19,3121	20	0,4224731	0,5016259	0,3794
3*	1955,54	2019,865	16,745866	13,9849	14	0,2699738	0,4508331	0,5635
4	1958,315	2045,343	7,520696	7,3486	8	0,4816307	0,4995252	0,7188
5	1966,37	2076,101	3,575722	3,5636	2	0,1673177	0,1683342	0,6871
Covariáveis								
Tabaco	1951,419	2023,312	17,88298	17,9882	12	0,11929017	0,11604908	0,75166
#Álcool**	1952,332	2024,224	20,64676	20,0565	12	0,05579853	0,06602311	0,7935
Álcool +Tabaco	1952,641	2032,102	18,66259	19,5953	10	0,04476354	0,0333205	0,5447
Idade**	1938,599	2010,492	30,40539	25,6985	12	0,00242546	0,01183853	0,9891
Idade +Tabaco	1926,784	2006,244	24,72117	22,2802	10	0,00589984	0,01373898	0,8554
Idade + Álcool	1936,877	2016,338	27,47129	23,3220	10	0,00219242	0,00961824	0,8636
Idade + Álcool +Tabaco	1928,754	2015,782	25,11389	22,3723	8	0,00148695	0,00427082	0,8620

NAF: nível de atividade física; AFH: atividade física habitual; GET: gasto energético total; TT: tempo de tela; TC: tempo de celular; IPAQ: *International Physical Activity Questionnaire*; QFA: questionário de frequência alimentar; FA: frequência alimentar; FDS: final de semana; AIC: critério de informação Akaike; BIC: critério de informação Bayesiano; G²: razão de verossimilhança; χ^2 : teste qui-quadrado *Goodness of fit*.

Juntamente com a idade e as informações socioeconômicas, álcool e tabaco foram analisados como covariáveis por não terem apresentado bons valores de ajustes ao modelo. Por outro lado, essas variáveis poderiam relacionar-se com o estilo de vida das adolescentes, pois muitas relataram fazer uso de bebida alcoólica e/ou cigarros. O teste de razão de verossimilhança mostrou que a idade e o álcool foram as covariáveis que mantiveram bons valores de ajustamento do modelo; no entanto, aquele com álcool como única covariável foi selecionado por apresentar, além de valores significativos do teste de razão de verossimilhança em relação ao modelo nulo - $G^2 = 8,51$, $gl = 2$, $p = 0,014$); e também melhor interpretabilidade e distribuição proporcional do tamanho das classes (Figura 3).

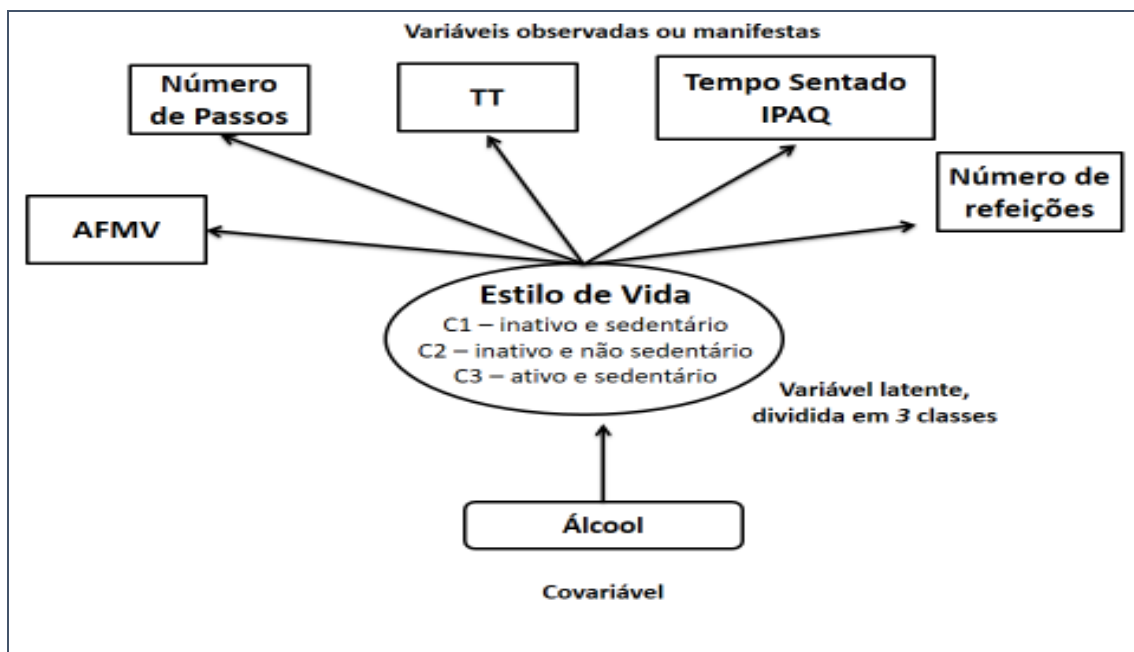


Figura 4: Variáveis manifestas, co-variáveis e descrição das classes latentes do estilo de vida de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.

AFMV: atividade física moderada e vigorosa; TT: tempo de tela; IPAQ: International Physical Activity Questionnaire; C1: Classe 1; C2: Classe 2; C3: Classe 3.

As classes do estilo de vida foram denominadas como: estilo de vida ativo e sedentário (classe 3), com 21 adolescentes (6,15%); estilo de vida inativo e não sedentário (classe 2), com 52 adolescentes (16,31%); e estilo de vida inativo e sedentário (classe 1) com 252 adolescentes (77,5%) (Figura 4).

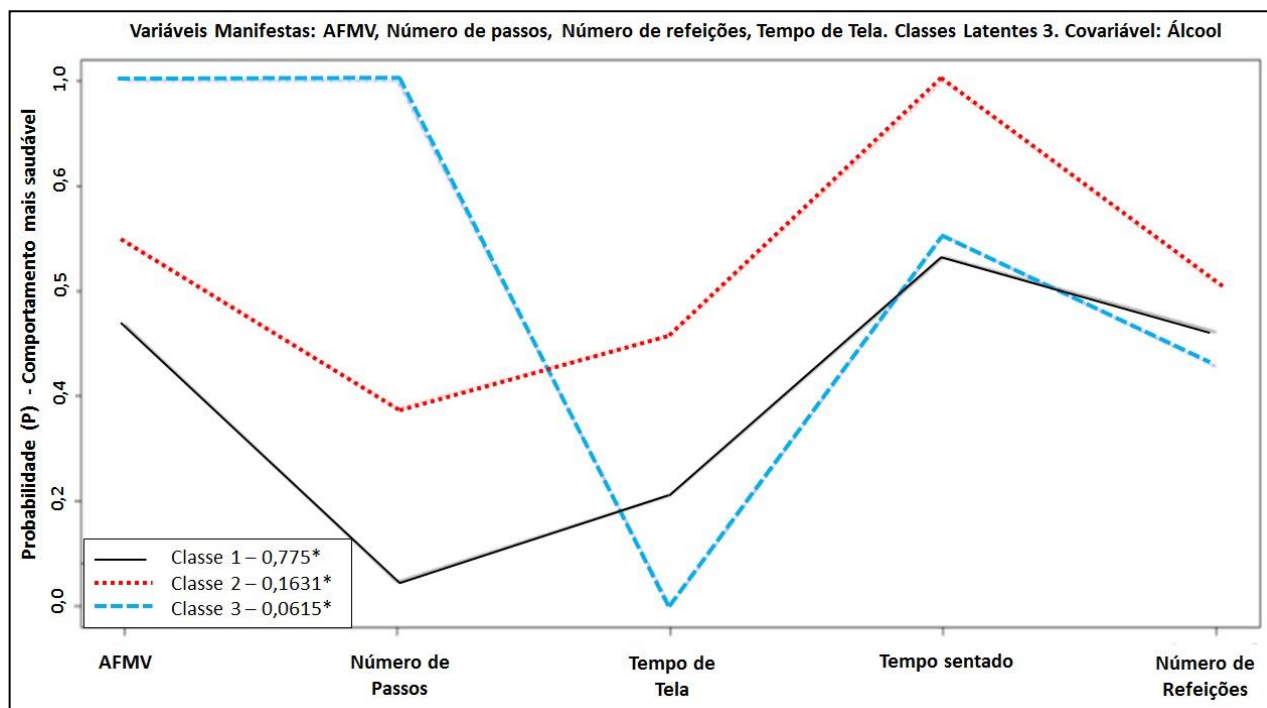


Figura 4 – Modelo selecionado da análise de classe latente das adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017. *Proporção do tamanho de cada classe. Classe 1: Estilo de Vida Inativo e Sedentário; Classe 2: Estilo de Vida Inativo e Não Sedentário; Classe 3: Estilo de Vida Ativo e Sedentário. AFMV: atividade física moderada e vigorosa.

Discussão

A análise de classe latente mostrou que o estilo de vida de adolescentes do sexo feminino pode ser avaliado principalmente por informações referentes à prática de atividade física e comportamento sedentário. Estas variáveis tiveram poder de ajuste no modelo maior que as variáveis de comportamentos dietéticos, consumo de álcool e tabaco.

Nenhuma das classes encontradas identificou adolescentes fisicamente ativas e não sedentárias. A classe 1, inativa e sedentária, teve maior proporção (77,5%). A idade e o álcool foram covariáveis que mantiveram bons valores de ajuste com o modelo. Além da idade, o sexo e a classificação socioeconômica são comumente usados como covariáveis em estudos de análise de classe latente, pois são características que podem influenciar na prática de atividade física, comportamento sedentário e no hábito

alimentar (Leech, et al., 2014, Rey-Lopes et al., 2011). A classificação socioeconômica no presente estudo não foi relevante, e a análise foi realizada apenas com adolescentes do sexo feminino pelo fato destas serem consideradas mais fisicamente inativas e mais sedentárias do que seus congêneres, principalmente após a fase inicial da adolescência (Falbe et al., 2016; Guerra et al., 2016).

De um modo geral, observou-se maior prevalência de comportamentos não saudáveis, sendo a maioria das meninas inativa, com alto TT e TC, baixo número de refeições e exposição precoce e elevada a bebidas alcoólicas e cigarros. A investigação conjunta do nível de atividade física (NAF), comportamento sedentário e dieta pode apresentar ou significar, diferentes caminhos que têm um efeito acumulativo no desenvolvimento de fatores de risco à saúde relacionados principalmente com o excesso de peso (Leech et al. 2014, Sanches et al., 2007).

Uma vantagem do uso de ACL é que as características múltiplas que classificam os indivíduos em subgrupos podem ser examinadas simultaneamente ao invés de serem analisadas separadamente, fator que pode aumentar a chance de erro tipo I (Collins, Lanza, 2010; Lanza e Rhoads, 2013). Além disso, segundo Fitzpatrick et al. (2015), a ACL tem vantagens referente a abordagens analíticas mais convencionais, pois não limita o número de possíveis classes ou subgrupos, havendo possibilidade de avaliar interação de diferentes tipos de comportamento.

Em contraste, as classes do estilo de vida geradas no presente modelo foram identificadas a partir de avaliações de diferentes medidas de comportamento das adolescentes. A atividade física, comportamento sedentário e o número de refeições foram o conjunto de características (indicadores) relevantes para a construção da variável latente de interesse (Fitzpatrick et al., 2015).

A literatura mostra que a obesidade é o maior problema de saúde pública do mundo e que o excesso de peso vem aumentando consideravelmente nos últimos anos, em virtude do agrupamento de múltiplos fatores relacionados ao estilo de vida (Sousa et al., 2016; Fahart et al., 2014; Flores et al., 2013, Waters et al. 2011).

A infância e adolescência são períodos-chave de interesse, pois são potencialmente tempos importantes em que padrões de comportamentos obesogênicos que podem ser estabilizados acompanhar e aumentar na idade adulta (Nylund et al., 2007). A inatividade física é a quarta causa de morte em todo mundo (Harold et al., 2012). Estima-se que em todo mundo a inatividade física é responsável pela causa de 6

a 10% das principais de doenças não transmissíveis coronarianas não transmissíveis, como, diabetes tipo 2 e câncer de mama e cólon (Lee et al., 2012).

Nesta pesquisa, TT e TC foram considerados excessivos em 70% das adolescentes. É bem fundamentado que o comportamento sedentário pode causar prejuízos à saúde dos adultos (Thorp et al., 2011), informação que ainda não é completamente confirmada na infância e adolescência (Ferreira et al., 2016; Barbosa Filho et al., 2014)

Ainda assim, o sedentarismo em idades mais jovens deve ser controlado, pois crianças e adolescentes com este comportamento elevado ou alterado possuem maiores chances de se tornarem adultos inativos e sedentários (Eaton et al., 2010). Crianças e adolescentes fazem parte da geração digital e usam dispositivos, aplicativos, vídeo games e a Internet de forma excessiva em idades cada vez mais precoces (Sociedade Brasileira de Pediatria, 2016).

Dados e indicadores da pesquisa realizada pelo Comitê Gestor da Internet (CGI) e o Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade de Informação (Cetic.br) constatou que 23,7 milhões ou 80% de crianças de adolescentes são usuárias da Internet no Brasil. E mais, o telefone celular se tornou o principal dispositivo em 83% desta população.

A avaliação da frequência alimentar das adolescentes mostrou que aproximadamente 60% delas não consomem regularmente, em uma semana, frutas, leguminosas e hortaliças, além de ingerirem mais frequentemente gorduras, doces e açúcares. Também foi constatado que mais da metade afirmaram fazer menos que 4 refeições por dia.

Philippi e Leme (2016) investigaram a frequência alimentar de 1661 adolescentes do sexo feminino da cidade de São Paulo-SP, Brasil, e verificaram que a ingestão de frutas, sucos e vegetais naturais estava abaixo da recomendação em aproximadamente 95% desta população. As autoras também observaram que, 66% e 93% ingeriam, respectivamente, óleos-gorduras e açúcar-doces acima da recomendação (Verly Junior et al., 2013).

Além do baixo consumo de frutas, hortaliças, cereais e grãos, a omissão do desjejum e substituição do almoço ou jantar por lanche é observada em adolescentes do sexo feminino (Philippi, Leme, 2015; Leal et al., 2010). A omissão de refeições é um hábito muito comum entre os adolescentes, principalmente a substituição da refeição por alimentos gordurosos e mais energéticos (Leal et al., 2010). Segundo Estima et al.

(2009), o alimento omitido durante uma refeição dificilmente será consumido em outros horários ao longo do dia, o que pode aumentar o risco da inadequação alimentar, desenvolvimento de obesidade e piora no rendimento escolar.

Além dos problemas relatados, a alta exposição das adolescentes ao consumo de álcool e tabaco merece ser destacada. Mais da metade das meninas já fizeram uso pelo menos uma vez, DE um tipo de bebida alcoólica ou tabaco. Em aproximadamente 25% das avaliadas, o uso de álcool e cigarros foi relatado como frequente. A legislação brasileira proíbe a venda de bebidas alcoólicas à menores de 18 anos. Vender, fornecer, servir, ministrar ou entregar bebida alcoólica a criança ou adolescente, ainda que gratuitamente, é passível de detenção por dois a quatro anos e multa (Brasil, 1990). A adolescência pode ser considerada um período de maior vulnerabilidade para o uso bebidas alcoólicas e de produtos derivados do tabaco, pois o indivíduo se encontra em processo de desenvolvimento físico, cognitivo e mental (Menezes et al., 2014).

O consumo de bebidas alcoólicas por adolescentes é preocupante, tanto pela maior tendência à impulsividade nessa fase da vida, quanto pelo prejuízo ao desenvolvimento cerebral nessa, causado pelo álcool (Coutinho et al., 2016). O consumo de álcool na adolescência tende a ocorrer em conjunto com outros comportamentos de risco para a saúde, como o uso de tabaco e de drogas ilícitas, além de comportamento sexual de risco (Currie et al., 2012; Maggs et al., 2005).

Menezes et al. (2014) constataram que 8,9% relataram ter usado pelo menos 1 cigarro nos últimos 30 dias. Ainda neste estudo foi identificado que a fase final da adolescência e a presença de pais e amigos fumantes foram os fatores que mais se associaram ao uso de cigarros. É constatado que os jovens que iniciam os hábitos tabagistas e alcoólicos na adolescência tendem a mantê-los na fase adulta (Cinprini et al., 1997). Foi a partir destas observações relevantes sobre o consumo de álcool e exposição ao tabaco que estas foram testadas como covariáveis, mesmo deixando de ser consideradas variáveis manifestas.

O delineamento transversal pode ser considerado uma limitação do estudo por não investigar a relação de causa e efeito das variáveis manifestas do estilo de vida. Todas as variáveis foram categorizadas de forma dicotômica visando a facilitar a construção e interpretação do modelo, porém o efeito de alguma subcategoria pode ter sido subestimado pelo fato de ter sido agrupada com outra subcategoria.

Outra limitação que pode ser considerada foi a forma subjetiva e de autoavaliação utilizada para coletar informações do estilo de vida das adolescentes. No

entanto, procurou-se avaliar a atividade física por um método objetivo (pedômetro), e comportamento sedentário foi analisado pela interação de diferentes aparelhos com tela, além da estimativa do tempo sentado nos dias de semana e final de semana feitas pelo questionário internacional de atividade física.

Segundo a revisão realizada por Leech et al. (2014), não há registros de publicações científicas que tenham usado análise de classe latente (ACL) ou *cluster*, como forma de avaliação do estilo de vida de adolescentes brasileiros. Por sua vez, o presente estudo usou a ACL e identificou o estilo de vida com três classes latentes, a partir da observação e interação comportamentos adotados por adolescentes do sexo feminino.

Conclusão

A análise de classe latente mostrou-se um método preciso e objetivo na avaliação do estilo de vida de adolescentes do sexo feminino. A atividade física e o comportamento sedentário foram as variáveis manifestas que mais influenciaram na formação do modelo. Nenhuma das classes encontradas identificou adolescentes fisicamente ativas e não sedentárias, o que evidencia que esses comportamentos saudáveis não foram comuns de forma conjunta entre as estudantes.

A inatividade física e o sedentarismo estão aliados a outros comportamentos não saudáveis na adolescência, podendo permanecer na idade adulta. Por isso, a necessidade de avaliar o quanto os hábitos do estilo de vida podem ser susceptíveis a alterações na composição corporal, fatores de risco de doenças cardiometabólicas e problemas psicossociais. Estudos futuros poderão confirmar se o estilo de vida, avaliado como variável latente, pode associar-se a diferentes desfechos relacionados com a saúde dos adolescentes.

Referências

American Academy of Pediatrics; Council on Communications and Media. Children, adolescents, obesity, and the media. *Pediatrics*. 2011;128:201---8.9.

Amorim LD. Análise de Classes Latentes: Um Tutorial usando Software Estatístico. Technical Report • September 2015.

Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32:S498-516.

Barbosa Filho VC, Campos W, Lopes AS. Epidemiology of physical inactivity, sedentary behaviors, and unhealthy eating habits among Brazilian adolescents: a systematic review. *Cien Saude Colet*, 19(1):173-193, 2014.

Barros MVG, Nahas MV. Medidas da atividade física: teoria e prática em diversos grupos populacionais. Ed. 1, Londrina: Midiograf; 2003.

Bouchard C, Tremblay A, Leblanc C, Lortie G, Savard R, Thériault G. A method to assess energy expenditure in children and adults. *Am J Clin* 1983; 37: 461-467.

Brasil. Lei nº 13.106, de 17 de março de 2015. Altera a Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990 - Lei das Contravenções Penais. Brasília (DF); 2015[citado 2015 nov 12]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13106.htm.

Bratteby LE, Sandhagen BO, Fan H, Samuelson G. A 7-day activity diary for assessment of daily energy expenditure validated by the doubly labelled water method in adolescents. *Eur J Clin Nutr* 1997a; 51:585-591.

Bratteby LE, Sandhagen BO, Løttersby M, Samuelson G. Daily energy expenditure and physical activity assessed by an activity diary in 374 randomly selected 15-year-old adolescents. *Eur J Clin Nutr* 1997b; 51: 592-600.

Brooks GA, Butte NF, Rand WM, Flatt JP, Caballero B. Chronicle of the Institute of Medicine physical activity recommendation: how a physical activity recommendation came to be among dietary recommendations. *Am J Clin Nutr* 2004; 79(suppl): 921S–30.

CGI - CETIC: Comitê Gestor da Internet e Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade de Informação: Pesquisa TIC KIDS ONLINE – Brasil, 2015. Disponível em: www.cetic.br/pesquisa/kids-online/indicadores.

Chinapaw MJ, Mokkink LB, van Poppel MN, van Mechelen W, Terwee CB: Physical activity questionnaires for youth: a systematic review of measurement properties. *Sports Med* 2010; 40:539–563.

Cillero IH, Jago R. Systematic review of correlates of screen-viewing among young children. *Prev Med*. 2010;51:3-10.

Collins LM, Lanza ST. Latent class and latent transition analysis: with applications in the social, behavioral, and health sciences. New Jersey: Wiley; 2010.

Corder K, Ekelund U, Steele RM, Wreham NJ, Brage S. Assessment of physical activity in youth. *J Appl Physiol* 2008; 105(3): 977-987.

Coutinho ESF, França-Santos D, Magliano ES, Bloch KV, Barufaldi LA, Cunha CF et al. ERICA: padrões de consumo de bebidas alcoólicas em adolescentes brasileiros. *Rev Saúde Pública* 2016;50(supl 1):8s

Currie C, Zanotti C, Morgan A, Currie D, Looze M, Roberts C et al. Social determinants of health and well-being among young people. Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) study: international report from the 2009/2010 survey. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2012. (Health Policy for Children and Adolescents, 6). 2012.

Cutler GJ, 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* 2011, 111:230–240.

Dunstan DW, Barr ELM, Healy GN, Salmon J, Shaw JE, Balkau B, Magliano DJ, Cameron AJ, Zimmet PZ, Owen N. Television viewing time and mortality: the Australian Diabetes, Obesity and Lifestyle Study (AusDiab). *Circulation* 2010; 121:384-391.

Eaton D, Kann L, Kinchen S, Shanklin S, Ross J, Hawkins J, Harris WA, Lowry R, McManus T, Chyen D, Lim C, Whittle L, Brener ND, Wechsler H. Youth Risk Behavior Surveillance - United States, 2009. *MMWR Surveill Summ* 2010; 59(05):1-142.

Estima CCP, Costa RS, Sichieri R, Pereira RA, Veiga GV. Meal consumption patterns and anthropometric measurements in adolescents from a low socioeconomic neighborhood in the metropolitan area of Rio de Janeiro, Brazil. *Appetite* 2009; 52: 735-9.

Falbe J, Willett C, Rosner B, Field AE. Body mass index, new modes of TV viewing and active video games. *Pediatric Obesity*. World Obesity Federation, p. 1 – 8, 2016.

Farhat T, Iannotti RJ, Caccavale LJ. Adolescent Overweight, Obesity and Chronic Disease-Related Health Practices: Mediation by Body Image. *Obes Facts* 2014;7:1–14.

Farias Junior JC, Lopes A S, Florindo AP, Hallal PC. Validade e reprodutibilidade dos instrumentos de medida da atividade física do tipo self-report em adolescentes: uma revisão sistemática *Cad. Saúde Pública* 2010; 26(9): 1669-1691.

Ferrar K, Chang C, Li M, Olds TS. Adolescent time use clusters: a systematic review. *J Adolesc Health*. 2013;52:259---70.24.

Ferreira RW, Rombaldi AJ, Ricardo LIC, Halla PC, Azevedo MR. Prevalência de comportamento sedentário de escolares e fatores associados. *Rev Paul Pediatr*. 2016;34(1):56-63.

Fitzpatrick SL, Coughlin JW, Appel LJ, Tyson C, Stevens VJ, Jerome GJ et al. Application of Latent Class Analysis to Identify Behavioral Patterns of Response to

Behavioral Lifestyle Interventions in Overweight and Obese Adults. *Int.J. Behav. Med.* (2015) 22:471–480.

Flores LS, Gaya AR, Petersens RDS, Gaya A. Trends of underweight, overweight, and obesity in Brazilian children and adolescents. *J Pediatr (Rio J)*. 2013; 89: 456-461.

Flynt A. A Survey of Popular R Packages for Cluster Analysis Abby Flynt *J Educ Behav Stat*. 2016, 41 (2), p. 205–225.

Guedes DP, Lopes CC, Guedes JERP. Reproducibility and validity of the International Physical Activity Questionnaire in adolescents, *Rev Bras Med Esporte*, 2005, 11(2), p. 147e-154e.

Guerra PH, Farias Junior JC, Florindo AA. Comportamento sedentário em crianças e adolescentes brasileiros: revisão sistemática. *Rev. Saúde Pública*. 2016;50(9):1-15.

Haug E, Rasmussen M, Samdal O, Iannotti R, Borraccino A, Vereecken C, Melkevik O, Lazzeri G, Giacchi M, Ercan O, Due P, Ravens-Sieberer U, Currie C, Morgan A, Ahluwalia N. Overweight in school-aged children and its relationship with demographic and lifestyle factors: results from the WHO-Collaborative Health Behaviour in Schoolaged Children (HBSC) Study. *Int J Public Health* 2009; 54(Supl. 1):167-179.

Haughton D; Legrand P. Review of three latent class cluster analysis packages: Latent Gold, poLCA, and MCLUST. *Am Stat* 2009; 63(1): 81-91.

Kohl HW, Craig CL, Lambert EV, Inoue S, Alkandari JR, Leetongin G, Kahlmeier S. The pandemic of physical inactivity: global action for public health. *Lancet* 2012; 380: 294–305.

Janssen I, Leblanc AG. Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2010; 7 (40): 1-16.
Kasprzyk I. Latent Class Model in the Software. *Acta Universitatis Loszienses Folia Oeconomica*, 135, 2010

Lanza ST, Rhoades BL. Latent class analysis: an alternative perspective on subgroup analysis in prevention and treatment. *Prev Sci.* 2013;14(2):157–68.

Leal GVS, Philippi ST, Matsudo SMM, Toassa EC. Consumo alimentar e padrão de refeições de adolescentes, São Paulo, Brasil. *Rev Bras Epidemiol.* 2010; 13(3): 457-467.

Lee I-Min, Schiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet* 2012; 380: 219–29.

Leech RM, Mcnaughton AS, Timperio A. The clustering of diet, physical activity and sedentary behavior in children and adolescents: a review. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2014; 11: 4-8.

Linzer DA, Lewis JB. poLCA: An R Package for Polytomous Variable Latent Class Analysis. *J Stat Softw.* 2011; 42(10): 1-29.

Maggs JL, Schulenberg JE. Initiation and course of alcohol consumption among adolescents and young adults. In: Galanter M, Lowman C, Boyd GM, Fader VB, Witt D, Lagressa D, editors. *Recent developments in alcoholism. Vol 17, Alcohol problems in adolescents and young adults: epidemiology, neurobiology, prevention, treatment.* New York: Kluwer Academic; Plenum Publishers; 2005. p. 29-41.

Menezes AHR, Dalmas JC, Scarinci IC, Maciel SM, Cardelli AAM. Fatores associados ao uso regular de cigarros por adolescentes estudantes de escolas públicas de Londrina, Paraná, Brasil. *Cad. Saúde Pública* 2014; 30(4):774-784.

Moreno LA, Gottrand F, Huybrechts I, Ruiz JR, González-Gross M, Dehenauw S. et al. Nutrition and Lifestyle in European Adolescents: The HELENA (Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence) Study. *American Society for Nutrition. Adv. Nut,* 2014; 5: p. 615S–623S, 2014.

National Health and Medical Research Council: Australian dietary guidelines. Canberra: National Health and Medical Research Council; 2013.

Nylund KL, Asparouhov T, Muthen B. Deciding on the number of classes in latent class analysis and growth mixture modeling: a Monte Carlo simulation study. *Struct Equ Model: Multidiscip J*. 2007;14: 535–69.

Philippi ST, Leme ACB. Dietary intake and meal frequency of Brazilian girls attending a school-based randomized controlled trial. *Nutr Food Sci*, 2015,45 (6), pp. 954 – 968.

Pronk NP, Anderson LH, Crain AL, Martinson BC, O'Connor PJ, Sherwood NE, Whitebird RR: Meeting recommendations for multiple healthy lifestyle factors. Prevalence, clustering, and predictors among adolescent, adult, and senior health plan members. *Am J Prev Med* 2004, 27:25–33.

Rey-Lopez JP, Tomas C, Vicente-Rodriguez G, Gracia-Marco L, Jimenez-Pavon D, Perez-Llamas F, Redondo C, Bourdeaudhuij ID, Sjostrom M, Marcos A, et al: Sedentary behaviours and socio-economic status in Spanish adolescents: the AVENA study. *Eur J Public Health* 2011, 21:151–157.

Ridley K, Ainsworth BE, Olds TS. Development of a Compendium of Energy Expenditures for Youth. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2008; 5(45): 1-26.

Sanchez A, Norman GJ, Sallis JF, Calfas KJ, Cella J, Patrick K: Patterns and correlates of physical activity and nutrition behaviors in adolescents. *Am J Prev Med* 2007, 32:124–130.

Saunders TJ, Chaput JP, Tremblay MS. Sedentary Behaviour as an Emerging Risk Factor for Cardiometabolic Diseases in Children and Youth. *Can J Diabetes* 2014; 38: 53-61.

Schofield WN. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum. Nutr.: Clin. Nutr* 1985;39(Suppl): 15±41.

Sedentary Behaviour Research Network. Letter to the editor:standardized use of the terms “sedentary” and “sedentarybehaviors”. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2012;37:540--2.3.

Sociedade Brasileira de Pediatria. Saúde de Crianças e Adolescentes na Era Digital Manual de Orientação - Departamento de Adolescência, nº 1, Outubro de 2016: <http://www.sbp.com.br/src/uploads/2016/11/19166d-MOrient-Saude-Crian-e-adolesc.pdf>

Sousa CPC, Olinda RA, Pedraza DF. Prevalence of stunting and overweight/obesity among Brazilian children according to different epidemiological scenarios: systematic review and meta-analysis. *Sao Paulo Med J*. 2016; 134(3):251-62.

Tenório MCM, Barros MVG, Tassitano RM, Bezerra J, Tenório JL. Atividade física e comportamento sedentário em adolescentes estudantes do ensino médio. *5 Rev Bras Epidemiol* 2010; 13(1): 105-17.

Thorp AA, Owen N, Neuhaus M, Dunstan DW. Sedentary behaviors and subsequent health outcomes in adults a systematic review of longitudinal studies, 1996-2011. *Am J Prev Med* 2011; 41(2):207- 215.

Tsai MC, Strong C, Lin CY. Effects of pubertal timing on deviant behaviors in Taiwan: A longitudinal analysis of 7th- to 12th-grade adolescents. *J Adolesc* 2015; 42: 87–97.

Tudor-Loocke C, Craig CL, Beets MW, Belton S, Cardon GM, Duncan Set al. How Many Steps/Day are Enough? for Children and Adolescents. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2011; 8(78):1-14.

Vasconcellos MB, Anjos LA, Vasconcellos MTL. Estado nutricional e tempo de tela de escolares da Rede Pública de Ensino Fundamental de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. *Cad Saude Publica* 2013; 29(4): 713-722.

Verly Junior, E., Carvalho, A.M., Fisberg, R.M. and Marchioni, D.M., “Adherence to the food guide for the Brazilian population”, *Rev Saude Publica* 2013; 47(6): 1021-1027.

Waters E, de Silva-Sanigorski A, Hall BJ, Brown T, Campbell KJ, Gao Y, Armstrong R, Prosser L, Summerbell CD: Interventions for preventing obesity in children. Cochrane Database Syst Rev 2011, 12, CD001871.

World Health Organization (WHO). Global recommendations on physical activity for health. Geneva: World Health Organization; 2010.

World Health Organization. Nutrition in adolescence: issues and challenges for the health sector: issues in adolescent health and development. Geneva: WHO, 2005.

9.2 - Artigo 2

Influência do estilo de vida e da composição corporal nos fatores de risco para doenças cardiometabólicas em adolescentes do sexo feminino.

Valter Paulo Neves Miranda¹, Paulo Roberto dos Santos Amorim², Ronaldo Rocha Bastos³, Karina Lúcia Ribeiro Canabrava⁴, Vítor Gabriel Barra³, Eliane Rodrigues de Faria⁵, Sylvia do Carmo Castro Franceschini¹, Maria do Carmo Gouveia Peluzio¹, Silvia Eloiza Priore¹.

1 – Programa de Pós-graduação em Ciência da Nutrição. Departamento de Nutrição e Saúde. Universidade Federal de Viçosa.

2 – Laboratório de Performance Humana (LAPEH). Departamento de Educação Física. Universidade Federal de Viçosa.

3 - Laboratório de Informações Geo-referenciadas (LINGE). Departamento de Estatística. Universidade Federal de Juiz de Fora.

4 – Pós-graduação em Ciências da Saúde. Saúde da Criança e do Adolescente. Universidade Federal de Minas Gerais.

5 – Departamento de Nutrição. Universidade Federal de Juiz de Fora.

Períodico a ser submetido: *International Journal of Endocrinology*

Fator de Impacto: 2.376

Resumo

O estilo de vida de adolescentes do sexo feminino é caracterizado como fisicamente inativo e sedentário. Estes comportamentos aliados à alimentação não saudável podem desencadear a obesidade e suas co-morbidades. **Objetivo:** Avaliar a associação do estilo de vida e composição corporal com os fatores de risco para doenças cardiometabólicas em adolescentes do sexo feminino. **Métodos:** Estudo transversal, com 405 adolescentes do sexo feminino de 14 a 19 anos, do município de Viçosa-MG, Brasil. A Análise de Classe Latente avaliou o estilo de vida a partir da mensuração da atividade física, comportamento sedentário, frequência alimentar, consumo de álcool e tabaco. Aferiram-se o peso, estatura, perímetro da cintura e o percentual de gordura corporal (%GC), sendo este avaliado pelo equipamento de absorptometria de raios-X de dupla energia (DXA). Avaliaram-se a pressão arterial, parâmetros bioquímicos e proteína C reativa ultrasensível (PCR-us). Os marcadores pró e anti inflamatórios interleucina 6 (IL-6), fator de necrose tumoral α (TNF- α), leptina e interleucina 10 (IL-10) foram analisados pela tecnologia *Luminex*. **Resultados:** O estilo de vida sedentário e inativo e %GC elevado estiveram associados ao aumento dos níveis de pressão arterial, alteração do perfil lipídico e aumento do ácido úrico. As classes latentes do estilo de vida, o %GC, a resistência à insulina e a PCR-us associaram-se com concentrações dos marcadores cardiometabólicos. **Conclusão:** Adolescentes classificadas como inativas e sedentárias, com sobrepeso ou obesidade e %GC elevado apresentaram maior concentração dos marcadores pró-inflamatórios, e também alterações negativas dos fatores de risco para doenças cardiometabólicas.

Palavras-chave: Estilo de vida, Adolescentes, Composição Corporal, Obesidade, Doença crônica, Inflamação.

Introdução

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define a adolescência como o período dos 10 aos 19 anos, que tem o seu início marcado pela puberdade, sendo a menarca considerada indicador de maturidade sexual no sexo feminino, uma vez que ocorre, geralmente, em torno dos 12 e 13 anos (WHO, 2005). A adolescência é um dos períodos críticos da vida para o início ou a persistência da obesidade e suas complicações, por isso a importância da manutenção de um estilo de vida adequado, com prática de atividade física e alimentação balanceada.

O estilo de vida dos adolescentes é caracterizado pelo baixo nível de atividade física e alto comportamento sedentário (Vasconcellos et al., 2013). O número de adolescentes no mundo que não atendem à recomendação mínima de 60 minutos de atividade física moderada ou vigorosa pode chegar a 80,3% (Hallal et al., 2012). Adolescentes do sexo feminino chegam a ser até 30% mais inativas que os do sexo masculino (Guinhouya et al., 2014). No Brasil, a prevalência de inatividade física dos adolescentes é de 54,7%, sendo as meninas mais inativas, com 70,7%, contra 38,0% dos meninos (Cureau et al., 2016).

Em relação ao sedentarismo, Saunders et al. (2014) mostram que adolescentes americanos e canadenses passam de 40 a 60% das horas acordado na posição sentada ou em frente a um aparelho com tela. A Academia Americana de Pediatria (2011) considera adequado um tempo em frente a televisão, vídeo game ou computador, chamado tempo de tela (TT), menor que duas horas por dia. Estudos mostram que nos países desenvolvidos, aproximadamente 70% de crianças e adolescentes têm TT acima do valor recomendado (Tremblay et al., 2011; Currie et al., 2008). No Brasil, a Pesquisa Nacional de Saúde Escolar (PeNSE) realizada em 2012 mostrou que o TT elevado ocorre em 78,6% de escolares com idade média de 15 anos (IBGE, 2013).

Sobrepeso e obesidade são multifatoriais, contudo o desequilíbrio energético que ocorre entre a atividade física habitual e consumo alimentar é um importante fator a ser considerado, pois desencadeia aumento da pressão arterial e dislipidemias (Gonzaga et al., 2014; Moreno et al., 2014). Sendo agravado ainda pelo fato do excesso de triglicerídeos e de ácidos graxos livres serem fatores importantes que causam hipertrofia e hiperplasia do adipócito (Balagopal et al., 2011), condição que pode levar a resistência à insulina (Riner, Selhorst, 2013), hiperuricemia (Cardoso et al., 2014) e aumento na produção de leptina (Gonzaga et al., 2014).

As complicações metabólicas mencionadas podem ativar a liberação de citocinas pró-inflamatórias, como interleucina-6 (IL-6) e fator de necrose tumoral α (TNF- α), e diminuir a liberação das anti-inflamatórias, como a interleucina-10. A IL-6 e o TNF- α estimulam a produção de proteína C reativa (PCR) pelo fígado (Balagopal et al., 2011) e, juntos, desencadeiam o processo de inflamação subclínica, que por sua vez pode resultar no aparecimento de doenças cardiovasculares (Gottlieb, Bonardi; Moriguchi, 2005).

A avaliação de características do estilo de vida de adolescentes do sexo feminino poderá propiciar a identificação de importantes fatores envolvidos no acúmulo de gordura corporal e, conseqüentemente, nas manifestações clínicas das doenças cardiometabólicas e no processo de inflamação subclínica (Lonely et al., 2014). Visto isso, objetivou-se avaliar a associação do estilo de vida e composição corporal com os fatores de risco para doenças cardiometabólicas em adolescentes do sexo feminino.

Materiais e Métodos

Estudo transversal, descritivo e analítico.

Amostra e casuística

A população do estudo foi composta por adolescentes de 14 a 19 anos, do sexo feminino, residentes no município de Viçosa-MG, Brasil, regularmente matriculadas em escolas da rede pública.

A seleção amostral foi proporcional ao tamanho do conglomerado, com acréscimo do efeito de desenho estimado em 1.2, para corrigir a variância na amostragem utilizada para representar a população escolhida. As escolas públicas que ofereciam ensino médio foram consultadas para informar o número de alunas matriculadas com idade entre 14 a 19 anos. No ano de 2014 o número foi de 1657 estudantes.

A partir dessa informação, o tamanho amostral foi calculado no programa StatCalc, do software EpiInfoTM, versão 7.2.0.1 (Georgia, Estados Unidos). O cálculo do tamanho amostral considerou nível de confiança de 95%, prevalência de 30% da prevalência de sobrepeso e obesidade com adolescentes brasileiros (Flores et al., 2013) e erro máximo admissível 5%. O resultado apresentado para o tamanho mínimo da amostra foi de 324 indivíduos, mais o adicional de 20% para cobrir possíveis perdas; verificou-se que a quantidade recomendada de participantes foi 389 adolescentes.

Para a participação, além de fazer parte da população de estudo, ter passado pela menarca, aceitar voluntariamente, ter permissão assinada dos responsáveis menor que 18 anos, ter apresentado menarca no mínimo a um ano, não ter conhecimento prévio de nenhum tipo de doença crônica ou infecciosa, não fazer uso de medicamento controlado ou que pudesse interferir no metabolismo de glicose (insulina) ou colesterol total e não participação de outra pesquisa que envolvesse avaliação da composição corporal ou do controle do estado nutricional.

Foram selecionadas duas escolas com o maior contingente de indivíduos elegíveis. Nelas, um total de 611 adolescentes foram convidadas a participar da pesquisa. No entanto, 206 não foram incluídas; destas, 131 não aceitaram participar e 75 não atenderam aos critérios de inclusão ou não completaram todos os procedimentos de avaliação do estilo de vida, composição corporal e perfil bioquímico. Por fim, 405 adolescentes participaram de todos os procedimentos.

Procedimentos de coleta de dados

Os procedimentos de coleta dos dados tiveram início em junho de 2014 e término em dezembro de 2015. A primeira etapa ocorreu nas escolas, onde a direção foi consultada e informada sobre a realização do estudo. Após o consentimento, houve contato com as estudantes para explicação detalhada de todos os procedimentos e entrega do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e do Termo de Assentimento (TA) para serem devidamente assinados e devolvidos. Ambos continham descritas detalhadamente todas as etapas que foram realizadas, além da garantia de segurança, sigilo e privacidade das informações coletadas.

A segunda etapa da pesquisa ocorreu na Divisão de Saúde (DSA) da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Inicialmente foram coletadas informações sociodemográficas, econômicas e avaliação do estilo de vida. Ainda na DSA, as adolescentes passaram pela avaliação da composição corporal, pressão arterial e exames bioquímicos.

Informações sociodemográficas e socioeconômicas

As informações pessoais das adolescentes, nome completo, data de nascimento, nome dos responsáveis, telefones de contato, endereço, tempo de menarca e uso de algum tipo de medicamento foram coletadas em um questionário semiestruturado

aplicado por um profissional e estudantes do curso de Nutrição da UFV, previamente treinados.

A idade foi categorizada em fase intermediária (14 a 16 anos) e final (17 a 19 anos) (WHO, 2005). A classificação socioeconômica baseou-se no questionário proposto pela Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP) (2014).

Estilo de vida

O estilo de vida foi uma variável latente, isto é, não passível de observação direta, construída pela Análise de Classes Latentes (ACL) (Linzer, Lewis, 2011). Nesse tipo de procedimento, um número de variáveis ditas manifestas que podem ser observadas diretamente são utilizadas como instrumentos indiretos para medir uma variável latente que se supõe existir. Tanto as variáveis manifestas como a latente devem ser categóricas. Com a informação das variáveis manifestas, é possível elaborar um modelo estatístico que permite estimar a probabilidade de um dado indivíduo pertencer a cada uma das categorias da variável latente, chamadas classes latentes (Flynt et al., 2016). O significado de cada classe latente é atribuído pelo pesquisador tendo em vista o perfil dos indivíduos agrupados nela.

Neste estudo, a ACL do estilo de vida teve como variáveis manifestas: atividade física, comportamento sedentário, número de refeições, consumo de álcool e consumo de tabaco. Todas essas variáveis foram avaliadas durante 8 dias consecutivos. O primeiro dia de avaliação foi descartado para minimizar o efeito *Hawthorne*, que consiste na mudança de comportamento para atender ao que se consideram as expectativas do estudo (Corder et al., 2008).

A atividade física foi avaliada pelo pedômetro da marca *Digiwalker* SW 200 (Yamax, Japão), usando como ponto de corte o valor de 11.700 para classificação do número de passos entre comportamento ativo e inativo (Tudor-Locke et al., 2011). O recordatório de 24h (R24h) complementou esta avaliação (Bouchard et al., 1983; Bratteby et al., 1997). Neste instrumento as participantes marcaram em um período de 24h (a cada 15 minutos) as atividades realizadas, sendo consideradas atividades físicas moderadas à vigorosas (AFMV) aquelas com equivalente metabólico (MET) igual ou acima de 3. O MET corresponde ao múltiplo da taxa metabólica basal que equivale à energia suficiente para um indivíduo se manter em repouso, representado na literatura pelo consumo de oxigênio (VO₂) de aproximadamente 3,5 ml/kg/min (Ainsworth et al.,

2000). Considerou-se adequado o tempo médio diário no mínimo 60 minutos de AFMV (WHO, 2010).

O comportamento sedentário foi avaliado pelo tempo de tela (TT), tempo de tela do celular (TC) e tempo sentado nos dias de semana e final de semana. O TT foi contabilizado segundo o questionário proposto por Barros e Nahas (2003), o qual avaliou o tempo gasto por dia em frente à televisão, computador, vídeo game e *tablets*. O TC foi analisado separadamente dos demais aparelhos. Ambos os tempos foram classificados como elevados quando a média dos dias avaliados foi maior ou igual a 120 minutos. Esse é o valor preconizado pela Academia Americana de Pediatria (2011) para o TT. Para o TC, por não haver classificação específica, usou-se o mesmo critério.

A seção quatro do *International Physical Questionnaire* (IPAQ) (Guedes et al., 2005) analisou o tempo sentado nos dias de semana e final de semana (FDS), incluindo o tempo sentado na escola (aproximadamente 4 h). A média ponderada dessas duas informações permitiu estimar a média diária do tempo sentado nos sete dias da semana. O percentil 75 (P75 = 585 minutos = 9,75 h) foi usado como valor de referência para classificação do tempo sentado, devido à falta de um ponto de corte específico.

O número de refeições diário foi registrado com base no desjejum, colação, almoço, lanche da tarde, jantar (ou lanche) e ceia. O valor médio dos sete dias foi calculado e posteriormente categorizado pelo percentil 50 (P50 = 4,0). Valores menores que P50 foram considerados baixo número de refeições.

O consumo de álcool e tabaco foi observado por dois módulos da versão curta do *Global School-Based Student Health Survey* (GSHS) (Tenório et al., 2010). As respostas sobre a frequência e intensidade de uso foram codificadas ordinalmente com uma pontuação numérica crescente com o maior consumo de álcool e exposição ao tabaco.

Composição corporal

Todas as medidas antropométricas foram realizadas por uma integrante da pesquisa, do sexo feminino e previamente treinada. O peso foi aferido em balança digital eletrônica (Kratos), e para a estatura foi utilizado um estadiômetro portátil (Altuxata®, Belo Horizonte, Brasil). O Índice de Massa Corporal (IMC) foi calculado pelo *software WHO AnthroPlus* e classificado pelos valores de escore-z, de acordo com os pontos de corte preconizados pela *World Health Organization* (WHO) (De Onis et al., 2007).

O percentual de gordura corporal total (%GC) foi avaliado por equipamento de absorptometria de raios-X de dupla energia (DXA) (Lunar Prodigy Advance DXA System – analysis version: 13.31, GE Healthcare, Madison, WI, USA). A avaliação foi realizada entre 7h e 9h00' da manhã, respeitando-se protocolo específico para o teste, como segue: estar em jejum de 12 horas, não estar no período menstrual, não ter praticado atividade física extenuante no dia anterior, não fazer uso de marca-passo, próteses ortopédicas ou adornos metálicos que impedem a passagem de corrente elétrica e estar com a bexiga vazia na realização do exame (FARIA et al, 2009).

A classificação do %GC foi segundo os pontos de corte propostos por Williams et al. (1992). Para facilitar esta classificação do %GC, valores acima de 30% foi considerado elevado; entre 30% e 20%, adequado; e menor que 20%, baixo. Três grupos de avaliação da composição corporal foram criados a partir do IMC e do %GC. O Grupo 1 foi composto por adolescentes com baixo peso (BP) ou eutrofia (EUT) e %GC adequado; Grupo 2, EUT e %GC elevada; Grupo 3 sobrepeso (SP) ou obesidade (OB) e %GC elevado.

Medidas Antropométricas

Para aferição do perímetro da cintura (PC) foi utilizada uma fita métrica com extensão de 2 metros, flexível e inelástica (Cardiomed®, São Luis, MA, Brasil), dividida em centímetros e subdividida em milímetros. O PC foi aferido no ponto médio entre a margem inferior da última costela e a crista ilíaca, no plano horizontal (WHO, 2008). Para a classificação do PC foi adotado o percentil 90 da própria população, conforme preconizado pela Federação Internacional de Diabetes (IDF, 2007).

A relação cintura/estatura (RCE) foi obtida pela relação entre a medida da cintura (cm) e a estatura (cm). O ponto de corte adotado para classificação da RCE foi 0,5, com duas categorias sugeridas por Ashwell e Gibson (2014): RCE adequada, menor ou igual a 0,5; RCE elevada, maior que 0,5.

O perímetro do pescoço (PP) foi aferido no ponto médio da altura do pescoço (NAFIU et al., 2010). O ponto de corte usado para a classificação do PP foi 34,1 cm, valor observado por Silva et al. (2014) como apresentando melhor equilíbrio entre sensibilidade e especificidade para fatores de risco da síndrome metabólica em adolescentes do sexo feminino púberes.

Fatores de risco para doenças cardiometabólicas

Pressão Arterial

A pressão arterial foi aferida, segundo protocolo estabelecido pela 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial (SBH, 2016), utilizando monitor de pressão sanguínea de inflação automática (Omron® Model HEM-741 CINT, Quioto, KYT, Japão), preconizado pela Sociedade Brasileira de Cardiologia.

A avaliação da pressão sistólica e diastólica foi realizada conforme preconizado pela Sociedade Brasileira de Cardiologia, utilizando os pontos de corte para adolescentes, de acordo com os percentis de estatura, para ambos os sexos (SBH, 2016).

Parâmetros bioquímicos

As análises bioquímicas foram realizadas no período entre 07h00min às 09h00 min da manhã, no laboratório de Análises Clínicas da Divisão de Saúde (DSA) da Universidade Federal de Viçosa. As amostras de sangue foram coletadas, após jejum de 12 horas, em veia antecubital e separadas por centrifugação a 2225 x g por 15 minutos, à temperatura ambiente (2–3 Sigma, Sigma Laborzentrifuzen, Osterode am Harz, Alemanha).

Foram analisadas dosagens de colesterol total (CT), lipoproteína de alta densidade – *High-Density Lipoprotein* (HDL) –, lipoproteína de baixa densidade – *Low-Density Lipoprotein* (LDL) –, lipoproteína de muito baixa densidade – *Very Low-Density Lipoprotein* (VLDL) – e triglicerídeos.

O CT, 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, para valores de triglicerídeos menores que 400 mg/dL.

A classificação do perfil lipídico seguiu a V Diretriz de Dislipidemias de 2013 (Xavier et al., 2013), sendo valores considerados elevados CT ≥ 150 mg/dL e LDL e triglicerídeos ≥ 100 mg/dL. O HDL foi classificado como baixo quando ≤ 45 mg/dL.

A série de células brancas (contagem total e diferencial de leucócitos) foi avaliada para análise de hemograma completo.

A glicemia de jejum foi dosada pelo método enzimático da Glicose-oxidase por meio do equipamento de automação Cobas Mira Plus (Roche Corp.), sendo considerada glicemia de jejum elevada > 100 mg/dL, segundo informações das Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes de 2013-2014.

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 (Back Giuliano et al., 2005), a qual considera insulina plasmática de jejum elevada $> 15\mu\text{U/mL}$.

A resistência à insulina foi calculada pelo modelo matemático HOMA-IR (*Homeostasis Model Assessment – Insulin Resistance*), utilizando as dosagens de insulina e glicemia de jejum: $\text{HOMA-IR} = [(\text{insulina de jejum } (\mu\text{U/mL}) \times \text{glicemia de jejum } [\text{mmol/L}]) / 22,5]$. Valores de HOMA-IR $\geq 3,16$ foram considerados como presença de resistência à insulina, conforme Keskin et al. (2005).

O ácido úrico foi dosado pelo método colorimétrico enzimático, com automação pelo equipamento *Cobas Mira Plus (Roche Corp.)*, e classificado de acordo com sexo e idade, sendo considerados elevados para o sexo feminino valores maiores ou iguais a 5,7 mg/dL (Loeffler et al., 2012).

A Proteína C reativa Ultrassensível (PCR-us) foi dosada por método de Imunoturbidimetria, sendo considerado inflamação valores maiores que 0,30 mg/dL e menores ou iguais a 1,0 mg/dL; e processos inflamatórios agudos valores maiores que 1,0 mg/dL (Pearson et al., 2003).

Marcadores Inflamatórios

Para análise dos marcadores inflamatórios interleucina-6 (IL-6), fator de necrose tumoral α (TNF- α), leptina e interleucina-10 (IL-10), foram separados 500 μL de soro, armazenados em ultrafreezer a -80°C . Os marcadores foram dosados pelo sistema Multiplex – tecnologia LuminexTM xMAP (Perfil de Múltiplos Analitos, x=citocinas), sendo utilizados os kits MILLIPLEXTM HCYTOMAG-60K (IL-10) e HMHEMAG-34K (IL-6, TNF- α e Leptina). Os kits MILLIPLEXTM foram adquiridos pela empresa Merck Millipore Corporation (Merck KGaA, Darmstadt, Alemanha) e as análises foram feitas pelo Laboratório Especializado em Análises Clínicas (LEAC-Lab Ltda, São Paulo, SP, Brasil).

Análise estatística

A dupla digitação dos dados foi feita no *software* Excel (*Microsoft Office 2013*). As análises estatísticas foram realizadas no *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) for Windows*, versão 20.0 (IBM Corporation®, Nova Iorque, Estados Unidos) e *software* estatístico R (*R Development Core Team*, 2014), versão 3.2.2 (“*Fire Safety*”).

O nível de rejeição da hipótese de nulidade foi de $\alpha = 5\%$, para todos os testes descritos abaixo.

O teste de Kolmogorov-Smirnov para normalidade e os coeficientes de assimetria e curtose evidenciaram ausência de normalidade da distribuição das variáveis. Por isso, a apresentação dos resultados foi por feita a partir dos valores de mediana e intervalo interquartilico (IIQ) (P75 - P25). Os testes de Mann-Whitney e Kruskal-Wallis foram usados na verificação da diferença de resultados entre dois ou mais grupos, respectivamente. Foi usada a correção de Bonferroni nos testes post-hoc dois-a-dois para verificar a diferença entre os k grupos. Essa correção foi calculada dividindo-se o valor de significância total adotado ($\alpha = 0,05$) pelo número de comparações entre os grupos ($k*(k-1)/2$).

A análise de classes latentes (ACL) foi usada para a modelagem da variável estilo de vida. Para isso, utilizou-se o pacote poLCA (*Polytomous-Variable Latent Class Analysis*) (LINZER, LEWIS, 2011), disponível na biblioteca do software R. As variáveis manifestas AFMV, número de passos, TT, número de refeições e tempo sentado foram as variáveis manifestas selecionadas. A avaliação diagnóstica do modelo foi analisada pelos valores de Critério de Informação de Akaike (AIC), Critério Bayesiano de Schwarz (BIC), teste qui-quadrado *Goodness of fit* (χ^2) e entropia. A qualidade do modelo com a inclusão de covariáveis álcool, tabaco, idade e classe socioeconômica foi avaliada pelos valores do teste de razão de verossimilhança (G^2).

A análise de regressão linear simples considerou as citocinas pró-inflamatórias IL-6, TNF- α e leptina como variáveis dependentes. Os valores desses marcadores foram transformados em logaritmo para atender os pressupostos da distribuição normal dos dados exigido na análise de regressão. Fato que não ocorreu com a IL-10, por isso não foi avaliada no exercício de modelagem.

As variáveis estilo de vida, percentual de gordura corporal (%GC), pressão arterial e parâmetros bioquímicos foram incluídas no modelo como independentes. O estilo de vida foi codificado como variáveis *dummy*, de forma dicotômica, sendo 0 as classificações consideradas como referência e 1 aquelas que representavam risco. A classe inativa-sedentária e %GC elevado foram as categorias marcadas como risco.

Posteriormente realizou-se o modelo de regressão linear múltipla, utilizando de forma concomitante as variáveis independentes que obtiveram valor de p igual ou menor que 0,200 nos modelos de regressão simples. No modelo final, por sua vez, utilizou-se o método *backward*, sendo que as variáveis na ordem de menor significância

(maior valor p) foram retiradas uma a uma do modelo. O procedimento foi repetido até que todas as variáveis incluídas no modelo possuísem significância estatística ($p < 0,05$). A interpretação dos resultados finais dos modelos de regressão linear múltipla foi feita pelo coeficiente β em termos de logaritmo natural (exceto pelo β da IL-10).

A significância do modelo final foi avaliada pelo teste F da análise de variância e a qualidade do ajuste pelo coeficiente de determinação (R^2 ajustado). Os resíduos foram avaliados segundo as suposições de normalidade, homocedasticidade, linearidade e independência. Além disso, realizou-se a verificação de multicolinearidade pelo teste vif (*Variance Inflation Factor*) entre as variáveis incluídas no modelo.

Aspectos éticos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFV, com o número do Parecer 700.976.2014. Este seguiu adequadamente as normas da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Todas as participantes entregaram os TCLE e TA, assinados pelo responsável e pela adolescente, respectivamente. Todos os exames realizados foram devidamente entregues e foram esclarecidos os resultados às adolescentes ou seus responsáveis. As participantes que apresentaram valores alterados, juntamente com seus responsáveis ou alguém da direção pedagógica da escola, foram informadas da alteração encontrada e, imediatamente, incentivadas a marcar uma consulta médica para investigar o problema constatado.

Resultados

A média de idade das 405 adolescentes avaliadas foi 15,92 ($\pm 1,27$) anos, sendo que 259 (69%) estavam na fase intermediária da adolescência (14 a 16 anos). A maioria andava menos que 11700 passos por dia (82,57%) e 41,55% relataram fazer menos que 60 minutos de AFMV diariamente.

A avaliação do comportamento sedentário mostrou que o tempo de tela e celular foi acima de 120 minutos/dia em 72,90% e 65,31%, respectivamente. Aproximadamente 50% relataram fazer menos que 4 refeições habitualmente (Mediana = 4, IIQ = 3,4 – 4,57). Em relação ao consumo de álcool e tabaco, 56,3% e 62,5%, respectivamente, assinalaram já ter consumido álcool ou ficaram expostas a alguma forma de tabaco.

A análise de classes latentes foi realizada com 325 participantes, que foram as adolescentes que tiveram todas as variáveis manifestas do estilo de vida coletadas de forma completa (pressuposto da ACL). Com isso, gerou-se um modelo com 3 classes latentes: classe 1, representando as adolescentes com estilo de vida inativo e sedentário (n = 252; 77,5%); classe 2, representando aquelas com estilo de vida inativo e não sedentário (n = 52; 16,0%); e, por último, classe 3, agrupando adolescentes com estilo de vida ativo e sedentário (n = 21; 6,5%) (Figura 1).

O consumo de álcool foi a covariável do modelo que apresentou valores adequados de ajuste pelo teste de razão de verossimilhança em relação ao modelo nulo ($G^2 = 8,51$, gl = 2, $p = 0,014$). Também, observou-se que os tamanhos das classes, bem como a interpretação de suas características, foram considerados satisfatórios.

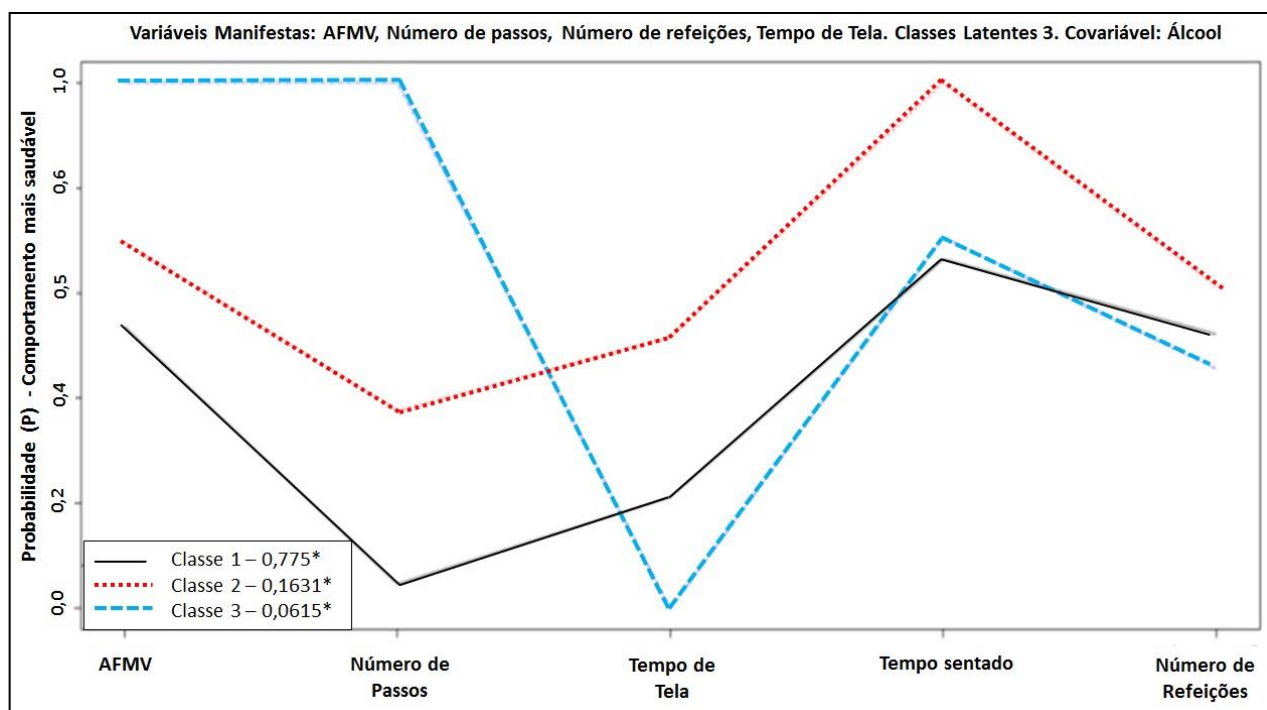


Figura 1 – Modelo selecionado da Análise de Classes Latentes das adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017. *Proporção do tamanho de cada classe^a.

^a n = 325. Classe 1: Estilo de Vida Inativo e Sedentário; Classe 2: Estilo de Vida Inativo e Não Sedentário; Classe 3: Estilo de Vida Ativo e Sedentário. AFMV: atividade física moderada e vigorosa.

A média do IMC foi 21,73 kg/m², sendo que mais do que 75% das adolescentes foram categorizadas como eutróficas, porém 54,68% tiveram %GC elevado. O percentual de adolescentes com RCE acima de 0,5 foi de 16%. Em relação ao perímetro do pescoço, 4,20% das medidas foram consideradas elevadas (acima de 34,1cm) (Tabela 1).

Tabela 1: Frequência Absoluta e Relativa das variáveis bioquímicas e de composição corporal de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.

Variáveis	Frequência Absoluta (n)	Frequência Relativa (%)
Composição Corporal - IMC e %GC DXA (n = 395)		
BP-EUT e %GC Adequado (G1)	179	45,31
EUT e %GC Elevado (G2)	126	31,90
SP, OB e %GC Elevado (G3)	90	22,78
Perímetro do Pescoço (cm) (n = 405)		
PP adequado	388	95,80
PP elevado	17	4,20
Pressão Arterial (mmHg) (n = 400)		
Normal	332	83
Hipertensão	68	17
Colesterol (mg/dL) (n = 403)		
Adequado	218	54,09
Elevado	185	45,91
HDL (mg/dL) (n = 403)		
Adequado	274	67,99
Baixo	129	32,01
LDL (mg/dL) (n = 403)		
Adequado	317	78,66
Elevado	86	21,34
Triglicerídeos (mg/dL) (n = 403)		
Adequado	338	83,87
Elevado	65	16,13
Glicose (mg/dL) (n = 400)		
Adequada	395	98,70
Elevada	5	1,30
Insulina (mUI/mL) (n = 398)		
Adequada	379	95,20
Elevada	19	4,80
HOMA-IR (n = 398)		
Adequado	367	92,20
Resistência à insulina	31	7,80
Ácido Úrico mg/dL (n = 402)		
Adequado	392	97,51
Elevado	10	2,49
PCR us mg/dL (n = 401)		
Sem inflamação	350	87,28
Inflamação	42	10,47
Inflamação Aguda	9	2,24

n: número absoluto de cada variável; IMC: índice de massa corporal; DXA: Absortometria de raios-X de Dupla Energia; BP: baixo peso; EUT: eutrófica; SB: sobrepeso; OB: obesidade; %GC: percentual de gordura corporal; LDL: *Low Density Lipoprotein*; HDL: *High Density Lipoprotein*; HOMA-IR: *Homeostasis Model Assessment – Insulin Resistance*. PCR us: proteína C reativa ultrasensível.

Os percentuais de adolescentes com valores limítrofes e elevados de pressão arterial, colesterol total, LDL e triglicerídeos foram 17%, 45,1%, 21,34% e 16,13%, respectivamente. Em relação ao HDL, 32% tiveram valores baixos. Menos de 8% apresentaram valores elevados de glicose, insulina e resistência à insulina (HOMA-IR).

A avaliação dos marcadores cardiometabólicos mostrou que 51 adolescentes (12,71%) foram classificadas com inflamação pela análise da PCR-us. Em relação a IL-6, TNF- α , Leptina e IL-10, seus respectivos valores de mediana e intervalo interquartilico (P25 e P75) foram 1,95 pg/mL (1,27 – 2,87), 2,05 pg/mL (1,24 – 2,8), 4841,5 pg/mL (2818,2 – 7858,7) e 1,38 pg/mL (1,0 – 2,07) (Tabela 2).

A comparação dos fatores de risco para doenças cardiometabólicas e o estilo de vida identificou que os valores de pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), HDL, VLDL, triglicerídeos e TNF- α foram diferentes entre as classes latentes (Tabela 2).

Tabela 2: Valores medianos dos fatores de risco para as doenças cardiometabólicas nas três classes latentes do estilo de vida de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.

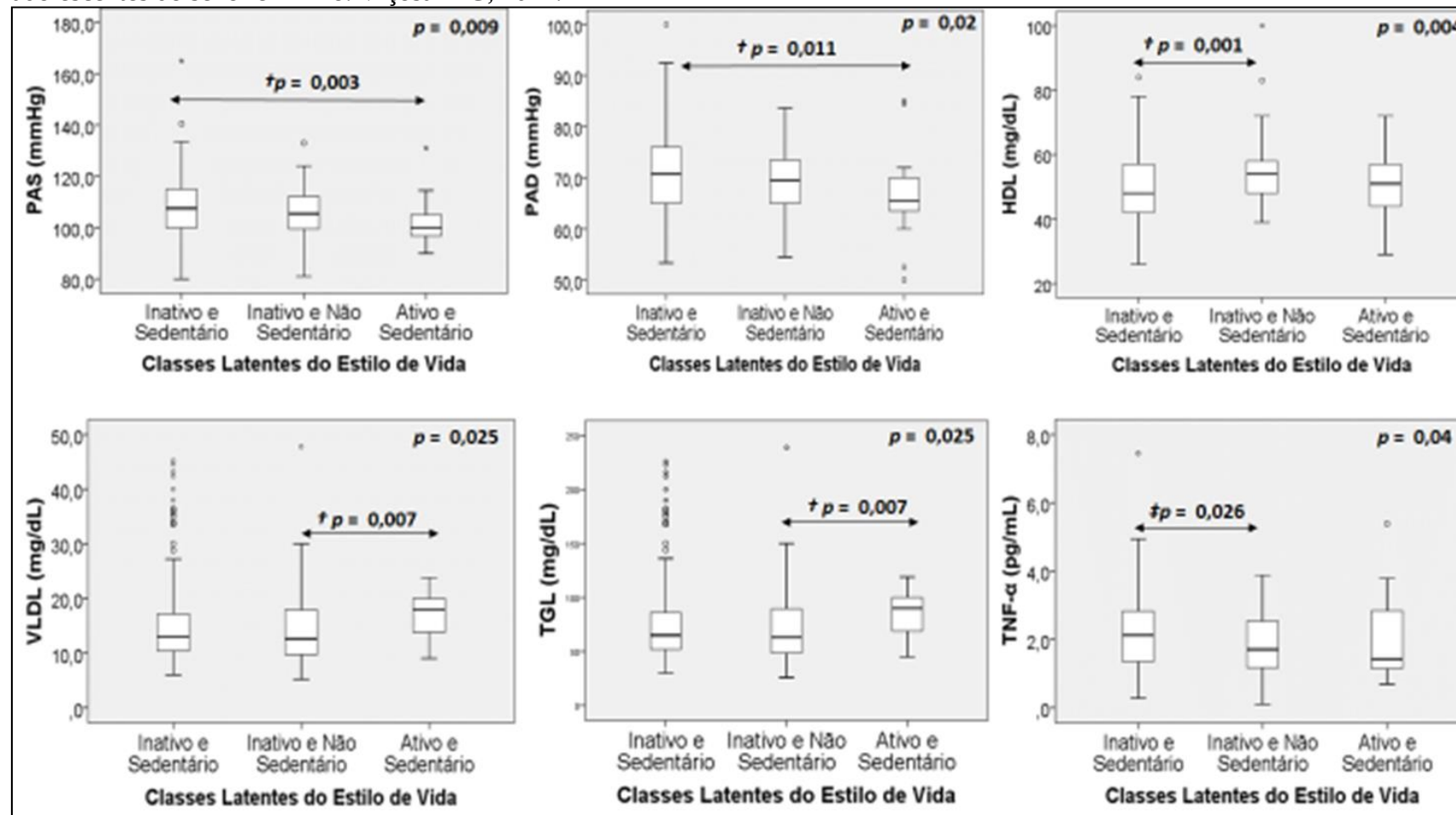
Fatores de risco das doenças cardiometabólicas	Classe 1 (n = 252) Inativo Sedentário	Classe 2 (n = 52) Inativo e Não Sedentário	Classe 3 (n = 21) Ativo e Sedentário	p
	Mediana (P25-P75)	Mediana (P25-P75)	Mediana (P25-P75)	
IMC (kg/m ²)	21,18 (19,1-24,5)	20,72(19,1-23,3)	21,1 (19,5-24,4)	0,89
%GC	31,2 (26,2-37,4)	29,0 (26,2-34,5)	28,3 (24,6-32,2)	0,25
RCE	0,43 (0,40-0,48)	0,42 (0,40-0,46)	0,41 (0,39-0,44)	0,707
Perímetro do Pescoço	30,5 (29,2-31,7)	30,7 (28,9-31,9)	30,0 (29,02-31,0)	0,34
PAS (mmHg)	107,5 (100,0-115,0)†	105,5 (99,0-112,5)	105 (100,0-110,5)†	0,009*
PAD (mmHg)	70,7 (65,0-76,1)†	69,5 (65,0-73,5)	70,0 (65,0-75,0)†	0,02*
Leucócitos (mm ³)	6300 (5100-7300)	6450 (5200-7575)	6100 (5125-7000)	0,46
Colesterol (mg/dL)	146,0 (131,0-165,0)	151,5 (130,2-164,0)	148 (141,0-162,5)	0,657
HDL (mg/dL)	48,0 (42,0-57,0)†	54,0 (48,0-58,0)†	51,0 (42,0-57,1)	0,004*
LDL (mg/dL)	82,4 (69,0-96,6)	70,0 (68,5-93,4)	80,6 (66,5-99,9)	0,646
VLDL (mg/dL)	13,0 (10,3-17,1)	12,6 (9,6-18,0)†	18,0 (13,7-20,1)†	0,025*
Triglicerídeos (mg/dL)	65,0 (51,7-86,0)	63,0 (48,2-90,2)†	90,0 (68,5-100,5)†	0,025*
Glicose (mg/dL)	85,0 (80,2-89,0)	85,5 (81,0-90,0)	85,0 (81,0-88,0)	0,777
Insulina (mUI/mL)	6,8 (5,1-9,2)	6,3 (5,0-8,3)	6,6 (4,6-8,2)	0,654
HOMA-IR	1,5 (1,1-2,0)	1,4 (1,0-1,9)	1,5 (1,0-1,8)	0,8
Ácido Úrico mg/dL	3,6 (3,0-4,3)	3,5 (3,0-3,9)	3,4 (3,1-4,0)	0,46
PCR-us mg/dL	0,07 (0,02-0,17)	0,04 (0,02-0,17)	0,06 (0,03-0,15)	0,82
IL-6 (pg/mL)	2,01 (1,3-2,8)	1,9 (1,3-3,4)	2,5 (1,3-4,26)	0,281
TNF- α (pg/mL)	2,1 (1,3-2,8)‡	1,7 (1,1-2,5)‡	1,4 (1,1-2,8)	0,04*
Leptina (pg/mL)	4988,0 (2974,0-8291,7)	4974,0 (2708,7- 6515,5)	6144,0 (2882,8-9851,1)	0,362
IL-10 (pg/mL)	1,4 (1,0-2,2)	1,4 (1,0-1,9)	1,4 (1,0-2,2)	0,724

p: valores do teste de kruskal Wallis; *: p<0,05 do teste de kruskal Wallis; † valores de p do teste de Mann-Whitney menor que a correção de Bonferroni (<0,0166). ‡ valor de p do teste de Mann-Whitney maior que a correção de Bonferroni (>0,0166).

n: valor absoluto classe; IMC: índice de massa corporal; %GC: percentual de gordura corporal; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; HDL: *high density lipoprotein*; LDL: *low density lipoprotein*; VLDL: *very low density lipoprotein*; HOMA-IR: *Homeostasis Model Assessment – Insulin Resistance*; PCR us: proteína C reativa ultrasensível; IL-6: interleucina 6; TNF- α : *tumor necrosis factor α* ; IL-10: interleucina 10.

A classe inativa-sedentária apresentou maiores valores de PAS, PAD, e menor valor de HDL em relação à classe ativa e sedentária. Novamente, a PAS e o de TNF- α foram maiores na classe inativa-sedentária comparado ao grupo da classe inativa-não sedentária, no entanto, neste último, o valor de p (0,026) da comparação foi acima do nível de significância após a correção de Bonferroni ($\alpha < 0,0166$) (Figura 2).

Figura 2: Diferença dos valores dos fatores de risco das doenças cardiometabólicos entre as classes latentes do estilo de vida de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017. #



* p : valor significativo ($<0,05$) do teste de kruskal Wallis; ** p : valor significativo do teste de Mann-Witney, com base na correção de Bonferroni $<0,0166$; # valor do teste de Mann-Whitney acima da correção de Bonferroni ($>0,0166$). PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; HDL: *high density lipoprotein*; VLDL: *very low density lipoprotein*; TNF- α : *tumor necrosis factor α* .

Houve diferença dos valores dos exames bioquímicos e marcadores cardiometabólicos entre os grupos de composição corporal avaliados pelo IMC e pelo percentual de gordura corporal (%GC) (Tabela 3). As adolescentes classificadas com sobrepeso-obesidade e %GC elevado apresentaram maiores valores de PAS, PAD, LDL, VLDL, triglicerídeos, glicose, insulina, HOMA-IR, PCR-us e leptina, além de menores valores de HDL em relação ao grupo baixo peso-eutrofia e %GC adequado. Não houve diferença entre o grupo eutrofia-%GC elevado com o grupo baixo peso-eutrofia e %GC adequado (Tabela 3).

Tabela 3: Valores dos fatores de risco das doenças cardiometabólicas entre a classificação de composição corporal do índice de massa corporal e percentual de gordura corporal das adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.

Fatores de risco das doenças cardiometabólicas	Grupo 1 BP-EUT e	Grupo 2 EUT e	Grupo 3 SP-OB e	<i>p</i>
	%GC Adequado (172) Mediana (P25-P75)	%GC Elevado (126) Mediana (P25-P75)	%GC Elevado (90) Mediana (P25-P75)	
PAS (mmHg)	103,5 (99,0-110,0)†	105,5 (100,0-111,3)‡	111,2 (105,0 - 120,3)†‡	<0,001*
PAD (mmHg)	69,0 (63,5-73,5)†	70,0 (65,5-74,5)‡	73,75 (67,6-79,9)†‡	<0,001*
Leucócitos (mm ³)	6050,0 (4925,0-7400,0)	5950,0 (5100,0-6975,0)‡	6700,0 (5400,0-7500,0)‡	0,038*
Colesterol (mg/dL)	145,0 (132,0-161,5)	150,0 (132,2-164,0)	150,5 (134,5-173,2)	0,134
HDL (mg/dL)	52,0 (46,0-58,0)†	49,0 (42,0-58,0)	46,0 (39,7-54,0)†	<0,001*
LDL (mg/dL)	78,8 (64,9-94,6)†	84,5 (70,2-96,3)	87,5 (71,9-109,35)†	0,018*
VLDL (mg/dL)	12,6 (9,4-16,0)†	13,5 (10,6-17,6)	14,1 (10,8-18,8)†	0,01*
Triglicerídeos (mg/dL)	63,0 (47,0-80,0)†	67,5 (53,2-88,0)	70,5 (54,0-94,2)†	0,01*
Glicose (mg/dL)	85,0 (80,0-89,0)†	85,0 (80,0-88,0)	87,0 (82,0-91,0)†	0,032*
Insulina (mUI/mL)	5,8 (4,6-7,7)†	6,6 (4,8-8,6)‡	9,1 (6,3-12,9)†‡	<0,001*
HOMA-IR	1,3 (1,0-1,7)†	1,5 (1,0-1,9)‡	2,0 (1,3-3,1)†‡	<0,001*
Ácido Úrico mg/dL	3,4 (2,9-3,9)†	3,6 (3,0-4,2)‡	3,9 (3,5-4,9)†‡	<0,001*
PCR us mg/dL	0,04 (0,02-0,10)†	0,07 (0,03-0,17)	0,10 (0,04-0,26)†	<0,001*
IL-6 (pg/mL)	1,9 (1,2-2,8)	1,8 (1,3-2,8)	2,2 (1,3-3,0)	0,434
TNF- α (pg/mL)	1,8 (1,2-2,7)	2,2 (1,2-2,8)	2,1 (1,4-2,8)	0,148
Leptina (pg/mL)	3207,0 (2144,0-4930,0)†	5944,0 (3800,0-7794,5)‡	9521,0 (6505,7-14175,2)†‡	<0,001*
IL-10 (pg/mL)	1,36 (0,9-2,0)	1,4 (1,0-2,3)	1,4 (1,0-2,1)	0,295

p: valores do teste de kruskal Wallis; *: $p < 0,05$ do teste de kruskal Wallis; † valores de *p* do teste de Mann-Whitney menor que a correção de Bonferroni ($< 0,0166$), entre os Grupos 1 e 3. ‡ valor de *p* do teste de Mann-Whitney menor que a correção de Bonferroni ($< 0,0166$) entre os Grupos 2 e 3.

BP: baixo peso; EUT: eutrófico; SP: sobrepeso; OB: obesidade; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; HDL: *high density lipoprotein*; LDL: *low density lipoprotein*; VLDL: *very low density lipoprotein*; HOMA-IR: *Homeostasis Model Assessment – Insulin Resistance*; PCR us: proteína C reativa ultrassensível; IL-6: interleucina 6; TNF- α : *tumor necrosis factor α* ; IL-10: interleucina 10.

A análise de regressão linear simples apresentou as variáveis independentes que se associaram aos marcadores inflamatórios (Tabela 4). As classes latentes do estilo de vida mostraram associação ($p = 0,01$) com o TNF- α , PAS, PAD e HOMA-IR com a IL-6 ($p < 0,05$). A leptina foi o marcador que apresentou relação com maior número de variáveis, dentre elas, gordura corporal, pressão arterial e a maioria dos parâmetros bioquímicos.

Tabela 4: Análise de regressão simples dos marcadores cardiometabólicos TNF- α , IL-6 e Leptina em relação às variáveis do estilo de vida, percentual de gordura corporal e parâmetros bioquímicos de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.

Variáveis	†TNF- α				†IL-6				†Leptina			
	Coefficiente (β)	IC 95%	p	R ²	Coefficiente (β)	IC 95%	p	R ²	Coefficiente (β)	IC 95%	p	R ²
#Ativa – Sedentária / Inativa – Não sedentária	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
#Inativa - Sedentária	0,455	0,047-0,354	0,01^a	0,021	-0,113	.0,29-0,03	0,117^b	0,008	0,117	.0,086-0,320	0,257	0,004
%GC	0,007	.0,001-0,015	0,085^a	0,008	0,001	.0,006-0,010	0,588	0,001	0,069	0,062-0,076	<0,001^c	0,5
PAS (mmHg)	0,003	.0,003-0,009	0,317	0,003	-0,008	.0,014-0,003	0,004^b	0,022	0,023	0,016-0,03	<0,001^c	0,108
PAD (mmHg)	0,003	.0,005-0,010	0,646	0,001	-0,014	.0,021-0,006	0,001^b	0,03	0,028	0,018-0,037	<0,001^c	0,085
Leucócitos (mm ³)	2,11E-05	0,000-0,000	0,254	0,003	1,05E-05	0,000-0,000	0,575	0,001	7,43E-05	0,00-0,00	0,501	0,027
Colesterol (mg/dL)	0,00000	.0,002-0,003	0,864	0	0	0,002-0,003	0,814	<0,001	0,002	.0,001-0,005	0,144^c	0,006
HDL (mg/dL)	-0,006	.0,012-0,001	0,039^a	0,011	0,001	.0,005-0,007	0,787	<0,001	-0,01	.0,017-0,137	0,007^c	0,137
LDL (mg/dL)	0	.0,003-0,003	0,796	0	-0,001	.0,003-0,002	0,723	<0,001	0,004	0,001-0,008	0,022^c	0,013
VLDL (mg/dL)	0,014	0,005-0,023	0,003^a	0,023	0,007	.0,002-0,017	0,109^b	0,007	0,013	0,002-0,024	0,026^c	0,013
TGL (mg/dL)	0,003	0,001-0,005	0,003^a	0,023	0,001	.0,000-0,003	0,109^b	0,007	0,003	0,000-0,005	0,026^c	0,013
Glicose (mg/dL)	0,007	.0,001-0,017	0,093^a	0,007	-0,005	.0,014-0,004	0,306	0,003	0,002	.0,007-0,011	0,636	0,001
HOMA-IR	0,027	.0,043-0,096	0,452	0,001	0,079	0,010-0,148	0,026^b	0,013	0,319	0,239-0,399	<0,000^c	0,138
Ácido Úrico (mg/dL)	.0,011	.0,079-0,057	0,746	0	0,036	.0,032-0,104	0,299	0,003	0,24	0,157-0,324	<0,001^c	0,77
PCR-us (mg/dL)	0,414	0,122-0,705	0,005^a	0,02	0,146	.0,147-0,439	0,327	0,003	0,743	0,386-1,101	<0,001^c	0,042

#classes latentes do estilo de vida; † marcadores cardiometabólicos que apresentaram distribuição normal após transformação dos valores em Log. ^avariáveis com valores de p<0,200 que entraram no modelo de regressão múltipla da variável TNF- α ; ^bvariáveis com valores de p<0,200 que entraram no modelo de regressão múltipla da variável IL-6; ^cvariáveis com valores de p<0,200 que entraram no modelo de regressão múltipla da variável leptina.

TNF- α : *tumor necrosis factor α* ; IL-6: *interleucina 6*; %GC: percentual de gordura corporal; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; HDL: *high density lipoprotein*; LDL: *low density lipoprotein*; VLDL: *very low density lipoprotein*; HOMA-IR: *Homeostasis Model Assessment – Insulin Resistance*; PCR us: proteína C reativa ultrasensível; IL-10: *interleucina 10*.

Os modelos de regressão linear múltipla verificaram que as variáveis estilo de vida, gordura corporal, pressão arterial, resistência à insulina e PCR-us estão associadas com os marcadores inflamatórios (Tabela 5). Em relação ao TNF- α , as adolescentes pertencentes a classe inativa e sedentária apresentaram aumento de 15,25% nas concentrações de TNF- α em relação às adolescentes das classes ativa-sedentária e inativa-não sedentária ($p = 0,005$). Ainda, esse modelo evidenciou que, a cada aumento em uma unidade de PCR-us, houve acréscimo de 36,34% de TNF- α ($p = 0,006$).

Tabela 5: Análise de regressão linear múltipla dos marcadores cardiometabólicos TNF- α , IL-6 e Leptina em relação às variáveis do estilo de vida, percentual de gordura corporal e parâmetros bioquímicos de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017^a.

Variáveis	TNF- α [†]			<i>p</i>	R ²	R ² Ajustado	Teste F
	Coefficiente (β)	IC 95%	β Padronizado				
#Ativo – Sedentário / Inativo - Não sedentário	1	-	-		0,044	0,038	$p < 0,001$
#Inativo - Sedentário	0,221	0,069-0,374	0,161	0,005			
PCR us	0,31	0,127-0,494	0,187	0,001			

Variáveis	IL-6 [†]			<i>p</i>	R ²	R ² Ajustado	Teste F
	Coefficiente (β)	IC 95%	β Padronizado				
HOMA-IR	0,319	0,239-0,399	-	0,026	0,013	-	-

Variáveis	Leptina [†]			<i>p</i>	R ²	R ² Ajustado	Teste F
	Coefficiente (β)	IC 95%	β Padronizado*				
%GC	0,064	0,057-0,072	0,431	$< 0,001$	0,34	0,335	$< 0,001$
HOMA-IR	0,101	0,036-0,166	0,186	$< 0,001$			

^aMétodo de seleção de variáveis backward. #classes latentes do estilo de vida; [†]valores dos marcadores inflamatórios transformados em Logaritmo. * β padronizado não foi usado porque com a IL-6 apenas uma variável mostrou associação.

TNF- α : tumor necrosis factor α ; IL-6: interleucina 6; %GC: percentual de gordura corporal; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; HOMA-IR: Homeostasis Model Assessment – Insulin Resistance; PCR us: proteína C reativa ultrasensível.

Em relação a IL-6, somente a resistência à insulina apresentou associação no modelo de regressão linear múltipla. Verificou-se que a cada aumento de uma unidade do índice HOMA-IR a IL-6 se elevava em 37,57%. Por último, verificou-se que o percentual de gordura corporal e HOMA-IR foram associados à leptina, e a cada aumento de uma unidade no percentual de gordura e HOMA-IR, aumentou em 6,60% ($p = < 0,001$) e 10,62% ($p = < 0,001$), respectivamente, a concentração de leptina.

Discussão

A concentração dos marcadores inflamatórios em adolescentes do sexo feminino associou-se com as classes latentes do estilo de vida, percentual de gordura corporal (%GC), proteína C reativa ultrasensível (PCR-us) e resistência à insulina. Adolescentes

classificadas como inativas e sedentárias, com sobrepeso ou obesidade e percentual de gordura elevado apresentaram maior número de fatores de risco para doenças cardiometabólicas alterados.

Em um estudo de revisão sistemática realizado por Miranda et al. (2016) o estilo de vida mais ativo e menos sedentário foi importante fator na redução das concentrações de proteína C reativa, IL-6 e TNF- α ; principalmente em adolescentes com excesso de peso. Ainda neste estudo, foi observado que a atividade física, exercício físico e/ou comportamento sedentário influenciaram ou se relacionaram com a concentração de marcadores inflamatórios nos adolescentes.

Garanty-Bogacka et al. (2011) avaliaram um programa de intervenção na mudança do estilo de vida de 50 adolescentes de ambos os sexos, obesos, durante 6 meses. A atividade física foi praticada todos os dias, com diminuição do tempo assistindo TV ou jogos eletrônicos. A intervenção nutricional incluiu informações para redução de ingestão de gordura e açúcar. Os resultados mostraram decréscimo do HOMA-IR, pressão sistólica e diastólica. Também houve diminuição significativa de PCR, contagem de células brancas e fibrinogênio.

Martinez-Gomez et al. (2012) verificaram em 1025 adolescentes de ambos os sexos que, aqueles que praticaram mais tempo de atividade física vigorosa tiveram menores concentrações de PCR. No presente estudo, as adolescentes com estilo de vida inativo e sedentário que tiveram maior concentração de TNF- α do que as com estilo de vida ativo - sedentário e inativo – não sedentário. A prática de atividade física favorece a liberação de marcadores anti-inflamatórios pela musculatura esquelética (Wu et al., 2012).

De acordo com Petersen e Pedersen (2005), a célula muscular estimulada pelo exercício físico produz a miocina IL-6, a qual induz o aumento na produção das citocinas anti-inflamatórias IL-1 e IL-10, que vão inibir a produção do TNF- α . Desse modo, o estilo de vida mais ativo pode agir de forma indireta no processo inflamatório. Os mesmos autores constataram que a miocina IL-6 pode estimular a lipólise e oxidação do tecido adiposo, além de favorecer o aumento da captação de glicose e da sensibilidade à insulina no músculo. Importante considerar ainda que podem ocorrer reduções das concentrações de LDL, triglicerídeos e ácidos graxos livres, os quais são fatores diretamente relacionados com a disfunção dos adipócitos, que, por sua vez, condiciona a resistência à insulina, conseqüentemente elevando a concentração de TNF- α , IL-6 e PCR (Allisson et al., 2012; WU et al., 2012; Balagopal et al., 2011).

Evidencia-se a importância do aumento do nível de atividade física e da prática de exercício na adolescência como prevenção do desenvolvimento do processo inflamatório, associado com excesso de peso e gordura corporal. Nesta pesquisa, a avaliação da composição corporal mostrou 22,5% das adolescentes estavam com sobrepeso ou obesidade, além de 54,0% com gordura corporal (%GC) elevada (acima de 30%). Informações do Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes (ERICA), realizado por Bloch et al. (2016), mostraram que a prevalência de sobrepeso e obesidade em adolescentes brasileiros de 12 a 17 anos foi de 22,6%, valor semelhante ao aqui encontrado. Dados da *National Health and Nutrition Examination Surveys* mostram que a prevalência de obesidade em adolescentes do sexo feminino de 12 a 19 anos nos Estados Unidos é de 21% (Ogden et al., 2016). Em estudos populacionais realizados no Brasil e no mundo não é comum a apresentação de informações referentes ao %GC, talvez pela dificuldade de se realizar tal medida de forma fidedigna, como foi possível fazer em nosso estudo com a avaliação do DXA em todas as participantes.

As adolescentes com sobrepeso ou obesidade e %GC elevado (G3) apresentaram maiores valores de pressão arterial, alterações dos parâmetros bioquímicos e maiores concentrações de PCR-us em relação às eutróficas e com %GC adequado (G1). No entanto, não foi encontrada diferença entre o G1 e o G2 (EUT e %GC elevado), resultado diferente dos achados por Serrano et al. (2010) e Carvalho et al. (2010) com adolescentes do sexo feminino de Viçosa-MG. Nestes, as eutróficas e com %GC elevado apresentaram alterações nos fatores da síndrome metabólica em relação às eutróficas com %GC adequado. Esta diferença de resultados entre os estudos pode ser justificada pelos critérios usados para a classificação do IMC.

Em nossa pesquisa utilizou-se os intervalos em escore-z calculados no software *WHO Anthro* proposto pela WHO, que traz uma referência mais recente da curva de crescimento de crianças e adolescentes a partir de dados de diversos países, inclusive do Brasil (De Onis et al. 2007). Já a classificação usada pelos outros estudos (Serrano et al., 2010; Carvalho et al. 2010) foi baseada nos critérios do *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) 2000 (Kuczmarski et al., 2002). Essas duas curvas apresentam diferenças entre as faixas de classificação do estado nutricional, principalmente para a obesidade, o que pode ter influenciado nas relações observadas.

O grupo com maior gordura central teve menor valor de HDL e maior concentração de leptina e PCR. Este resultado foi semelhante ao encontrado por Pereira et al. (2011), em que o PC é um dos melhores preditores dos fatores de risco para as

doenças cardiovasculares, como triglicerídeos, insulina, HOMA-IR, leptina, pressão arterial sistólica e diastólica para os adolescentes. Portanto, estes resultados vão de acordo com as conclusões apresentadas por Pereira et al. (2015), o quais mostraram que o PC é um importante indicador de avaliação da gordura central, sendo necessária a inclusão deste na avaliação do estado nutricional de adolescentes.

Os resultados mostraram ainda que a PCR-us teve associação positiva com a concentração de TNF- α ($p=0,001$). A proteína C reativa (PCR) é considerada a principal proteína de fase aguda sintetizada pelo fígado, sendo regulada por citocinas pró-inflamatórias, como por exemplo, IL-6 e TNF- α (Kinlay, Selwyn 2003). A elevação da concentração de PCR está presente em situação crônica inflamatória, como a aterosclerose, e seus níveis aproximadamente triplicam na presença do risco de doenças vasculares periféricas (Alisson et al., 2012, Santos et al. 2008).

A IL-6 teve relação apenas com a resistência à insulina (RI), que foi avaliada pelo índice HOMA-IR. Já a concentração de leptina associou-se ao HOMA-IR e também ao %GC, independentemente do estilo de vida, pressão arterial e parâmetros bioquímicos. Sabe-se que o tecido adiposo tem um aumento da secreção de citocinas pró-inflamatórias, tais como IL-6, TNF- α e leptina, as quais estão intimamente relacionadas com o desenvolvimento da resistência à insulina (RI) (Olivares-Reyes et al., 2009).

A RI é definida como um desequilíbrio entre a ação da insulina e seu funcionamento no metabolismo da glicose (Wilcox, 2005). A insulina é considerada um hormônio importantíssimo na regulação central da ingestão energética e adiposidade (Benatti, Lancha Junior, 2007). Juntamente com a insulina, a leptina age na redução da ingestão alimentar e no aumento do gasto energético via ação nos neurônios hipotalâmicos, por isso, são denominadas “sinalizadoras de adiposidade corporal” (Stockhorst et al., 2004).

A leptina é um peptídeo constituído por 146 aminoácidos, codificado pelo gene “*ob*”, sendo conhecida como “hormônio da saciedade” (Zangh et al., 1994). Uma de suas funções mais evidentes é ser um sinal aferente para o sistema nervoso central (SNC), atuando dentro de um *feedback* negativo, ao inibir a expressão de seu gene (Negrão et al., 2000). O excesso de peso favorece a hiperleptinemia, condição em que os receptores de leptina ficam alterados ou com defeitos na barreira hemato-encefálica, causando uma resistência e deixando de regular o peso corporal e apetite (Koerner et al., 2005). De acordo com Yldiz et al. (2006), as concentrações basais de leptina e insulina

estão positivamente correlacionadas a indivíduos sensíveis à insulina e ambas diminuem em resposta à perda de peso.

Além da associação com a resistência à insulina e leptina, a gordura corporal também se relacionou com as concentrações de ácido úrico. Outros estudos evidenciaram a associação da hiperuricemia com outros distúrbios metabólicos, como obesidade, dislipidemia, hipertensão arterial e alterações metabólicas (Barbosa et al., 2011; Gagliardi et al., 2009). O ácido úrico é o produto final do catabolismo das purinas (adenina e guanina), sendo formado principalmente no fígado a partir da xantina pela ação da enzima xantina oxidase (Marion et al., 2011). Esta enzima, por sua vez, também é fundamental para o processo de adipogênese ao estimular a liberação do fosfato de dinucleotídeo nicotinamida-adenina (*Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate - NADPH*), necessário na síntese dos ácidos graxos (FEIG et al., 2008; CARDOSO et al., 2013).

A concentração elevada de ácido úrico pode afetar na biodisponibilidade do óxido nítrico (NO) endotelial (Khosla et al., 2005). Com isso, diminui-se a absorção de glicose no músculo esquelético, contribuindo assim, para o aumento da resistência à insulina (Coutinho et al., 2007). Segundo Marion et al. (2011), em indivíduos obesos a hiperinsulinemia esteve associada com redução da excreção renal de ácido úrico. A falta de NO causada pela hiperuricemia pode causar menor resposta vasodilatadora do sistema cardiovascular, ao estimular aumento da agregação plaquetária, proliferação de células musculares lisas e estimulação de respostas inflamatórias (Marion et al. 2011).

Outros resultados relacionados com estilo de vida mostraram que as adolescentes do grupo ativo – sedentário tiveram maiores valores de VLDL e triglicerídeos que as adolescentes com estilo de vida inativo - não sedentário. A explicação para esta diferença pode ser baseada na informação de que a prática de atividades sedentárias, como, tempo de tela elevado, esteja relacionada com maior ingestão de alimentos energéticos e hipercalóricos (Oliveira et al., 2016).

Hare-Bruun et al., 2011 (10) constataram que o tempo diante da TV está diretamente relacionado ao consumo de alimentos não saudáveis ao longo do dia. Bickham et al. (2013) confirmam que a distração provocada pelas telas interfere nos sinais fisiológicos de fome e saciedade, levando a escolhas alimentares inadequadas com consumo exacerbado de produtos de elevado teor calórico e baixo teor de fibras e micronutrientes. Observa-se que, conjuntamente com o tempo excessivo de tela, aumenta-se a inatividade física e o consumo de alimentos obesogênicos, fatores que

contribuem diretamente para o aumento de peso em fases precoces da vida (Rezende et al., 2014; Ghavamzadeh et al., 2013).

A alimentação saudável na adolescência é importante para prevenção do excesso de peso e outras doenças crônicas não transmissíveis (WHO, 2012). O hábito alimentar inadequado adquirido na adolescência tende a permanecer ou aumentar na vida adulta, por isso, a importância de sua avaliação e intervenção em idades mais jovens (Splenger et al., 2014). Em geral, os estudos mostram que os adolescentes têm baixo consumo de frutas e vegetais, leite e produtos lácteos e grãos integrais e um aumento de itens alimentares ricos em gordura saturada e açúcar (Philippi, Leme, 2015; Hoare et al, 2014, Guenther et al., 2014).

O estudo tem como limitação o delineamento transversal, que não permitiu a avaliação de causa e efeito do estilo de vida, gordura corporal e parâmetros bioquímicos com os marcadores inflamatórios. No entanto, com esta pesquisa foi possível investigar importantes características do estilo de vida e da composição corporal relacionadas com a manifestação dos fatores de risco das doenças cardiometabólicas e marcadores inflamatórios em um grupo representativo de adolescentes do sexo feminino.

A análise de classe latente (ACL) foi usada na avaliação do estilo de vida, observando a interação da prática de atividade física, tempo de tela, tempo sentado e de outros comportamentos inadequados adotados durante 7 dias. A ACL é um método considerado preciso e objetivo em pesquisas com análises multivariadas, não sendo utilizado ainda em estudos que avaliam variáveis relacionadas com estilo de vida de adolescentes brasileiros (Leech et al., 2014), sendo por isso o presente estudo é pioneiro no Brasil com essa faixa etária.

Outro importante fator foi a bateria de exames realizados para avaliação dos parâmetros bioquímicos e marcadores inflamatórios realizados pelas adolescentes em um número expressivo de adolescentes, sendo estes bastante onerosos para serem feitos rotineiramente. Com estes exames foi possível uma avaliação completa da manifestação dos fatores das doenças cardiometabólicas e da concentração dos marcadores inflamatórios de forma preventiva, além de ter sido verificado que o estilo de vida e a composição corporal podem associar-se com estes fatores.

Conclusão

Pode-se concluir com os resultados deste estudo que o estilo de vida de adolescentes do sexo feminino, juntamente com a gordura corporal, resistência à

insulina e a proteína C reativa ultrasensível associaram-se com a concentração de TNF- α , IL-6 e leptina. As meninas classificadas como inativas e sedentárias tiveram maiores níveis de pressão arterial, menores concentrações de HDL e maiores concentrações de TNF- α . As adolescentes com sobrepeso ou obesidade e %GC elevado apresentaram maior número de parâmetros bioquímicos alterados, além de maiores valores de ácido úrico e PCR-us.

Os adolescentes devem ser incentivados por educadores e profissionais da saúde a adotarem um estilo mais ativo, menos sedentário, com alimentação saudável e equilibrada, visando controle do excesso de peso e gordura corporal. Estes comportamentos saudáveis podem prevenir a manifestação dos fatores de risco das doenças cardiometabólicas e dos marcadores inflamatórios, que, ao surgirem de forma precoce na adolescência, irão se agravar na vida adulta, desencadeando as doenças cardiovasculares.

Referências

- Allison MA et al. Sedentary behavior and adiposity-associated inflammation: the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *American Journal of Preventive Medicine*, Jan 2012; 42 (1): 8-13.
- Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32:S498-516.
- Alves ES, Lemos VA, Silva FR, Lira FS, Santos RVT, Rosa JP. Low-Grade Inflammation and Spinal Cord Injury: Exercise as Therapy? *Mediators of inflammation*, 2013:1-7.
- American Academy of Pediatrics; Council on Communications and Media. Children, adolescents, obesity, and the media. *Pediatrics*. 2011; 128: 201---8.9.
- Ashwell M, Gibson S. A proposal for a primary screening tool: 'Keep your waist circumference to less than half your height'. *BMC Medicine* 2014; 12: 207.
- Back Giuliano Ide C, Caramelli B, Pellanda L, Duncan B, Mattos S, Fonseca FH et al. I guidelines of prevention of atherosclerosis in childhood and adolescence. *Arq Bras Cardiol*. 2005; 85 (6): 4-36.
- Balogopal P, Ferranti SD, Cook S, Daniels SR, Gidding SS, Hayman LL et al. Nontraditional Risk Factors and Biomarkers for Cardiovascular Disease: Mechanistic, Research, and Clinical Considerations for Youth: A Scientific Statement From the American Heart Association, *Circulation*, 2011; 123; 2749-2769.
- Balakrishnan PL. Identification of Obesity and Cardiovascular Risk Factors in Childhood and Adolescence. *Pediatr Clin N Am.*, 2014; 61:153-171.

Barbosa MCC, Brandão AA, Pozzan R, Magalhães MEC, Campana EMG, Fonseca FL et al. Associação entre Ácido Úrico e Variáveis de Risco Cardiovascular em uma População Não Hospitalar. *Arq. Bras. Cardiol.* 2011; 96(3):1-7.

Barros MVG, Nahas MV. Medidas da atividade física: teoria e prática em diversos grupos populacionais. Ed. 1, Londrina: Midiograf; 2003.

Benatti FB, Lancha Junior AH. Leptina e exercício físico aeróbio: implicações da adiposidade corporal e insulina. *Rev Bras Med Esporte.* Jul/Ago, 2007;13 (4).

Benoit SC, Clegg DJ, Seeley RJ, Woods SC. Insulin and leptin as adiposity signals. *Recent Prog Horm Res.* 2004; 59:267-85.

Bickham DS, Blood EA, Walls CE, Shrier LA, Rich M. Characteristics of screen media use associated with higher BMI in young adolescents. *Pediatrics.* 2013;131(5):935-41.

Bloch KV, Klein CH, Szklo M, Kuschner MCC, Abreu GZ, Barufaldi LA et al. ERICA: prevalências de hipertensão arterial e obesidade em adolescentes brasileiros. *Rev Saúde Pública* 2016;50(supl 1):9s.

Bouchard C, Tremblay A, Leblanc C, Lortie G, Savard R, Thériault G. A method to assess energy expenditure in children and adults. *Am J Clin* 1983; 37: 461-467.

Bratteby LE, Sandhagen BO, Fan H, Samuelson G. A 7-day activity diary for assessment of daily energy expenditure validated by the doubly labelled water method in adolescents. *Eur J Clin Nutr* 1997; 51:585-591.

Brooks GA, Butte NF, Rand WM, Flatt JP, Caballero B. Chronicle of the Institute of Medicine physical activity recommendation: how a physical activity recommendation came to be among dietary recommendations. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2004; 79(suppl): 921S–30.

Cardoso AS, Gonzaga NC, Medeiros CC, Carvalho DF. Association of uric acid levels with components of metabolic syndrome and non-alcoholic fatty liver disease in

overweight or obese children and adolescents. *Jornal de Pediatria*, 2013; 89 (4): 412-418.

Carvalho GQ, Pereira PF, Serrano HSM, 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: 464-470.

Ceschini FL, Miranda MLJ, Andrade EL, Oliveira LC, Araújo TL, Matsudo VR, Júnior AJF. Nível de atividade física em adolescentes brasileiros determinado pelo questionário internacional de atividade física (IPAQ) versão curta: estudo de revisão sistemática. *R. Bras. Ci. e Mov.* 2016. 24 (4).

Corder K, Ekelund U, Steele RM, Wreham NJ, Brage S. Assessment of physical activity in youth. *J Appl Physiol* 2008; 105(3): 977-987.

Coutinho TA, Turner ST, Peyser PA, Bielak LF, Sheedy II PF, Kullo IJ. Associations of serum uric acid with markers of inflammation, metabolic syndrome, and subclinical coronary atherosclerosis. *Am. J. Hipertens.* 2007 20(1): 83-89.

CureauI FV, Nogueira da Silva TL, Bloch KV, FujimoriI E, Belfort DR, Carvalho KMB et al. ERICA: leisure-time physical inactivity in Brazilian adolescents. *Rev Saúde Pública* 2016; 50(suppl 1):4s.

Currie C, Gabhainn SN, Godeau E, Roberts C, Smith R, Currie D, et al. Inequalities in young people's health: HBSC international report from the 2005/2006 survey. World Health Organization; 2008.

De Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ* 2007; 85: 660-7

Dias PJP, Domingos IP, Ferreira MG, Muraro AP, Sichieri R, Gonçalves-Silva RMV. Prevalência e fatores associados aos comportamentos sedentários em adolescentes. *Rev Saude Publica*, 2014; 48(2): 266-274.

Feig DL, Kang DH, Johnson RJ. Uric acid and cardiovascular risk. *New England N Engl J Med*, 2008, 359, p. 1811-1821.

Ferreira RW, Rombaldi AJ, Ricardo LIC, Halla PC, Azevedo MR. Prevalência de comportamento sedentário de escolares e fatores associados. *Rev Paul Pediatr*. 2016;34(1):56-63.

Flores LS, Gaya AR, Petersens RDS, Gaya A. Trends of underweight, overweight, and obesity in Brazilian children and adolescents. *J Pediatr (Rio J)*. 2013; 89: 456-461.

Flynt A. A Survey of Popular R Packages for Cluster Analysis Abby Flynt *J Educ Behav Stat*. 2016, 41 (2), p. 205–225.

Gagliardi ACM, Miname MH, Santos RD. Uric acid: a marker of increased cardiovascular risk. *Atherosclerosis* 2009;202(1): 11-17.

Garanty-Bogacka B, Syrenicz M, Goral J, Krupa B, Syrenicz J, Walczak M, Syrenicz A. Changes in inflammatory biomarkers after successful lifestyle intervention in obese children. *J Endocrinol*. 2011; 62 (6): 499-505.

Ghavamzadeh S, Khalkhali HR, Alizadeh M. TV viewing, independent of physical activity and obesogenic foods, increases overweight and obesity in adolescents. *J Health Popul Nutr*. 2013;31(3):334-42.

Gomes F, Telo DF, Souza HP, Nicolau JC, Halpern A, Serrano CVJ. Obesidade e Doença Arterial Coronariana: Papel da Inflamação Vascular. *Arq. Bras. Cardiol*. 2010; 94(2): 273-279.

Gonzaga NC, Medeiros CCM, Santos LBA, Carvalho DF, Cardoso MA, Noronha JAF. Leptina e fatores de risco cardiometabólicos em crianças e adolescentes: uma revisão sistemática. *Rev Bras Med*. 2014;17(5): 1-5.

Gottlieb MG, Bonardi G, Moriguchi EH. Fisiopatologia e aspectos inflamatórios da aterosclerose. *Scientia Medica*. 2005;15(3):203-7.

Guedes DP, Lopes CC, Guedes JERP. Reproducibility and validity of the International Physical Activity Questionnaire in adolescents, *Rev Bras Med Esporte*, 2005; 11(2):147e-154e.

Guenther PM, Kirkpatrick SI, Reedy J, Krebs-Smith SM, Buckman DW, Dodd KW, Casavale KO and Carroll RJ. “The Healthy Eating Index-2010 is a valid and reliable measure of diet quality according to the 2010 Dietary Guidelines for Americans”. *J Nutr*. 2014; 144(3): 399-407.

Guerra PH, Farias Junior JC, Florindo AA. Comportamento sedentário em crianças e adolescentes brasileiros: revisão sistemática. *Rev. Saúde Pública*. 2016; 50(9):1-15.

Guinhouya BC, Samouda H, Beaufort C. Level of physical activity among children and adolescents in Europe: a review of physical activity assessed objectively by accelerometry. *Public Health* 2013; 127: 301-311.

Hallal PC, Knuth AG, Cruz DKA, Mendes MI, Malta DC. Prática de atividade física em adolescentes brasileiros. *Cien Saude Colet*. 2010; 15(2): 3035-3042.

Hallal PC, Andersen LB, Bull FC, Guthold R, Haskell W, Ekelund U. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *Lancet*. 2012; 380(9838): 247-57.

Hare-Bruun H, Nielsen BM, Kristensen PL, Møller NC, Togo P, Heitmann BL. Television viewing, food preferences, and food habits among children: a prospective epidemiological study. *BMC Public Health*. 2011;11:311.

Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Exercise. *Med Sci Sports*. 2007; 39: 1423-1434.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar 2012. Rio de Janeiro: IBGE; 2013.

International Diabetes Federation – IDF. The IDF definition of the Metabolic Syndrome in children and adolescents 2007 [acessado dezembro de 2015]: [//www.idf.org/home](http://www.idf.org/home).

Janssen I, Leblanc AG. Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2010; 7 (40): 1-16.

Kasapis C, Thompson PD. The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers: a systematic review, *J Am Coll Cardiol*. 2005; 45(10): 1563–1569.

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.

Khosla UM, Zharikov S, Finch JL, Nakagawa T, Roncal C, Mu W, Krotova K, Block ER, Prabhakar S, Johnson RJ. Hyperuricemia induces endothelial dysfunction. *Kidney Int*. 67(5): 1739-1742, 2005.

Kinlay S, Selwyn AP. Effects of statins on inflammation in patients with acute and chronic coronary syndromes. *Am J Cardiol* 2003; 91:. 9B–13B.

Koerner A, Kratzsch J, Kiess W. Adipocytokines: leptin – the classical, resistin –the controversial, adiponectin – the promising, and more to come. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2005;19(4):525-46.

Kuczmarski RJ, Ogden CL, Guo SS, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Mei Z, et al. 2000 CDC Growth charts for the United States: methods and development. *Vital Health Stat.* 2002; 246: 1-190

Lanza ST, Rhoades BL. Latent class analysis: an alternative perspective on subgroup analysis in prevention and treatment. *Prev Sci.* 2013;14(2):157–68.

Leal GVS, Philippi ST, Matsudo SMM, Toassa EC. Consumo alimentar e padrão de refeições de adolescentes, São Paulo, Brasil. *Rev Bras Epidemiol.* 2010; 13(3): 457-467.

Leech RM, Mcnaughton AS, Timperio A. The clustering of diet, physical activity and sedentary behavior in children and adolescents: a review. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2014; 11: 4-8.

Linzer DA, Lewis JB. *poLCA: An R Package for Polytomous Variable Latent Class Analysis.* *J Stat Softw.* 2011; 42(10): 1-29.

Loeffler LF, Navas-Acien A, Brady TM, Miller ER, 3rd, Fadrowski JJ. Uric acid level and elevated blood pressure in US adolescents: National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2006. *Hypertension.* 2012; 59(4):811-7.

Lovely R. Obesity-Related Increased γ' Fibrinogen Concentration in Children and Its Reduction by a Physical Activity-Based Lifestyle Intervention: A Randomized Controlled Study. *J Pediatr.* 2013; 163(2): 333-338.

Marion M, Carvalho JAM, Bochi GV, Sangoi MB, Moresco RN. Uric acid as a risk factor for cardiovascular diseases and metabolic syndrome. *Rev. Bras. Farm.* 2011; 92(1): 3-8.

Martinez-Gomez D, Gomez-Martinez S, Ruizb JR, Diaza LE, Ortégac FB, Widhalme K, Cuenca-Garciad M, Manios Y et al. Objectively-measured and self-reported physical activity and fitness in relation to inflammatory markers in European adolescents: The HELENA Study. *Atherosclerosis.* 2012; 221: 260– 267.

Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (BR); Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); 2010.

Miranda VPN, Peluzio MCG, Faria ER, Francheschini SCC, Priore SE. Inflammatory markers in relation to body composition, physical activity and assessment of nutritional status of the adolescents. *Nutr Hosp*. 2015;31(5):1920-1927.

Miranda VPN, Amorim PRS, Oliveira NCB, Peluzio MCG, Priore SE. Effect of physical activity on cardiometabolic markers in adolescents: systematic review. *Rev Bras Med Esporte* 2016; 22(3): 235-242, – Mai/Jun, 2016.

Moreno LA, Gottrand F, Huybrechts I, Ruiz JR, González-Gross M, Dehenauw S. et al. Nutrition and Lifestyle in European Adolescents: The HELENA (Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence) Study. *American Society for Nutrition. Adv. Nut*, 2014; 5: p. 615S–623S, 2014.

Nafiu OO, Burke C, Lee J, Voepel-Lewis T, Malviya S, Tremper KK. Neck circumference as a screening measure for identifying children with high Body Mass Index. *Pediatrics*. 2010;126(2):306-310.

Negrão AB, Licínio J. Leptina: diálogo entre adipócitos e neurônios. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia*. 2000;44(3):205-14.

Ogden CL, Carroll MD, Lawman HG, Fryar CD, Kruszon-Moran D, Kit BK, Flegal KM. Trends in Obesity Prevalence Among Children and Adolescents in the United States, 1988-1994 Through 2013-2014. *JAMA*. 2016;315(21):2292-2299.

Olivares-Reyes JA, Arellano-Plancarte A, Castillo-Hernandez JR. Angiotensin II and the development of insulin resistance: implications for diabetes. *Mol Cell Endocrinol*. 2009;302:128–39.

Oliveira JS, Barufaldi LA, Abreu GA, Leal VS, Brunken GS, Vasconcelos SML. ERICA: uso de telas e consumo de refeições e petiscos por adolescentes brasileiros. *Rev Saúde Pública* 2016;50(supl 1):7s.

Pearson TA, Mensah GA, Alexander RW, Anderson JL, Cannon RO, 3rd, Criqui M, et al. Markers of inflammation and cardiovascular disease: application to clinical and public health practice: A statement for healthcare professionals from the Centers for Disease Control and Prevention and the American Heart Association. *Circulation*. 2003;107(3):499-511.

Pereira LO, Lancha Jr AH. Effect of insulin and contraction up on glucose transport in skeletal muscle. *Prog Biophys Mol Biol*. 2004;84(1):1-27.

Pereira PF, Serrano HSM, Carvalho GQ, Ribeiro SMR, Peluzio MCG, Franceschini SCC, Priore SE. Measurements of body fat distribution: assessment of collinearity with body mass, adiposity and height in female adolescents. *Rev Paul Pediatr*. 2015;33(1):63–71.

Pereira PF, Serrano HSM, Carvalho GQ, Lamounier JÁ, 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.

Petersen AMW, Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise. *J Appl Physiol*. 2005; 98: 1154–1162.

Philippi ST, Leme ACB. Dietary intake and meal frequency of Brazilian girls attending a school-based randomized controlled trial. *Nutr Food Sci*, 2015,45 (6), pp. 954 – 968.

Rezende LFM, Lopes MR, Rey-López JP, Matsudo VKR, Luiz OC. Sedentary behavior and health outcomes: an overview of systematic reviews. *PLoS One*. 2014;9(8):e105620.

Riner WF, Selhorst SH. Physical activity and exercise in children with chronic health conditions. *J Sport Health Sci* 2013; 2: 12-20.

Santos MG, Pegoraro M, Sandrini F, Macuco EC. Fatores de Risco no Desenvolvimento da Aterosclerose na Infância e Adolescência. *Arq. Bras. Cardiol.* 2008; 90(4): 301-308.

Saunders TJ, Chaput JP, Tremblay MS. Sedentary Behaviour as an Emerging Risk Factor for Cardiometabolic Diseases in Children and Youth. *Can J Diabetes* 2014; 38: 53-61.

Serrano HSM, Carvalho GQ, Pereira PF, Peluzio MCG, Franceschini SCC Body Composition, Biochemical and Clinical Changes of Adolescents with Excessive Adiposity. *Arq Bras Cardiol* 2010; 95(4): 464-472.

Silva CC, Zambon MP, Vasques ACJ, Rodrigues AMB, Camilo DF, Antonio MARGM et al. Circunferência do pescoço como um novo indicador antropométrico para predição de resistência à insulina e componentes da síndrome metabólica em adolescentes: Brazilian Metabolic Syndrome Study. *Rev Paul Pediatr* 2014;32(2):221-9.

Sociedade Brasileira de Cardiologia. V Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. *Arq. Bras. Cardiol* 2013; 101(4) Supl. 1:1-22.

Sociedade Brasileira de Diabetes. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2013–2014. SBD – Gestão 2012-2013.

Sociedade Brasileira de Hipertensão. VII Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial. *Arq. Bras. Cardiol* 2016; 107(3) suppl 3: 53-62.

Spengler, S., Mess, F., Schmocker, E. and Woll, A. (2014), “Longitudinal associations of health-related behavior patterns in adolescence with change of weight status and self-rated health over a period of six years: results of the MoMo longitudinal study”, *BMC Pediatrics*, Vol. 14 No. 1, p. 242.

Steene-Johannessen J , Kolle E , Reseland JE , Anderssen SA, Andersen LB. Waist circumference is related to low-grade inflammation in youth. *Int J Pediatr Obes*. 2010; 5: 313–319.

Stockhorst U, De Fries D, Steingrueber HJ, Scherbaum WA. Insulin and the CNS: effects on food intake, memory, and endocrine parameters and the role of intranasal insulin administration in humans. *Physiol Behav*. 2004;83:47-54.

Tokgözoğlu L. Atherosclerosis and the role of inflammation. *Türk Kardiyoloji Derneği arşivi: Türk Kardiyoloji*, Apr 2009, 7 (4), p. 1-6.

Tremblay MS, LeBlanc AG, Janssen I, et al. Canadian sedentary behaviour guidelines for children and youth. *Appl Physiol Nutr Metab* 2011;36: 59-64.

Tsai MC, Strong C, Lin CY. Effects of pubertal timing on deviant behaviors in Taiwan: A longitudinal analysis of 7th- to 12th-grade adolescents. *J Adolesc* 2015; 42: 87–97.

Tudor-Loocke C, Craig CL, Beets MW, Belton S, Cardon GM, Duncan Set al. How Many Steps/Day are Enough? for Children and Adolescents. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2011; 8(78):1-14.

Vasconcellos MB, Anjos LA, Vasconcellos MTL. Estado nutricional e tempo de tela de escolares da Rede Pública de Ensino Fundamental de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. *Cad Saude Publica* 2013; 29(4): 713-722.

Volp ACP, Alfenas RCG, Costa NMB, Minim VPR, Stringueta PC, Bressan J Capacidade dos Biomarcadores Inflamatórios em Predizer a Síndrome Metabólica. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2008; 52(3): 537-539.

Xavier HT, Izar MC, Faria Neto JR, Assad MH, Rocha VZ, Sposito AC, et al. [V Brazilian Guidelines on Dyslipidemias and Prevention of Atherosclerosis]. *Arq Bras Cardiol*. 2013;101(4 Suppl 1):1-20.

Wilcox G. “Insulin and Insulin Resistance,” *Clin Biochem Rev* 2005; 26: 19-35.

Williams DP, Going SB, Lohman TG, Harsha DW, Srinivasan SR, Webber LS et al. Body fatness and risk for elevated blood pressure, total cholesterol, and serum lipoprotein ratios in children and adolescents. *American Am J Public Health*, March, 1992; 82(3): 358-363.

World Health Organization. Waist circumferences and waist-hip ratio: report of a WHO expert consultation, Geneva, World Health Organization, 2008b.

World Health Organization. Global Recommendations on Physical Activity for Health. In: Organization WH, editor. Geneva: WHO Press; 2010.

World Health Organization, in Organization, W.H. (Ed.), *Population-Based Approaches to Childhood Obesity Prevention*, WHO, 2012, Geneva.

Wu CK, Yang CY, Lin JW, Hsieh HJ, Chiu FC, Chen JJ, et al. The relationship among central obesity, systemic inflammation, and left ventricular diastolic dysfunction as determined by structural equation modeling. *Obesity (Silver Spring)*. 2012;20(4):730-7.

Yildiz BO, Haznedaroglu IC. Rethinking leptin and insulin action: therapeutic opportunities for diabetes. *Int J Biochem Cell Biol*. 2006;38:820-30.

Zhang Y, Proenca R, Maffei M, Barone M, Leopold L, Freidman JM. Positional cloning of the mouse obese gene on cytokine receptors; Marlene Dembski for animal work; Cheryl and its human homologue. *Nature* 1994; 372: 425–431.

Zheng D, Jones JP, Stephen JU, Dohm GL. Differential expression of ob mRNA in rat adipose tissues in response to insulin. *Biochem Biophys Res Commun*. 1996; 218:434-7. 372:425-32.

9.3 - Artigo 3

Avaliação da microbiota intestinal, ácidos graxos de cadeia curta em relação a composição corporal e marcadores cardiometabólicos de adolescentes do sexo feminino.

Valter Paulo Neves Miranda¹, Paulo Roberto dos Santos Amorim², Ronaldo Rocha Bastos³, Vítor Gabriel Barra³, Eliane Rodrigues de Faria⁴, Maria Eliza de Castro Moreira¹, Sylvia do Carmo Castro Franceschini¹, Maria do Carmo Gouveia Peluzio¹, Silvia Eloiza Priore¹.

1 – Programa de Pós-graduação em Ciência da Nutrição. Departamento de Nutrição e Saúde. Universidade Federal de Viçosa.

2 – Laboratório de Performance Humana (LAPEH). Departamento de Educação Física. Universidade Federal de Viçosa.

3 – Laboratório de Informações Geo-referenciadas (LINGE). Departamento de Estatística. Universidade Federal de Juiz de Fora.

4 – Departamento de Nutrição. Universidade Federal de Juiz de Fora.

Períodico a ser submetido: *Clinical Nutrition*

Fator de Impacto: 4.487

Resumo

Introdução: A obesidade vem aumentando nos últimos anos entre os adolescentes. Essa informação é preocupante, pois, o excesso de peso é considerado fator de risco para doenças cardiometabólicas, juntamente com alteração da microbiota intestinal.

Objetivo: quantificar a microbiota intestinal e concentração de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) em adolescentes do sexo feminino e avaliar sua relação com a composição corporal e marcadores cardiometabólicos. **Métodos:** Estudo transversal, com 96 adolescentes do sexo feminino de 14 a 19 anos, divididas em Grupo 1 (G1), composto por adolescentes eutróficas (EUT) e percentual de gordura corporal (%GC) adequado; Grupo 2 (G2), EUT e %GC elevado; e Grupo 3 (G3), sobrepeso (SP) ou obesidade (OB) e %GC elevado. A análise dos filos Firmicutes, Bacteroidetes e Proteobactérias foi realizada pela técnica de Reação em Cadeia da Polimerase em tempo real e os AGCC (acético, butírico e propiônico) no aparelho de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência. Parâmetros bioquímicos relevantes e marcadores inflamatórios foram avaliados. **Resultados:** Não foi encontrada diferença da microbiota intestinal e AGCC entre G1, G2 e G3. No entanto, o perímetro da cintura (PC), pescoço (PP) e frequência do consumo de óleos e gorduras mostraram relação com a abundância de Firmicutes e AGCC. Também, o PC associou-se como os marcadores cardiometabólicos. **Conclusão:** O estudo concluiu que indicadores antropométricos de gordura central (PP e PC) podem estar relacionados com a composição da microbiota intestinal, a concentração de ácidos graxos orgânicos e fatores de risco para doenças cardiometabólicas em adolescentes do sexo feminino.

Palavras-chave: Microbiota intestinal, Ácidos graxos voláteis, composição corporal, Obesidade, Inflamação, Adolescentes.

Introdução

O sobrepeso e obesidade vêm aumentando consideravelmente nos últimos anos entre os adolescentes (Ogden et al., 2016). Estudos mostram que as meninas adotam comportamentos que contribuem para este fato em relação aos meninos, pois são consideradas mais fisicamente inativas, mais sedentárias e consomem mais frituras, doces e biscoitos (Cureau et al., 2016; Guerra et al., 2016; Philippi e Leme 2015; Hallal et al., 2012).

Além de ser considerado fator de risco para as doenças cardiometabólicas, o excesso de peso está diretamente relacionado com alteração da composição da microbiota intestinal (Cani; Everard, 2015). Conhecido como disbiose, esse processo é caracterizado por desequilíbrio entre os filos das bactérias do trato gastrointestinal (TGI) (Cani, Delzene, 2009). Estudos com adolescentes evidenciam maior proporção da razão Firmicutes/Bacteroidetes e maior abundância de espécies pertencentes aos filos Firmicutes e Proteobactérias nos obesos (Murugesan et al., 2015; Bervoetz et al., 2013). Esse desequilíbrio pode influenciar no sistema imune e na regulação do processo de armazenamento de energia do hospedeiro (Alonso, Guarner, 2013).

Enzimas produzidas pela microbiota intestinal, em grande parte por espécies do filo Firmicutes, têm a capacidade de fermentação de polissacarídeos que não são digeridos no TGI, produzindo os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) acético, butírico e propiônico (Lin et al., 2012). Esses ácidos graxos orgânicos contribuem em até 10% para o gasto energético basal, sendo principal fonte de energia para as células da parede intestinal (Shen, Obin, Zhao, 2013). Também estão envolvidos no metabolismo lipídico e glicêmico, sugerindo-se por isso que eles tenham impacto na ocorrência de fatores de risco metabólicos (Wong et al., 2007). Maior concentração dos AGCC nas fezes pode ser relacionada ao ganho de peso corporal em humanos (Teixeira et al., 2013a; Schwartz et al., 2010).

Por outro lado, deficiência dos AGCC absorvidos pelas células intestinais pode diminuir a saciedade (Holzer et al., 2012) e ocasionar maior produção de radicais livres de oxigênio (RLO), os quais causam ruptura das junções dos enterócitos, e, com isso, aumentar a permeabilidade intestinal, proporcionando entrada de patógenos e lipopolissacarídeos (LPS) na camada interna do intestino (Lameiro et al., 2012; Cox, West, Cripps, 2015).

A parede celular externa das bactérias gram-negativas é composta por moléculas de LPS, que funcionam como antígenos, ao estimularem resposta imune do hospedeiro pela ativação dos receptores *Toll-Like* (TLR) (Moraes et al 2014; Teixeira et al., 2013). Em camundongos obesos, constatou-se que distúrbios da permeabilidade intestinal se relacionam com maiores concentrações de LPS (Cani et al., 2008). Outras informações afirmam que uma dieta rica em gordura aumenta a absorção intestinal de LPS e que esse processo de endotoxemia metabólica, está fortemente associado com alterações metabólicas, como a dislipidemia e a resistência à insulina em pacientes diabéticos (Lassenius et al., 2011).

A entrada dos LPS na corrente sanguínea pode ocorrer concomitantemente ao desenvolvimento da resistência à insulina, hiperleptinemia e liberação de citocinas pró-inflamatórias (Queipon-Ortunõ et al., 2013). A interleucina-6 (IL-6) e o fator de necrose tumoral α (TNF- α) são exemplos destas citocinas, que podem agir conjuntamente na estimulação da produção da proteína C reativa (PCR) pelo fígado, condicionando um processo inflamatório, que antecede a manifestação das doenças cardiovasculares (Balagopal et al., 2011).

A interação das bactérias do TGI de seres humanos com sobrepeso ou obesidade ainda permanece controversa na literatura (Cani, Everard, 2015). Ainda mais, poucos estudos avaliam especificamente a microbiota intestinal dos adolescentes e seus fatores associados (Agans et al., 2011). Assim, o objetivo do estudo foi quantificar a microbiota intestinal e concentração de AGCC em adolescentes do sexo feminino e avaliar sua relação com a composição corporal e marcadores cardiometabólicos.

Materiais e Métodos

Estudo transversal, descritivo e comparativo.

Amostra e casuística

A população do estudo foi composta por adolescentes de 14 a 19 anos, do sexo feminino, residentes no município de Viçosa-MG, Brasil, regularmente matriculadas em escolas da rede pública e participantes do projeto de pesquisa “Associação entre o estilo de vida e a composição corporal com os fatores de riscos para doenças cardiometabólicas, microbiota intestinal e imagem corporal de adolescentes do sexo feminino”. Só foi possível selecionar aleatoriamente adolescentes para cada grupo

(como descrito abaixo), pois uma amostra maior havia sido construída antes e submetida à aferição do índice de massa corporal e percentual de gordura corporal.

Inicialmente, foram selecionadas de forma aleatória 35 adolescentes para comporem cada um de três grupos criados a partir do índice de massa corporal (IMC) e percentual de gordura corporal (%GC). Grupo 1 composto por adolescentes eutróficas (EUT) e %GC adequado; Grupo 2, EUT e %GC elevada; e Grupo 3, sobrepeso (SP) ou obesidade (OB) e %GC elevado.

Para a participação, a adolescente deveria ter idade entre 14 a 19 anos, aceitar voluntariamente, ter permissão assinada pelos responsáveis se menor de 18 anos, ter apresentado menarca no mínimo a um ano, não ter diagnóstico prévio de nenhum tipo de doença crônica ou infecciosa, não estar fazendo uso de nenhum tipo de antibiótico ou outro tipo de medicamento que interfira no metabolismo, não participar de outra pesquisa que envolvesse avaliação da composição corporal ou do controle do estado nutricional, não estar fazendo uso de probiótico ou prébiotico e não ter tomado antibiótico nos últimos três meses.

Procedimentos de coleta de dados

Os procedimentos de coleta de dados tiveram início em junho de 2014 e término em dezembro de 2015. A primeira etapa da pesquisa ocorreu nas escolas, local onde a direção foi consultada e informada sobre a realização do estudo. Após o consentimento, houve contato com as estudantes para explicação detalhada de todos os procedimentos e entrega das cópias do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termo de Assentimento (TA) para serem devidamente assinadas e devolvidas. O TCLE e TA continham descritas, detalhadamente, todas as etapas que foram realizadas, além da garantia de segurança, sigilo e privacidade das informações coletadas.

A segunda etapa da pesquisa ocorreu na Divisão de Saúde (DSA) da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Nesta etapa foram realizadas todas as medidas de avaliação da composição corporal, exames bioquímicos e recebimento das amostras de fezes pelas adolescentes para análise da microbiota e ácidos graxos de cadeia curta.

Composição corporal

Todas as medidas antropométricas foram realizadas por uma integrante da pesquisa, do sexo feminino e previamente treinada. O peso foi aferido em balança digital eletrônica da marca KRATOS, e para a estatura utilizou-se um estadiômetro

portátil (Altarexata®, Belo Horizonte, Brasil). Foi calculado o Índice de Massa Corporal (IMC), com auxílio do *software WHO AnthroPlus*, e classificado de acordo com os pontos de corte de De Onis et al. (2007).

O %GC total e suas frações ginoide e androide foram avaliados por equipamento de absorptometria de raios-X de dupla energia (DXA) (Lunar Prodigy Advance DXA System - analysis version: 13.31, GE Healthcare, Madison, WI, EUA). Todas as participantes ficaram em jejum de 12 horas antes da avaliação. A classificação do %CG foi segundo os pontos de corte propostos por Williams et al. (1992): valores entre 20 e 30% foram classificados como adequados (%GC Adequado), e os acima de 30%, elevados. (%GC Elevado).

Para aferição do perímetro da cintura (PC) foi utilizada uma fita métrica com extensão de 2 metros, flexível e inelástica (Cardiomed®, São Luis, MA, Brasil), dividida em centímetros e subdividida em milímetros, ao redor do plano horizontal passando pelo ponto médio entre a margem inferior da última costela e a crista ilíaca (WHO, 2008). Para a classificação do PC foi adotado o percentil 90 da própria população, conforme preconizado pela Federação Internacional de Diabetes (IDF, 2007).

A relação cintura/estatura foi obtida pela relação entre a medida da cintura (cm), e a estatura (cm). Os pontos de corte adotados para classificação da RCE foram sugeridos por Ashwell e Gibson (2014): RCE baixa, menor que 0,4; RCE adequada, entre 0,4 e 0,5; RCE elevada, entre 0,51 e 0,6; e RCE muito elevada, igual ou acima de 0,61.

O perímetro do pescoço (PP) foi aferido no ponto médio da altura do pescoço (NAFIU et al., 2010). O ponto de corte usado para a classificação do PP foi 34,1 cm, valor observado por Silva et al. (2014) como apresentando melhor equilíbrio entre sensibilidade e especificidade aos fatores de risco da síndrome metabólica em adolescentes do sexo feminino púberes.

Questionário de frequência alimentar

A alimentação foi avaliada por uma versão simplificada do Questionário de Frequência Alimentar (QFA), sendo observado apenas o número de vezes por semana que os grupos alimentares “frutas e sucos naturais”, “hortaliças e verduras”, “açúcares e doces” e “óleos e gorduras” foram consumidos. Calculou-se a média referente ao

número de dias em que as adolescentes consumiram pelo menos um componente de cada grupo de alimento, durante uma semana.

Fatores de risco para doenças cardiometabólicas

Parâmetros bioquímicos

As análises bioquímicas foram realizadas no período entre 07h00min e 09h00 min da manhã, no laboratório de Análises Clínicas da Divisão de Saúde (DSA) da UFV. As amostras de sangue foram coletadas, após jejum de 12 horas, em veia antecubital, e separadas por centrifugação a 2225 x g por 15 minutos, a temperatura ambiente (2–3 *Sigma, Sigma Laborzentrifuzen, Osterodeam Harz, Germany*).

Foram analisadas dosagens de colesterol total (CT), lipoproteína de alta densidade – *High-Density Lipoprotein* (HDL), lipoproteína de baixa densidade – *Low-Density Lipoprotein* (LDL), lipoproteína de muito baixa densidade – *Very Low-Density Lipoprotein cholesterol* (VLDL) e triglicerídeos.

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, para valores de triglicerídeos menores que 400 mg/dL.

A classificação do perfil lipídico foi conforme a V Diretriz de Dislipidemias de 2013 (Xavier et al., 2013), sendo os valores considerados elevados de colesterol total ≥ 150 mg/dL, e de LDL e triglicerídeos, ≥ 100 mg/dL. O HDL-c foi classificado como baixo quando ≤ 45 mg/dL.

A glicemia de jejum foi dosada pelo método enzimático da Glicose-oxidase por meio do equipamento de automação Cobas Mira Plus (Roche Corp.), sendo considerada glicemia de jejum elevada > 100 mg/dL, segundo informações das Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes de 2013-2014.

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 (Back Giuliano et al., 2005), a qual considera insulina plasmática de jejum elevada $> 15\mu\text{U/mL}$.

A resistência insulínica foi calculada pelo modelo matemático HOMA-IR (*Homeostasis Model Assessment – Insulin Resistance*), utilizando as dosagens de

insulina e glicemia de jejum: HOMA-IR = [(insulina de jejum (μ U/mL) x glicemia de jejum [mmol/L])/22,5]. Valores de HOMA-IR $\geq$ 3,16 foram considerados como presença de resistência insulínica, conforme Keskin et al. (2005).

Marcadores cardiometabólicos

Os marcadores avaliados foram interleucina-6 (IL-6), fator de necrose tumoral α (TNF- α), leptina e proteína C reativa ultrasensível (PCR-us).

Para análise de IL-6, TNF- α e leptina foram separados 500 μ L de soro de cada amostra de sangue, os quais ficaram armazenados em ultrafreezer a -80° C até o dia da avaliação. Esses marcadores foram dosados pelo sistema Multiplex - tecnologia Luminex™ xMAP (Perfil de Múltiplos Analitos, x=citocinas), sendo utilizado o kit HMHEMAG-34K (IL-6, TNF- α e Leptina). Os kits *MILLIPLEX™* foram adquiridos pela empresa *Merck Millipore Corporation (Merck KGaA, Darmstadt, Alemanha)* e as análises foram feitas pelo Laboratório Especializado em Análises Clínicas (LEAC-Lab Ltda, São Paulo, SP, Brasil).

A proteína de fase aguda PCR-us foi dosada por método de imunoturbidimetria, sendo considerados como inflamação (PCR-us Elevada) valores maiores que 0,3 mg/dL (Pearson et al., 2003).

Análise da Microbiota intestinal

Após o recebimento dos potes próprios para o acondicionamento das fezes na Divisão de Saúde UFV, as amostras foram imediatamente congeladas a -20°C no Laboratório de Bioquímica Nutricional do Departamento de Nutrição e Saúde da UFV até a extração do DNA. O procedimento de extração foi realizada com a utilização do QIAamp Fast DNA Stool Mini Kit (Qiagen, Hilden, Germany), seguindo todas as instruções do fabricante. Para isso foram pesadas 200mg ($\pm$ 20) de fezes em um microtubo de 2 mL. Após a extração dos DNA fecal das amostras, estes foram armazenados a -80°C no Laboratório de Nutrição Experimental da UFV.

A análise da microbiota foi realizada pela técnica de reação em cadeia da polimerase em tempo real (RT-qPCR). A concentração de DNA foi determinada por absorbância a 260 nm (A260), e a pureza estimada por meio da determinação da razão A260 / A280 em um espectrofotômetro Multiskan™ 1500 (Thermo Fisher Scientific; Waltham, MA, EUA). Foram utilizados iniciadores específicos para diferentes filotaxias de bactérias que caracterizaram a microbiota fecal quantificadas por PCR em tempo real

(Quadro 1). As análises de RT-qPCR foram realizadas em um sistema de detecção CFX96 Touch™ (Bio-Rad, Berkeley, California) (Primer Express software), utilizando o kit de detecção QuantiNova™ SYBR® Green PCR Kit (QIAGEN Group).

Todas as amostras foram analisadas em duplicata, contendo cada poço da placa de RT-qPCR 2 µL de amostra ou padrão, concentração de 300 nM de iniciadores senso e anti-senso (Alpha DNA) e água livre de nucleases para um total de 25 µL. As condições térmicas do ciclo de PCR utilizadas foram: uma desnaturação inicial do DNA a 95° C durante 10 minutos, seguida por 40 ciclos de desnaturação a 95° C durante 10 segundos, anelamento do iniciador à temperatura ótima durante 20 segundos e extensão a 72° C durante 15 segundos. Uma análise da curva de *melting* após amplificação foi realizada para garantir a qualidade e especificidade da RT-qPCR.

Quadro 1 - Sequência de iniciadores específicos para o RT-qPCR

Grupo	Primers (S e A)	DNA genômico padrão	Referências
Bactérias totais	S- GCAGGCCTAACACATGCAAGTC A- CTGCTGCCTCCCGTAGGAGT	<i>Escherichia coli</i>	Castillo et. al., 2006
Bacteriodetes	S- CATGTGGTTTAATTCGATGAT A- AGCTGACGACAACCATGCAG	<i>Bacteroides vulgatus</i>	Guo et. al., 2008
Firmicutes	S-ATGTGGTTTAATTCGAAGCA A-AGCTGACGACAACCATGCAC	<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	Guo et. al., 2008
Proteobacteria	S- CATGACGTTACCCGCAGAAGAAG A- CTCTACGAGACTCAAGCTTGC	<i>Escherichia coli</i>	Friswell et. al., 2010

S: Senso; A: Antisenso. Todos os oligonucleotídeos foram obtidos da Alpha DNA e Diagnósticos Moleculares LTDA.

As abundâncias das bactérias de cada amostra fecal foram calculadas por comparação dos valores de Ct obtidos pelas curvas - padrão a partir do *software Primer Express®*. A análise da curva *melting* foi feita após a amplificação dos filotaxões bacterianos analisados, para distinguir os produtos diferentes dos genes que pudessem ter sido amplificados. As curvas padrão foram construídas para cada experimento utilizando diluições seriadas de cinco vezes de DNA genômico bacteriano (concentrações conhecidas) de culturas puras variando de 20 ng a 0,032 ng do gene 16S rRNA.

Cepas específicas de cada filo foram utilizadas para análise da abundância das bactérias: Firmicutes, cepas da Coleção de Culturas Tropical (*Lactobacillus delbrueckii* UFV H2b20 CCT 3744); Bacteroidetes e Proteobactérias, cepas obtidas da *American Type Culture Collection* (ATCC) (*Bacteroides ovatus* ATCC 8483; e *Escherichia coli* ATCC 11775). As temperaturas de anelamento do *Lactobacillus delbrueckii*, *Bacteroides ovatus* e *Escherichia coli* foram 83,5°, 82,0° e 83,5°.

A acurácia do método RT-qPCR foi analisada a partir da comparação das concentrações das diluições do DNA isolado das culturas puras com valores de Ct dos filos das bactérias. As eficiências de amplificação e R^2 das equações de cada placa analisada variaram de 1,74 a 2,3 e 0,88 a 0,95, respectivamente. Valores de eficiência próximos de 2 e R^2 da equação próximos de 1 comprovam a acurácia do método, segundo Stevenson e Weimer (2007).

Análises dos ácidos graxos de cadeia curta

A quantificação das concentrações dos ácidos acético, propiônico e butírico foi realizada por método analítico de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC-UV) (Campos et al., 2012) no Laboratório de Análises Clínicas do Departamento de Nutrição e Saúde da UFV. A extração dos AGCC foi realizada conforme o protocolo proposto por Zaho et al. (2006), adaptado para análise de ácidos orgânicos em HPLC.

Inicialmente as amostras de fezes foram retiradas do freezer e deixadas a temperatura ambiente por 30 minutos. Depois, acrescentou-se 5mL água ultrapura em cada amostra, de 1 em 1mL, passando no vortex cada vez era acrescentado a água, sendo transferindo o conteúdo para um tubo Falcon de 15mL, até que o eppendorf ficasse bem limpo e todo o conteúdo tenha ficado homogêneo dentro do tubo Falcon. Dentro deste tubo o pH foi acidificado para 2,3 a 3, utilizando o ácido ortofosfórico (H_3PO_4) grau HPLC, concentração 12%. O pH foi conferido no medidor específico para fezes no Laboratório Avaliação de Vitaminas da Universidade Federal de Viçosa.

Os tubos Falcon foram centrifugados sob refrigeração a 4°C por 20 min a 4100 rpm, sendo o sobrenadante transferido para 2 eppendorfs de 2 mL cada. O eppendorf com o sobrenadante filtrado foi centrifugado novamente a 13.500 rpm sob refrigeração (4°C) por 50 minutos (Microcentífuga refrigerada, HERMLE Z 216MK; Hermle Labortechnik). Após duas centrifugações, aproximadamente 1 mL do sobrenadante foi transferido para *vials*, novamente filtrados, e imediatamente levados para as análises no aparelho de HPLC, marca SHIMADZU. No HPLC foi utilizado Detector modelo SPD-20A VP acoplado ao detector Ultra Violeta (UV), bomba (LC-20AT); forno (CTO 20 A); autoinjeter (SIL-20A HT) e detector do índice de refração (RID-10 A); degaseificador (DGU-20A 5R); modulo de comunicação CBM 20A e sistema de aquisição de dados Lab Solution.

As condições das colunas foram: coluna Bio-Rad HPX-87H, 300 mm x 4,6 mm; Coluna guarda, Bio-Rad Cation H; taxa de fluxo: 0,7 mL/min. Temperatura da coluna

45 °C, volume de injeção, 20 µL e detector foi índice de refração. Os resultados dos ácidos acético, propiônico e butírico foram expressos em umol/g de fezes.

Análise estatística

A dupla digitação dos dados foi feita no *software* Excel (*Microsoft Office 2013*). As análises estatísticas foram realizadas no *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) for Windows*, versão 20.0 (IBM Corporation®, Nova Iorque, Estados Unidos) e STATA versão 13.0 (StataCorp LP®, Texas, Estados Unidos).

O teste de Kolmogorov-Smirnov e valores de assimetria e curtose evidenciaram ausência de normalidade da distribuição das variáveis medidas. Por isso, a apresentação dos resultados foi feita a partir dos valores de mediana e intervalo interquartil (IIQ), com os valores dos percentis 25 (P25) e 75 (P75). Os testes de Mann-Whitney e Kruskal-Wallis foram usados na verificação da diferença de resultados entre dois ou mais grupos, respectivamente. Foi utilizado o teste post-hoc de Dunn para verificar a diferença entre os três grupos G1, G2 e G3.

A correlação entre as variáveis contínuas foi feita pela interpretação dos coeficientes de Spearman (rs) e os respectivos valores de significância (*p*). Gráficos de *box-plot* e de dispersão foram utilizados para ilustrar as associações encontradas. O nível de rejeição da hipótese de nulidade foi de $\alpha = 5\%$.

Aspectos éticos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFV, com o número do Parecer 700.976.2014. Este seguiu adequadamente as normas da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Todas as participantes entregaram os TCLE e TA, assinados pelo responsável e pela adolescente, respectivamente. Todos os exames realizados foram individualmente entregues e explicados às adolescentes ou seus responsáveis.

Resultados

Ao final dos procedimentos realizados, 96 adolescentes completaram todas as avaliações antropométricas, composição corporal, exames bioquímicos e entregaram amostras de fezes. O G1 (adolescentes eutróficas com %GC adequado) foi composto por 31 participantes (média de idade $16,23 \pm 0,76$ anos); o G2 (eutróficas com %GC elevado), por 32 participantes (média de idade $16,53 \pm 0,91$ anos); e o G3 (sobrepeso,

obesidade ou %GC elevado), por 33 participantes (média de idade $16,18 \pm 1,26$). As adolescentes do G2 e G3 tiveram maiores valores de perímetro da cintura (PC) ($p < 0,001$), RCE, perímetro do pescoço (PP) ($p < 0,001$), %GC androide ($p < 0,001$), %GC ginoide ($p < 0,001$) e leptina ($p < 0,001$) em relação ao G1 (Tabela 1).

Tabela 1: Medidas antropométricas, frequência alimentar, marcadores cardiometabólicos, microbiota intestinal e concentração dos ácidos graxos de cadeia curta em relação a composição corporal de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.

Variáveis	Grupo 1 (G1) n = 31	Grupo 2 (G2) n = 32	Grupo 3 (G3) n = 33	G1, G2 e G3 <i>p</i> [†]	G1 e G2 <i>p</i> [‡]	G1 e G3 <i>p</i> [‡]	G2 e G3 <i>p</i> [‡]
	EUT e %GC Adequado	EUT e %GC Elevado	SP-OB e %GC Elevado				
	Mediada (P25 - P75)	Mediada (P25 - P75)	Mediada (P25 - P75)				
Perímetro da Cintura (cm)	62,3 (61,0-67,2) [†]	70,3 (68,1-75,3)	82,5 (78,7-88,2)	<0,001*	<0,001**	<0,001**	<0,001**
Relação Cintura / Estatura	0,4 (0,38-0,41)	0,43 (0,42-0,46)	0,50 (0,48-0,53)	<0,001*	<0,001**	<0,001**	<0,001**
Perímetro do Pescoço (cm)	29,5 (28,0-30,0)	30,1 (29,2-31,0)	32,5 (31,0-34,0)	<0,001*	0,001**	<0,001**	<0,001**
Gordura Andróide (%)	12,6 (9,8-16,5)	23,0 (17,9-30,5)	37,3 (30,5-46,8)	<0,001*	<0,001**	<0,001**	<0,001**
Gordura Ginóide (%)	34,5 (30,6-36,7)	39,7 (37,9-46,9)	48,0 (45,5-54,1)	<0,001*	<0,001**	<0,001**	<0,001**
Frutas e Verduras ^a	4 (1,5-6,5)	4 (2,0-5,0)	4 (1,2-6,7)	0,846	-	-	-
Hortalças e Vegetais ^a	6 (5-7)	6 (5-7)	7 (5,2-7)	0,846	-	-	-
Açúcares e Doces ^a	5 (4,5-7)	5 (4-7)	5,5 (3-7)	0,411	-	-	-
Óleos e Gorduras ^a	5 (3-7)	6 (4-7)	6,5 (3,2-7)	0,844	-	-	-
Colesterol Total (mg/dL)	142,0 (136,0-157,0)	141,0 (123,5-156,0)	150,0 (132,0-165,0)	0,301	-	-	-
HDL (mg/dL)	48,0 (41,0-54,0)	43,0 (38,2-57,5)	46,0 (38,0-54,0)	0,856	-	-	-
LDL (mg/dL)	81,0 (68,0-91,4)	76,6 (65,8-87,9)	88,0 (71,2-102,6)	0,195	-	-	-
Triglicerídeos (mg/dL)	68,0 (51,0-85,0)	61,0 (55,5-86,7)	68,0 (53,5-85,0)	0,986	-	-	-
Glicose (mg/dL)	84,0 (80,0-88,0)	86,0 (83,0-90,0)	86,0 (82,5-90,5)	0,276	-	-	-
Insulina (UI/mL)	5,9 (4,8-7,8)	5,7 (3,9-7,6)	9,5 (6,1-17,2)	<0,001	0,317	<0,001**	<0,001**
HOMA-IR (mg/dL)	1,24 (0,9-1,73)	1,2 (0,8-1,7)	2,04 (1,2-3,8)	<0,001*	0,41	<0,001**	<0,001**
PCR us (mg/dL)	0,06 (0,03-0,17)	0,08 (0,60-0,17)	0,08 (0,04-0,20)	0,33	-	-	-
TNF- α (pg/mL)	2,0 (1,0-3,0)	2,0 (1,0-3,0)	2,0 (1,0-3,0)	0,797	-	-	-
Interleucina 6 (pg/mL)	1,0 (1,0-2,0)	1,0 (1,0-2,0)	1,0 (1,0-2,0)	0,576	-	-	-
Leptina (pg/mL)	3226,0 (2632,8-4453,0)	5725,0 (3940,0-8422,5)	10377,5 (6645,7-20236,2)	<0,001*	0,01**	<0,001**	<0,001**

[†]Teste de Kruskal Wallis; [‡]Post hoc de Dunn; *valor de $p < 0,05$ do teste de Kruskal Wallis; ** valor de $p < 0,05$ do post hoc de Dunn. ^avalores da média da frequência alimentar dos sete dias da semana. EUT: eutróficas; SP: sobrepeso; OB: obesidade; HDL: *high density lipoprotein*; LDL: *low density lipoprotein*; HOMA-IR: *Homeostasis Model Assessment – Insulin Resistance*; PCR us: proteína C reativa ultrassensível; TNF- α : *tumor necrosis factor α* .

As concentrações de insulina e HOMA-IR foram mais elevadas no G3 tanto em relação a G1 ($p<0,001$) quanto a G2 ($p<0,001$).

As medianas do número de dias do consumo de óleos e gorduras nas adolescentes do G1, G2 e G3 foram 5 (IIQ 3-7), 6 (IIQ 4-7) e 6,5 (IIQ 3,2-7), respectivamente, sem apresentar diferenças entre si ($p=0,846$). Verificou-se que o percentil 80 da frequência de ingestão de frutas foi 6 dias, o que significa que 80% das adolescentes relataram não ingerir pelo menos uma fruta durante todos os 7 dias da semana.

As abundâncias dos filos Firmicutes, Bacteroidetes e Proteobactérias, juntamente com as concentrações dos ácidos graxos acético, butírico e propiônico não foram diferentes entre os três grupos de composição corporal (Tabela 2). A mediana do filo Firmicutes e do ácido propiônico nas adolescentes com sobrepeso ou obesidade e %GC elevado foi 5,5% (IIQ: 2,5%-10,5%) e 6 umol/g (IIQ 5,0 umol/g – 9,0 umol/g), respectivamente, porém sem diferença para os grupos G1 e G2.

Tabela 2: Microbiota Intestinal e concentrações de AGCC dos grupos de composição corporal das adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.

Filos das bactérias e AGCC	Grupo 1 (G1) n = 31	Grupo 2 (G2) n = 32	Grupo 3 (G3), n = 33	p†
	Mediana (P25 - P75)	Mediana (P25 - P75)	Mediana (P25 - P75) ^a	
Firmicutes (%)	4,2 (2,3-8,5)	3,6 (1,9 - 7,3)	5,5 (2,5 - 10,5)	0,384
Bacteroidetes (%)	126,6 (94,3-154,7)	113 (77,5-136,7)	126,4 (91,9-141,5)	0,329
Proteobactérias (%)	3,2 (1,8-6,74)	2 (1,0-6,02)	2,5 (1,0-5,0)	0,23
Ácido Acético (umol/g)	8 (7,0-10,0)	1,5 (6,0-9,7)	7 (6,5-10,0)	0,954
Ácido Propiônico (umol/g)	5 (5,0-8,0)	5 (4,0-9,0)	6 (5,0-9,0)	0,395
Ácido Butírico (umol/g)	1,1 (0,6-1,9)	0,9 (0,6-1,9)	1,1 (0,6-1,6)	0,875

†Teste de Kruskal Wallis; AGCC: ácido graxo de cadeia curta; EUT: eutróficas; SP: sobrepeso; OB: obesidade; AGCC: ácido graxo de cadeia curta. G1: eutróficas e percentual de gordura corporal adequado; G2: eutróficas e percentual de gordura corporal elevado; G3: sobrepeso ou obesidade e percentual de gordura corporal elevado.

A mediana da abundância do filo Firmicutes das adolescentes com PC elevado foi 11,4% (IIQ 8,3% - 19,8%), valor maior que o encontrado naquelas com PC adequado, 3,9% (IIQ 2,2% - 6,7%) ($p<0,001$). As meninas com PP elevado tiveram a mediana de Firmicutes maior que as que apresentaram PP adequado, 11,2% (IIQ 6,0% - 15,7%, $p = 0,023$) e 4,1% (IIQ 2,2% - 7,5%) ($p = 0,023$), respectivamente.

De acordo com a análise de correlação de Spearman, houve relação entre os filos das bactérias com as concentrações dos AGCC entre Firmicutes e ácido butírico (Figura 1).

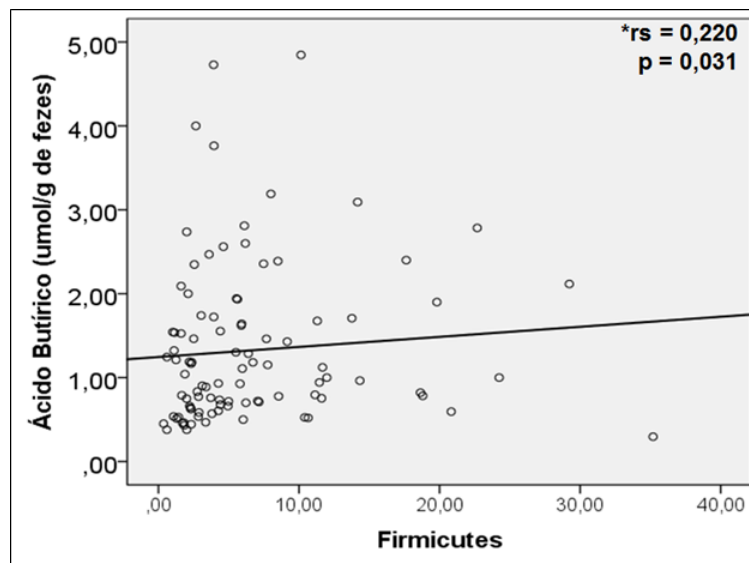


Figura 1: Correlação entre a concentração de Ácido Butírico e a abundância do filo Firmicutes. Viçosa-MG, 2017.

*Coeficiente de correlação de *Spearman*.

A análise de correlação entre as medidas antropométricas, frequência de dias da ingestão dos grupos alimentares, parâmetros bioquímicos e marcadores cardiometabólicos foi apresentada na Tabela 3. Constatou-se que a frequência de consumo de óleos e gorduras correlacionou-se negativamente com o ácido acético ($r_s = -0,286$, $p = 0,005$) e positivamente com ácido butírico ($r_s = 0,324$, $p = 0,002$). O PC teve relação com ácido propiônico ($r_s = 0,233$, $p = 0,042$).

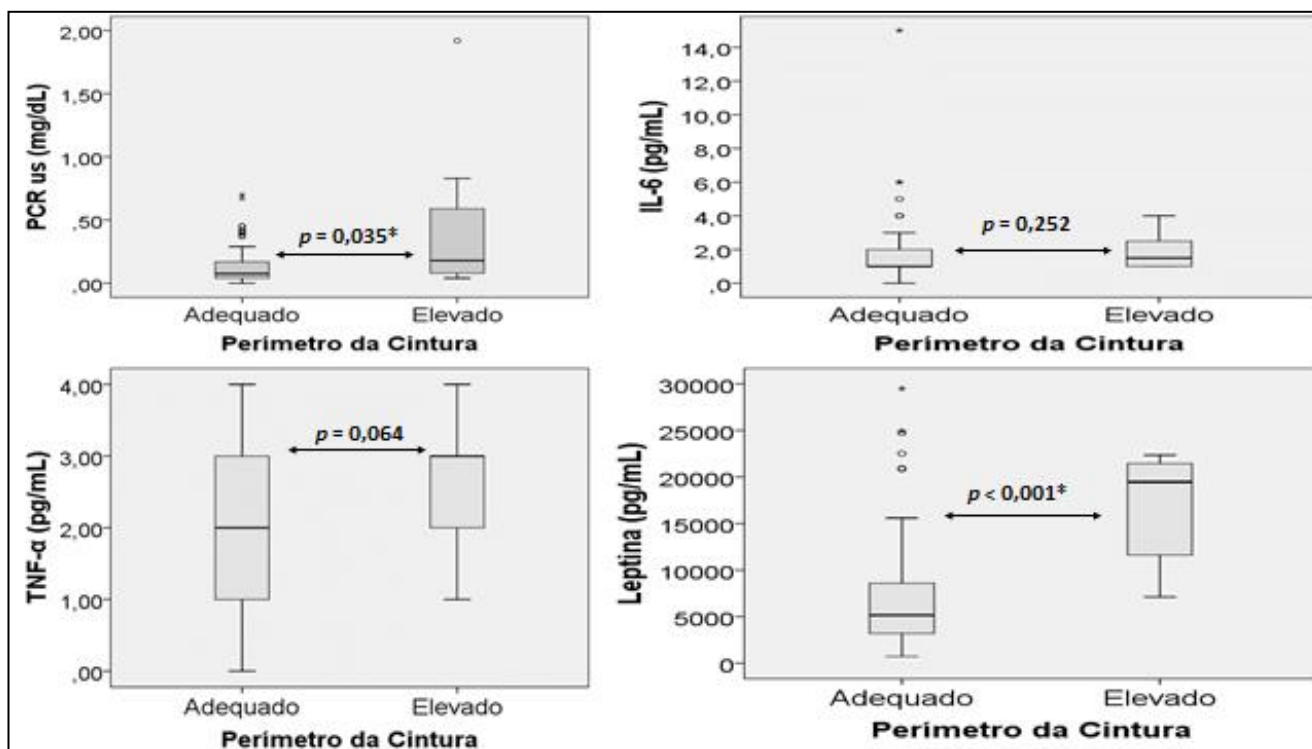
Tabela 3: Correlação entre microbiota intestinal, ácidos graxos de cadeia curta, composição corporal e marcadores cardiometabólicos de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017^a.

Variáveis ^b	Firmicutes	Bacteroidetes	Proteobactérias	Ácido Acético	Ácido Propiônico	Ácido Butírico
IMC	0,088	-0,023	0,142	-0,076	0,0131	0,101
Perímetro Cintura	0,099	0,004	-0,136	-0,038	0,205*	0,048
RCE	0,082	0,011	-0,171	-0,095	0,0149	0,047
Perímetro Pescoço	0,073	0,132	-0,159	-0,051	0,0156	0,057
%GC	0,086	-0,059	-0,011	-0,044	0,095	0,066
%GC Andróide	0,146	-0,031	-0,181	-0,039	0,144	0,016
%GC Ginóide	0,1	-0,083	-0,077	0,01	0,006	0,082
Frutas	0,112	0,014	0,002	-0,030	0,046	0,082
Hortaliças e Vegetais	0,004	-0,020	0,034	-0,006	-0,005	-0,021
Óleos e Gorduras	0,037	-0,132	-0,022	-0,286*	-0,045	0,324*
Açúcares e Doces	0,122	-0,007	0,142	-0,036	0,137	0,129
Colesterol Total	-0,051	0,097	-0,113	0,011	0,018	-0,052
HDL	-0,003	-0,151	-0,05	-0,011	-0,129	0,022
LDL	-0,038	0,137	-0,158	0,019	0,07	-0,079
VLDL	0,119	0,133	0,019	-0,022	-0,002	0,025
Triglicerídeos	0,11	0,133	0,029	-0,022	-0,002	0,025
Glicose	-0,116	-0,088	-0,119	0,022	0,008	0
Insulina	0,118	-0,036	-0,095	-0,169	0,099	0,159
HOMA-IR	0,11	-0,031	-0,131	-0,149	0,011	0,136
PCR-us	0,063	-0,045	0,003	-0,165	-0,131	0,062
IL-6	0,058	0,116	0,034	-0,117	0	0,146
TNF- α	-0,164	-0,025	-0,024	0,101	0,098	-0,102
Leptina	0,1	-0,125	-0,138	-0,149	0,141	0,129

^aForam apresentados os valores do coeficiente de correlação de *Spearman* (rs); ^b variáveis correspondentes as medidas antropométricas, composição corporal, parâmetros bioquímicos e marcadores cardiometabólicos; *valor de p da correlação de *Spearman* < 0,05. IMC: índice de massa corporal; RCE: relação cintura estatura; %GC: percentual de gordura corporal; %TM: percentual de taxa de magreza; PCR-us: proteína C reativa ultrassensível; IL-6: interleucina 6; TNF- α : fator de necrose tumoral α .

Não foi observada correlação entre a microbiota intestinal, AGCC e marcadores cardiometabólicos. Porém, ao avaliar essa relação com o perímetro da cintura, constatou-se que as adolescentes com PC elevado (>P90) tiveram maiores concentrações de PCR-us e leptina em relação aquelas com PC adequado, conforme a Figura 2.

Figura 2: Concentrações dos marcadores cardiometabólicos em relação a classificação do perímetro



da cintura de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.

*p valor do teste de Mann-Whitney menor que 0,05.

PCR-us: proteína C reativa ultrasensível; IL-6: interleucina 6; TNF- α : fator de necrose tumoral α .

Discussão

O presente estudo avaliou a abundância dos filos Firmicutes, Bacteroidetes e Proteobactérias, juntamente com a concentração dos ácidos acético, butírico e propiônico nas fezes de adolescentes do sexo feminino. Os resultados não mostraram diferença entre os grupos de composição corporal, classificados pelo IMC e percentual de gordura (%GC). No entanto, o perímetro da cintura, pescoço e a frequência do consumo de óleos e gorduras mostraram relação com a abundância de Firmicutes e concentração dos AGCC. Além do mais, O PC teve associação como os marcadores cardiometabólicos.

A semelhança da abundância dos filos das bactérias entre os grupos G1, G2 e G3 pode ser justificada pelo fato de os adolescentes terem fatores de proteção que mantêm o equilíbrio da microbiota intestinal, como, por exemplo, melhor atividade do metabolismo, maior gasto energético e baixa incidência de alterações metabólicas em relação à população adulta (Agans et al., 2011). Por outro lado, o aumento da obesidade, adoção de um estilo de vida mais sedentário, maior consumo de alimentos

hipercalóricos e menor consumo de fibras podem, com o tempo, influenciar na composição dos filos das bactérias do trato gastrointestinal (Murugesan et al., 2015).

A possibilidade de prevenir ou tratar a obesidade a partir da modificação da comunidade microbiana intestinal estimulou um número crescente de artigos científicos publicados nos últimos anos (Cani, Everard, 2015; Moraes et al., 2014; Tagliabue, Elli, 2012, Cani, Delzene, 2009). Vale ressaltar que, até o presente momento, os resultados dos estudos realizados não identificaram um perfil específico de microbiota intestinal em indivíduos obesos (Cani, Everard, 2015). Alguns estudos têm relatado tentativas de correlacionar certas espécies de microrganismos e obesidade (Million et al., 2011; Armougom et al., 2009); mesmo assim, afirmam que os resultados necessitam de confirmação adicional e devem ser interpretados com cautela.

É comum a avaliação dos filos das bactérias, principalmente Firmicutes e Bacteroidetes, em indivíduos adultos obesos e magros (Tagliabue, Elli, 2012). O balanço energético positivo é um dos principais fatores da obesidade, que por sua vez, mostra associação com a baixa abundância de Bacteroidetes e alta de Firmicutes, embora esse achado tenha sido controverso em outras pesquisas com adultos (Duncan et al., 2007) e adolescentes (Murugesan et al., 2015). Ley et al. (2006) observaram que camundongos ob/ob, geneticamente obesos, apresentavam maior proporção de filos Firmicutes em relação a filos Bacteroidetes quando comparados a controles eutróficos. Armougom et al. (2009) confirmaram redução em Bacteroidetes junto com um aumento seletivo em *Lactobacillus* pertencentes ao filo Firmicutes em pacientes com anorexia nervosa. Collado et al. (2008) relataram aumentos de espécies pertencentes a Firmicutes (*Staphylococcus aureus*) e Bacteroidetes (*Bacteroides* / *Prevotella*) em mulheres com excesso de peso.

Embora a diversidade da microbiota do intestino humano em adultos e em crianças de 0 a 2 anos tenha sido examinada (Clavel et al., 2014), existem poucos estudos com a composição de microbiota de adolescentes, conforme afirmado por Agans et al. (2011). Esses autores compararam a microbiota intestinal de adolescentes de 11 a 18 anos com a de adultos saudáveis. Os resultados confirmaram diferença, havendo maior abundância dos gêneros *Bifidobacterium* e *Clostridium* nas amostras de fezes de adolescentes em relação aos adultos. De acordo com Cani e Delzene (2009), o gênero *Bifidobacterium* representa um importante grupo de bactéria que é associado aos níveis de saúde do hospedeiro, auxiliando na manutenção da barreira intestinal.

Na pesquisa realizada por Bervoerts et al. (2013), verificou-se que, em crianças com sobrepeso ou obesidade ($n = 26$, IMC $28,7 \pm 6,5$), a relação Firmicutes/Bacteroidetes foi maior se comparada ao grupo de magros ($n = 27$, IMC = $16,5 \pm 2,1$). Além disso, baixas proporções relativas de *Bacteroides vulgatus*, altas concentrações de *Lactobacillus spp.* e correlação positiva com PCR-us foram observadas na microbiota daqueles com excesso de peso. Já Murugesan et al. (2015), em um estudo com 190 crianças de adolescentes mexicanas de 9 a 11 anos, divididas em grupo de eutróficas, sobrepeso e obesidade, não encontraram diferença entre os filos Firmicutes, Bacteroidetes, Actinobactérias e Proteobactérias. Porém, no grupo de obesos foi maior a abundância da família Lachnospiraceae ($p = 0,018$) e dos gêneros *Faecalibacterium spp.* ($P = 0,042$) e *Roseburia spp.* ($P = 0,015$).

Apesar de o presente estudo não ter mostrado associação dos filos das bactérias com o IMC e gordura corporal, avaliados conjuntamente, houve relação destes com o perímetro da cintura e pescoço. As adolescentes com PC ($p < 0,001$) e PP ($p = 0,023$) elevados apresentaram maior abundância de Firmicutes em relação àquelas com PC e PP adequados. De certa forma, esses achados corroboram com as conclusões de outros estudos, ao mostrar que este teve associação com a gordura corporal central. Tais conclusões ressaltam a relevância de se avaliar a composição da microbiota intestinal dos adolescentes, bem como os principais fatores que possivelmente interferem na sua composição.

Outro resultado observado quanto ao filo Firmicutes foi a relação deste com a concentração do ácido butírico (Figura 1). Uma das atividades importantes da microbiota do intestino grosso é digerir substratos, tais como amido resistente e fibra dietética, que não são completamente hidrolisadas por enzimas hospedeiras no intestino delgado (Topping et al., 2001). Os ácidos graxos orgânicos (acetato, propionato e butirato), por conseguinte, são produtos da fermentação microbiana desses carboidratos, com importantes implicações no metabolismo (Schwiertz et al., 2010).

As adolescentes que relataram maior frequência de consumo diário de alimentos gordurosos apresentaram correlação negativa e positiva com as concentrações nas fezes dos ácidos acético e butírico, respectivamente (Tabela 3). A correlação inversa com o ácido acético pode ser compreendida pela baixa frequência de consumo de frutas apresentadas pelas adolescentes; menos de 25% relataram ingerir todos os dias da semana este grupo de alimentos. Sabe-se que maior ingestão de fibras aumenta a produção de acetato (Bergman et al., 1990). De acordo com Philippi e Leme (2015),

adolescentes do sexo feminino têm baixo consumo de frutas, vegetais e hortaliças e maior consumo de lanches e/ou alimentos hipercalóricos.

Ao ser absorvido pelo intestino, o ácido butírico fornece energia para o epitélio colônico (aproximadamente 60% a 70%), além de auxiliar na manutenção da barreira intestinal, desempenhando função anti-inflamatória (Louis, Flint, 2009; Peng et al., 2007). Possivelmente, a concentração de butirato encontrado nas fezes é aquela não absorvida pelo organismo e que vai deixar de exercer importantes funções que auxiliam no metabolismo do hospedeiro.

Maior quantidade de gordura central, avaliada pelo PC, apresentou correlação com o ácido propiônico ($r_s = 0,205$, $p = 0,042$), resultado semelhante ao encontrado por Teixeira et al. (2013b) em mulheres adultas. Estes autores constataram que as concentrações dos ácidos propiônico e acético correlacionaram-se também com IMC e gordura corporal, confirmando o fato de que a quantidade de AGCC encontrados nas fezes de mulheres adultas pode estar associada com aumento dos depósitos de gordura (Teixeira et al., 2013b). Em outro estudo, realizado por Schwiertz et al. (2010), observou-se que o conteúdo total de ácido propiônico nas fezes de adolescentes foi maior nos obesos (103,87 mmol/L) em relação aos eutróficos (84,60 mmol/L).

Conjuntamente, o ácido acético e o propiônico atuam como sinalizadores para a secreção do peptídeo YY (PYY) e leptina a partir da interação com receptores acoplados à proteína G (GPCR), GPR41 e GPR43 (Cani, Delzene, 2009; Brown et al. 2003). Esses receptores são expressos pelas células do epitélio intestinal, em células enteroendócrinas L, produtoras do PYY, hormônio que age inibindo a secreção gástrica, esvaziamento gástrico, contração da vesícula biliar e reduz o tempo de trânsito gastrointestinal (Holzer et al., 2012). Dessa forma, ao serem ativados, esses receptores aumentam a produção de PYY, fato que favorece a redução da motilidade intestinal e propicia maior absorção de nutrientes do lúmen intestinal, em especial dos AGCC, que são substratos para a lipogênese no fígado (Samuel et al., 2009; Brown et al. 2003).

Não foi encontrada associação entre os filos das bactérias analisados com a concentração dos marcadores inflamatórios, os quais também não se diferenciaram entre os grupos com IMC e %GC diferentes. Porém, ao se verificar essa relação com perímetro da cintura, foi constatado que as adolescentes com PC elevado ($> P_{90}$) tiveram maiores valores de PCR-us e leptina (Figura 2) em relação às aquelas com PC adequado. Este resultado confirma o fato de que o PC é importante indicador antropométrico que pode estar relacionado com os marcadores cardiometabólicos.

Tais resultados também foram encontrados por Pereira et al. (2011), que verificaram em adolescentes de Viçosa-MG, Brasil ser o PC um dos os melhores preditores dos fatores de risco para as doenças cardiovasculares, como alterações de triglicerídeos, insulina, HOMA-IR, leptina e pressão arterial sistólica e diastólica. Portanto, segundo esses mesmos autores, o PC deve ser avaliado na prática clínica desta população juntamente com o IMC. O PC tem sido considerado uma ferramenta útil para a predição da adiposidade abdominal e triagem de diversas doenças metabólicas, como hipertensão arterial, dislipidemias e resistência à insulina nos adultos (Albert et al., 2009).

O excesso de gordura na região abdominal pode reduzir a captação de glicose estimulada pela insulina no músculo esquelético e em todos os depósitos de gordura (Virtanen et al., 2005). Esses distúrbios metabólicos e hemodinâmicos favorecem a resistência à insulina, que é considerado evento central na geração de risco para doenças cardiometabólicas (Moraes et al., 2014; Tchernof A, Després, 2013). A liberação de citocinas pró-inflamatórias, tais como TNF- α e IL-6, é condicionada pela resistência à insulina, fator que favorece a produção e liberação sistêmica da proteína C reativa no fígado e, conseqüentemente, o desencadeamento de um estado inflamatório sub-clínico (Balagopal et al., 2011).

Além da resistência à insulina, o PC elevado está associado com a hiperleptinemia, sendo esta causada pela alteração dos receptores de leptina ou por deficiência da barreira hematoencefálica, causando uma resistência (Koemer et al., 2005). Assim, a leptina deixa de exercer sua função de regulação da massa de tecido adiposo e controle do apetite (Stockhorst et al., 2004), o que contribui para o aumento e disfunção metabólica do tecido adiposo (Queipo-Ortuño et al., 2013).

Embora tenham sido observadas correlações significativas, o desenho do estudo não permitiu uma relação de causalidade entre a abundância da microbiota intestinal e concentrações dos AGCC com os fatores cardiometabólicos e medidas de composição corporal. A avaliação apenas de filos das bactérias também pode ter limitado observações de associações, como os baixos valores de coeficiente de correlação, entre os grupos de diferentes composição corporal. Pois, os filos das bactérias do TGI são compostos por famílias, gêneros, espécies e estirpes de bactérias que podem agir de forma diferente com o organismo de indivíduos magros ou obesos, embora estas ainda sejam informações não conclusivas (Cani, Everard, 2015).

A escolha da técnica RT-qPCR utilizada neste estudo para detectar e quantificar a abundância dos filos Bacteroidetes, Firmicutes e Proteobactérias foi relevante por se tratar de método validado para avaliação de microbiota em fezes humanas (Matsuki et al., 2004; Rinttila et al., 2004). Porém, observou-se que algumas amostras do filo Bacteroidetes tiveram abundância muito elevada, em virtude dos valores de “Ct” das amostras terem ficado abaixo dos “Ct” do *primer* utilizado. Por isso, 12 amostras deste filo foram excluídas das análises.

Apesar de algumas considerações, podemos afirmar que este estudo trouxe informações importantes sobre a avaliação conjunta da microbiota intestinal e das concentrações dos AGCC presentes nas fezes de adolescentes do sexo feminino, considerando o fato de que poucos estudos têm investigado a prevalência de filamentos de bactérias fecais em crianças e adolescentes (Bervoets et al., 2013). As relações encontradas com o perímetro da cintura ressaltaram a importância da avaliação e interpretação dessa medida antropométrica para a população pediátrica, tanto pela sua relação com os fatores de risco para doenças cardiometabólicas, como com a abundância da microbiota intestinal e seus metabólitos.

Conclusão

A análise conjunta do IMC e do percentual de gordura corporal de adolescentes do sexo feminino não se relacionou com a microbiota intestinal e concentrações de AGCC, mas sim com a insulina, HOMA-IR e leptina. Por outro lado, a gordura corporal central, analisada pelo perímetro da cintura e pescoço, mostrou associação com a abundância dos filos Firmicutes e Bacteroidetes, com o ácido propiônico e também com a concentração dos marcadores cardiometabólicos.

A avaliação de diferentes medidas antropométricas como o perímetro da cintura e pescoço é importante por serem elas indicadores da manifestação dos fatores de risco das doenças cardiometabólicas, os quais podem ser agravados ou influenciados pelo desequilíbrio da microbiota intestinal. Estudos com grupos específicos de bactérias do trato gastrointestinal de adolescentes obesos e não obesos são importantes para verificar quais estirpes (cepas de bactérias) podem associar-se com o estado nutricional, composição corporal e, conseqüentemente, alterações metabólicas, que podem se manifestar já na adolescência, tornando-se mais graves na vida adulta.

Referências

Agans R, Rigsbee L, Kenche H, Michail S, KhamisHJ, Paliy O. Distal gut microbiota of adolescent children is different from that of adults. *FEMS Microbiol Ecol* 2011; 77 404–412.

Alberti KGMM, Eckel RH, Grundy SM, et al. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint Interim Statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation* 2009; 120: 1640–1645.

Alonso VR, Guarner F. Linking the gut microbiota to human health. *Br J Nutr* 2013;109: S21–S26.

Armougom F, Henry M, Vialettes B, Raccach D, Raoult D. Monitoring bacterial community of human gut microbiota reveals an increase in *Lactobacillus* in obese patients and methanogens in anorexic patients. *PLoS One* 2009;4:e7125.

Ashwell M, Gibson S. A proposal for a primary screening tool: ‘Keep your waist circumference to less than half your height’. *BMC Medicine* 2014;12: 207.

Back Giuliano Ide C, Caramelli B, Pellanda L, Duncan B, Mattos S, Fonseca FH, et al. I guidelines of prevention of atherosclerosis in childhood and adolescence. *Arq Bras Cardiol.* 2005;85 Suppl 6:4-36.

Balogopal P, Ferranti SD, Cook S, Daniels SR, Gidding SS, Hayman LL et al. Nontraditional Risk Factors and Biomarkers for Cardiovascular Disease: Mechanistic, Research, and Clinical Considerations for Youth: A Scientific Statement From the American Heart Association, *Circulation* 2011; 123: 2749-2769.

Bergman EM. Energy contributions of volatile fatty acids from gastrointestinal tract in various species. *Physiol Ver.* 1990; 70(2):567-90.

Bervoets L, Hoorenbeeck KV, Kortleven I, Van Noten C, Hens N, Vael C. et al. Differences in gut microbiota composition between obese and lean children: a cross-sectional study. *Bervoets et al. Gut Pathogens* 2013; 5-10.

Brown AJ, Goldsworthy SM, Barnes AA, Eliert MM, Tcheang L, Daniels D. et al. The Orphan G protein-coupled receptors GPR41 and GPR43 are activated by propionate and other short chain carboxylic acids. *J Biol Chem.* 2003;278(13):1312-9.

Campos D, Betalleluz-Pallardel I, Chirinos R, Aguilar-Galvez A, Noratto G, Pedreschi R. Prebiotic effects of yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. & Endl), a source of fructooligosaccharides and phenolic compounds with antioxidant activity. *Food Chemistry* 2012;135(3): 1592-1599.

Canı PD, Bibiloni R, Knauf C, Waget A, Neyrinck AM, Delzenne NM, et al. Changes in gut microbiota control metabolic endotoxemia-induced inflammation in high-fat diet-induced obesity and diabetes in mice. *Diabetes* 2008;57(6):1470e81.

Canı PD, Delzenne NM. The Role of the Gut Microbiota in Energy Metabolism and Metabolic Disease. *Curr Pharm Des.* 2009; 15: 1546-1558.

Canı PD, Everard A. Talking microbes: When gut bacteria interact with diet and host organs. *Mol. Nutr. Food Res.* 2015; 00: 1–9.

Castillo M, Martín-Orúe SM, Manzanilla EG, Badiola I, Martín M, Gasa J. Quantification of total bacteria, enterobacteria and lactobacilli populations in pig digesta by real-time PCR. *Vet Microbiol* 2006; 114(1-2): 165-170.

Clavel T, Desmarchelier C, Haller D, Gérard P, Rohn S, Lepage P, Daniel H. Intestinal microbiota in metabolic diseases. *Gut Microbes* 2014; 5(4):544–551.

Collado MC, Isolauri E, Laitinen K, Salminen S. Distinct composition of gut microbiota during pregnancy in overweight and normal-weight women. *Am J Clin Nutr* 2008; 88:894e9.

Cox AJ, West NP, Cripps AW. Obesity, inflammation and the gut microbiota. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2015; 3: 207–15.

CureauI FV, Nogueira da Silva TL, Bloch KV, FujimoriI E, Belfort DR, Carvalho KMB et al. ERICA: leisure-time physical inactivity in Brazilian adolescents. *Rev Saúde Pública* 2016;50(suppl 1):4s

De Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ* 2007; 85: 660-7.

Duncan SH, Belenguer A, Holtrop G, Johnstone AM, Flint HJ, Lobley GE. Reduced dietary intake of carbohydrate, by obese subjects, results in decreased concentrations of butyrate and butyrate-producing bacteria in feces. *Appl Environ Microbiol* 2007; 73:1073e8.

Fantuzzi G, Mazzone T. Adipose tissue and atherosclerosis. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2007; 27:996-1003.

Friswell MK, Gika H, Stratford IJ, Theodoridis G, Telfer B, Wilson ID, McBain. Site and strain- specific variation in gut microbiota profiles and metabolism in experimental mice. *PLoS One* 2010; 5: 8584.

Guerra PH, Farias Junior JC, Florindo AA. Comportamento sedentário em crianças e adolescentes brasileiros: revisão sistemática. *Rev. Saúde Pública*. 2016;50(9):1-15.

Guo X, Xia X, Tang R, Zhou J, Zhao H, Wang K. Development of a real-time PCR method for Firmicutes and Bacteroidetes in faeces and its application to quantify intestinal population of obese and lean pigs. *Lett Appl Microbiol* 2008; 47(5): 367-373.

Hallal PC, Andersen LB, Bull FC, Guthold R, Haskell W, Ekelund U. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *Lancet*. 2012; 380(9838):247-57.

Holzer P, Reichmann F, Farzi A. Neuropeptide Y, peptide YY and pancreatic polypeptide in the gut-brain axis. *Neuropeptides*. 2012;46(6):261-74.

International Diabetes Federation – IDF. The IDF definition of the Metabolic Syndrome in children and adolescents 2007 [acessado dezembro de 2015]: [//www.idf.org/home](http://www.idf.org/home).

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.

Koerner A, Kratzsch J, Kiess W. Adipocytokines: leptin – the classical, resistin –the controversial, adiponectin – the promising, and more to come. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2005;19(4):525-46.

Lameiro TMDM, Silva CMGD, Marques LHS, Cunha FLD, Almeida MGD, Pereira JA, Martinez CAR. Efeitos do butirato nos níveis de peroxidação lipídica em células da mucosa cólica sem trânsito fecal: estudo experimental em ratos. *Rev bras Coloproct*, 2011; 31(2): p. 155-164.

Lassenius MI, Pietiläinen KH, Kaartinen K, Pussinen PJ, Syrjänen J, Forsblom C, et al. Bacterial endotoxin activity in human serum is associated with dyslipidemia, insulin resistance obesity, and chronic inflammation. *Diabetes Care* 2011; 34(8):1809e15.

Ley RE, Turnbaugh PJ, Klein S, Gordon JI. Microbial ecology: human gut microbes associated with obesity. *Nature* 2006; 444:1009e10.

Lin HV., Frasseto A, Kowalik EJ, Nawrocki AR, Lu MM, Kosinski JR. et al. Butyrate and propionate protect against diet-induced obesity and regulate gut hormones via free fatty acid receptor 3-independent mechanisms. *PLoS ONE* 2012; 7(4): e35240: 1-11.

Louis P, Flint HJ. Diversity, metabolism and microbial ecology of butyrate-producing bacteria from the human large intestine. *FFMS Microbiol Lett*. 2009; 294(1):1-8.

Matsuki T, Watanabe K, Fujimoto J, Takada T, Tanaka R: Use of 16S rRNA gene-targeted group-specific primers for real-time PCR analysis of predominant bacteria in human feces. *Appl Environ Microbiol* 2004, 70:7220–7228.

Million M, Maraninchi M, Henry M, Armougom F, Raoult D. Obesity-associated gut microbiota is enriched in *Lactobacillus reuteri* and depleted in *Bifidobacterium animalis* and *Methanobrevibacter smithii*. *Int J Obes (Lond)* 2011.

Moraes ACF, Silva IT, Almeida-Pititto B, Ferreira SRG. Microbiota intestinal e risco cardiometabólico: mecanismos e modulação dietética. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2014; 58(4): 318-326.

Murugesan S, Ulloa-Martínez M, Martínez-Rojano H, Galván-Rodríguez FM, Miranda-Brito C, Romano MC. et al. Study of the diversity and short-chain fatty acids production by the bacterial community in overweight and obese Mexican children. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 2015, 34:1337–1346.

Nafiu OO, Burke C, Lee J, Voepel-Lewis T, Malviya S, Tremper KK. Neck circumference as a screening measure for identifying children with high Body Mass Index. *Pediatrics*. 2010;126(2):306-310.

Ogden CL, Carroll MD, Lawman HG, Fryar CD, Kruszon-Moran D, Kit BK, Flegal KM. Trends in Obesity Prevalence Among Children and Adolescents in the United States, 1988-1994 Through 2013-2014. *JAMA*. 2016;315(21):2292-2299.

Pearson TA, Mensah GA, Alexander RW, Anderson JL, Cannon RO, 3rd, Criqui M, et al. Markers of inflammation and cardiovascular disease: application to clinical and public health practice: A statement for healthcare professionals from the Centers for Disease Control and Prevention and the American Heart Association. *Circulation*. 2003;107(3):499-511.

Peng L, He Z, Chen W, Holzman IR, Lin J. Effects of butyrate on intestinal barrier function in a Caco-2 cell monolayer model intestinal barrier. *Pediatr Res*. 2007; 61(1):37-41.

Pereira PF, Serrano HMS, Carvalho GQ, Lamounier JL, 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;1-8.

Philippi ST, Leme ACB. Dietary intake and meal frequency of Brazilian girls attending a school-based randomized controlled trial. *Nutr Food Sci*, 2015;45 (6), pp. 954 – 968.

Queipo-Ortuño MI, Seoane LM, Murri M, Pardo M, Gomez-Zumaquero JM, Cardona F. Gut Microbiota Composition in Male Rat Models under Different Nutritional Status and Physical Activity and Its Association with Serum Leptin and Ghrelin Levels. *Plos One* 2013; 8(5): 1-11.

Rinttilä T, Kassinen A, Malinen E, Krogus L, Palva A: Development of an extensive set of 16S rDNA-targeted primers for quantification of pathogenic and indigenous bacteria in faecal samples by real-time PCR. *J Appl Microbiol* 2004, 97:1166–1177.

Samuel BS, Shaito A, Motoike T, et al. Effects of the gut microbiota on host adiposity are modulated by the short-chain fatty acid binding G protein-coupled receptor, Gpr41. *PNAS* 2008; 105: 16767–16772.

Schwiertz A, Taras D, Schäfer K, Beijer S, Bos NA, Donus C et al. Microbiota and SCFA in Lean and Overweight Healthy Subjects. *Obesity* 2010; 8(11): 190-195.

Shen J, Obin MS, Zhao L. The gut microbiota, obesity and insulin resistance. *Mol Aspects Med*. 2013;34: 39–58.

Silva CC, Zambon MP, Vasques ACJ, Rodrigues AMB, Camilo DF, Antonio MARGM et al. Circunferência do pescoço como um novo indicador antropométrico para predição de resistência à insulina e componentes da síndrome metabólica em adolescentes: Brazilian Metabolic Syndrome Study. *Rev Paul Pediatr* 2014;32(2):221-9.

Sociedade Brasileira de Cardiologia. V Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. Arquivos Brasileiros de Cardiologia. Volume 101, Nº 4, Supl. 1, Outubro 2013.

Sociedade Brasileira de Diabetes. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2013–2014. SBD – Gestão 2012-2013.

Stevenson DM, Weimer PJ. Dominance of Prevotella and low abundance of classical ruminal bacterial species in the bovine rumen revealed by relative quantification real-time PCR. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2007; 75:165–174.

Stockhorst U, De Fries D, Steingrueber HJ, Scherbaum WA. Insulin and the CNS: effects on food intake, memory, and endocrine parameters and the role of intranasal insulin administration in humans. *Physiol Behav*. 2004;83:47-54.

Tagliabue A, Elli M. The role of gut microbiota in human obesity: Recent findings and future perspectives. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases* 2012 xx, 1 e 9.

Tchernof A, Després JP. Pathophysiology of human visceral obesity: an update. *Physiol Rev*. 2013;93(1):359-404.

Teixeira TFS, Grezsékiowiak LM, Salminen S, Laitinen K, Bressan J, Peluzio MCG. Faecal levels of Bifidobacterium and Clostridium coccoides but not plasma lipopolysaccharide are inversely related to insulin and HOMA index in women. *Clinical Nutrition* 2013a, p. 1-6.

Teixeira TFS, Grzeskowiak LM, Franceschini SCC, Bressa J, Ferreira C, Peluzio MCG. Higher level of faecal SCFA in women correlates with metabolic syndrome risk factors. *Br J Nutr*. 2013b; 109: 914–919.

Topping DL, Clifton PM. Short-chain fatty acids and human colonic function: roles of resistant starch and nonstarch polysaccharides. *Physiol Ver* 2001; 81:1031 1064.

Turnbaugh P, Hamady M, Yatsunenko T, et al. A core gut microbiome in obese and lean twins. *Nature* 2009; 457: 480–484.

Virtanen KA, Iozzo P, Hällsten K, et al. Increased fat mass compensates for insulin resistance in abdominal obesity and type 2 diabetes. A Positron-Emitting Tomography Study. *Diabetes* 2005; 54: 2720–2726.

Xavier HT, Izar MC, Faria Neto JR, Assad MH, Rocha VZ, Sposito AC, et al. [V Brazilian Guidelines on Dyslipidemias and Prevention of Atherosclerosis]. *Arq Bras Cardiol.* 2013;101(4 Suppl 1):1-20.

Williams DP, Going SB, Lohman TG, Harsha DW, Srinivasan SR, Webber LS, et al. Body fatness and risk for elevated blood pressure, total cholesterol, and serum lipoprotein ratios in children and adolescents. *American Journal of Public Health* 1992; 82(3): 358-63.

Wong JMW, Jenkins DJA. Carbohydrate digestibility and metabolic effects. *J Nutr.* 2007; 137: 2539S–2546S.

World Health Organization. Waist circumferences and waist-hip ratio: report of a WHO expert consultation, Geneva, World Health Organization, 2008b.

Wu CK, Yang CY, Lin JW, Hsieh HJ, Chiu FC, Chen JJ, et al. The relationship among central obesity, systemic inflammation, and left ventricular diastolic dysfunction as determined by structural equation modeling. *Obesity (Silver Spring).* 2012;20(4):730-7.

Yildiz BO, Haznedaroglu IC. Rethinking leptin and insulin action: therapeutic opportunities for diabetes. *Int J Biochem Cell Biol.* 2006;38:820-30.

Zhao G, Nyman M, Jönsson J. Rapid determination of short-chain fatty acids in colonic contents and faeces of humans and rats by acidified water-extraction and direct-injection gas chromatography. *Biomed. Chromatogr.* 2006;20: 674–682.

9.4 - Artigo 4

Imagem corporal associada ao estilo de vida e a composição corporal de adolescentes do sexo feminino.

Valter Paulo Neves Miranda¹, Paulo Roberto dos Santos Amorim², Ronaldo Rocha Bastos³, Vítor Gabriel Barra³, Eliane Rodrigues de Faria⁴, Sylvia do Carmo Castro Franceschini¹, Paula Costa Teixeira⁵, Silvia Eloiza Priore¹.

1 – Programa de Pós-graduação em Ciência da Nutrição. Departamento de Nutrição e Saúde. Universidade Federal de Viçosa.

2 – Laboratório de Performance Humana (LAPEH). Departamento de Educação Física. Universidade Federal de Viçosa.

3 – Laboratório de Informações Geo-referenciadas (LINGE). Departamento de Estatística. Universidade Federal de Juiz de Fora.

4 – Departamento de Nutrição. Universidade Federal de Juiz de Fora.

5 – Ambulatório de Transtornos Alimentares (AMBULIM). Instituto de Psiquiatria. Universidade de São Paulo.

Períodico a ser submetido: *Journal of Adolescence Health*

Fator de Impacto: 3.838

Resumo

Introdução: Avaliação negativa da imagem corporal é comumente observada em adolescentes do sexo feminino. Diferentes distúrbios da imagem corporal podem relacionar-se ao estilo de vida e a composição corporal. **Objetivo:** Avaliar diferentes aspectos da imagem corporal e sua associação com estilo de vida e composição corporal em adolescentes do sexo feminino. **Métodos:** Estudo transversal, com 405 adolescentes do sexo feminino de 14 a 19 anos, do município de Viçosa-MG, Brasil. A insatisfação, distorção e aspecto cognitivo da imagem corporal foram avaliados, respectivamente, pelo *Body Shape Questionnaire* (BSQ), escala de silhuetas e *Sociocultural Attitudes Towards Appearance Questionnaire – 3* (SATAQ-3). A análise de classe latente avaliou estilo de vida a partir da observação da atividade física, comportamento sedentário, consumo de álcool e tabaco. Peso, estatura, perímetro da cintura foram aferidos. A gordura corporal foi avaliada pelo equipamento de Absortometria de raios-X de Dupla Energia. **Resultados:** Participaram 405 adolescentes; que pertencentes à classe inativa-sedentária apresentaram 1,71 (IC95%: 1,08 - 2,90, $p = 0,047$) mais chances de se sentirem insatisfeitas, que as das classes ativo/sedentário e inativo/não sedentário. O modelo final da regressão logística múltipla verificou que as que praticavam atividade física moderada e vigorosa, tempo de tela elevado, consumo de álcool e com excesso de peso percentual de gordura corporal elevado tiveram associação com diferentes distúrbios da imagem corporal. **Conclusão:** As adolescentes classificadas como inativas e sedentárias apresentaram-se mais insatisfeitas com sua aparência física atual. A imagem corporal relacionou-se com diferentes medidas comportamentais do estilo de vida e com a composição corporal de adolescentes do sexo feminino.

Palavras-chave: Imagem corporal, Estilo de Vida, Adolescentes, Análise de Classes Latentes, Atividade Física, Comportamento sedentário.

Introdução

A imagem corporal é definida como a forma em que o indivíduo se percebe ou se sente em relação ao tamanho e contorno do próprio corpo (Cash, 2012). É considerada um constructo multidimensional, sustentada por duas dimensões: perceptiva e atitudinal. A dimensão perceptiva está relacionada com avaliação da distorção da forma física; enquanto que a atitudinal, avalia aspetos cognitivos, afetivos, comportamentais e a insatisfação corporal (Cash, Smolak, 2011).

A adolescência é uma fase da vida na qual a relação com a imagem corporal pode ser mais complexa devido às alterações corporais (Tsai et al., 2015). Além disso, os adolescentes tendem a sofrer influência da mídia e do meio sociocultural a apresentarem forma física esbelta, sem excesso de gordura corporal e com definição muscular (Amaral et al., 2015; Hausenblas et al., 2013). Por outro lado, adoção de um estilo de vida menos fisicamente ativo e mais sedentário vem sendo cada vez mais observado entre os adolescentes (Falbe et al. 2016; Guerra et al., 2016). Esses comportamentos, aliados a má alimentação podem resultar no sobrepeso ou obesidade (Moreno et al., 2014), que são fatores preponderantes no desenvolvimento de insatisfação e distorção corporal, principalmente em adolescentes do sexo feminino (Fahart, 2015).

Os distúrbios com a imagem corporal são alterações graves e persistentes nos componentes perceptivo e atitudinal, podendo trazer sofrimento e/ou prejuízos sociais, físicos e emocionais (Horndasch et al. 2015; Rohde et al., 2015). O agravamento destes distúrbios, associados a outros fatores, podem resultar na manifestação dos transtornos alimentares (Horndasch et al., 2015, Golden et al., 2016).

Segundo Shirasawa et al. (2015) o estilo de vida está relacionado com a composição corporal e com avaliação negativa da imagem corporal de adolescentes do sexo feminino. No entanto, há uma escassez de informações conclusivas que mostram relação da imagem corporal com diferentes medidas de avaliação do estilo de vida entre os adolescentes (Anez et al., 2016). Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar diferentes aspectos da imagem corporal e sua associação com estilo de vida e composição corporal em adolescentes do sexo feminino.

Materiais e Métodos

Trata-se de um estudo transversal, descritivo e analítico.

Amostra e casuística

A população do estudo foi composta por adolescentes de 14 a 19 anos, do sexo feminino, residentes no município de Viçosa-MG, Brasil, regularmente matriculadas em escolas da rede pública. A seleção amostral foi proporcional ao tamanho do conglomerado, com acréscimo do efeito de desenho estimado em 1.1, para corrigir a variância na amostragem utilizada para representar a população escolhida. As escolas públicas que ofereciam ensino médio foram consultadas para informar o número de alunas com idade entre 14 a 19 anos. No ano de 2014 o número de escolares referentes a faixa etária do estudo matriculadas foi de 1657 estudantes.

A partir dessa informação, o tamanho amostral foi calculado no programa StatCalc, do software EpiInfo™, versão 7.2.0.1 (Georgia, Estados Unidos). Foram selecionadas duas escolas com o maior contingente de adolescentes do sexo feminino na faixa etária pré-determinada para a seleção da amostra.

O cálculo do tamanho amostral considerou nível de confiança de 95%, prevalência de 35% da prevalência de insatisfação corporal em adolescentes do sexo feminino nas fases intermediária e final da adolescência (Miranda et al., 2014) e erro máximo admissível 5%. O resultado apresentado para o tamanho mínimo da amostra foi de 318 indivíduos, mais o adicional de 20% para cobrir possíveis perdas; verificou-se que a quantidade recomendada de participantes foi 382 adolescentes.

Para a participação, a adolescente deveria ter entre 14 a 19 anos, aceitar voluntariamente, ter permissão assinada dos responsáveis para as menores de 18 anos, ter apresentado menarca no mínimo a um ano, não ter conhecimento prévio de nenhum tipo de doença crônica ou infecciosa, não fazer uso de medicamento controlado, não participar de outra pesquisa que envolvesse avaliação da composição corporal ou do controle do estado nutricional.

Procedimentos de coleta de dados

Os procedimentos de coleta de dados tiveram início em junho de 2014 e término em dezembro de 2015. A primeira etapa da pesquisa ocorreu nas escolas, local onde a direção foi consultada e informada sobre a realização do estudo. Após o consentimento, houve contato com as estudantes para explicação detalhada de todos os procedimentos e entrega dos Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termo de Assentimento (TA) para serem devidamente assinados e entregues. Ambos continham

descritos detalhadamente todas as etapas que foram realizadas, além da garantia de segurança, sigilo e privacidade das informações coletadas.

A segunda etapa ocorreu na Divisão de Saúde (DSA) da Universidade Federal de Viçosa. As informações sócio-demográficas e avaliação do consumo de álcool e tabaco foram coletadas por integrantes do projeto de pesquisa. A idade foi calculada no *software WHO AnthroPlus* e categorizada em fase intermediária (de 14 a 16 anos) e final (17 a 19 anos) (WHO, 2005). A classificação socioeconômica baseou-se NO questionário proposto pela Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP) (2014).

Medidas de Avaliação do estilo de vida

O estilo de vida foi uma variável latente, isto é, não passível de observação direta, construída pela Análise de Classes Latentes (ACL) (Linzer, Lewis, 2011). Nesse tipo de procedimento, um número de variáveis ditas manifestas, que podem ser observadas diretamente, são utilizadas como instrumentos indiretos para medir uma variável latente que se supõe existir. Tanto as variáveis manifestas como a latente devem ser categóricas. Com a informação das variáveis manifestas, é possível elaborar um modelo estatístico que permite estimar a probabilidade de um dado indivíduo pertencer a cada uma das categorias da variável latente, chamadas classes latentes (Flynt et al., 2016). O significado de cada classe latente é atribuído pelo pesquisador tendo em vista o perfil dos indivíduos agrupados nela.

Neste estudo, a ACL do estilo de vida teve como variáveis manifestas: atividade física, comportamento sedentário, número de refeições, consumo de álcool e consumo de tabaco. Todas essas variáveis foram avaliadas durante 8 dias consecutivos. O primeiro dia de avaliação foi descartado para minimizar o efeito *Hawthorne*, que consiste na mudança de comportamento para atender ao que se consideram as expectativas do estudo (CORDER et al., 2008).

A atividade física foi avaliada pelo pedômetro da marca *Digiwalker SW 200* (Yamax, Japão), usando como ponto de corte o valor de 11.700 para classificação do número de passos entre comportamento ativo e inativo (Tudor-Locke et al., 2011). O recordatório de 24h (R24h) complementou esta avaliação (Bouchard et al., 1983; Bratteby et al., 1997). Neste instrumento as participantes marcaram em um período de 24h (a cada 15 minutos) as atividades realizadas, sendo consideradas atividades físicas moderadas à vigorosas (AFMV) aquelas com equivalente metabólico (MET) igual ou

acima de 3. O MET corresponde ao múltiplo da taxa metabólica basal que equivale à energia suficiente para um indivíduo se manter em repouso, representado na literatura pelo consumo de oxigênio (VO₂) de aproximadamente 3,5 ml/kg/min (Ainsworth et al., 2000). Considerou-se adequado o tempo médio diário no mínimo 60 minutos de AFMV (WHO, 2010).

O comportamento sedentário foi avaliado pelo tempo de tela (TT), tempo de tela do celular (TC) e tempo sentado dos dias de semana e final de semana. O TT foi contabilizado segundo o questionário proposto por Barros e Nahas (2003), o qual avaliou o tempo gasto por dia em frente à televisão, computador, vídeo game e *tablets*. O TC foi analisado separadamente dos demais aparelhos, sendo ambos classificados como elevados quando a média de tempo dos dias avaliados foi maior ou igual a 120 minutos, que é o valor preconizado pela Academia Americana de Pediatria (2011).

Conforme a seção quatro do *International Physical Questionnaire* (IPAQ) (GUEDES et al., 2005) analisou-SE o tempo sentado dos dias de semana e FDS. A média ponderada dessas duas informações permitiu estimar tempo sentado nos sete dias da semana. O percentil 75 (P75) foi usado como valor de referência para classificação do tempo sentado, devido à falta de um ponto de corte específico. O P75 do tempo sentado de todos dias foi 585 minutos.

O número de refeições diário foi registrado com base no desjejum, colação, almoço, lanche da tarde, jantar (ou lanche) e ceia. O valor médio dos sete dias foi calculado e posteriormente categorizado pelo percentil 50 (P50 = 4,0). O valor menor que P25 foi considerado baixo número de refeições.

O consumo de álcool e tabaco foram observados por dois módulos da versão curta do *Global School – Based Student Health Survey* (GSHS) (TENÓRIO et al., 2010). A opção de resposta representada pela letra “a” de todas as questões, mostrava que a adolescentes nunca teve nenhum tipo de consumo de álcool e tabaco. As demais respostas foram codificadas com uma pontuação numérica de ordem crescente para poder quantificar o consumo de bebida alcoólica e exposição ao tabaco.

Avaliação da composição corporal

Todas as medidas antropométricas foram realizadas por uma integrante da pesquisa, do sexo feminino e previamente treinada. O peso foi aferido em balança digital eletrônica da marca KRATOS, e para a estatura foi utilizado o estadiômetro portátil (Altuxata®, Belo Horizonte, Brasil). Foi calculado o Índice de Massa

Corporal (IMC) utilizando-se o *software Who AnthroPlus* e classificado de acordo com os pontos de corte de De Onis et al. (2007).

O percentual de gordura corporal total (%GC) foi avaliado pelo equipamento de Absortometria de raios-X de Dupla Energia (DXA) (Lunar Prodigy Advance DEXA System - analysis version: 13.31, GE Healthcare, Madison, WI, USA), estando todas as participantes em jejum de 12 horas. A classificação do %CG foi conforme os pontos de corte propostos por Williams et al. (1992).

Três grupos de avaliação da composição corporal foram criados a partir do IMC e do %GC. O Grupo 1 foi composto por adolescentes com baixo peso (BP) - eutrofia (EUT) e %GC adequada; Grupo 2, EUT - %GC elevada e Grupo 3, sobrepeso (SP) - obesidade (OB) e %GC elevado.

Para aferição do PC foi utilizado uma fita métrica com extensão de 2 metros, flexível e inelástica (Cardiomed®, São Luis, MA, Brasil), dividida em centímetros e subdividida em milímetros, sendo aferido no ponto médio entre a margem inferior da última costela e a crista ilíaca, no plano horizontal (WHO, 2008). Para a classificação do PC foi adotado o percentil 90 da própria população, conforme preconizado pela Federação Internacional de Diabetes (2007). A relação cintura/estatura foi obtida pela relação entre a medida da cintura (cm), e a da estatura (cm). O ponto de corte adotado para classificação da RCE foi 0,5, com variações sugeridas por Ashwell e Gibson (2014): baixa RCE menor que 0,4; RCE adequada entre 0,4 e 0,5; RCE elevada entre 0,5 e 0,6 e; RCE muito elevada maior que 0,6.

Avaliação da imagem corporal

A imagem corporal das adolescentes foi avaliada pela Escala de Silhuetas de Kakeshita et al. (2009), *Body Shape Questionnaire* (BSQ) (Conti et al., 2009) e *Sociocultural Attitudes Towards Appearance Questionnaire – 3* (SATAQ-3) (Amaral et al., 2015).

A Escala de Silhuetas foi validada para adolescentes brasileiros por Laus et al. (2013), é composta por 15 figuras, em forma de cartões plastificados, enumeradas no verso. Cada figura possui um valor médio de IMC que variam de 12,5 a 47,5 kg/m², sendo que a diferença entre cada escala pode variar $\pm 2,5$ kg/m².

A primeira figura selecionada foi aquela que melhor representava o corpo atual (silhueta atual – S.A), depois, foi escolhida a figura que melhor representava o corpo que ela gostaria de ter (silhueta ideal – S.I). A satisfação corporal foi avaliada pela

diferença entre a S.I e a S.A. Quando a diferença entre as escalas foi de -1 a +1, a adolescente foi classificada como satisfeita. Se a diferença foi maior que +1; insatisfação positiva e valor menor que -1, insatisfação negativa (Laus et al., 2013). A distorção corporal foi avaliada pela diferença entre o IMC da silhueta escolhida como atual e o IMC real mensurado. Assim, a distorção foi considerada quando a diferença entre o IMC da S.A e o IMC mensurado foi maior ou menor que 2,49 kg/m², que é o valor de diferença da variação de IMC das figuras. A diferença menor que -2,49 representava distorção negativa, valor maior que +2,49 mostrava uma distorção positiva.

O BSQ avaliou a insatisfação corporal, mais precisamente com o peso nas últimas 4 semanas. Foi validado para a população adolescente brasileira por Conti et al. (2009). Possui 34 itens na forma de escala *Likert* de pontos, que são respondidos pelo próprio participante. Cada pergunta do questionário possui opções de repostas de 1 a 6, sendo: 1 – nunca; 6 – sempre e 4 níveis de insatisfação com a aparência física de acordo com a pontuação final (< 80 pontos – não apresenta insatisfação corporal; de 80 a 110 pontos –leve insatisfação; de 110 a 139 pontos – moderada insatisfação; ≥ 140 pontos – indica grave insatisfação) (Conti et al., 2009).

O SATAQ-3 avaliou a dimensão cognitiva da imagem corporal. Este instrumento foi validado para a população adolescentes brasileira (Amaral et al., 2015), sendo composto por 30 perguntas destinadas a avaliar quatro aspectos: internalização geral dos padrões socialmente estabelecidos, pressão exercida por esses padrões, a mídia como fonte de informações sobre aparência e a internalização do ideal de corpo atlético. O escore total do SATAQ-3 é calculado pela soma das respostas, sendo que a maior pontuação representa maior influência dos aspectos socioculturais na imagem corporal. A classificação dos escore elevado do SATAQ-3 foi analisado pelo percentil 50 (P50 = 80 pontos), conforme sugerido por Alvarenga et al. (2010).

Análise estatística

A dupla digitação dos dados foi feita no *software* Excel (*Microsoft Office* 2013). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos softwares *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) for Windows*, versão 20.0 (IBM Corporation®, Nova Iorque, Estados Unidos), *STATA* versão 13.0 (StataCorp LP®, Texas, Estados Unidos) e *software* estatístico R (*R Development Core Team*, 2014) versão 3.2.2 (“*Fire Safety*”).

O nível de rejeição da hipótese de nulidade foi de $\alpha = 5\%$, para todos os testes descritos abaixo.

O teste de Kolmogorov-Smirnov, valores de assimetria e curtose constatarem que os dados não apresentaram distribuição normal, assim, utilizou-se, mediana e intervalo interquartilico para análise exploratória. Testes não paramétricos e análises com os dados categorizados foram utilizados para verificar relação entre as informações.

A análise de classe latente (ACL) foi usada para a modelagem da variável estilo de vida. Para isso, utilizou-se o pacote poLCA (*Polytomous Variable Latent Class Analysis*) (LINZER, LEWIS, 2011) disponível na biblioteca do software estatístico R (*R Development Core Team*, 2014). As variáveis manifestas AFMV, número de passos, TT, número de refeições e tempo sentado foram as variáveis manifestas selecionadas. A avaliação diagnóstica do modelo foi analisada pelos valores de Critério de Informação de Akaike (AIC), Critério Bayesiano de Schwarz (BIC), teste qui-quadrado *Goodness of fit* (χ^2) e entropia. A qualidade do modelo com a inclusão de covariáveis álcool, tabaco, idade e classe socioeconômica foi avaliada pelos valores do teste de razão de verossimilhança (G^2).

O teste de Mann-Whitney foi utilizado para análise comparativa entre dois grupos independentes, o teste de Wilcoxon verificou diferença entre os dias de semana e final de semana do mesmo grupo. A associação imagem corporal, medidas do estilo de vida e composição corporal foi avaliada pelo teste qui-quadrado (χ^2) e teste exato de Fisher.

A análise de regressão logística simples foi usada para avaliar a relação entre as classes latentes do estilo de vida e as medidas de imagem corporal. A razão de chances bruta (*Odds ratio* – OR) e o intervalo de confiança de 95% (IC95%) foi usada como medida de efeito. Variáveis como idade, classe socioeconômica, tempo sentado, consumo de álcool e tabaco foram usados no ajuste na criação das classes latentes estilo de vida, por isso, a opção por utilizar a OR bruta e não a ajustada. Para equilibrar a proporção de tamanho com a classe 1, as classes 2 e 3 foram analisadas conjuntamente nas análises de regressão logística simples e múltiplas.

A regressão logística múltipla foi usada para avaliar de forma independente as medidas de avaliação do estilo de vida e composição corporal com a variável dependente a imagem corporal. As variáveis explicativas que obtiveram valor de p inferior a 20% ($p < 0,20$), no modelo de regressão simples, foram inseridas pelo método

backward no modelo de regressão logística múltipla. Já as variáveis com menor significância foram retiradas uma a uma do modelo, até que o modelo mais ajustado fosse encontrado. Para verificação do ajuste do modelo, final utilizou-se o teste de Hosmer & Lemeshow. A OR ajustada com IC 95% foi utilizada como medida de efeito.

Aspectos éticos

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFV, com o número do Parecer 700.976.2014. Este estudo seguiu adequadamente as normas da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Todas as participantes só participaram da pesquisa após entrega do TCLE e do TA, assinados pelo responsável e pelo adolescente, respectivamente. Todas as adolescentes, individualmente, receberam retorno dos resultados, os quais também foram passados à direção das escolas.

Resultados

Das 611 adolescentes convidadas a participarem da pesquisa, 206 não foram incluídas; 131 não aceitaram participar, e 75 não atenderam os critérios de inclusão ou não passaram corretamente pelos procedimentos de avaliação do estilo de vida. Um total de 405 adolescentes participaram de todas as avaliações, havendo algumas perdas em determinadas variáveis. A média de idade foi 15,92 ($\pm 1,27$) anos, sendo 259 (69%) na fase intermediária. Mais da metade das adolescentes pertenciam as classes socioeconômica B2 e C1 (64,7%).

A análise de classes latentes foi realizada com 325 participantes, que foram as adolescentes que tiveram todas as variáveis manifestas do estilo de vida coletadas de forma completa (pressuposto da ACL). Com isso, gerou-se um modelo com 3 classes latentes: classe 1, representando as adolescentes com estilo de vida inativo e sedentário ($n = 252$; 77,5%); classe 2, representando aquelas com estilo de vida inativo e não sedentário ($n = 52$; 16,0%); e, por último, classe 3, agrupando adolescentes com estilo de vida ativo e sedentário ($n = 21$; 6,5%) (Figura 1). O consumo de álcool foi a única covariável do modelo que apresentou valores adequados de ajuste pelo teste de razão de verossimilhança em relação ao modelo nulo ($G^2 = 8,51$, $gl = 2$, $p = 0,014$). Também, observou-se que os tamanhos das classes, bem como a interpretação de suas características, foram considerados satisfatórios.

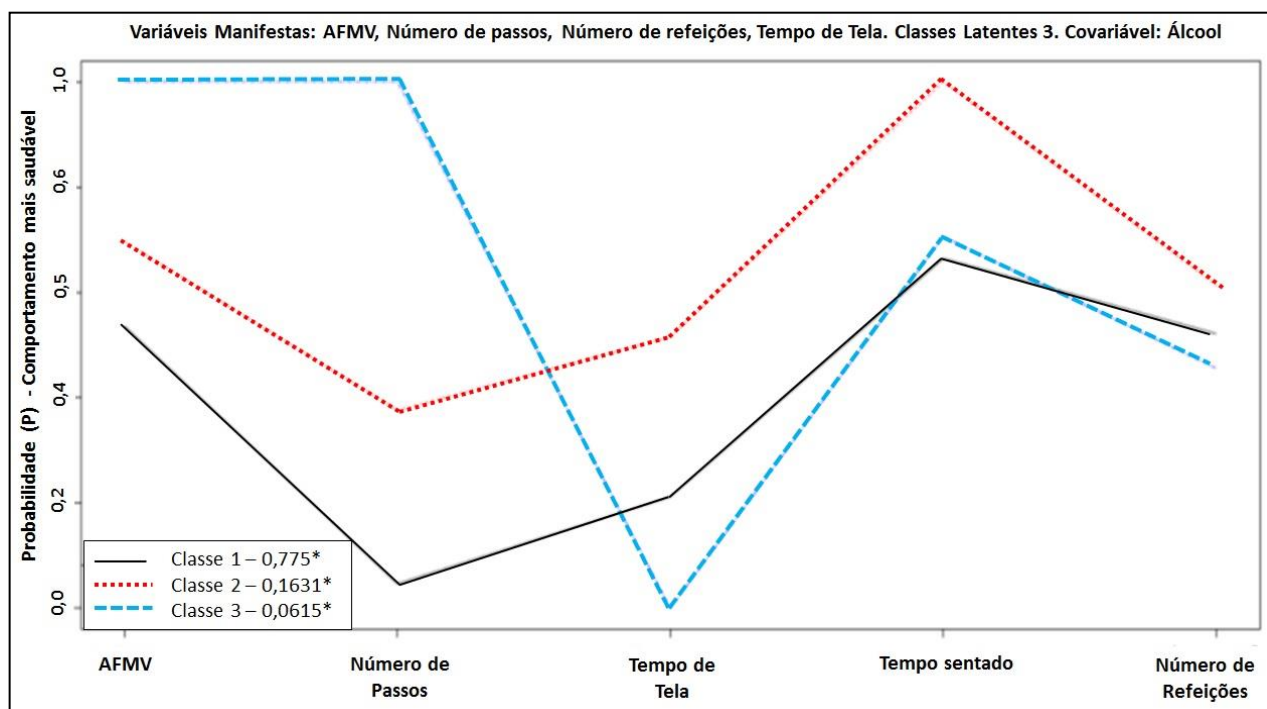


Figura 1 – Modelo selecionado da análise de classe latente das adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017. *Proporção do tamanho de cada classe.

Classe 1: Estilo de Vida Inativo e Sedentário; Classe 2: Estilo de Vida Inativo e Não Sedentário; Classe 3: Estilo de Vida Ativo e Sedentário. AFMV: atividade física moderada e vigorosa.

A maioria das adolescentes foi classificada como inativa pela avaliação do pedômetro (82,57%) e 41,55% relataram fazer menos que 60 minutos de AFMV por dia. O comportamento sedentário foi elevado, tanto pela avaliação do TT (72,90%), quanto pelo TC (65,31%). Aproximadamente 50% relataram fazer menos que 4 refeições por dia. Em relação ao consumo de álcool e tabaco, 56,3% e 62,5% responderam, pelo menos uma vez, já ter consumido álcool, ou ter ficado exposta ao tabaco (Tabela 1).

Tabela 1 – Frequência absoluta e relativa das variáveis do estilo de vida e composição corporal de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.

Variáveis Categóricas	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
AFMV (n = 386)*		
AFMV adequada	226	58,55
AFMV inadequada	160	41,45
#Número de passos (n = 396)*		
Ativo	69	17,43
Inativo	327	82,57
TT (n = 369)*		
TT Adequado	99	27,1
TT Elevado	269	72,9
TC (n = 369)*		
TC Adequado	128	34,39
TC Elevado	241	65,31
Álcool (n = 405)*		
Nunca consumiu	177	43,7
Já consumiu ou consome	74	56,3
Tabaco (n = 405)*		
Nunca usou	152	37,5
Já usou ou ficou exposta pelo menos 1 vez	253	62,5
IMC (kg/m²) (405)*		
Baixo Peso	9	2,2
Eutróficas	305	75,3
Sobrepeso	71	17,5
Obesidade	20	4,9
RCE (n = 405)*		
Baixa RCE	55	13,6
Adequada RCE	293	72,3
Elevada RCE	48	11,9
Muito Elevada RCE	9	2,2
Classificação IMC e %GC (n = 395)*		
BP, EUT e %GC adequada	179	45,31
EUT e %GC Elevada	126	31,90
SP, OB e %GC Elevada	90	22,79

AFMV: atividade física moderada e vigorosa; TT: tempo de tela; TC: tempo de celular; IMC: índice de massa corporal; RCE: relação cintura-estatura; %GC: percentual de gordura corporal; BP: baixo peso; EUT: eutrófico; SP: sobrepeso; OB: obesidade.

*Número de informações exato de cada variável.

#Ponto de corte do pedômetro 11700 (Tudor-Luke et al., 2011).

A média do IMC avaliado pela escala de silhuetas foi semelhante a média do IMC real aferido, 22,22 kg/m² e 21,73 kg/m², respectivamente. Mais de 75% das adolescentes foram categorizadas como eutróficas, porém, 54,68% tiveram %GC elevado. A RCE mostrou que 13,6% tinham RCE baixa e 14,1% RCE elevada.

Em relação à avaliação da imagem corporal, 51,37% estavam insatisfeitas com sua aparência física atual, sendo 35,66% com desejo por uma silhueta mais magra (insatisfação negativa). A maioria apresentou distorção corporal (52,87%), dessas, 27,18% se percebiam maiores que realmente eram (distorção negativa). O BSQ obteve pontuação média de 85,14 (± 33) pontos, 47,3% das adolescentes foram classificadas como insatisfeitas, dessas, 7,98% com insatisfação grave. A avaliação cognitiva da imagem corporal mostrou que 201 (51,41%) meninas apresentaram escore elevado do SATAQ-3. Foi encontrada associação entre o estilo de vida e a insatisfação corporal avaliada pela escala de silhuetas (Figura 2).

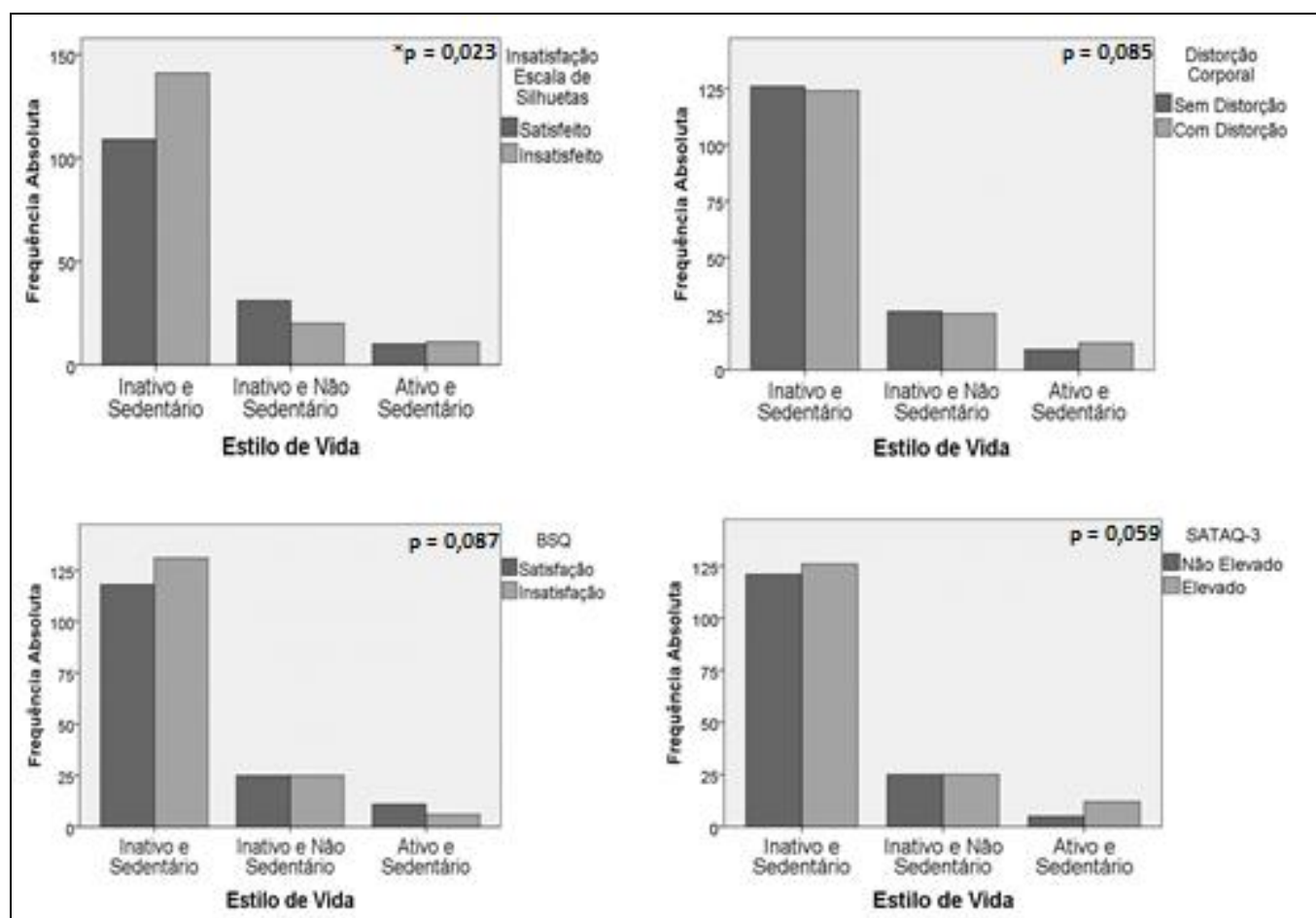


Figura 2: Associação entre a imagem corporal e as classes latentes da variável estilo de vida. Viçosa-MG, 2017. *valor de p do Teste Qui-quadrado $< 0,05$.

A análise de regressão simples constatou que as classes latentes do estilo de vida associaram-se com a insatisfação com a aparência física atual. As adolescentes pertencentes à classe inativa-sedentária apresentaram 1,71 (IC95%: 1,08 - 2,90, $p = 0,047$) mais chances de se sentirem insatisfeitas, que adolescentes das classes ativo/sedentário e inativo/não sedentário (Tabela 2).

Tabela 2 – Regressão logística simples entre avaliação da imagem corporal e as classes latentes do estilo de vida de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.

Classes Latentes do Estilo de Vida (322) [#]	Satisfação Escala de Silhuetas		<i>p</i> ^a	OR ^b	IC95%	<i>p</i> ^c
	Satisfeita n (%)	Insatisfeita n (%)				
Classe 3 e Classe 2 ^a	41 (12,7)	31 (9,6)	0,045*	1		
Classe 1	109 (33,9)	141 (43,8)		1,71	1,08-2,90	0,047*
	Distorção Corporal					
	Sem Distorção n (%)	Distorção n (%)				
Classe 3 e Classe 2 ^a	35 (10,9)	37 (11,5)	0,789	1		
Classe 1	126 (39,1)	124 (38,5)		1,07	0,636-1,81	0,789
	BSQ					
	Satisfação n (%)	Insatisfação n (%)				
Classe 3 e Classe 2 ^a	36 (11,4)	31 (9,8)	0,357	1		
Classe 1	118 (37,3)	131 (41,5)		1,13	0,75-2,21	0,389
	SATAQ-3					
	Escore normal	Escore Elevado				
Classe 3 e Classe 2 ^a	30 (9,6)	37 (11,8)	0,541	1		0,989
Classe 1	121 (38,5)	126 (40,1)		0,996	0,54-1,82	

^a Classe 2 e 3 foram agrupadas e consideradas como categoria de referência em relação a Classe 1. consideradas [#]Número exato de avaliados nas variáveis. ^a p valor do teste Qui-quadrado; ^bOdds Ratio bruto; ^c p valor estatística Wald; * p valor $\leq 0,05$; IC95%: intervalo de confiança de 95%. N: frequência absoluto; %: frequência relativa; BSQ: *Body Shape Questionnaire*; SATAQ-3: *Sociocultural Attitudes Towards Appearance Questionnaire* – 3. Classe 1: estilo de vida inativo e sedentário; Classe 2: estilo de vida inativo e não sedentário; Classe 3: estilo de vida: ativo e sedentário.

Analisando separadamente as medidas de avaliação do estilo de vida, observou-se que o número de refeições ($p < 0,05$), consumo de álcool ($p < 0,05$) e o tempo de tela ($p = 0,05$) se associaram com os diferentes métodos de avaliação da imagem corporal (Figura 3).

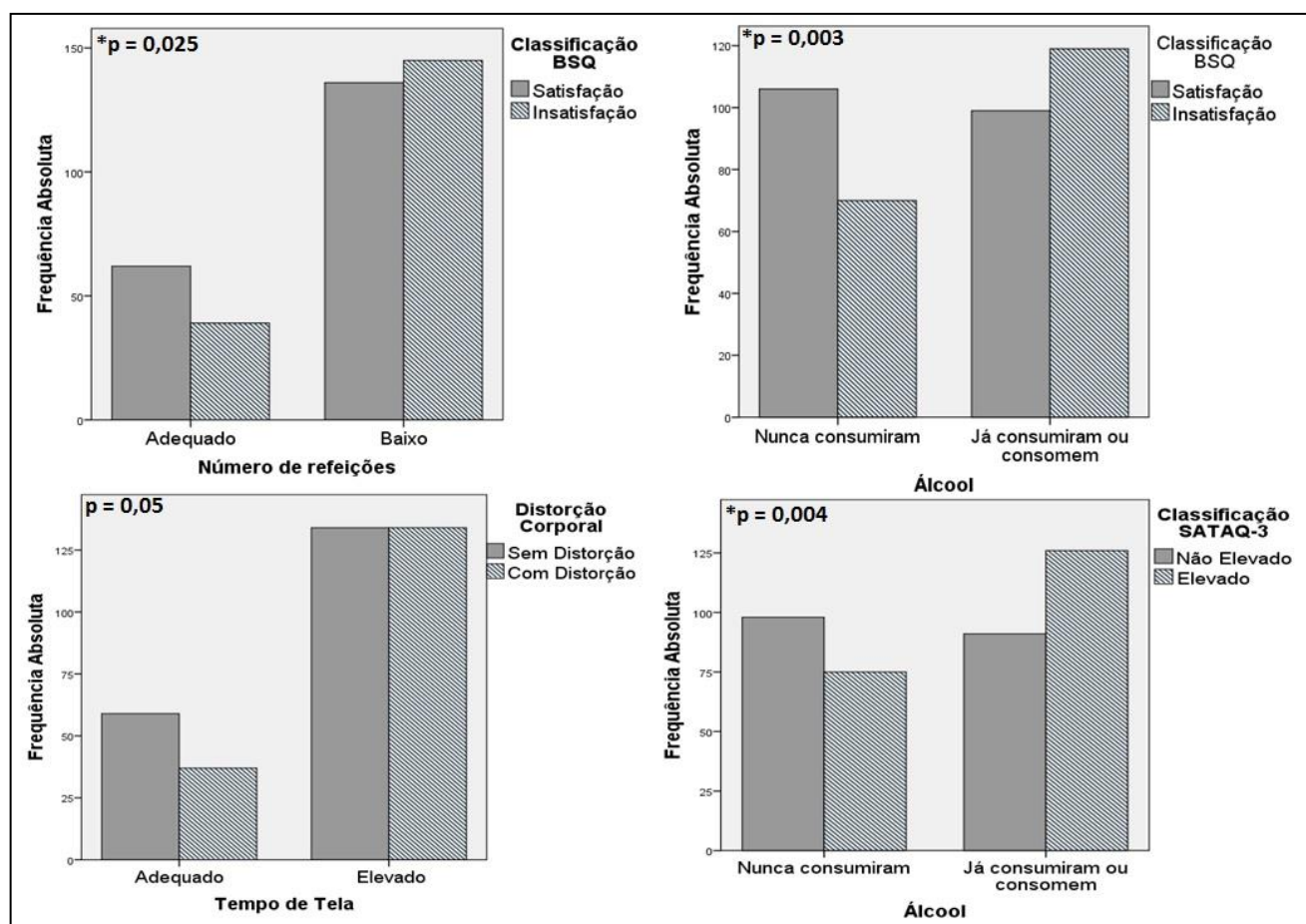


Figura 3: Associação da imagem corporal com as medidas de avaliação do estilo de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.

*valor de p ($< 0,05$) do Teste de Qui-quadrado. BSQ: *Body Shape Questionnaire*; SATAQ-3: *Sociocultural Attitudes Towards Appearance Questionnaire – 3*.

A regressão logística simples constatou que, adolescentes com RCE elevada (OR: 5,79, IC95%: 2,92-11,48, $p < 0,001$), eutróficas com %GC elevada (OR: 2,24, IC95%: 1,40-3,5, $p < 0,001$) e com sobrepeso-obesidade e %GC elevado (OR: 6,5, IC95%: 3,59-11,76, $p < 0,001$) foram mais insatisfeitas com sua silhueta atual.

As adolescentes com TT elevado (OR: 1,59, IC95%: 0,991-2,566, $p = 0,05$), com sobrepeso-obesidade e %GC elevado (OR: 2,80 IC95%: 1,646-4,768), $p < 0,001$) apresentaram maior distorção corporal em relação às com TT adequado e eutróficas com %GC adequado.

Em relação à avaliação cognitiva da imagem corporal, verificou-se que as adolescentes que declararam ter consumido ou que ainda consomem álcool apresentaram 1,80 (IC95%: 1,20-2,71, $p = 0,004$) mais chances de terem escores elevados no SATAQ-3, que mostra maior influência da mídia e do meio sociocultural na aparência física.

As adolescentes com baixo número de refeições (OR: 1,69, IC95%: 1,06-2,69), $p=0,026$), consumo de álcool (OR: 1,82, IC95%: 1,217-2,723, $p=0,004$), RCE elevado (OR: 8,71, IC95%: 2,77-7,56 $p<0,001$), eutróficas com %GC elevado (OR: 4,58, IC95%: 8,65-33,072, $p<0,001$) e adolescentes com sobrepeso-obesidade e %GC elevado (OR: 16,915, IC95%: 8,65-33,072, $p<0,001$) apresentaram mais chances de insatisfação com peso corporal.

O modelo final da regressão logística múltipla de cada aspecto da imagem corporal avaliado foi apresentado na Tabela 3. Em relação a insatisfação com a silhueta atual, verificou-se que as meninas que praticavam AFMV de forma adequada (acima de 60 minutos por dia), com IMC e %GC elevados foram mais insatisfeitas. Apenas adolescentes com IMC e %GC elevados apresentaram distorção da imagem corporal. A insatisfação com peso corporal (BSQ) mostrou-se associada com o tempo de tela elevado, consumo de álcool e com excesso de peso e %GC elevado. Por fim, o modelo com SATAQ-3 identificou que as adolescentes que já consumiram álcool tiveram avaliação cognitiva negativa da imagem corporal.

Tabela 3 - Regressão Logística múltipla entre as medidas de avaliação da imagem corporal, variáveis do estilo de vida e composição corporal de adolescentes do sexo feminino. Viçosa-MG, 2017.

Insatisfação Escala de Silhuetas[#]	OR^a	IC95%		p^b
AFMV Adequado	1			
AFMV Inadequado	0,64	0,41	0,998	0,048*
Ativo número de passos	1			
Inativo número de passos	1,54	0,88	2,86	0,123
BP-EUT e %GC baixa-adequada	1			
EUT e %GC Elevada	2,54	1,56	4,13	<0,001*
SP-OB e %GC Elevada	6,85	3,69	12,69	<0,001*
Goodness of fit		0,317		
Distorção Imagem corporal[#]				
NR Adequado	1			
NR baixo	0,65	0,41	1,05	0,082
BP-EUT e GC baixa-adequada	1			
EUT e %GC Elevada	1,11	0,7	1,77	0,633
SP-OB e %GC Elevada	2,8	1,64	4,76	<0,001*
Goodness of fit		0,4		
Insatisfação BSQ[#]				
TT Adequado	1			
TT Elevado	1,5	1,28	2,88	0,016*
Nunca Consumiram Álcool	1			
Já Consumiram Álcool	1,89	1,15	3,09	0,011*
BP-EUT e %GC baixa-adequada	1			
EUT e %GC Elevada	4,83	2,8	8,33	<0,001*
SP-OB e %GC Elevada	16,51	8,19	33,28	<0,001*
Goodness of fit		0,905		
Classificação SATAQ-3[#]				
TC Adequado	1			
TC Elevado	1,24	0,79	1,95	0,333
Nunca Consumiram Álcool	1			
Já Consumiram Álcool	2,02	1,31	3,09	0,001*
Goodness of fit		0,968		

OR^a: Odds Ratio ajustada regressão logística múltipla; [#]variáveis que tiveram valor de p <0,20 na regressão logística simples; b: valor de p de estatística Wald; *valor p <0,05. IC95%: intervalo de confiança de 95%. NR: número de refeições; %GC: percentual de gordura corporal; BSQ: Body Shape Questionnaire; SATAQ-3: Sociocultural Attitudes Towards Appearance Questionnaire – 3; AFMV: atividade física moderada e vigorosa; TT: tempo de tela; TC: tempo de celular; BP: baixo peso; EUT: eutrófico; SP: sobrepeso; OB: Obeso.

Algumas variáveis foram apresentadas nos modelos sem valores significativos, porém, tiveram de ser mantidas por terem apresentado influência nos valores de ajustes caso fossem retiradas.

Discussão

A imagem corporal teve relação com o estilo de vida de adolescentes do sexo feminino. As mais insatisfeitas com a silhueta atual foram aquelas classificadas com estilo de vida inativo e sedentário. Também, foi constatado que, o número de refeições, prática de atividade física moderada e vigorosa, consumo de álcool, tempo de tela elevado, excesso de peso e percentual de gordura corporal elevado foram fatores que associaram a avaliação negativa da imagem corporal.

Pesquisadores como Flynt et al. (2016) e Leech et al. (2014) concluíram que a avaliação de comportamentos relacionados ao estilo de vida em uma única variável latente pode apresentar relações com outros desfechos que avaliam as condições de saúde. A variável latente, ou construto, não é observada diretamente, mas sim mensurada indiretamente através de duas ou mais variáveis manifestas (Collins e Lanza, 2010). Por isso, pode ser considerada uma análise mais robusta com mais chances de associar-se a outros desfechos, como por exemplo, na avaliação da imagem corporal.

Outros estudos também constaram a associação entre medidas de avaliação do estilo de vida e imagem corporal de adolescentes. Shirasawa et al. (2015) constataram que dieta, atividade física habitual, comportamento sedentário, sobrepeso/obesidade estão associados com a imagem corporal de adolescentes do sexo feminino. Anez et al. (2016) consideraram que a insatisfação corporal é uma barreira para a prática regular de atividade física moderada e vigorosa. Os resultados encontrados mostraram que meninas nas classes ativas/sedentárias e inativas/não sedentárias estiveram mais satisfeitas com a aparência física atual que adolescentes inativa e sedentárias.

De modo contrário, quando as medidas de avaliação do estilo de vida foram analisadas separadamente, observou-se que as que praticavam mais de 60 minutos por dia de AFMV (adequada) estavam mais insatisfeitas do que aquelas com tempo AFMV inadequado (menos que 60 minutos por dia). Resultado que vai de acordo com os argumentos de Heinberg et al. (2001) e Rech et al. (2010), os quais relatam que a insatisfação com a imagem corporal pode estar relacionada a maior adesão e prática de atividade física. Esta última premissa deve ser tomada com cautela, pois há vários estudos que mostram que a insatisfação corporal pode ser uma barreira para prática regular de atividade física (Kopcakova et al., 2014).

O comportamento sedentário foi elevado entre as adolescentes, aproximadamente 60% tiveram tempo de tela e celular acima de 120 minutos por dia,

valores acima do recomendado pela Academia Americana de Pediatria (2011). O crescimento nos últimos anos na acessibilidade a esta tecnologia destaca a importância de pesquisar a relação entre uso de computador, *tablets* e *smartphones* na avaliação da imagem corporal (Anez et al., 2016). Thorp et al. (2011) verificaram que em adultos, o tempo de TV e computador elevado está relacionado ao ganho de peso, risco de obesidade, diminuição da autoestima, redução do desempenho acadêmico, depressão e como um potencial fator de risco para transtornos alimentares. Estes resultados com adolescentes não são conclusivos.

No presente estudo, as meninas com TT elevado apresentaram 1,5 vezes (IC95%: 1,28-2,88, $p=0,016$) mais chances de terem insatisfação corporal (BSQ). Outro resultado observado, foi que, as adolescentes com TT adequado apresentaram menos distorção corporal ($p=0,05$). Maior tempo de tela pode representar maior exposição à mídia, fator que condiciona a internalização de um tipo de corpo magro, que é o mais idealizado por adolescentes do sexo feminino (Horndasch et al., 2015; Cafri et al., 2005).

As tentativas iniciais de perder peso comendo de forma saudável podem progredir para restrição dietética excessiva, períodos prolongados de fome, uso de vômitos auto induzidos, pílulas dietéticas ou laxantes (Golden et al., 2016). O baixo número de refeições foi observado nas adolescentes com insatisfação com peso (Figura 2). Isso mostra que a insatisfação corporal pode condicionar a diminuição do número de refeições, visando a perda rápida de peso e alcance do corpo desejado.

Para Golden et al. (2016), dieta definida como restrição calórica com o objetivo de perda de peso é considerado um fator de risco para obesidade e transtornos alimentares. Alguns adolescentes podem interpretar inadequadamente o que é "comer saudável" e se envolver em comportamentos alimentares não adequados, como deixar de realizar refeições ou usar dietas da moda para atingir a aparência física ideal (Lebow et al., 2015).

Além baixo número de refeições, o consumo de álcool e tabaco, foram observados nas adolescentes, e também, se relacionaram com a avaliação negativa da imagem corporal. As mais insatisfeitas com o peso e com avaliação cognitiva negativa da imagem corporal relataram ter consumido ou consumirem álcool (Tabela 3 e Figura 2). A inter-relação entre álcool, tabaco e maconha com distúrbios da imagem corporal não é bem discutida ou documentada atualmente entre os adolescentes (Gutierrez et al., 2015).

No entanto, em adultos e adolescentes com sintomas de transtornos alimentares tendem a mostrar maior consumo de uso álcool, tabaco e outras drogas em relação as pessoas saudáveis (Castro-Fornieles et al., 2010). Gutierrez et al. (2015) encontraram associação positiva entre consumo de bebidas alcoólicas e tabaco com comportamento alimentar de risco em adolescentes de ambos os sexos de Barcelona, Espanha.

As medidas de avaliação de composição corporal associaram-se com avaliação negativa da imagem corporal. As adolescentes com sobrepeso-obesidade e %GC elevado tiveram distorção corporal e foram mais insatisfeitas com a silhueta atual e com peso (BSQ), em relação às meninas com baixo peso, eutróficas e %GC adequado. A imagem corporal está diretamente relacionada com o excesso de peso avaliado pelo IMC (Fahart, 2015; Fahart et al., 2014). Na presente pesquisa, o %GC foi um fator que condicionou ainda mais a avaliação negativa da imagem corporal, confirmando a rejeição que adolescentes do sexo possuem com excesso de gordura no corpo.

Adolescentes do sexo feminino com sobrepeso/obesidade ou que se percebem como tal, sentem mais dificuldades de se alcançar um corpo magro idealizado, criando assim, um estado interno constante de estresse (Kraye et al., 2008). A avaliação negativa da imagem corporal está associada múltiplos comportamentos não saudáveis (Paxton et al., 2006), incluindo problemas de saúde mental (depressão, baixa autoestima) (Ali et al., 2010), auto relato de problemas de saúde (Muennig et al., 2008), álcool, tabaco e drogas ilícitas; menor envolvimento na prática de atividade física (Iannotti et al., 2009), aumento do comportamento sedentário (Iannotti et al., 2009) e escolhas dietéticas precárias (dieta pouco saudável, má ingestão alimentar).

Estigma com peso, discriminação e percepção de sobrepeso obesidade pode contribuir com excesso de peso por serem considerados “formas de gatilho” para maior produção de hormônio de estresse, como, o cortisol (Fahart, 2015). Este hormônio auxilia no armazenamento de gordura e no aumento do apetite, fatores associados ao ganho de peso. Quanto mais o indivíduo é exposto a situação de estresse por causa da obesidade, mais será estimulado a produção de cortisol, conseqüentemente, aumentando a manifestação de fatores associados ao excesso de peso (Tomiya, 2014; Fahart et al., 2014).

O delineamento transversal pode ser considerado uma limitação do estudo por não investigar a relação de causa e efeito entre a imagem corporal, estilo de vida e composição corporal de adolescentes do sexo feminino. Outro aspecto limitante da pesquisa foi a forma subjetiva utilizada para coletar dados de atividade física e

comportamento sedentário, ou seja, informações obtidas por instrumentos de autorrelato e autoavaliação. No entanto, a avaliação da atividade física foi feita também pelo pedômetro (método objetivo) e o comportamento sedentário avaliado com a informação do tempo de tela de diferentes aparelhos (TV, computador, vídeo game, *tablets* e celular), além da anotação do tempo sentado feita pelo questionário internacional de atividade física. A avaliação durante os sete dias foi importante, pois permitiu maior investigação e controle dos comportamentos habituais das adolescentes praticados em mais dias da semana e final de semana.

A relevância do estudo foi ter avaliado a relação entre estilo de vida, analisado por meio da análise de classe latente, com diferentes aspectos da imagem corporal - insatisfação com a silhueta atual, distorção corporal, insatisfação com peso (BSQ) e avaliação cognitiva da imagem corporal (SATAQ-3). Segundo Laus et al. (2014), além da insatisfação corporal, outros aspectos da imagem corporal não são comumente investigados entre os adolescentes (Laus et al., 2014). Outro aspecto relevante, foi a avaliação da composição corporal de forma conjunta entre IMC e o percentual de gordura corporal feita pelo DXA, que é considerado método de referência (Fahart, 2015). Com isso, foi possível identificar se as adolescentes eutróficas tiveram o %GC adequado ou elevado, fatores que foram determinantes na associação com a imagem corporal.

Segundo Fahart et al. (2014) e Fahart (2015), o excesso de peso, principalmente de gordura corporal, pode desencadear estresse causado pela avaliação negativa da imagem corporal, e por sua vez, inibir a adoção da prática regular de atividade física e diminuição do comportamento sedentário. Por isso a importância de se avaliar concomitantemente medidas de avaliação do estilo de vida com diferentes métodos de avaliação da composição corporal.

Conclusão

As adolescentes classificadas como inativas e sedentárias apresentaram-se mais insatisfeitas com sua aparência física atual em relação às ativas-sedentárias e inativas-não sedentárias. A imagem corporal teve relação com diferentes medidas de avaliação do estilo de vida e com a composição corporal. Também foi constatado que o número de refeições, atividade física moderada e vigorosa elevada, consumo de álcool, tempo de tela elevado, excesso de peso e percentual de gordura corporal elevado relacionaram-se

com a distorção corporal, insatisfação com o peso e avaliação cognitiva negativa da imagem corporal.

Estudos que avaliam de forma mais completa diferentes medidas do estilo de vida e da composição corporal são necessários para a elaboração de intervenções mais eficazes, que possam evitar a manifestação excessiva dos distúrbios da imagem corporal. Assim, consequentemente, a adoção de comportamentos não saudáveis que visam o alcance da aparência física idealizada podem ser inibidos, deixando de prejudicar o desenvolvimento físico, psíquico e social dos adolescentes.

Referências

- Ali MM, Fang H, Rizzo JA: Body weight, self-perception and mental health outcomes among adolescents. *J Ment Health Policy Econ* 2010; 13: 53–63.
- Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32:S498-516.
- Alvarenga MS, Dunker KLL, Philippi ST, Scagliusi FB. Media influence in female university students in all Brazilian regions. *J Bras Psiquiatr.* 2010;59(2):111-118.
- Amaral, ACS, Conti MA, Ferreira MEC, Meireles JF. Avaliação Psicométrica do Questionário de Atitudes Socioculturais em Relação à Aparência-3 (SATAQ-3) para Adolescentes. *Psic.: Teor. e Pesq.* 2015; 31(4): 471-479.
- American Academy of Pediatrics; Council on Communications and Media. Children, adolescents, obesity, and the media. *Pediatrics.* 2011;128:201.
- Añez E, Fornieles-Deu A, Fauquet-Ars J, López-Guimerà G, Puntí-Vidal J, Carracedo DS. Body image dissatisfaction, physical activity and screen-time in Spanish adolescents. *J Health Psychol* 2016; 4: 1–12.
- Ashwell M, Gibson S. A proposal for a primary screening tool: ‘Keep your waist circumference to less than half your height’. *BMC Medicine* 2014;12: 207.
- Barros MVG, Nahas MV. Medidas da atividade física: teoria e prática em diversos grupos populacionais. Ed. 1, Londrina: Midiograf; 2003.
- Bouchard C, Tremblay A, Leblanc C, Lortie G, Savard R, Thériault G. A method to assess energy expenditure in children and adults. *Am J Clin* 1983; 37: 461-467.
- Bratteby LE, Sandhagen BO, Fan H, Samuelson G. A 7-day activity diary for assessment of daily energy expenditure validated by the doubly labelled water method in adolescents. *Eur J Clin Nutr* 1997a; 51:585-591.

Cafri G, Yamamiya Y, Brannick M, Thompson JK. The influence of sociocultural factors on body image: A meta-analysis. *Clin Psychol Sci* 2005; 12: 421–433.

Cash TF, Smolak L. *Body Image, Second Edition: A Handbook of Science, Practice, and Prevention* 2nd Edition, 2011, The Guilford Press, New York. p. 3-12.

Cash TF. Cognitive-behavioral perspectives on body image. In: Cash TF, editor. *Encyclopedia of body image and human appearance*. Oxford: Elsevier; p. 334-42, 2012.

Castro-Fornieles J, Díaz R, Goti J, Gonzalez L, Serrano L, Gual A. Prevalence and factors related to substance use among adolescents with eating disorders. *Eur Addict Res* 2010; 16: 61–68.

Chinapaw MJ, Mokkink LB, van Poppel MN, van Mechelen W, Terwee CB: Physical activity questionnaires for youth: a systematic review of measurement properties. *Sports Med* 2010; 40:539–563.

Conti MA, Cordas TA, Latorre MRDO. A study of the validity and reliability of the Brazilian version of the Body Shape Questionnaire (BSQ) among adolescents. *Rev. Bras. Saúde Matern. Infant* 2009; 9(3): 331-338.

Corder K, Ekelund U, Steele RM, Wreham NJ, Brage S. Assessment of physical activity in youth. *J Appl Physiol* 2008; 105(3): 977-987.

De Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ* 2007; 85: 660-7

Estima CCP, Costa RS, Sichieri R, Pereira RA, Veiga GV. Meal consumption patterns and anthropometric measurements in adolescents from a low socioeconomic neighborhood in the metropolitan area of Rio de Janeiro, Brazil. *Appetite* 2009; 52: 735-9.

Falbe J, Willett C, Rosner B, Field AE. Body mass index, new modes of TV viewing and active video games. *Pediatric Obesity*. World Obesity Federation 2016;1 – 8.

Farhat T, Iannotti RJ, Caccavale LJ. Adolescent Overweight, Obesity and Chronic Disease-Related Health Practices: Mediation by Body Image. *Obes Facts* 2014;7: 1–14.

Farhat T. Stigma, obesity and adolescent risk behaviors: current research and future directions. *Curr Opin Psychol* 2015; 5: 56–66.

Flynt A. A Survey of Popular R Packages for Cluster Analysis Abby Flynt *J Educ Behav Stat*. 2016, 41 (2), p. 205–225.

Golden NH, Schneider M, Wood C. Preventing Obesity and Eating Disorders in Adolescents. Clinical Report Guidance for the Clinician in Rendering Pediatric Care. *Pediatrics* 2016; 138(3): e1-10.

Guedes DP, Lopes CC, Guedes JERP. Reproducibility and validity of the International Physical Activity Questionnaire in adolescents *Rev Bras Med Esporte* 2005; 11(2): 147e-167e.

Guerra PH, Farias Junior JC, Florindo AA. Comportamento sedentário em crianças e adolescentes brasileiros: revisão sistemática. *Rev. Saúde Pública*. 2016;50(9):1-15

Gutiérrez T, Espinoza P, Penelo E, Mora M, González ML, Rosés R, Raich RM. Association of biological, psychological and lifestyle risk factors for eating disturbances in adolescents. *J Health Psychol* 2015; 20(6): 839–849.

Haug E, Rasmussen M, Samdal O, Iannotti R, Borraccino A, Vereecken C, Melkevik O, Lazzeri G, Giacchi M, Ercan O, Due P, Ravens-Sieberer U, Currie C, Morgan A, Ahluwalia N. Overweight in school-aged children and its relationship with demographic and lifestyle factors: results from the WHO-Collaborative Health Behaviour in Schoolaged Children (HBSC) Study. *Int J Public Health* 2009; 54(Supl. 1):167-179.

Hausenblas HA, Campbell A, Menzel JE, Doughty J, Levine M, Thompson JK. Media effects of experimental presentation of the ideal physique on eating disorder symptoms: A meta-analysis of laboratory studies. *Clin Psychol rev* 2013; 33(1): 168-181.

Heinberg L, Thompson J and Matzon J Body image dissatisfaction as a motivator for healthy lifestyle change: Is some distress beneficial? In: Striegel-Moore RH and Smolak L (eds) *Eating disorders: Innovative directions in research and practice*. Washington, DC: American Psychological Association 2001, pp. 215–232.

Horndasch S, Heinrich H, Kratz O, Mai S, Graap H, Moll GH. Perception and evaluation of women's bodies in adolescents and adults with anorexia nervosa. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci* 2015; 265: 677–687.

Iannotti RJ, Janssen I, Haug E, Kololo H, Annaheim B, Borraccino A; HBSC Physical Activity Focus Group: Interrelationships of adolescent physical activity, screen-based sedentary behaviour, and social and psychological health. *Int J Public Health* 2009; 54(suppl 2):191–198.

International Diabetes Federation – IDF. The IDF definition of the Metabolic Syndrome in children and adolescents 2007 [acessado dezembro de 2015]: [//www.idf.org/home](http://www.idf.org/home).

Kakeshita IS, Silva AIP, Zanatta IP, Almeida SS. Estudo de Validação e Fidedignidade de Escalas de Silhuetas Brasileiras em Adolescentes. *Psic.: Teor. e Pesq* 2009; 25(2): 263-270.

Kasprzyk I. Latent Class Model in the Software. *Acta Universitaris Loszienses Folia Oeconomica*, 135, 2010.

Kopcakova J, Veselska Z, Geckova A, et al. (2014) Is being a boy and feeling fat a barrier for physical activity? The association between body image, gender and physical activity among adolescents. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 11(11): 11167–11176.

Krayer A, Ingledew DK, Iphofen R: Social comparison and body image in adolescence: a grounded theory approach. *Health Educ Res* 2008; 23: 892–903.

Lanza ST, Rhoades BL. Latent class analysis: an alternative perspective on subgroup analysis in prevention and treatment. *Prev Sci.* 2013;14(2):157–68.

Laus MF, Almeida SS, Murarole MB, Braga-Costa TM. Estudo de Validação e Fidedignidade de Escalas de Silhuetas Brasileiras em Adolescentes. *Psic.: Teor. e Pesq.* 2013; 29(4): 403-409.

Laus MF, KakeshitA IS, Costa TMB, Ferreira MEC, Fortes LS, Almeida SS. Body image in Brazil: recent advances in the state of knowledge and methodological issues. *Rev Saúde Pública* 2014; 48(2): 331-346.

Lebow J, Sim LA, Kransdorf LN. Prevalence of a history of overweight and obesity in adolescents with restrictive eating disorders. *J Adolesc Health.* 2015;56(1): 19–24.

Leech RM, Mcnaughton AS, Timperio A. The clustering of diet, physical activity and sedentary behavior in children and adolescents: a review. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2014; 11: 4-8.

Linzer DA, Lewis JB. poLCA: An R Package for Polytomous Variable Latent Class Analysis. *J Stat Softw.* 2011; 42(10): 1-29.

Miranda VPNM, Conti MA, Carvalho PHB, Bastos RR, Ferreira ME. Body image in different periods of adolescence. *Rev Paul Pediatr* 2014;32(1):63-9.

Moreno LA, Gottrand F, Huybrechts I, Ruiz JR, González-Gross M, Dehenauw S. et al. Nutrition and Lifestyle in European Adolescents: The HELENA (Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence) Study. *American Society for Nutrition. Adv. Nut,* 2014; 5: p. 615S–623S, 2014.

Muennig P, Jia H, Lee R, Lubetkin E: I think therefore I am: perceived ideal weight as a determinant of health. *Am J Public Health* 2008; 98: 501–506.

Paxton SJ, Eisenberg ME, Neumark-Sztainer D: Prospective predictors of body dissatisfaction in adolescent girls and boys: a five-year longitudinal study. *Dev Psychol* 2006; 42: 888–899.

Rech CR, Araújo EDS, Vanat JR. Self-perception of body image in physical education course students. *Rev. Bras. Educ. Fís. Esporte* 2010; 24(2): 285-92.

Rey-Lopez JP, Tomas C, Vicente-Rodriguez G, Gracia-Marco L, Jimenez-Pavon D, Perez-Llamas F, Redondo C, Bourdeaudhuij ID, Sjostrom M, Marcos A, et al: Sedentary behaviours and socio-economic status in Spanish adolescents: the AVENA study. *Eur J Public Health* 2011, 21:151–157.

Ridley K, Ainsworth BE, Olds TS. Development of a Compendium of Energy Expenditures for Youth. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2008; 5(45): 1-26.

Rohde P, Stice E, Nathan Marti C. Development and Predictive Effects of Eating Disorder Risk Factors During Adolescence: Implications for Prevention Efforts. *Int J Eat Disord* 2015; 48:187–198.

Schofield WN. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum. Nutr.: Clin. Nutr* 1985;39(Suppl): 15±41.

Shirasawa T, Ochiai H, Nanri H, Nishimura N, Ohtsu T, Hoshino H. et al. The relationship between distorted body image and lifestyle among Japanese adolescents: a population-based study. *Arch Public Health* 2015: 73:32.

Sutter C, Nishina A, Adams RE. How you look versus how you feel: Associations between BMI z-score, body dissatisfaction, peer victimization, and selfworth for African American and white adolescents. *J Adolesc* 2015; 43:20–28.

Tenório MCM, Barros MVG, Tassitano RM, Bezerra J, Tenório JL. Atividade física e comportamento sedentário em adolescentes estudantes do ensino médio. *5 Rev Bras Epidemiol* 2010; 13(1): 105-17.

Thorp AA, Owen N, Neuhaus M, Dunstan DW. Sedentary behaviors and subsequent health outcomes in adults a systematic review of longitudinal studies, 1996-2011. *Am J Prev Med* 2011; 41(2):207- 215.

Tomiyama AJ. Weight stigma is stressful. A review of evidence for the cyclic obesity/weight-based stigma model. *Appetite* 2014, 82:8-15.

Tsai MC, Strong C, Lin CY. Effects of pubertal timing on deviant behaviors in Taiwan: A longitudinal analysis of 7th- to 12th-grade adolescents. *J Adolesc* 2015; 42: 87–97.

Tudor-Loocke C, Craig CL, Beets MW, Belton S, Cardon GM, Duncan Set al. How Many Steps/Day are Enough? for Children and Adolescents. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2011; 8(78):1-14.

Waters E, de Silva-Sanigorski A, Hall BJ, Brown T, Campbell KJ, Gao Y, Armstrong R, Prosser L, Summerbell CD: Interventions for preventing obesity in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2011, 12, CD001871.

Williams DP, Going SB, Lohman TG, Harsha DW, Srinivasan SR, Webber LS, et al. Body fatness and risk for elevated blood pressure, total cholesterol, and serum lipoprotein ratios in children and adolescents. *Am J Public Healt* 1992; 82(3): 358-63.

World Health Organization (WHO). Global recommendations on physical activity for health. Geneva: World Health Organization; 2010.

World Health Organization. Nutrition in adolescence: issues and challenges for the health sector: issues in adolescent health and development. Geneva: WHO, 2005.

World Health Organization. Waist circumferences and waist-hip ratio: report of a WHO expert consultation, Geneva, World Health Organization, 2008.

10) CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluimos com este estudo que o estilo de vida inativo e sedentário, o excesso de peso, a gordura corporal total e central elevada associaram-se com fatores de risco para doenças cardiometabólicas, abundância do filo Firmicutes, concentrações dos ácidos graxos de cadeia curta e avaliação negativa da imagem corporal de adolescentes do sexo feminino.

O estilo de vida foi avaliado de forma precisa e objetiva pela análise de classe latente (ACL), a partir da mensuração do nível de atividade física, comportamento sedentário, frequência alimentar, classe socioeconômica, consumo de álcool e tabaco. Identificou-se três grupos de classes latentes, sendo o estilo de vida “inativo e sedentário” (classe 1) representado pelo maior percentual de adolescentes (77,5%). Não houve classificação do estilo de vida considerado, concomitantemente, ativo e não sedentário. Além do mais, as adolescentes apresentaram baixa média do número de passos, elevado tempo de tela e celular, baixa frequência de dias de consumo de frutas e elevado número de participantes que, pelo menos uma vez, relataram já ter consumido álcool ou foram expostas a alguma forma de tabaco.

Em relação aos fatores de risco para doenças cardiometabólicas, as adolescentes classificadas como inativas e sedentárias tiveram maiores níveis de pressão arterial, menores concentrações de HDL e maiores concentrações de TNF- α . O percentual de gordura elevado, resistência à insulina e a proteína C reativa ultrasensível relacionaram com as concentrações da citocinas pró-inflamatórias, principalmente com a leptina, pois foi o marcador que apresentou relação com todos os fatores citados.

Na análise da microbiota intestinal, ácidos graxos de cadeia curta e marcadores cardiometabólicos, verificamos que os perímetros do pescoço e da cintura apresentaram relação com a abundância do filo Firmicutes e ácido propiônico. Também, foi constatado que as adolescentes com PC elevado tiveram maiores concentrações de PCR-us e leptina.

Os resultados mostraram que, juntamente com as medidas de avaliação da composição corporal, o estilo de vida influenciou na avaliação de diferentes aspectos da imagem corporal das adolescentes. Aquelas classificadas como inativas e sedentárias apresentaram-se mais insatisfeitas com sua aparência física atual em relação às classes do estilo de vida “inativo e não sedentário” (classe 2) e “ativo e sedentário” (classe 3). Constatamos que a média baixa do número de refeições, atividade física moderada a

vigorosa elevada, consumo de álcool, tempo de tela elevado, excesso de peso e percentual de gordura corporal elevado relacionaram-se com a distorção corporal, insatisfação com o peso e avaliação cognitiva negativa da imagem corporal.

A avaliação em conjunto de comportamentos relacionados com estilo de vida, juntamente com a análise mais completa da composição corporal dos adolescentes é importante e deve ser praticada frequentemente por educadores e profissionais da saúde. Assim, as medidas podem ser tomadas para prevenir a manifestação dos fatores de risco para doenças cardiometabólicas, sendo estes influenciados ou influenciadores da alteração da microbiota intestinal e seus metabólicos. Além do mais, tanto os hábitos comportamentais quanto o estado nutricional e a gordura corporal são importantes variáveis que podem interferir na relação com a imagem corporal, principalmente entre as meninas que se mostram mais preocupadas com sua aparência física em relação aos meninos.

O aumento da inatividade física e do sedentarismo nos últimos anos, juntamente com a alta prevalência de sobrepeso e obesidade na população pediátrica, ressaltam a importância de estudos como este, que possam avaliar a relação das características ou fatores múltiplos que estejam relacionados ao estilo de vida com as comorbidades associadas ao excesso de peso e de gordura corporal. A partir destas informações, pesquisas de intervenção poderão avaliar de forma mais conclusiva o efeito do aumento do nível de atividade física (maior média do número de passos e tempo de AFMV), da diminuição do comportamento sedentário (menor tempo nas posições sentadas/deitadas e em frente a tela) e da adoção de hábito alimentar saudável na saúde dos adolescentes. Assim, medidas educativas poderão ser praticadas de forma mais eficientes visando a prevenção doenças de crônicas não transmissíveis e distúrbios da imagem corporal, os quais podem se manifestar nas idades mais jovens e se agravarem na vida adulta.

11) APÊNDICES E ANEXOS



Apêndice 1

Questionário Informações sociodemográficas, avaliação da pressão arterial e parâmetros bioquímicos e antropométricos.

I) Identificação

Data da avaliação: ____/____/____ Data de Nascimento: ____/____/____

Idade: _____

Nome: _____

Nome dos pais ou responsáveis: _____

Escola _____ Série: _____ Telefone: _____

Endereço: _____

Apresenta alguma enfermidade? () sim () não

Se sim, qual enfermidade? _____

Faz uso de anticoncepcional? () Sim () Não Há quanto tempo?

1) Avaliação Bioquímica:

Parâmetros Bioquímicos	Resultados	Parâmetros Bioquímicos	Resultados	Parâmetros Bioquímicos	Resultados
<i>Cholesterol Total (mg/dL)</i>		<i>Triglicerídeos (mg/dL)</i>		Ácido úrico	
LDL (mg/dL)		Glicemia (mg/dL)		Hemácias (ng/mL)	
HDL (mg/dL)		Insulina (µm/L)		Células brancas totais	
VLDL (mg/dL)		HOMA-IR		Plaquetas	

2) Avaliação Clínica:

Avaliação Clínica	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Média (mmHg)
Pressão Arterial (mmHg)				

3) Avaliação Antropométrica e da Composição Corporal:

Variáveis Antropométricas	Medidas	Composição corporal	Medidas
Peso (kg)		Peso (In Body)	
Altura (m)		IMC (In Body)	
IMC (kg/m ²)		% GC total (In Body)	
Classificação IMC		Massa de gordura corporal (kg) (In Body)	
Perímetro da Cintura Ponto Médio		Massa muscular esquelética (kg) (In Body)	
Perímetro do Pescoço		Massa magra – lado direito	
Relação Cintura/Estatura		Massa magra – lado esquerdo	
Perímetro do quadril		% gordura corporal – lado direito	
Relação Cintura/Quadril		% gordura corporal – lado esquerdo	
Dobra cutânea tricipital		% Gordura corporal (DEXA)	
Dobra cutânea bicipital		%Gordura ginóide (DEXA)	
Dobra cutânea subescapular		%Gordura andróide (DEXA)	
Dobra cutânea suprailíaca		Massa Muscular (DEXA)	



Apêndice 2

Recomendações para o pedômetro DIGI WALKER 200

Nome: _____ Código ID: _____ Data _____
da Avaliação: _____
Escola: _____

PEDÔMETRO

Informações:

- ☐ Ao acordar coloque o pedômetro no cinto ou cós da calça;
- ☐ Retire-o apenas para o banho;
- ☐ Atenção na hora de ir ao banheiro para evitar queda do aparelho;
- ☐ Na hora de dormir abra o aparelho e anote o valor na ficha;
- ☐ Aperte o botão amarelo para zerar o aparelho;
- ☐ Feche o aparelho, coloque-o na cabeceira e boa noite;
- ☐ No dia seguinte, de manhã, certifique-se que o aparelho está zerado;

	1º dia	2º dia	3º dia	4º dia	5º dia	6º dia	7º dia	8º dia
Dia da semana								
Nº Passos								



Apêndice 3

PROTOCOLO PARA AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL PELA BIOIMPEDÂNCIA ELÉTRICA E REALIZAÇÃO DOS EXAMES BIOQUÍMICOS

Número do Parecer do Projeto CEP-UFV: 700.976

Data da Relatoria: 04/07/2014

Coordenadora: Dr^a Silvia Eloiza Priore

Pesquisador (doutorando): Valter Paulo Neves Miranda.

Contatos: vpnmiranda@yahoo.com.br / (32) 9928-9878 ou 3899-3413

Nome: _____

Data de Nascimento: ____/____/____ **Idade:** _____

Escola: _____ **Série:** _____

Código ID: _____

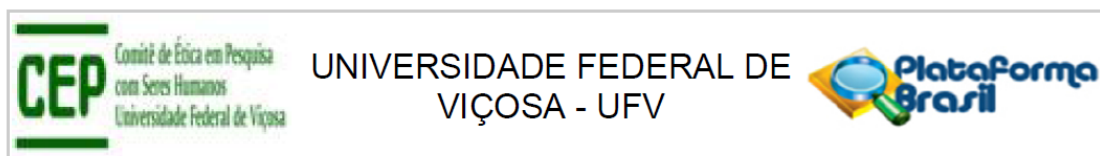
Data do exame: ____/____/____ **Horário:** _____

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.

Anexo 1



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Impacto da mudança do estilo de vida na composição corporal, fatores de risco para doenças cardiovasculares, marcadores inflamatórios e composição da microbiota intestinal de adolescentes do sexo feminino.

Pesquisador: Silvia Eloiza Priore

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 30752114.0.0000.5153

Instituição Proponente: Departamento de Nutrição e Saúde

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 700.976

Data da Relatoria: 04/07/2014

Apresentação do Projeto:

Estudo longitudinal de intervenção que terá como alvo como alvo as adolescentes regularmente matriculadas nas escolas públicas e particulares de Viçosa-MG que ofereçam ensino médio. Os pesquisadores irão acompanhar durante 1 semestre letivo as alunas durante as aulas de educação física, juntamente com a equipe pedagógica da escola e com o professor de educação física para promover um programa de mudança de estilo de vida, por meio de estímulo educacional para aumento do nível de atividade física habitual, diminuição do comportamento sedentário e avaliação do consumo e da frequência alimentar.

Objetivo da Pesquisa:

Analisar o impacto da mudança no estilo de vida na composição corporal, fatores de risco para doenças cardiovasculares, marcadores inflamatórios, composição da microbiota intestinal de adolescentes do sexo feminino com estado nutricional adequado e com alterações de peso e ou de gordura corporal.

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, prédio Arthur Bernardes, piso inferior
Bairro: campus Viçosa **CEP:** 36.570-000
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3899-2492 **Fax:** (31)3899-2492 **E-mail:** cep@ufv.br

Anexo 2

Recordatório de atividade física diária de Bratteby et al. (1997a).

Nome: _____ Código ID: _____

Dia da semana:					Ordem	EXEMPLOS DE ATIVIDADES	MET
Min.	0 - 15	16 - 30	31 - 45	46 - 60	1	Dormindo ou descansando na cama.	0,95
0					2	Sentado para realizar atividades leves: ouvir música, assistir TV, jogar vídeo Game, estudar, usar o computador, fazer as refeições etc.	1,5
1					3	Atividades leves realizadas em pé: cozinhar, higiene pessoal, lavar o rosto, se pentear, musculação leve etc.	2,0
2					4	Caminhar a menos de 4 km/h, dirigir, se vestir, tomar banho, musculação moderada, etc.	2,8
3					5	Atividades manuais leves: serviços domésticos (arrumar cozinha, arrumar a casa) jardinagem, lavar o carro, lavar roupas no tanque ou caminhar moderadamente, musculação intensa, etc.	3,3
4					6	Atividades de lazer ou esportes de forma recreativa: futebol, voleibol, andar de bicicleta a menos de 10 km/h, corrida leve ou caminhar apressadamente, aula de balé moderada, dança em geral etc.	4,4
5					7	Trabalhos manuais de intensidade moderada: carpintaria, corrida leve, aula de ginástica aeróbica leve, andar de bicicleta de forma leve, caminhar carregando mercadorias, dançar de forma intensa, etc.	6,5
6					8	Esportes ou atividades de lazer com maior intensidade (não de forma competitiva), corrida intensa, aula artes marciais.	10
7					9	Trabalhos manuais intensos, corrida intensa ou esportes competitivos.	15
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
Sub total do nível de atividade física					0		



Anexo 3

Avaliação do comportamento sedentário medido pelo Tempo de Tela, segundo Barros e Nahas (2003)

Nome: _____ Código ID: _____

1 - Na sua casa tem aparelhos de televisão, televisão por assinatura ou antena parabólica, videogame para utilização no televisor e computador?

() Não () Sim

Especifique: _____

2 - Alguém controla o tempo que você passa assistindo televisão?

() Não () Sim

	1º dia	2º dia	3º dia	4º dia	5º dia	6º dia	7º dia	8º dia
Dia da semana								
Tempo de Tela								
Televisão								
Vídeo Game								
Computador								
Tablet								
Celular								

Comportamento Sedentário *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ):

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: _____



Anexo 4

Questionário de Consumo e Frequência Alimentar Resumido (Em Dias/Semana)

Grupo de Alimentos	Menos que 1 dia	1 dia	2 dias	3 dias	4 dias	5 dias	6 dias	7dias	Nunca
Cereais, Pães e Massas (Arroz, Milho, Trigo, Aveia, Cevada)									
Tubérculos (Batatas, Inhame, Mandioca)									
Frutas ou suco naturais									
Hortaliças e Leguminosas (Feijões, Ervilha, Verduras, Tomate, Pepino, Repolho, Chuchu, Couve-flor, Cenoura e Beterraba)									
Leite e Derivados (Queijos, Requeijão, Creme de Leite, Iogurte)									
Açúcares e Doces (Achocolatados, Mel, Refrigerantes, Sorvetes)									
Óleos e Gorduras (Frituras, Azeite, Manteiga, Margarina)									
Condimentos (Molhos – Catchup, Mostarda, Maionese, Molho Inglês, Molho shoyu)									

1) Quais refeições são realizadas por dia da semana:

Refeições	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
Desjejum (Café da manhã)							
Colação (Lanche da manhã)							
Almoço							
Lanche da Tarde							
Jantar							
Ceia							
Total de Refeições							



Anexo 5

Avaliação do consumo de álcool e Tabacos. Global School- based Student Health Survey (WHO).



CódigoID: _____

<u>Módulo Consumo de Álcool e Drogas</u>	
<u>Psicotrópicas</u>	• Eu mesmo preparei • Consegui de outra maneira.
As próximas 5 perguntas se referem ao consumo de álcool. Esta ingestão de álcool não inclui um pouco de vinho para finalidades religiosas. 1 – Durante os últimos 30 dias, quantos dias você ingeriu ao menos uma bebida de álcool? (a) 0 dias (b) 1 a 2 dias (c) 3 a 5 dias (d) 6 a 9 dias (e) 10 a 19 dias (f) 20 a 29 dias (g) Os 30 dias 2 – Durante os 30 dias em que você ingeriu álcool, quantas bebidas você ingeriu por dia? (a) Não bebi álcool durante os 30 dias (b) Menos de uma bebida (c) 1 bebida (d) 2 bebidas (e) 3 bebidas (f) 4 bebidas (g) 5 ou mais bebidas 3 – Durante os últimos 30 dias que você conseguiu bebida alcoólica, como você conseguiu a bebida alcoólica que você ingeriu? • Não bebi álcool durante os últimos 30 dias • Comprei em uma barraca de um vendedor ambulante • Dei dinheiro a outra pessoa para ela poder comprar • Eu consegui dos meus amigos • Eu consegui em casa • Eu roubei	4 – Durante sua vida, quantas vezes você bebeu tanto álcool que se embriagou? (a) 0 Vezes (b) 1 ou 2 vezes (c) 3 a 9 vezes (d) 10 vezes ou mais 5 - Durante a sua vida, quantas vezes você já teve ressaca, sentiu-se mal, teve problemas com a família ou amigos, não conseguiu ir na escola ou arranhou brigas por causa de ter ingerido álcool? (a) 0 vezes (b) 1 ou 2 vezes (c) 3 a 9 vezes (d) 10 ou mais vezes A próxima pergunta se refere ao uso de drogas 6 – Durante sua vida, quantas vezes você consumiu drogas consideradas ilícitas em seu país? (a) 0 vezes (b) 1 ou 2 vezes (c) 3 a 9 vezes (d) 10 ou mais vezes

<u>Módulo Consumo de Tabacos</u> As próximas 6 perguntas se referem ao consumo de cigarros ou qualquer outro tipo de Tabaco. 1 - Quantos anos você tinha quando experimentou cigarros ou outro tipo de tabaco? (a) Nunca fumei (b) 7 anos de idade ou menos (c) 8 ou 9 anos (d) 10 ou 11 anos (e) 12 ou 13 anos (f) 14 ou 15 anos (g) 16 ou mais 2 – Durante os últimos 30 dias, quantos dias têm fumado cigarros? (a) 0 dias (b) 1 ou 2 dias (c) 3 a 5 dias (d) 6 a 9 dias (e) 10 a 19 dias (f) 20 a 29 dias (g) Os últimos 30 dias 3 – Durante os últimos 30 dias, quantos dias você consumiu outra forma de tabaco? (a) 0 dias (b) 1 ou 2 dias (c) 3 a 5 dias (d) 6 a 9 dias (e) 10 a 19 dias (f) 20 a 29 dias (g) Os últimos 30 dias 4 – Durante os últimos 12 meses eu tentei parar de fumar cigarros? (a) Nunca fumei cigarros (b) Não tenho fumado cigarros nos últimos 12 meses (c) Sim (d) Não	5 – Durante os últimos 7 dias, quantos dias pessoas fumaram em sua presença? (a) 0 dia (b) 1 ou 2 dias (c) 3 ou 4 dias (d) 5 ou 6 dias (e) Os 7 dias 6 - Qual de seus pais ou responsáveis consomem cigarros ou outra forma de tabaco? (a) Nenhum (b) Meu pai ou meu responsável (c) Minha mãe ou minha responsável (d) Ambos (e) Não sei
---	---



Anexo 6

Procedimentos recomendados para a medida da pressão arterial segundo a 7ª Diretriz da SBH (2016)

Preparo do paciente:

1. Explicar o procedimento ao paciente e deixá-lo em repouso por pelo menos 5 minutos em ambiente calmo. Deve ser instruído a não conversar durante a medida. Possíveis dúvidas devem ser esclarecidas antes ou após o procedimento.

2. Certificar-se de que o paciente NÃO:

- está com a bexiga cheia
- praticou exercícios físicos há pelo menos 60 minutos
- ingeriu bebidas alcoólicas, café ou alimentos
- fumou nos 30 minutos anteriores.

3. Posicionamento do paciente:

Deve estar na posição sentada, pernas descruzadas, pés apoiados no chão, dorso recostado na cadeira e relaxado. O braço deve estar na altura do coração (nível do ponto médio do esterno ou 4º espaço intercostal), livre de roupas, apoiado, com a palma da mão voltada para cima e o cotovelo ligeiramente fletido.

Para a medida propriamente:

1. Obter a circunferência aproximadamente no meio do braço. Após a medida selecionar o manguito de tamanho adequado ao braço.
2. Colocar o manguito, sem deixar folgas, 2 a 3 cm acima da fossa cubital.
3. Centralizar o meio da parte compressiva do manguito sobre a artéria braquial.
4. Estimar o nível da pressão sistólica pela palpação do pulso radial. O seu reaparecimento corresponderá à PA sistólica.
5. Palpar a artéria braquial na fossa cubital e colocar a campânula ou o diafragma do estetoscópio sem compressão excessiva.
6. Inflar rapidamente até ultrapassar 20 a 30 mmHg o nível estimado da pressão sistólica, obtido pela palpação.
7. Proceder à deflação lentamente (velocidade de 2 mmHg por segundo).
8. Determinar a pressão sistólica pela ausculta do primeiro som (fase I de *Korotkoff*), que é em geral fraco seguido de batidas regulares, e, após, aumentar ligeiramente a velocidade de deflação.
9. Determinar a pressão diastólica no desaparecimento dos sons (fase V de *Korotkoff*).

10. Auscultar cerca de 20 a 30 mmHg abaixo do último som para confirmar seu desaparecimento e depois proceder à deflação rápida e completa.
11. Se os batimentos persistirem até o nível zero, determinar a pressão diastólica no abafamento dos sons (fase IV de *Korotkoff*) e anotar valores da sistólica/diastólica/zero.
12. Sugere-se esperar em torno de um minuto para nova medida, embora esse aspecto seja controverso.
13. Informar os valores de pressões arteriais obtidos para o paciente.
14. Anotar os valores exatos sem “arredondamentos” e o braço em que a pressão arterial foi medida.



Anexo 7
ESCALA DE INSATISFAÇÃO POR ÁREAS CORPORAIS-EAC
(Conti; Latorre; Segurado; Hearst, 2009)

Nome _____ Código ID: _____

Esta é uma Escala de Satisfação Corporal. Para cada item, você irá marcar um X em:

1 – Muito Satisfeito; 2 – Moderadamente Satisfeito; 3 – Neutro; 4 – Moderadamente Insatisfeito e 5 – Muito Insatisfeito. Tente ser o mais sincero possível. É a sua opinião que conta.

Áreas Corporais	1	2	3	4	5
Cor da pele					
Orelhas					
Tórax					
Perfil					
Peso					
Olhos					
Altura					
Tornozelo					
Cintura					
Braço					
Pernas					
Aparência geral					
Quadril					
Ombros					
Boca					
Pescoço					
Dentes					
Nariz					
Queixo					
Textura do cabelo					
Tipo corporal					
Cor dos cabelos					
Coxas					
Rosto					



Anexo 8
Body Shape Questionnaire - BSQ
(Questionário de Imagem Corporal)
(Conti; Cordás; Latorre, 2009)

Nome: _____ Código ID: _____

Série: _____ Data de Nascimento: __/__/__ Idade: _____

Gostaríamos de saber como você vem se sentindo em relação à sua aparência nas últimas quatro semanas.

Por favor, leia cada questão e faça um círculo no número apropriado.

Use a legenda abaixo:

1.Nunca 2.Raramente 3.Às Vezes 4.Frequentemente 5.Muito Frequentemente 6.Sempre

1 - Sentir-se entediado (a) faz você se preocupar com sua forma física?
.....1 2 3 4 5 6

2 - Você tem estado tão preocupado(a) com sua forma física a ponto de sentir que deveria fazer dieta?.....1 2 3 4 5 6

3 - Você acha que suas coxas, quadril ou nádegas são grandes demais para o restante do seu corpo?.....1 2 3 4 5 6

4 - Você tem sentido medo de ficar gordo (a) (ou mais gordo)?..... 1 2 3 4 5 6

5 - Você se preocupa com o fato de seu corpo não ser suficientemente firme?
.....1 2 3 4 5 6

6 - Sentir-se satisfeito(a) (por exemplo após ingerir uma grande refeição) faz você sentir-se gordo(a)?.....1 2 3 4 5 6

7 - Você já se sentiu tão mal a respeito do seu corpo que chegou a chorar?
.....1 2 3 4 5 6

8 - Você já evitou correr pelo fato de que seu corpo poderia balançar?
.....1 2 3 4 5 6

9 - Estar com mulheres/homens magro(a)s faz você se sentir preocupado(a) em relação ao seu físico?.....1 2 3 4 5 6

10 - Você já se preocupou com o fato de suas coxas poderem espalhar-se quando se senta?.....1 2 3 4 5 6

11 - Você já se sentiu gordo(a), mesmo comendo uma quantidade menor de comida?.....1 2 3 4 5 6

12 - Você tem reparado no físico de outras mulheres/homens e, ao se comparar, sente-se em desvantagem?.....1 2 3 4 5 6

13 - Pensar no seu físico interfere em sua capacidade de se concentrar em outras atividades (como por exemplo, enquanto assiste à televisão, lê ou participa de uma conversa?.....1 2 3 4 5 6

- 14 - Estar nu (a), por exemplo, durante o banho, faz você se sentir gordão(a)?1 2 3 4 5 6
- 15 - Você tem evitado usar roupas que o(a) fazem notar as formas do seu corpo?1 2 3 4 5 6
- 16 - Você se imagina cortando fora porções do seu corpo?1 2 3 4 5 6
- 17 - Comer doce, bolos ou outros alimentos ricos em calorias faz você se sentir gordo(a)?1 2 3 4 5 6
- 18 - Você deixou de participar de eventos sociais (como, por exemplo, festas) por sentir-se mal em relação ao seu físico?1 2 3 4 5 6
- 19 - Você se sente excessivamente grande e arredondado (a)?1 2 3 4 5 6
- 20 - Você já teve vergonha do seu corpo?1 2 3 4 5 6
- 21 - A preocupação diante do seu físico leva-lhe a fazer dieta?1 2 3 4 5 6
- 22 - Você se sente mais contente em relação ao seu físico quando de estômago vazio (por exemplo, pela manhã)?1 2 3 4 5 6
- 23 - Você acha que seu físico atual decorre de uma falta de autocontrole?1 2 3 4 5 6
- 24 - Você se preocupa que outras pessoas possam estar vendo dobras na sua cintura ou estômago?1 2 3 4 5 6
- 25 - Você acha injusto, que as outras mulheres/homens sejam mais magro (a)s que você?1 2 3 4 5 6
- 26 - Você já vomitou para sentir-se mais magro(a)?1 2 3 4 5 6
- 27 - Quando acompanhado (a), você fica preocupado(a) em estar ocupando muito espaço (por exemplo, sentado (a) num sofá ou no banco de um ônibus)?1 2 3 4 5 6
- 28 - Você se preocupa com o fato de estarem surgindo dobrinhas no seu corpo?1 2 3 4 5 6
- 29 - Ver seu reflexo (por exemplo, num espelho ou na vitrine de uma loja) faz você sentir-se mal em relação ao seu físico?1 2 3 4 5 6
- 30 - Você belisca áreas de seu corpo para ver o quanto há de gordura?1 2 3 4 5 6
- 31 - Você evita situações nas quais as pessoas possam ver seu corpo (por exemplo, vestiários ou banho de piscina)?1 2 3 4 5 6
- 32 - Você toma laxantes para sentir-se magro (a)?1 2 3 4 5 6
- 33 - Você fica particularmente consciente do seu físico quando em companhia de outras pessoas?1 2 3 4 5 6
- 34 - A preocupação com seu físico faz-lhe sentir que deveria fazer exercícios?1 2 3 4 5 6



Anexo 9

Sociocultural Attitudes Towards Appearance Questionnaire-3 (Questionário de Atitudes Socioculturais em relação à aparência) - SATAQ-3

Amaral et al. (2011)

Por favor, leia cada um dos itens abaixo cuidadosamente e indique o número que melhor reflete o quanto você concorda com a afirmação.

Discordo totalmente = 1
Discordo em grande parte = 2
Nem concordo nem discordo = 3
Concordo em grande parte = 4
Concordo totalmente = 5

Pergunta	1	2	3	4	5
1. Programas de TV são importantes fontes de informação sobre moda e sobre “como ser atraente”.					
2. Já me senti pressionado(a) pela TV ou por revistas a perder peso.					
3. Não me importo se meu corpo se parece com o de pessoas que estão na TV.					
4. Comparo meu corpo com o de pessoas que estão na TV.					
5. Comerciais de TV são importantes fontes de informação sobre moda e sobre “como ser atraente”.					
6. PARA MENINAS: Não me sinto pressionada pela TV ou por revistas a ficar bonita. PARA MENINOS: Não me sinto pressionado pela TV ou por revistas a ficar musculoso.					
7. Gostaria que meu corpo fosse parecido com o dos(as) modelos das revistas.					
8. Comparo minha aparência com a das estrelas de TV e do cinema.					
9. Videoclipes não são importantes fontes de informação sobre moda e sobre “como ser atraente”.					
10. PARA MENINAS: Já me senti pressionada pela TV ou por revistas a ser magra. PARA MENINOS: Já me senti pressionado pela TV ou por revistas a ser musculoso.					
11. Gostaria que meu corpo fosse parecido com o dos(as) modelos dos filmes.					
12. Não comparo meu corpo com o das pessoas das revistas.					
13. Artigos de revistas não são importantes fontes de informação sobre moda e sobre “como ser atraente”.					
14. Já me senti pressionado(a) pela TV ou por revistas a ter um corpo perfeito.					
15. Gostaria de me parecer com os(as) modelos dos videoclipes.					
16. Comparo minha aparência com a das pessoas das revistas.					
17. Anúncios em revistas são importantes fontes de informação sobre moda e sobre “como ser atraente”.					
18. Já me senti pressionado(a) pela TV ou por revistas a fazer dieta.					
19. Não desejo ser tão atlético(a) quanto as pessoas das revistas.					
20. Comparo meu corpo ao das pessoas em boa forma.					
21. Fotos de revistas são importantes fontes de informação sobre moda e sobre “como ser atraente”.					
22. Já me senti pressionado(a) pela TV ou por revistas a praticar exercícios.					
23. Gostaria de ter uma aparência tão atlética quanto a das estrelas do esporte.					
24. Comparo meu corpo com o de pessoas atléticas.					
25. Filmes são importantes fontes de informação sobre moda e sobre “como ser atraente”.					
26. Já me senti pressionado(a) pela TV ou por revistas a mudar minha aparência.					
27. Não tento me parecer com as pessoas da TV.					
28. Estrelas de cinema não são importantes fontes de informação sobre moda e sobre “como ser atraente”.					
29. Pessoas famosas são importantes fontes de informação sobre moda e sobre “como ser atraente”.					
30. Tento me parecer com atletas.					



Anexo 10

Critério de Classificação Econômica do Brasil – Associação Brasileira de Empresas e Pesquisa (ABEP, 2014).

Escola e Série: _____

Código ID: _____

O Critério de Classificação Econômica Brasil, enfatiza sua função de estimar o poder de compra das pessoas e famílias urbanas, abandonando a pretensão de classificar a população em termos de “classes sociais”. A divisão de mercado definida abaixo é de classes econômicas.

Posse de itens	Quantidade	Grau de Instrução chefe de família	Marque a opção
Televisão em cores		Analfabeto/ Fundamental 1 Incompleto	()
Rádio		Fundamental 1 Completo / Fundamental 2 Incompleto	()
Banheiro		Fundamental 2 Completo/ Médio Incompleto	()
Automóvel		Médio Completo/ Superior Incompleto	()
Empregada mensalista		Superior Completo	()
Máquina de lavar			
Videocassete ou DVD			
Geladeira			
Freezer (aparelho independente ou parte da geladeira duplex)			

SISTEMA DE PONTOS

Posse de itens

	Quantidade de Itens				
	0	1	2	3	4 ou +
Televisão em cores	0	1	2	3	4
Rádio	0	1	2	3	4
Banheiro	0	4	5	6	7
Automóvel	0	4	7	9	9
Empregada mensalista	0	3	4	4	4
Máquina de lavar	0	2	2	2	2
Videocassete e/ou DVD	0	2	2	2	2
Geladeira	0	4	4	4	4
Freezer (aparelho independente ou parte da geladeira duplex)	0	2	2	2	2

Grau de Instrução do chefe de família

Nomenclatura Antiga	Nomenclatura Atual	
Analfabeto/ Primário Incompleto	Analfabeto/ Fundamental 1 Incompleto	0
Primário completo/ Ginasial Incompleto	Fundamental 1 Completo / Fundamental 2 Incompleto	1
Ginasial completo/ Colegial Incompleto	Fundamental 2 Completo/ Médio Incompleto	2
Colegial completo/ Superior Incompleto	Médio Completo/ Superior Incompleto	4
Superior completo	Superior Completo	8

CORTES DO CRITÉRIO BRASIL

Classe	Pontos
A1	42 - 46
A2	35 - 41
B1	29 - 34
B2	23 - 28
C1	18 - 22
C2	14 - 17
D	8 - 13
E	0 - 7



Revisión

Inflammatory markers in relation to body composition, physical activity and assessment of nutritional status of the adolescents

Valter Paulo Neves Miranda¹, Maria do Carmo Gouveia Peluzio², Eliane Rodrigues de Faria³,
Sylvia do Carmo Castro Franceschini² and Silvia Eloiza Priore²

¹Doctoral student of the graduate program in Nutrition Science from the Federal University of Viçosa, Minas Gerais. ²Lecturer in the graduate program in Nutrition Science at the Federal University of Viçosa, Minas Gerais. ³Lecturer at the Federal University of Espírito Santo, Vitória, Espírito Santo, Brazil.

Abstract

Introduction: The evaluation of inflammatory markers during adolescence can monitor different stages and manifestation of chronic diseases in adulthood. The control of the subclinical inflammation process through changes in lifestyle, especially in the practice of physical activity and dietary education can mitigate the effects of risk factors that trigger the process of atherosclerosis.

Objective: To do a critical review regarding inflammatory markers as a risk factor of cardiovascular disease in relation to body composition, physical activity and assessment of nutritional status of adolescents.

Methods: A literature review was performed in the following electronic databases: *PUBMED*, *SCIELO* and *CONCHRANE COLLECTION*. The following associated terms were used "inflammation AND cardiovascular diseases AND nutritional status OR body composition OR physical activity". There were topics created for the discussion of subjects: obesity and risk factors for cardiovascular disease during adolescence; expression of inflammatory markers in adolescence; development of cardiovascular disease with inflammatory markers, and finally, inflammatory markers, physical activity and nutritional evaluation.

Results: It was observed that the inflammatory markers may manifest in adolescence and be related to risk factors for cardiovascular diseases. Physical activity and nutritional evaluation featured as non-pharmacological measures to control the incidence of inflammatory markers and cardiovascular risk factor.

Conclusions: Intervention studies may clarify how the adoption of a more proper lifestyle can influence the inflammatory process.

MARCADORES INFLAMATORIOS EN RELACIÓN A COMPOSICIÓN CORPORAL, ACTIVIDAD FÍSICA Y EVALUACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL DE ADOLESCENTES

Resumen

Introducción: La evaluación de los marcadores inflamatorios en la adolescencia puede monitorear diferentes etapas y manifestación de las enfermedades crónicas en la edad adulta. El control del proceso de inflamación subclínica mediante cambios en el estilo de vida, especialmente en la práctica de la actividad física y la educación dietética puede mitigar los efectos de los factores de riesgo que desencadenan el proceso de la aterosclerosis.

Objetivo: Hacer una revisión crítica sobre los marcadores inflamatorios como un factor de riesgo de enfermedad cardiovascular (ECV) en relación con la composición corporal, la actividad física y la evaluación del estado nutricional de los adolescentes.

Métodos: Una revisión de la literatura se realizó en las siguientes bases de datos electrónicas: *PUBMED*, *SCIELO* y *COLECCIÓN CONCHRANE*. Los siguientes términos asociados se utilizaron "composición de la inflamación y las enfermedades cardiovasculares y el estado nutricional, organismo o la actividad física". Había temas creados para la discusión de la materia: factores de obesidad y riesgo de enfermedad cardiovascular en la adolescencia; expresión de marcadores inflamatorios en la adolescencia; desarrollo de la enfermedad cardiovascular con marcadores inflamatorios y, por último, los marcadores de inflamación, la actividad física y la evaluación nutricional.

Resultados: Se observó que los marcadores inflamatorios pueden manifestarse en la adolescencia y se relaciona con factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares. La actividad física y la evaluación nutricional ofrecida como medidas no farmacológicas para el control de la incidencia de los marcadores inflamatorios y factores de riesgo cardiovascular.

Conclusiones: Los estudios de intervención pueden aclarar cómo la adopción de un estilo de vida más adecuada puede influir en el proceso inflamatorio.

Correspondence: Valter Paulo Neves Miranda.
Graduate program in Nutrition Science.
Department of Nutrition and Health / CCBII.
Campus Universitário.
CEP: 36570-900. Viçosa – MG.
E-mail: vpmiranda@yahoo.com.br

Recibido: 23-XII-2014.
Aceptado: 13-I-2015.

Key words: *Inflammation. Cardiovascular Diseases. Body Composition. Physical Activity. Adolescents.*

Palabras clave: *Inflamación. Enfermedades Cardiovasculares. Composición Corporal. Actividad Física. Adolescentes.*

Abbreviations

PAL: Physical activity Level.
 BMI: Body mass index.
 CAM: Cellular adhesion molecule.
 CNCD: Chronic non-communicable diseases.
 CRP: C-reactive protein.
 CVD: Cardiovascular disease.
 DEE: daily energy expenditure.
 IL-1: Interleukin-1.
 IL-6: Interleukin-6.
 IL-8: Interleukin-8.
 IL-10: Interleukin-10.
 LDL: Low density lipoprotein.
 LPL: Lipoprotein lipase enzyme.
 Lp-PLA2: Lipoprotein associated to phospholipase A2.
 MCP-1: Monocyte chemoattractant protein-1.
 PAI-1: Plasminogen activator inhibitor-1 (PAI-1).
 TNF- α : tumor necrosis factor α .

Introduction

The changes that happen with adolescents can influence their behavior in various physical, cognitive and social aspects, including the adoption of a less active lifestyle, with inadequate food habits¹. Miranda *et al.*² verified that the stature, body mass index (BMI) and percentage of fat were different between the stages of classification of somatic maturation of female adolescents.

The adoption of a sedentary lifestyle, with low physical activity level (PAL) and consumption of hypercaloric diets with low fiber intake are factors for the increased prevalence of overweight, obesity and consequently metabolic changes in the body during adolescence^{3,4}. These changes can happen in a sex-specific manner, therefore, an accurate estimate of body composition is important in assessing and monitoring the nutritional status of adolescents⁵.

The increased prevalence of cardiovascular diseases (CVD) and their association with risk factors have contributed to the increase in morbidity and mortality in several countries, including in Brazil⁶.

The accumulation of body fat is one of the main risk factors for developing cardiometabolic diseases. The obesity has been regarded as a chronic systemic inflammatory disease. This inflammatory profile together with insulin resistance can cause metabolic syndrome, diabetes and other risk factors cardiometabolic⁸.

Adipose tissue does not have only the function of energy reserve, but are also biologically active cells that operate in the subclinical inflammation mechanism and that interfere with the neuroendocrine signaling that regulates insulin⁸. Failure of the metabolic action of insulin changes the metabolism of carbohydrates and lipids, which can trigger the subclinical inflammatory process⁹. There is evidence that the inflammatory process leads to instability of the plaque within the artery wall. Thus, there is a need to check the development of the inflammation process from adolescence, to avoid the worsening of CVD over the age^{10,11}.

Alves *et al.*¹² presented data that showed the ability to decrease levels of inflammatory cytokines and/or anti-inflammatory cytokines increase that physical activity can result in adolescents. Other scientific papers evaluated changes in lifestyle, especially in the practice of PA and dietary education, which are factors that may exert anti-inflammatory functions¹⁰.

From the information gathered on the relationship of the procedure of subclinical inflammation, cardiovascular diseases and the protective effect of physical activity and diet, the objective of this study was to review inflammatory markers as a risk factor of cardiovascular disease in relation to body composition, physical activity and assessment of nutritional status of adolescents.

Methods

A literature review was performed in the following electronic databases: *PUBMED, SCIELO and CONCHRANE COLLECTION*. The following associated terms were used "*inflammation AND cardiovascular diseases AND nutritional status OR, body composition OR physical activity.*"

All terms are indexed in the system of Health Science Descriptors (DeCs/MeSH). The period for the search has not been established, therefore, it is proposed to investigate the scientific articles regarding inflammatory markers associated with nutritional status, body composition and physical activity in adolescents.

Results

There were not analyzed works with investigations that do not address clinical inflammation in humans, theses, book chapters, books, medical guides, reviews and governmental bulletins.

From the main information found there were created topics for the discussion of the main issues covered: Obesity and risk factors for cardiovascular disease during adolescence; manifestation of inflammatory markers in adolescence; development of cardiovascular disease with inflammatory markers and inflammatory markers, physical activity and nutritional evaluation.

Obesity and risk factors for cardiometabolic disease during adolescence.

Obesity is a chronic disease characterized by excessive accumulation of body fat as a result of a chronic positive energy balance, its etiology is associated with reduced levels of physical activity and food intake of high energy density¹³. It is taken as a global epidemic and its prevalence is growing in developed and in-development countries. Approximately 43 million children and adolescents are overweight or in obese conditions in the world, representing an estimate of 6.7%. In 2020 this figure can reach almost 60 million, 9.1% children and adolescents¹⁴. In Brazil, the prevalence of obesity among adolescents in Brazil reached around 5.9% boys and 4.0% girls¹⁵.

The accumulation of body fat is one of the main risk factors for developing cardiometabolic diseases (CD). According to the Brazilian Society of Cardiology¹⁶ the CD will continue to be the leading cause of death in the world, approximately 7.3 million/year, and such number should overcome 23.6 million by 2030. In Brazil, CVDs are a health problem of great magnitude, corresponding to 31.3% of the causes of death¹⁶.

According to Despres *et al.*¹⁷ the increase in consumption of densely energetic food is associated, along with sedentarism, to visceral obesity, which increases overall cardiovascular risk. Caloric insufficiency in the diet, low consumption of fruits, vegetables and the habit of skipping breakfast. This eating pattern is worrisome, since it can lead to overweight and higher probability of chronic non-communicable diseases (CNCDs) such as diabetes, hypertension and dyslipidemias in adult life^{18,19}.

These cardiovascular events tend to occur more intensively among adults and elderly, however, researchers have reported that the origin of these cardiovascular diseases occur in childhood and adolescence^{20,21}. Obese teenagers have increased risk for developing chronic non-degenerative diseases, besides psychosocial damage caused by the stigma of obesity^{22,23}.

It is already well established in the literature the relationship of low density lipoprotein (LDL) with atherosclerotic diseases and the mechanisms by which this lipoprotein participates in the atherogenic process^{24,25}. The permanence of LDL in the subendothelial space increases the possibility of it suffering modifications on lipid and protein composition, because once modified, especially oxidized, the LDL is not recognized by the scanning receptors present on endothelial cells, such as macrophages that attempt to eliminate them, initiating the inflammatory process^{26,27}.

The behavior of peripheral blood cells involved in inflammation can be a predictor of ischemic cerebrovascular diseases and peripheral arterial diseases. Understanding the distribution and implications of such risk factors among adolescents is of interest for the prevention of future diseases.

Manifestation of inflammatory markers in adolescence.

Endothelial cells have physiological functions in maintaining the integrity of the arterial wall and constitute the permeable barrier where occur diffusions and exchanges and/or active transport of various substances^{28,29}. The cytotoxic effect of oxidized LDL causes endothelial dysfunction, proliferation and reorganization of the extracellular matrix, as well as stimulate the endothelium for the production and release of chemotactics and adhesion molecule for leukocytes on the endothelial surface³⁰.

The secretion of adhesion molecules is regulated by cytokines synthesized in small concentrations by the arterial endothelium²⁸, and in the presence of endothelial dysfunction the concentration of such cytokines rise, stimulating the production of adhesion molecules, which favors recruitment and adhesion of monocytes in the endothelial surface³¹.

Adhesion molecules can promote endothelial injury by decreasing the distance between monocytes and endothelial cells, besides facilitating the attack of active oxygen species such as superoxide anion, hydrogen peroxide and hydroxyl radicals generated by active monocytes^{11,29}. The inflammatory and monocyte chemotact protein-1 (MCP-1) along with interleukin-1 (IL-1) and interleukin (IL-8), draws the inflammatory focus to monocytes and neutrophils, which secrete other cytokines, including the tumor necrosis factor α (TNF- α) and other chemotactic factors, which provide feedback the inflammatory process^{28,31}.

After the aggression on the endothelial wall, blood flow increases, as well as vascular permeability, greatest recruitment of macrophages to the focus of the aggression and, consequently, release of inflammatory markers as response of acute phase and aggression to the endothelium^{10,11}. On systemic level, the liver is the primary target of the inflammatory markers, supplying the essential metabolites to the stress response and the components required for the first-line defense on inflammation site³². The hepatocyte responds to four types of mediators of the inflammatory responses: cytokines, interleukin-1 (IL-1) and TNF- α (stimulate liver production of C-reactive protein) and C3 component of the complement and serum amyloid protein A.

The C-reactive protein (CRP) is considered the main acute phase protein. One of its most important functions is its ability to bind to components of the cell membrane, forming complexes that activate release of opsonins and eventual phagocytosis and removal of these circulation structures³¹. Children and adolescents with higher values of waist circumference had higher levels of CRP, plas-

From the main information found there were created topics for the discussion of the main issues covered: Obesity and risk factors for cardiovascular disease during adolescence; manifestation of inflammatory markers in adolescence; development of cardiovascular disease with inflammatory markers and inflammatory markers, physical activity and nutritional evaluation.

Obesity and risk factors for cardiometabolic disease during adolescence.

Obesity is a chronic disease characterized by excessive accumulation of body fat as a result of a chronic positive energy balance, its etiology is associated with reduced levels of physical activity and food intake of high energy density¹³. It is taken as a global epidemic and its prevalence is growing in developed and in-development countries. Approximately 43 million children and adolescents are overweight or in obese conditions in the world, representing an estimate of 6.7%. In 2020 this figure can reach almost 60 million, 9.1% children and adolescents¹⁴. In Brazil, the prevalence of obesity among adolescents in Brazil reached around 5.9% boys and 4.0% girls¹⁵.

The accumulation of body fat is one of the main risk factors for developing cardiometabolic diseases (CD). According to the Brazilian Society of Cardiology¹⁶ the CD will continue to be the leading cause of death in the world, approximately 7.3 million/year, and such number should overcome 23.6 million by 2030. In Brazil, CVDs are a health problem of great magnitude, corresponding to 31.3% of the causes of death¹⁶.

According to Despres *et al.*¹⁷ the increase in consumption of densely energetic food is associated, along with sedentarism, to visceral obesity, which increases overall cardiovascular risk. Caloric insufficiency in the diet, low consumption of fruits, vegetables and the habit of skipping breakfast. This eating pattern is worrisome, since it can lead to overweight and higher probability of chronic non-communicable diseases (CNCs) such as diabetes, hypertension and dyslipidemias in adult life^{18,19}.

These cardiovascular events tend to occur more intensively among adults and elderly, however, researchers have reported that the origin of these cardiovascular diseases occur in childhood and adolescence^{20,21}. Obese teenagers have increased risk for developing chronic non-degenerative diseases, besides psychosocial damage caused by the stigma of obesity^{22,23}.

It is already well established in the literature the relationship of low density lipoprotein (LDL) with atherosclerotic diseases and the mechanisms by which this lipoprotein participates in the atherogenic process^{24,25}. The permanence of LDL in the subendothelial space increases the possibility of it suffering modifications on lipid and protein composition, because once modified, especially oxidized, the LDL is not recognized by the scanning receptors present on endothelial cells, such as macrophages that attempt to eliminate them, initiating the inflammatory process^{26,27}.

The behavior of peripheral blood cells involved in inflammation can be a predictor of ischemic cerebrovascular diseases and peripheral arterial diseases. Understanding the distribution and implications of such risk factors among adolescents is of interest for the prevention of future diseases.

Manifestation of inflammatory markers in adolescence.

Endothelial cells have physiological functions in maintaining the integrity of the arterial wall and constitute the permeable barrier where occur diffusions and exchanges and/or active transport of various substances^{28,29}. The cytotoxic effect of oxidized LDL causes endothelial dysfunction, proliferation and reorganization of the extracellular matrix, as well as stimulate the endothelium for the production and release of chemotactics and adhesion molecule for leukocytes on the endothelial surface³⁰.

The secretion of adhesion molecules is regulated by cytokines synthesized in small concentrations by the arterial endothelium²⁸, and in the presence of endothelial dysfunction the concentration of such cytokines rise, stimulating the production of adhesion molecules, which favors recruitment and adhesion of monocytes in the endothelial surface³¹.

Adhesion molecules can promote endothelial injury by decreasing the distance between monocytes and endothelial cells, besides facilitating the attack of active oxygen species such as superoxide anion, hydrogen peroxide and hydroxyl radicals generated by active monocytes^{11,29}. The inflammatory and monocyte chemotact protein-1 (MCP-1) along with interleukin-1 (IL-1) and interleukin (IL-8), draws the inflammatory focus to monocytes and neutrophils, which secrete other cytokines, including the tumor necrosis factor α (TNF- α) and other chemotactic factors, which provide feedback the inflammatory process^{28,31}.

After the aggression on the endothelial wall, blood flow increases, as well as vascular permeability, greatest recruitment of macrophages to the focus of the aggression and, consequently, release of inflammatory markers as response of acute phase and aggression to the endothelium^{10,11}. On systemic level, the liver is the primary target of the inflammatory markers, supplying the essential metabolites to the stress response and the components required for the first-line defense on inflammation site³². The hepatocyte responds to four types of mediators of the inflammatory responses: cytokines, interleukin-1 (IL-1) and TNF- α (stimulate liver production of C-reactive protein) and C3 component of the complement and serum amyloid protein A.

The C-reactive protein (CRP) is considered the main acute phase protein. One of its most important functions is its ability to bind to components of the cell membrane, forming complexes that activate release of opsonins and eventual phagocytosis and removal of these circulation structures³¹. Children and adolescents with higher values of waist circumference had higher levels of CRP, plas-

minogen activator inhibitor-1 (PAI-1) and hepatocyte growth factor^{26,28}. The obesity can be associated with an increase of subclinical inflammation indicated by higher values of CRP^{25,28}.

Table I presents characteristics of inflammatory markers according to their categories, according to Volp et al¹¹, with additional information and other markers.

Development of cardiovascular diseases with inflammatory markers

The secretion of adhesion molecules is regulated by cytokines synthesized in small concentrations by the arterial endothelium²⁸, and in the presence of endothelial dysfunction these cytokines concen-

trations rise, stimulating the production of adhesion molecules, favoring thus the recruitment and adherence of monocytes to the endothelial surface³¹. Adhesion molecules can promote endothelial injury by decreasing the distance between monocytes and endothelial cells and facilitate the attack of active oxygen species such as superoxide anion, hydrogen peroxide and hydroxyl radicals generated by active monocytes^{11,29}.

With the recruitment of leukocytes in the focus of the injury and release of inflammatory markers, blood flow and vascular permeability may be increased, which occurs soon after the aggression^{10,11}. Although it may succeed the acute inflammation, chronic inflammation often begins insidious, latent and, in most cases is asymptomatic³⁶.

Table I
Description of markers associated with inflammation, adapted from Volp et al. (2008)

Markers associated with inflammation	Description	References
Interleukin-6 (IL-6)	Pro-inflammatory cytokine, involved in the development of hyperinsulinemia and metabolic syndrome, as it plays important role in the metabolism of carbohydrates and lipids to increase lipolysis, with inhibition of lipase (LPL).	Petersen e Pedersen ³² , Gomes <i>et al</i> ³³ .
Tumor necrosis factor- α (TNF- α)	Cytokine with autocrine, paracrine, and endocrine action. It acts in the adipocyte, playing a regulatory role in the accumulation of body fat.	Poldene <i>et al</i> ³⁴
Interleukin 10 (IL-10)	Pleiotropic cytokine produced by helper T cells, T lymphocytes, B lymphocytes, monocytes and macrophages. It has anti-inflammatory properties, whose main function is the regulation of the immune system.	Puglizi e Fernandez ³⁵ .
Monocyte chemoattractant protein 1 (MCP1)	Controls the function of monocytes through its receptor, is involved in inflammatory changes in the arterial wall, damaging the endothelium-dependent vasodilation.	DOD <i>et al</i> ²⁹
	Acute phase protein, synthesized by the liver and regulated by cytokines, predominantly IL-6, TNF- α and IL-1. Modest elevations of CRP levels are also present in chronic inflammatory conditions, such as atherosclerosis, and its levels roughly triplicate in the presence of risk of peripheral vascular diseases.	Alisson <i>et al</i> ³⁰ , Santos <i>et al</i> ³¹ .
C-reactive protein (CRP)	Serum fibrinogen levels correlate with the components of SM. It promotes venous arterial thrombosis through the elevation of the formation of fibrin, platelet aggregation and plasma viscosity.	DOD <i>et al</i> . ²⁹
Lipoprotein associated to phospholipase A2 (Lp-PLA2)	Monomeric enzyme, which hydrolyze oxidized surface of LDL phospholipids, generating bioactive products, which leverage the inflammatory process.	Volp <i>et al</i> ¹¹
Plasminogen activator inhibitor 1 (PAI-1).	Physiological inhibitor of fibrinolysis which increases the risk of thrombosis.	Alisson <i>et al</i> ³⁰ , Santos <i>et al</i> ³¹ .
Lepitine	Key molecule in the regulation of body weight and energy balance, since it regulates appetite and energy expenditure via central nervous system.	Carvalho, Colaço e Fortes ²⁴ .
Cellular adhesion molecule (CAM)	Cell adhesion molecules (CAM) are glycoproteins expressed on the cell surface, where they mediate contact between two cells or between cells and the extracellular matrix.	Gomes <i>et al</i> ³³ .

At systemic level, the liver is the primary target of the inflammatory markers, supplying the essential metabolites to the stress response and the components required for the first-line defense on inflammation site³⁶. The hepatocyte responds to four types of mediators of the inflammatory responses: cytokines IL-1 and TNF- α which stimulate hepatic production of C-reactive protein (CRP), C3 complement C3 component and serum amyloid protein A; cytokines type IL-6 and IL-11 that stimulate most acute phase proteins of type I; and glucocorticoids that act synergistically with cytokines IL-1 and IL-6, stimulating the production of some proteins of acute phase, mainly CRP^{11,30,36}.

Inflammatory proteins and macrophage chemotactics, along with IL-1 and IL-8, draws the focus to inflammatory monocytes and neutrophils, which in turn, secrete a third set of cytokines, including TNF- α and other chemotactic factors, which provide feedback to the inflammatory process^{28,31}. C-reactive protein (CRP) is considered the main acute phase protein. One of its most important functions is its ability to bind to components of the cell membrane, forming complexes that activate the classical pathway, with release of opsonins and eventual removal of these structures and phagocytosis of circulation^{31,37}.

The vascular endothelium plays important role in the communication between the site where the inflammatory process is occurring and the circulating leukocytes^{31,37}. The loss of the protective action of the endothelium can occur in the presence of inflammatory and cardiovascular risk factors with increasing propensity to vasoconstriction, thrombosis, inflammation and cellular proliferation in the vessel wall³⁸.

Gottlieb, Bonardi and Moriguchi³⁹ point out that obesity-related metabolic multi-factors are the main causes for the mechanism of inflammatory response, endothelial injury and deformation of the atherosclerotic plaque. Onat⁴⁰ reported that populations prone to glucose intolerance and insulin resistance indicate pro-inflammatory state and oxidative stress, directly involved to factors of metabolic syndrome. De León *et al.*⁴¹ demonstrated direct relationship between hypertension, insulin resistance and inflammatory markers.

Serum levels of biomarkers provide important information on inflammation and its processes, such as vascular cell activation, oxidative stress and recruitment of leukocytes and macrophages⁴². Guebre-Egziabher, Kalbacher, Fouque⁴³ verified in patients with chronic kidney disease abnormal values of cytokines and adipokines. Yet these researchers have highlighted that the set of metabolic abnormalities relate to other metabolic diseases by adipose tissue dysfunction, which consequently induces inflammation and insulin resistance.

According to Paoletti *et al.*²⁶ the inflammatory component of atherogenesis has been increasingly recognized over the last decade. These authors point out that the process of inflammation participates in all stages of atherosclerosis, not only during the initiation and evo-

lution of the lesions, but also with the precipitation of acute thrombotic complications. It is noted that the evaluation of inflammatory markers during adolescence can monitor different stages and manifestation of chronic diseases in adulthood. The control of the subclinical inflammation process can mitigate the effects of risk factors that trigger the process of atherosclerosis.

Inflammatory markers, physical activity and nutritional evaluation.

According to Pate *et al.*⁴⁴ physical activity can be understood with every action of free movement in space without systematization. The exercise is a systemized practice-oriented movement, showing the intensity control, dosage (amount) and frequency.

The daily energy expenditure (DEE) is a result of the sum of all types/purposes of physical activities carried out during the day, being the subcategory 'intensity' related to the amount of energy consumed by each activity^{44,45}. Researchers advise some recommendations that guide the practice of physical activity for children and teens: acting in accordance with international recommendations of activities that postulate accumulation of 60 minutes/day, preferably all days of the week, with a minimum duration of 15 minutes or more per session⁴⁶. According to the Global Recommendations on Physical Activity for Health⁴⁶ children and adolescents (5 to 17 years old) should accumulate at least 60 minutes of moderate to vigorous physical activity daily. The bigger such accumulation of physical activity, the bigger will be the benefits to health. The activities should be primarily of aerobic character, with resistance training or similar being incorporated at least 3 times a week.

Changes in lifestyle, especially in the practice of physical activity and dietary education are factors that may exert anti-inflammatory functions⁴⁷. According to Martinez-Gomez *et al.*⁴⁸ activity and physical fitness can be important protection factors for subclinical inflammation among teenagers with cardiovascular and metabolic risk factors.

Researchers describe mechanisms that may explain the effect of physical exercise on the subclinical inflammation process. Shortly after the exercise there is an increase in the circulating levels of IL-6 derived from the muscle that induces an increase in the production of IL-1 and IL-10, which are anti-inflammatory cytokines, and it can be induced by IL-6 as well, inhibiting the production of cytokine TNF- α ³². These myosins may be involved in mediating the beneficial effects of exercise health and play important roles in protection against diseases associated with low-grade inflammation.

Physical training is the stimulator of increased glucose uptake and insulin sensitivity in muscle³². It is known that adipocytes in excess in the blood flow, in addition to being related to the metabolic syndrome factors, produce cytokines TNF- α and interleukin-6

(IL-6)⁴⁹. The lipoprotein lipase enzyme (LPL) is fat stock controller, and physical exercise increases both the capacity of energy storage and release from adipose tissue, in addition to increasing the capacity of release and energy storage on the adipose tissue, increasing the ability to oxidize carbohydrate and fat in muscle. Physical exercise increases the activity of the lipoprotein lipase enzyme, catabolism of triglycerides and HDL concentration³².

Kelly *et al.*⁵⁰, when studying overweight children and adolescents, proposed an aerobic training protocol of 8 weeks and found improvement in arterial endothelial function of overweight children and adolescents, emphasizing the importance of the need to identify non-pharmacological interventions to improve endothelial function in young individuals. However, Puglisi and Fernandez³⁵ emphasize that there is a consensus that weight loss is associated with decreased TNF- α and CRP and increased adiponectin, and that the effects of exercise and dietary interventions have not provided consistent results.

Whayne and Maulik⁵¹ confirmed that exercise, in conjunction with a healthy diet and good nutrition, helps maintaining the ideal weight and provides cardiovascular benefits such as decreased inflammation and increased vasodilation. The most promising data from the additional benefit of a healthy diet occurred with vitamin D. Garelnabi *et al.*⁵² reported that vitamin E did not demonstrate beneficial effects upon the level of oxidative stress and inflammation associated with exercise.

It is important to stress that it is discussed in the literature the positive effect of intervention of physical exercise and balanced diet as two main strategies of non-pharmacological treatment for overweight, obesity and inflammatory markers^{31,50}.

The traditional Mediterranean diet confers protection against chronic diseases, depending on the attenuation of pro-inflammatory mediators⁵³. Virgin olive oil is one of the foods of the Mediterranean diet that contains numerous phenolic compounds that have potent anti-inflammatory action⁵³. Chacko *et al.*⁶⁰ observed that magnesium can influence favorably in metabolic results, being inversely associated with CRP, IL-6, TNF- α and cellular adhesion molecules (VCAM-1). It was also verified the anti-inflammatory effect of dark chocolate, due to high concentrations of flavonoids⁵⁴.

Exercise produces energy expenditure by direct effect on metabolic level, however, this expenditure can be considered minimum before the energy balance. It is known that the increase in daily energy expenditure by physical activity corresponds to approximately 200 kcal, without the corresponding increase in energy consumption, it can reduce body weight by approximately 5 kg over a period of 6 months to 1 year⁵⁵.

Physical inactivity is the fourth risk factor for mortality and corresponds to 6% of total deaths in the world according to the Global Physical Activity Recommendations for Health⁴⁶. Much has been discussed about the increased level of habitual physical activity and dietary

intake assessment on the health of individuals, especially adolescents, who are in process of constant morphological changes. Intervention studies are required in order to monitor and encourage teenagers to achieve the recommended physical activity level, decrease the time of sedentary behavior and assess constantly the consumption and frequency of food intake, and thus check the impact of this change in lifestyle on body composition, anthropometric measurements, biochemical variables and inflammatory markers of adolescents.

Conclusions and Perspectives

Inflammatory markers can manifest in adolescence and are related to risk factors for cardiovascular diseases. Body composition, physical activity and nutritional evaluation have presented themselves as non-pharmacological measures in controlling the incidence of inflammatory markers, due to the effect in the control of obesity, dyslipidemias, insulin resistance, diabetes and hypertension. However, much still needs to be done to clarify the correct prescription form of PAL taking into consideration the intensity, type, duration and frequency of exercise. Longitudinal design and intervention studies may clarify how adopting a lifestyle can influence the control of inflammatory markers and other related factors associated with cardiovascular diseases in adolescents.

Conflicts of Interest

The authors declare that there are no conflicts of interest regarding the publication of this paper.

Support: FAPEMIG - Foundation Support Research of Minas Gerais Research and CNPq - National Council for Scientific and Technological Development.

Author's contribution

VPN Miranda and SE Priore were responsible for the development of the manuscript and general coordination of the study and the development of selection criteria Articles and writing the article. Employees MCG Peluzio, ER Faria, and SCC Franceschini were responsible for helping in the discussion, interpretation of prepared topics and critical review of the manuscript as a whole. Finally, SE Priore contributed to critical revision for text content, as well as review the final version of the article.

References

1. Priore, SE, Faria FR, Franceschini, SCC. Adolescência. In: Priore et al., *Nutrição e Saúde na Adolescência*, 1 ed, Rio de Janeiro, Editora Rúbio, p 1-7, 2010.

2. Miranda VPN, Faria FR, Faria ER, Priore SE. Maturação somática e composição corporal em adolescentes eutrófios do sexo feminino com ou sem adequação da gordura corporal. *Rev Paul Pediatr* 2014;32(1):78-84.
3. Karch I, Olszowska M, Tomkiewicz Pająk L, Drapisz S, Łuszczak J, Podolec P. The effect of physical activity on serum levels of selected biomarkers of atherosclerosis. *Kardiol Pol* 2013;71(1):55-60.
4. World Health Organization. *Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: Report of a Joint WHO Expert Consultation*, Geneva, 2004, WHO technical Report; 2004 (series, 916).
5. Faria ER, Faria FR, Gonçalves VSS, Franceschini SCC, Peluzio MCG, Sant'Ana LFR, Priore SE. Prediction of body fat in adolescents: comparison of two electric bioimpedance devices with dual-energy X-ray absorptiometry. *Nutr Hosp* 2014;30(6):1270-1278.
6. Tenório MCM, Barros MVG, Tassitano RM, Bezerra J, Tenório JL. Atividade física e comportamento sedentário em adolescentes estudantes do ensino médio. *Rev Bras Epidemiol* 2010;13(1):105-17.
7. Cândido APC, Benedetto R, Castro APP, Carmo JS, Nicolato RLC, Nascimento-Neto RM, Freitas SN, Caiaffa WT, Machado-Coelho GL. Cardiovascular risk factors in children and adolescents living in the urban area of Brazil: Ouro Preto Study. *Eur J Pediatr* 2009;68:1373-1382.
8. Pereira PF, Priore SE, Bressan J. Aldosterone: a cardiometabolic risk hormone? *Nutr Hosp* 2014;30(6):1191-1202.
9. Tsarouhas K, Tsitsimpikou C, Haliassos A, Georgoulas P, Koutsioras I, Kouretas D, Kogias J, Liosis I, Rentoukas E, Kyriakides Z. Study of insulin resistance, TNF- α , total antioxidant capacity and lipid profile in patients with chronic heart failure under exercise. *In Vivo* 2011;25(6):1031-7.
10. Wu CK, Yang CY, Lin JW, Hsieh HJ, Chiu FC, Chen JJ, Lee JK, Huang SW, Li HY, Chiang FT, Chen JJ, Tsai CT. The relationship among central obesity, systemic inflammation, and left ventricular diastolic dysfunction as determined by structural equation modeling. *Obesity* (Silver Spring) 2012;20(4):730-7.
11. Volp ACP, Alfenas RCG, Costa NMB, Minim VPR, Stringueta PC, Bressan J. Capacidade dos Biomarcadores Inflamatórios em Prever a Síndrome Metabólica. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2008;52(3):537-539.
12. Alves ES, Lemos VA, Silva FR, Lira FS, Santos RVT, Rosa JP. Low-Grade Inflammation and Spinal Cord Injury: Exercise as Therapy? *Mediators Inflamm* 2013;1-7.
13. Siervogel RM, Demerath EW, Schubert C, Remsburg KE, Chumlea WC, Sun S et al. Puberty and body composition. *Horm Res* 2003;60 (Suppl 1):36-45.
14. De Onis M, Blössner M, Borghi E. Global prevalence and trends of overweight and obesity among preschool children. *Am J Clin Nutr* 2010;92(5):1257-64.
15. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. *Antropometria e análise do estado nutricional de crianças e adolescentes no Brasil*.
16. Andrade JP, Arnett DK, Pinto F, Piñeiro D, Smith Jr SC, Mattos LAP. Sociedade Brasileira de Cardiologia - Carta do Rio de Janeiro - III Brasil Prevent / I América Latina Prevent. *Arq Bras Cardiol* 2013;100(1):3-5.
17. Després JP, Lemieux I, Bergeron J, Pibarot P, Mathieu P, Larose, Rodés-Cabau J, Bertrand OF, Poirier P. Abdominal Obesity and the Metabolic Syndrome: Contribution to Global Cardio-metabolic Risk. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2008;28:1039-1049.
18. Silva-Leal GV, Philippi ST, Matsudo SMM, Toassa EC. Consumo alimentar e padrão de refeições de adolescentes, São Paulo, Brasil. *Rev Bras Epidemiol* 2010; 13(3): 457-67.
19. Guedes DPG, Rocha GD, Silva AJRM, Carvalho IM, Coelho EM. Effects of social and environmental determinants on overweight and obesity among Brazilian schoolchildren from a developing region. *Rev Panam Salud Publica* 2011;30(4):295-302.
20. Farias Junior JC, Lopes AS, Florindo AP, Hallal PC. Validade e reprodutibilidade dos instrumentos de medida da atividade física do tipo *self-report* em adolescentes: uma revisão sistemática. *Cad Saude Publica* 2010;26(9):1669-1691.
21. Masi LN, Silva EP. A influência dos ácidos graxos trans na disfunção da célula endotelial e o possível efeito terapêutico do exercício sobre o tecido endotelial como forma de prevenção ou regressão da aterosclerose. *J Vasc Bras* 2009;8(2):171-176.
22. Buchan DS, Ollis S, Young JD, Thomas NE, Cooper SM, Tong TK, Nie J, Malina RM, Baker JS. The Effects of Time and Intensity of Exercise on Novel and Established Markers of CVD in Adolescent Youth. *Am J Hum Biol* 2011; 23:517-526.
23. Wang H, Steffen LM, Vessby B, Basu S, Steinberger J, Moran A, Jacobs JDR, Hong CP, Sinaiko AR. Obesity Modifies the Relations Between Serum Markers of Dairy Fats and Inflammation and Oxidative Stress Among Adolescents. *Obesity* 2011;(19):2404-2410.
24. Carvalho GQ, Pereira PF, Serrano HM, do Carmo Castro Franceschini S, Oliveira de Paula S, Priore SE, do Carmo Gouveia Peluzio M. 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;35:464-470.
25. Duarte ER, Pellanda LC, Portal VL. Perfil Inflamatório, Metabólico e Lipídico na Síndrome Isquêmica Aguda: Relação com Eventos Intra e Pós-Hospitalares. *Arq Bras Cardiol* 2005;84(2):123-129.
26. Paoletti R, Bolego C, Poli A, Cignaella A. Metabolic syndrome, inflammation and atherosclerosis. *Vasc Health Risk Manag* 2006;2(2):145-52.
27. Dulloo AG, Montani JP. Body composition, inflammation and thermogenesis in pathways to obesity and the metabolic syndrome: an overview. *Obes Rev* 2012;13 (Suppl) 2:1-5.
28. Tokgözoğlu L. Atherosclerosis and the role of inflammation. *Turk Kardiyol Dern Ars* 2009;7 (Suppl 4):1-6.
29. Dod HS, Bhardwaj R, Sajja V, Weidner G, Hobbs GR, Konat GW, Manivannan S, Gharib W, Warden BE, Nanda NC, Beto RJ, Ornish D, Jain AC. Effect of intensive lifestyle changes on endothelial function and on inflammatory markers of atherosclerosis. *Am J Cardiol* 2010;105(3):362-7.
30. Allison MA, Jensky NE, Marshall SJ, Bertoni AG, Cushman M. Sedentary behavior and adiposity-associated inflammation: the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *Am J Prev Med* 2012;42(1):8-13.
31. Santos MG, Pegoraro M, Sandrini F, Macuco EC. Fatores de Risco no Desenvolvimento da Aterosclerose na Infância e Adolescência. *Arq Bras Cardiol* 2008;90(4):301-308.
32. Petersen AMW, Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise. *J Appl Physiol* 2005;98:1154-1162.
33. Gomes FS, Anjos LA, Vasconcelos MTL. Antropometria como ferramenta de avaliação do estado nutricional coletivo de adolescentes. *Rev Nutr* 2010;23(4):591-605.
34. Polédne R, Lorenzová A, Stávek P, Valenta Z, Hubáček J, Suchánek P, Pitha J. Proinflammatory status, genetics and atherosclerosis. *Physiol Res* 2009;58 (Suppl 2):111-8.
35. Puglisi MJ, Fernandez ML. Modulation of C-Reactive Protein, Tumor Necrosis Factor- α , and Adiponectin by Diet, Exercise, and Weight Loss. *J Nutr* 2008;138:2293-2296.
36. Kinlay S, Selwyn AP. Effects of statins on inflammation in patients with acute and chronic coronary syndromes. *Am J Cardiol* 2003;91:9B-13B.
37. Kaspis C, Thompson PD. The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers: a systematic review. *J Am Coll Cardiol* 2005;17(45)(10):1563-9.
38. Devan AE, Umpierre D, Harrison ML, Lin HF, Tarumi T, Renzi CP. Endothelial ischemia-reperfusion injury in humans: association with age and habitual exercise. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2011;300(3):H813-9.
39. Gottlieb MG, Bonardi G, Moriguchi EH. Fisiopatologia e aspectos inflamatórios da aterosclerose. *Sci Med*, Porto Alegre: PUCRS 2005;15(3).
40. Onat A. Metabolic syndrome: nature, therapeutic solutions and options. *Expert Opin Pharmacother* 2011;12(12):1887-1900.
41. de León AC, Pérez Mdel C, González DA, Díaz BB, Coelho SD, Hernández AG, Aguirre-Jaime A. Hemodynamics and me-

- tabolism at low versus moderate altitudes. *High Alt Med Biol* Summer 2011;12(2):179-86.
42. Libby P. Inflammation and cardiovascular disease mechanisms. *Am J Clin Nutr* 2006;83(2):456S-460S.
 43. Guebre-Egziabher F, Kalbacher E, Fouque D. Insulin resistance and inflammation in chronic kidney diseases. *Nephrol Ther* 2009;5:(Suppl 5):S346-52.
 44. Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bou-chard C, Buchner D, Ettinger W, Heath GW, King AC, et al. Physical activity and public health: a recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA* 1995;273(5):402-7.
 45. Oliveira FJ, Vieira RW, Coelho OR, Petrucci O, Oliveira PPM, Antunes N, Oliveira I. PF, Antunes E. Inflamação sistêmica causada pela periodontite crônica em pacientes vítimas de ataque cardíaco isquêmico agudo. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2010;25(1):51-58.
 46. World Health Organization. *Global Recommendations on Physical Activity for Health*. In: Organization WH, editor. Geneva: WHO Press; 2010.
 47. Wannamethee SG, Shaper AG, Whincup PH, Lennon L, Sattar N. Adiposity, adipokines, and risk of incident stroke in older men. *Stroke* 2013;44(1):3-8.
 48. Martínez-Gómez D, Gómez-Martínez S, Ruizb JR, Díaz LE, Ortégac FB, Widhalme K, Cuenca-García M, Manios Y et al. Objectively-measured and self-reported physical activity and fitness in relation to inflammatory markers in European adolescents: The HELENA Study. *Atherosclerosis* 2012;221:260- 267.
 49. Rosseti MB, Brito RR, Norton RC. Prevenção primária de doenças cardiovasculares na obesidade infantojuvenil: efeito anti-inflamatório do exercício físico. *Rev Bras Med Esporte* 2009;15(6):472-475.
 50. Kelly AS, Wetzsteon RJ, Kaiser DR, Steinberger J, Bank AJ, Dengel DR. Inflammation, insulin, and endothelial function in overweight children and adolescents: the role of exercise. *J Pediatr* 2004;5:731-737.
 51. Whayne Jr TF, Maulik N. Nutrition and the healthy heart with an exercise boost. *Can J Physiol Pharmacol* 2012;90(8):967-76.
 52. Garelnabi M, Veledar E, White-Welkley J, Santanam N, Abramson J, Weintraub W, Parthasarathy S. Vitamin E differentially affects short term exercise induced changes in oxidative stress, lipids, and inflammatory markers. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2012;22(10):907-13.
 53. Panagiotakos DB, Dimakopoulou K, Katsouyanni K, Bellander T, Grau M, Koenig W, Lanki T, Pistelli R, Schneider A, Peters A. Mediterranean diet and inflammatory response in myocardial infarction survivors. *Int J Epidemiol* 2009;38(3):856-66.
 54. Di Giuseppe R, Castelnovo AD, Centritto F, Zito F, Curtis AD, Costanzo S, Vohnout B, Sieri S, Krogh V, Donati MB, Gaetano G, Iacoviello L. Regular consumption of dark chocolate is associated with low serum concentrations of C-reactive protein in a healthy Italian population. *J Nutr* 2008;138(10):1939-45.
 55. Trombetta IC, Batalha LT, Halpern A. *Exercício e Obesidade*. In: Negão CE, Barreto ACP. *Cardiologia do exercício: do cardiopata ao atleta*. 2 edição, Manole, Barueri-SP; 2006. p. 154-172.

Anexo 12

EFFECT OF PHYSICAL ACTIVITY ON CARDIOMETABOLIC MARKERS IN ADOLESCENTS: SYSTEMATIC REVIEW

EFEITO DA ATIVIDADE FÍSICA SOBRE OS MARCADORES CARDIOMETABÓLICOS EM ADOLESCENTES: REVISÃO SISTEMÁTICA

EFFECTO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA SOBRE LOS MARCADORES CARDIOMETABÓLICOS EN ADOLESCENTES: REVISIÓN SISTEMÁTICA



REVIEW ARTICLES
ARTIGO DE REVISÃO
ARTÍCULOS DE REVISIÓN

Valter Paulo Neves Miranda¹
(Educação física)

Paulo Roberto dos Santos Amorim²
(Educação física)

Nathália Cristina Borges Oliveira²
(Educação física)

Maria do Carmo Gouveia Peluzio¹
(Nutricionista)

Silvia Eloiza Priore¹
(Nutricionista)

1. Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Nutrição e Saúde,
Programa de Pós-Graduação em
Ciência da Nutrição, Viçosa,
MG, Brasil.

2. Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Educação
Física, Laboratório de Performance
Humanas, Viçosa, MG, Brasil.

Correspondência:

Universidade Federal de Viçosa
Av. PH Rolfs, Programa de Pós-
Graduação em Ciência da Nutrição,
Centro de Ciência Biológica II,
5º andar, Viçosa, MG, Brasil. 570-900.
vpnmiranda@yahoo.com.br.

ABSTRACT

The accumulation of body fat is a major risk factor for cardiometabolic diseases. Obesity can be considered a chronic systemic inflammatory disease in adults and younger people. The control of subclinical inflammation process through the practice of physical activity (PA) can mitigate the effects of risk factors that trigger atherosclerosis that worsens with advancing age. The objective of this study was to conduct a systematic review of the influence of physical activity and/or exercise on cardiometabolic markers and other risk factors of cardiovascular disease in adolescents. A systematic review was conducted in electronic databases Scopus, Pubmed, Conchrane Collection and SciELO. The terms used in the search were "cardiovascular diseases AND inflammation AND adolescents AND physical activity OR exercise". A total of 24 original articles were evaluated, being 14 longitudinal and 10 cross-sectional studies. Overall, 16 articles (66.66%) showed that PA, exercise and/or sedentary behavior may have influenced or have been related to the concentration of cardiometabolic markers. All studies that examined lifestyle changes showed reduction of cardiometabolic markers. Some limitations were observed: reduced samples, lack of dietary prescription, evaluation and control of volume and intensity of exercise. Most of the studies analyzed showed that the physical activity could influence and decrease the concentrations of cardiometabolic markers in adolescents. However, studies with representative sample size and precise control in assessing the level of physical activity and/or exercise are required to determine accurately the changes that the more active lifestyle can bring on inflammatory process, as well as other risk factors for cardiometabolic diseases in adolescents.

Keywords: adolescent; biomarkers; cardiovascular diseases; metabolism.

RESUMO

O acúmulo de gordura corporal é um dos principais fatores de risco de doenças cardiometabólicas. A obesidade pode ser considerada uma doença inflamatória sistêmica crônica em adultos e em pessoas mais jovens. O controle do processo de inflamação subclínica por meio da prática de atividade física (AF) pode atenuar os efeitos dos fatores de risco que desencadeiam a aterosclerose que se agrava com a idade. O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão sistemática sobre a influência da atividade física e/ou do exercício sobre marcadores cardiometabólicos e outros fatores de risco de doenças cardiovasculares em adolescentes. A revisão sistemática foi realizada nas bases de dados eletrônicas Scopus, Pubmed, Conchrane Collection e SciELO. Os termos usados para a busca foram "cardiovascular diseases AND inflammation AND adolescents AND physical activity OR exercise". Foram avaliados 24 artigos originais, 14 estudos longitudinais e 10 transversais. No geral, 16 artigos (66,66%) mostraram que a AF, o exercício físico e/ou comportamento sedentário influenciaram ou se relacionaram com a concentração de marcadores cardiometabólicos. Todos os estudos que analisaram mudanças do estilo de vida mostraram redução dos marcadores cardiometabólicos. Algumas limitações foram observadas: amostras pequenas, falta de prescrição dietética, controle e avaliação de volume e intensidade do exercício físico. A maioria dos estudos analisados mostrou que a atividade física pode influenciar e diminuir as concentrações dos marcadores cardiometabólicos em adolescentes. No entanto, estudos com tamanho amostral representativo e com controle da avaliação do nível de atividade e/ou exercício físico são necessários para verificar com acurácia as alterações que o estilo de vida mais ativo pode apresentar no processo de inflamação, assim como em outros fatores de risco de doenças cardiometabólicas em adolescentes.

Descritores: adolescente; biomarcadores; doenças cardiovasculares; metabolismo.

RESUMEN

La acumulación de grasa corporal es uno de los principales factores de riesgo de enfermedades cardiometabólicas. La obesidad puede ser considerada como una enfermedad inflamatoria sistémica crónica en adultos y en los jóvenes. El control del proceso de inflamación subclínica a través de la práctica de actividad física (AF) puede mitigar los efectos de los factores de riesgo que desencadenan la aterosclerosis, que empeora

con la edad. El objetivo de este estudio fue realizar una revisión sistemática de los efectos de la actividad física y/o ejercicio sobre los marcadores cardiometabólicos y otros factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares en adolescentes. La revisión sistemática se realizó en las bases de datos electrónicas Scopus, Pubmed, Conchrane Collection y SciELO. Los términos utilizados en la búsqueda fueron "cardiovascular diseases AND inflammation AND adolescents AND physical activity OR exercise". Fueron evaluados 24 artículos originales, 14 estudios longitudinales y 10 transversales. En general, 16 artículos (66,66%) mostraron que la AF, el ejercicio y/o el comportamiento sedentario han influenciado o se relacionado con la concentración de los marcadores cardiometabólicos. Todos los estudios que examinaron el cambio de estilo de vida mostraron una reducción de los marcadores cardiometabólicos. Se observaron algunas limitaciones: muestras pequeñas; falta de prescripción dietética; control y evaluación del volumen y de la intensidad del ejercicio. La mayoría de los estudios analizados demostraron que la actividad física puede influenciar y disminuir las concentraciones de marcadores cardiometabólicos en los adolescentes. Sin embargo, se requieren estudios con tamaño representativo demuestran y que avalúen el control del nivel de actividad física y/o ejercicio para determinar con precisión los cambios que el estilo de vida más activo puede presentar en el proceso de inflamación, así como otros factores de riesgo de enfermedades cardiometabólicas en adolescentes.

Descriptores: adolescente; biomarcadores; enfermedades cardiovasculares; metabolismo.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1517-869220162203149448>

Artigo recebido em 21/05/2015 aprovado em 14/04/2016.

INTRODUCTION

Adolescence is a transition from childhood to adult phase, in which growth and maturational development occur in ascending order. According to Rasmussen et al.¹, the pubertal development includes a multitude of physiologic and psychological changes, which strongly affect observations linked to outcome parameters such as biology, behavior, and intellectual performance. Some changes that take place in this phase can influence behavior in physical, cognitive and social aspects, including the adoption of a sedentary lifestyle and poor eating habits².

The adoption of a sedentary lifestyle, with low levels of physical activity (PA) and a hypercaloric diet and low fiber intake are important factors for increasing prevalence of overweight, obesity and, consequently, metabolic disorders^{3,4}. The rapid increase in prevalence and severity of obesity in younger individuals is likely to increase cardiovascular diseases incidence worldwide⁵. It is estimated that 20% of teens from western countries are overweight or obese⁶.

The subclinical inflammation process is a set of biochemical, physiological and immunological alterations in response to aggressive stimuli to organism⁷. Inflammation may change the risk for cardiovascular disease by its association with traditional cardiovascular diseases (CVD) such as high density lipoprotein, or inflammation may have a direct effect on the endothelium, atherogenesis, atherosclerosis phases, including plaque development, disorders and thrombosis⁸.

However, the CVD that initiate prematurely can get worse as the time goes by until adult phase^{8,9}. There is an association among childhood obesity, cardiovascular disease and biomarkers produced from adipose tissue and with other roles in inflammation and oxidative stress are increasingly being studied. Results have pointed to specific therapeutic strategies CVD prevention development at early age¹⁰.

Healthy behavior such as PA, decrease of sedentary behavior and nutritional education may can diminish the concentration of inflammatory cytokines and / or increasing anti-inflammatory cytokines in adolescents^{8,11,12}.

The increase in glucose uptake and insulin sensitivity in muscle can be stimulated by PA level increasing¹³. The lipoprotein lipase enzyme (LPL) controls fat stock, and PA increases the ability to release and storage energy of adipose tissue, as the capacity of carbohydrates and fat oxidation from muscle. The adipocytes excess in bloodstream, is related to the metabolic syndrome factors, and produce cytokines tumor necrosis factor α (TNF- α) and Interleukin-6 (IL-6)¹⁴.

Currently, despite a growing number of studies that analyzes the

action and effectiveness of the PA and exercise on cardiometabolic markers in obese adolescents^{9-12,14,15}. Also, there are few studies of systematic review describing intervention procedures with PA in cardiometabolic markers and risk factors of CVD in adolescents. Thus, the objective this study was to realize a systematic review study regarding the influence of physical activity and / or exercise on cardiometabolic markers and others risk factors of cardiovascular disease in adolescents.

MATERIAL AND METHODS

It was included complete original scientific articles and studies that deal with studies with assessment or relation of physical activity and / or exercise with cardiometabolic markers in adolescents. Review articles and meta-analyses, thesis, book chapters, books, medical books, commentaries, reviews, government information, and also original articles with animals or who used medicaments were excluded. The process involved scientific articles research of the following databases: Scopus, Pubmed, Conchrane Collection e Scielo. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)¹⁶ guidelines were followed for this systematic review elaboration.

As descriptors, it was used the associated terms "cardiovascular diseases AND inflammation AND adolescents AND physical activity OR exercise". All associated terms are indexed in Health Science Descriptors system (DeCs/MeSH).

Statistical analysis

Research period was not present because it aimed to investigate original scientific articles published over time, associated with cardiometabolic markers and physical activity.

After the selection of the papers, the titles were analyzed and the abstracts selected realized a floating reading¹⁷, and only those considered relevant to the study were selected. Selected articles summaries were analyzed by identifying the studies type, population investigated, methodological aspects (including instruments adequacy in the sample) and conceptual perspective related to cardiometabolic markers. First, results were presented in general way, and subsequently were separately described according to delimitation.

Only one reviewer (VPNM) analyzed all titles produced by the initial searches and excluded those that were definitively irrelevant to the search intent. The titles that were insufficiently clear to make such a determination were retained for review at the abstract level. The remaining

abstracts were then independently screened for two reviewers (VPNM and NCBO), being analyzed mainly the methods and main results.

The full article was obtained for all potentially relevant abstracts. First, the data extraction was conducted for one reviewer (VPNM), and after, other reviewer checked all information for continue analyzing the results. The full papers were evaluated according to the following criteria: name of the researchers, publication's year, name of the journal, description of the sample, methods of physical activity and / or exercise used and main results in relation to cardiometabolic markers.

RESULTS

In the first search step were identified 323 references, articles number in each descriptors combination. The Figure one represents a flowchart of items selection procedure, until the final result of 24 articles, with 14 articles in longitudinal design with intervention and 10 articles in cross-sectional design (Figure 1).

Overall, 16 of 24 selected articles (66.66%) showed that PA, physical exercise and / or sedentary behavior may influence or relate to the concentration of cardiometabolic markers, with most studies involving evaluation of adolescents with overweight and obesity.

C-reactive protein (CRP) was the marker that had higher association with PA. In 6 studies¹⁸⁻²³ there was a decrease in the concentration of CRP, and in one study only²⁴ there was an increased after the intervention with PA. In addition to PCR, there was a decrease in γ -fibrinogen, retinol carrier protein (RBP4), IL-6 e PAI-1.

Regarding the articles with longitudinal design, it was found that of 14 selected articles, 11 showed effect (decrease or increase) in cardiometabolic markers^{18-22,25-27} PA intervention programs period ranged from seven weeks⁹ to one year²⁸. (Table 1).

Lifestyle changing was the proposal used by seven of longitudinal studies^{2,18,20-22,27-31}. In all these studies there was an cardiometabolic markers reduction (Table 1).

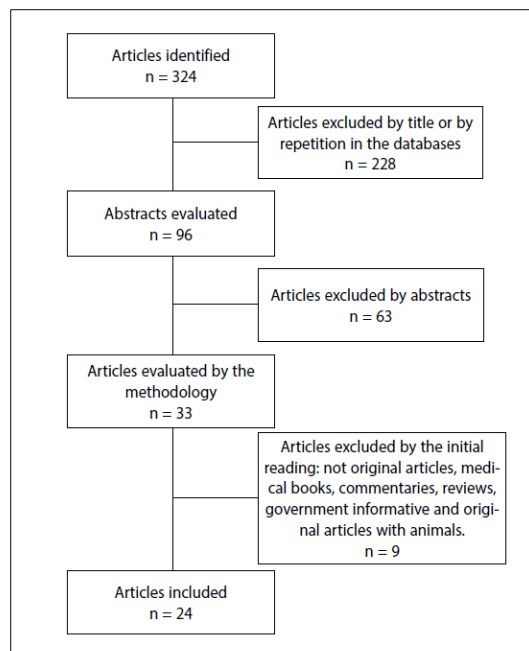


Figura 1. Tempo sentado de acordo com a duração do sono dos adolescentes.

PA programs used mainly aerobic exercise as a stimulus to increase AP level^{21,22,27,29,30}. Intense and moderate exercises were also used^{18,19,24,30-33} planned exercises and sports games²⁹ and controlled exercises in exercise bike³¹ besides sedentary behavior evaluation²⁰. Longitudinal studies also assessed cardiorespiratory fitness by different methods: ergospirometry test²⁹, 20 m shuttle-run test⁹ and cardiorespiratory test on exercise bike^{32,33}. A study has used indirect calorimetry test for evaluating metabolic rate¹⁹.

It was observed that 10 articles were selected with cross-sectional design, among them, five showed a relationship between physical activity level, body composition and cardiometabolic markers^{12,23,25,32-36} (Table 2). Two studies showed an association between sedentary behavior and cardiometabolic markers^{25,34}. Overweight status and insulin resistance were associated with higher levels of inflammation (high-sensitive PCR ≥ 1 mg/L) and cardiovascular risk according to arterial indices²³ (Table 2).

Questionnaires were methods most used to evaluate the PA level in cross-sectional studies. Other studies have used accelerometer as evaluation method for PA level^{12,25,35} and pedometer¹⁹.

DISCUSSION

After careful evaluation of this review articles, it was found that 16 (66.66%) of them have shown that PA may influence or relate to some cardiometabolic markers concentration. And that this relationship between PA and the inflammatory process may occur directly or indirectly, when PA proves efficient in reducing risk factors for CVD related inflammatory markers, such as obesity, diabetes, lipid profile imbalance, insulin resistance and hypertension.

Vasconcellos et al.¹⁵ point the PA as an effective strategy in preventing obesity and comorbidities correlated to body fat excess only in obese and overweight adolescents. However, it is emphasized that many of the results need to be observed cautiously by the lack of description of appropriate exercise prescription considering type, intensity and volume. In this review, it was verified positive effect of PA in cardiometabolic markers not only in obese adolescents, but also in lean adolescents, from both sex.

CVD risk factors can be defined as measurable characteristics, that have a genetic predisposition, and behavioral of an individual. Manifestations, such as heart attack and stroke, not emerge only in adulthood, CVD risk factors can be present during childhood and adolescence³⁶. These are particularly important because they help identify asymptomatic individuals who have a greater chance for developing the disease in future, compared to the general population.

Lipid accumulation, inflammatory cells and fibrous elements that are deposited on arterial walls are responsible for fatty streaks and plaques that often cause blockage in blood vessel³⁷. Excess body fat provides metabolic disorders and activates the subclinical inflammation process, which can trigger or exacerbate this process. These conditions, in addition to predispose individuals to atherosclerosis can induce a pro-inflammatory phenotype and prothrombotic endothelium^{41,42}.

PCR was the marker that suffered more influence of physical activity programs. This is considered the main acute phase protein, synthesized by liver and regulated by cytokines, IL-6, o TNF- α and a IL-1, predominantly. CRP levels modest elevations are also present in chronic inflammatory conditions such as atherosclerosis, and their levels tripled in risk presence of peripheral vascular disease⁴³. One of its most important functions is its ability to bind to cell membrane components, forming complexes that activate opsonin release and phagocytosis and eventual removal of these traffic structures⁴⁴.

PCR can bind to complement factor (C3 and C4), increasing

Table 1. Longitudinal and randomized controlled trial articles available on databases Scopus, Pubmed, Conchrane Collection and SciELO. These studies evaluated the effects of physical activity on cardiometabolic markers.

References	Subjects	Methods of assessing physical activity	Mainly results	Limitations
Buchan et al. ¹⁸ – American Journal of Human Biology	57 adolescents, 47 male and 10 female. They were divided in 3 groups: PA high intensity (HIT), PA moderate (MOD) and Control Group.	The participants performed three times for week exercise sessions, over 7 weeks. Each session consisted of either four to six of maximal sprint running within a 20m area with 20–30 seconds recovery (HIT). Participants in the MOD group were instructed to exercise at an intensity of 70% VO ₂ max by running steadily for a period of 20 min.	IL-6, HDL-C, LDL-C, TC, and glucose concentrations did not change at post intervention in any group. PAI-1, CRP, or insulin concentrations also did not change post intervention in the HIT group, while adiponectin and CRP concentrations did not change post intervention in the MOD group.	Small size sample.
Lovely et al. ¹⁹ – The Journal of Pediatrics	21 adolescents, male and female aged 14 to 18 years, with Tanner stage maturation index > 4, being 15 obese and 6 lean, as a control group.	Randomized controlled 3-month PA-based lifestyle intervention. The participants in the obese intervention group met with a nutritionist once a week for 3 months following the baseline study. They were also advised to perform aerobic PA, mainly brisk walking, for at least 45 minutes at least 3 times a week.	PA induced reduction in γ fibrinogen in obese. The γ fibrinogen concentration was higher in obese group, and was correlated with other risk factors for CVD: IL-6, log PCR, HOMA-IR and insulin.	Small sample size and measurements were performed retrospectively using frozen plasma sample.
Ryders et al. ¹⁹ Medicine & Science In Sports & Exercise	37 adolescents male and female with Tanner stage maturation index > 4. Thus was divided in two groups: group 1 with PA intervention and diet, group 2 PA intervention, diet plus metformin.	Six-month program of structured lifestyle modification with diet and exercise. They were encouraged to exercise at least three times per week for 30 min per session. Exercise consisted of five–10 min for warm-up and stretching, followed by 15–30 min of cardiovascular exercise (i.e., treadmill, bicycle ergometer, rower, NuStep).	Adiponectin concentrations, a measure of insulin sensitivity, were significantly higher in group two (diet, exercise plus metformin) at 6 months. Inflammation-related markers were not significantly different from baseline values in either group. However, in general the hsCRP concentrations were significantly lower after the intervention.	Daily PA, measured by pedometer step count, was not obtained at baseline; the sample size in each group was small.
Garanty-Bogacka et al. ²⁰ – Endokrynologia Polska/Polish Journal of Endocrinology	50 adolescents and child male and female obese. No have control group.	All patients participated in the six-month obesity intervention program. The outpatient intervention program for obese children was based on increased physical activity, nutrition education, and behavior therapy including individual psychological care of the child, and, if necessary, the child's family.	After six months, There was a significant reduction of glucose and insulin concentration and HOMA-IR. Furthermore, concentrations of IL-6, CRP, WBC and Fb decreased was significantly.	Not reported by researchers.
Balogopal et al. ²¹ – Intervention and Prevention	21 adolescents male and female and maturity stage ≥ 4 (Tanner), 15 obese and 6 lean. With control group.	The subjects realized PA for 45 min three times per week for three months. Each session included warm-up, aerobic activities (mainly brisk walking), lifestyle changes that included caloric restriction by exchanging high-calorie snacks and decrease the sedentary behavior.	The concentration of CRP, IL-6, insulin concentration and HOMA-IR decreased significantly in the obese intervention group. The leptin showed a strong association with inflammatory markers such as CRP and IL-6.	Small size sample and the fact this research has been realized with post pubertal adolescents only.
Balogopal et al. ²² – The Journal of Pediatrics	21 adolescents male and female, 15 obese e 6 lean (Control group). All subjects were matched by age and pubertal status (Tanner growth stage 4).	Randomized controlled lifestyle-only intervention study during three months. The subjects were advised to perform PA for 45 minutes, three times per week. Only obese subjects were advised to perform brisk walking. Lifestyle changes included caloric restriction and limiting the duration of television watching.	Circulating concentrations of CRP, fibrinogen, and IL-6 showed a decrease in subjects in the intervention group. Seven of the eight subjects showed a decrease in CRP. Reductions in the concentrations of CRP, IL-6, and fibrinogen were observed with negligible changes in body weight and/or BMI.	Small size sample.
Byrne et al. ²⁴ – Journal Clinical Pathology	303 male adolescents army recruits (18.8±0.11) healthy and eutrophic. Without control group.	10 weeks of exercise, five weeks of general PA and exhaustive PA. The post-training evaluation was divided into 6 groups according to the time expected to conduct the evaluation (G1: 12h, G2: 24h, G3: 48h, G4: three days, G5: 5 days, G6: 5 days).	Decrease in fibrinogen and CRP levels. Evaluation after 12h found increase in CRP. Individuals evaluated 4 weeks after the military exercise found a reduction in CRP.	Vigorous exercise may have confounding bias because some inflammatory markers may rise after PA.
Rosa et al. ²⁶ Pediatrics Diabetes	138 adolescents male and female. These were divided in Obese group (Ob), Type 1 Diabetes Mellitus (T1DM) and Healthy adolescents (Control Group).	All groups rested for 90min in euglycemic range (T1DM required insulin/glucose infusions to achieve euglycemia prior to the 90 min period and euglycemic clamp throughout the remainder of the study). Exercise consisted of 2-min cycling at ~80% VO ₂ max followed by 1-min rest, completed 10 times. Blood samples were drawn before, during (at 18 min), peak, and 30-min post exercise.	In all groups, IL-6 started to show slight increases at peak exercise and was significantly elevated at 30 min post exercise. Although both groups exhibited overall increases in inflammatory and oxidative status, alterations in several molecular components of these processes appeared to be condition-specific.	Explain better the conditions of cause and PA prescription effect on specific groups.
Balogopal et al. ²⁷ – The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism.	21 adolescents male and female aged between 14 to 18 years old and maturity stage > 4 (Tanner) These were divided in two groups: obese and lean.	Three months of randomized and controlled physical activity-based lifestyle intervention. Only obese subjects were advised to perform brisk walking to ensure maximum caloric expenditure for 45–60 min three times per week. Lifestyle changes included caloric restriction and limiting the duration of television watching.	Lifestyle intervention lowered serum RBP4 levels in all obese children in the intervention group with a mean decrease of approximately 30%. The magnitude of decrease in RBP4 was closely associated to decreases in inflammatory factors (CRP and IL-6) and insulin levels.	Not reported by researchers.
Nascimento et al. ²⁸ The Biochemistry Journal.	148 children and adolescents, male and female. This study had control group.	Sixty obese patients agreed to participate in 1 year longitudinal study after medical and nutritionist appointments to improve lifestyle modification; a substantial BMI reduction was defined by a decrease in BMI z-score (BMI z-score) of 0.3 or more over the studied period.	At baseline (T1), no significant differences were observed in age, sex, BMI, BMI z-sc, and in any markers of the metabolic syndrome or inflammatory markers between obese children.	The program of PA and diet was not described in a standardized way, which may have affected the small reduction in BMI.
Meyer et al. ²⁹ – Journal of the American of cardiology	96 adolescents male and female, obese and 35 lean adolescents. With control group.	Subjects were randomly assigned to 6 months' exercise or to non-exercise. Exercises were conducted 3 times/week: on Mondays, swimming and aqua aerobic training (60min); Wednesdays, sports games (90 min); and Fridays, walking (60 min), supervised by qualified coaches and physiotherapists.	The groups of obese intervention, obese control, and lean children differ significantly in numbers of laboratory parameters (insulin, insulin resistance, triglycerides, HDL-C, LDL/HDL ratio, Fb, and CRP).	Suggestion for new studies to assess the degree of obesity and the intensity and duration of exercise intervention.
Barbeau et al. ³¹ – The Journal of Pediatrics	74 adolescents male and female, age between 12 and 16 years, obese (>p85) white and blacks.	Eight months of lifestyle education (LSE) plus moderate-intensity physical training (PT) or LSE plus high-intensity, 5 days per week. The moderate and high-intensity groups were assigned intensities of 55% to 60% and 75% to 80% of peak VO ₂ , respectively. The target energy expenditure for all subjects was 250 kcal/session.	Change in PAI-1 and CRP were significantly correlated with its baseline value and change in %BF. Fb and CRP and PAI-1 were positively correlated with %BF and visceral adiposity tissue. Fitness was negatively correlated with PAI-1 and %BF.	The total volume of exercise was not controlled.
Kelly et al. ³² – The Journal of Pediatrics	25 adolescents male and female. All overweight (BMI>p85). With control group.	All exercise training was supervised, occurred four times per week, and consisted of stationary cycling starting at 50% to 60% of VO ₂ peak for 30 min per session. The heart rate (VO ₂ peak) was used to monitor exercise intensity for durations of 50 min during the last 2 weeks.	There was correlation between fasting Insulin and CRP. No significant differences between groups were observed over 8 weeks for body weight, BMI, percent body fat, total cholesterol, LDL-C, TC, glucose, insulin, glucose tolerance and CRP.	Small size sample.

PA: physical activity; METs: metabolic equivalent; VO₂: volume of oxygen consumption; VO₂ max: maximum volume of oxygen consumption; CG: control group; bpm: beats per minute; %BF: body fat percentage; BMI: body mass index; CVD: cardiovascular diseases; WBC: White Blood Cell; RBP4: Retinol binding protein 4; CRP: C reactive protein; hsCRP: high sensitivity C reactive protein; IL-6: Interleukin 6; TNF-α: Tumoral Necrosis Factor-α; IL-1ra: interleukin 1ra; PAI-1: plasminogen activator inhibitor-1; Fb: Fibrinogen; HOMA-IR: homeostatic model assessment insulin resistance; TC: triglycerides; LDL-C: low density lipoprotein cholesterol; HDL-C: high density lipoprotein cholesterol; DM: Diabetes Mellitus; T2DM: Type 2 Mellitus Diabetes, T1DM: Type1 Mellitus Diabetes.

Table 2. Cross-sectional articles available on data bases Scopus, Pubmed, Conchrane Collection and SciELO. These studies evaluated the relationship between physical and cardiometabolic markers.

References	Subjects	Methods of assessing Physical Activity	Mainly Results	Limitations
Martínez-Gómez et al. ¹² Atherosclerosis	1025 male and female adolescents.	Evaluation of physical activity level by accelerometry (ActiGraph) during seven days. The variable PA was counted per minute (cpm): 2000 cpm moderate and vigorous 4000 cpm). Use the IPAQ for teenagers. Physical fitness test 20m Shuttle-run.	All objective assessment of the PA group and vigorous IPAQ was significantly associated with CRP, complement factor 3 and 4. Physical fitness test was significantly associated with C3 and C4 independent of BMI.	Food intake was not observed during the time watching television and the threshold of these results should be considered.
Velásquez-Rodríguez et al. ²³ – Biomed Central Pediatrics	120 adolescents male and female aged 12 to 18 years, divided in three groups: overweight group with insulin resistance, overweight group without insulin resistance, and control group.	The Three-DPAR method was applied. MET values for each activity were calculated based on the American College of Sports Medicine Compendium of PA. The sedentary behavior was for evaluated for time spent watching television/playing video games: > 3 hours per day.	Overweight status and insulin resistance were associated with higher levels of inflammation (hsCRP ≥1 mg/L) rising in 1.6 times the cardiovascular risk. When they reached a waist circumference > p95 and watched 3 or more hours/day of television. The PA level had reverse relationship with HOMA index.	The 24-h food consumption questionnaire properly reflects population food consumption and PA was assessed in young people using questionnaire method.
Martínez-Gómez et al. ²⁵ – The Journal of Pediatrics	183 male and female adolescents, PA participants P as a Preventive Measure Against Overweight, Obesity and chronic diseases.	Evaluation of physical activity level by accelerometry (ActiGraph) used during seven days. Sedentary behaviors were evaluated (TV time, video game playing and painting). The validated data were the last 10h of the last four days and one of those over the weekend.	It was found association between sedentary behavior and cardiometabolic markers. Time watching television was associated with soluble endothelial adhesion molecules (ICAM, VCAM, E-selectin and L-selectin).	Cross-sectional study did not allow assessment of the reaction caused by resistin with other cardiometabolic markers.
Ischander et al. ³³ – Official Journal of the American College of Sports Medicine	74 female healthy adolescents, aged 14 to 17 years. Two groups: sedentary and active adolescents who practiced any sport.	PA level was evaluated by Three-DPAR. The PA level was classified according the Compendium de Aisworth: lights (< 3 METs), moderate (3-6METs) e vigorous (>6MET). Cardiovascular fitness test on a cycle ergometer test to the limit exercise tolerance.	IL-6, IL-1ra and TNF-α had significantly higher concentrations of inactive groups. The PCR was high in the sedentary group.	Small size sample. And not explored factors such as gender, ethnicity, habitual level of PA and adiposity.
Countryman et al. ³⁴ . Annals of Behavioral Medicine	367 male and female adolescents, aged 15 to 17.	Seven-Day Physical Activity Recall. Description of activities, duration and intensity. Time evaluation of sleep and indirect estimate of energy expenditure.	PA and sleep were significantly correlated and there was a significant partial correlation for the metabolic syndrome and CRP, IL-6 and Fb.	The associations among PA, sleep, and cardiometabolic variables may have been attenuated due to self-reported PA.
Maggio et al. ³⁵ – The Journal of Pediatrics	129 male and female adolescents, divided in two groups: obese (n=67) and lean adolescents (n=62).	The PA level was evaluated for uniaxial accelerometer. (ActiGraph).	Resistin was negatively correlated with PA levels in all and also when separated obese non obese. Resistin was associated with IL-6 and endothelial biomarker.	There was no assessment of sex hormones.
Nadeau et al. ³⁷ – Endocrine Care	47 male and female adolescents, aged 12 to 19 years, divided in three groups: keeping the age and maturity stage >4. These 12 with T2DM; 13 obese; 12 control group(lean).	The 3-DPAR method was applied. MET values for each activity were calculated based on the American College of Sports Medicine Compendium of PA. Kinetics measured during an exercise with constant load performed in cycle ergometer with a load of 85% of your lactate threshold for the maximum tilt test.	Peak VO2 was lower in adolescents with T2DM compared to the control group (lean) and obese. CRP and IL-6 were higher in adolescents with T2DM compared to obese and control groups.	The research did not provide conclusive information on the role of RI as an independent contributor to exercise disorders in adolescents.
Wang et al. ³⁸ – Articles Epidemiology	305 male and female adolescents, divided in two groups: overweight and lean adolescents.	A modified Paffenbarger PA questionnaire was used to estimate energy expenditure. Dietary intake was assessed by a 127-item Willett, food frequency questionnaire, from which intakes of total energy and nutrients for each participant were estimated.	Overweight adolescents had higher levels of TNF-α and CRP, while the level of adiponectin was significantly higher in normal weight adolescents. Among overweight higher levels of PL (phospholipids) dairy fatty acids were associated with lower CRP.	Limitation in the evaluation study to interpret the completion of temporality and causality relations.
Steene-Johannessen et al. ³⁹ – International Pediatric Obesity	2299 male and female children and adolescents, aged 9 to 15 years. These were divided in two groups: the highest waist circumference (HW) (40), and a random sample of 40 control group.	Aerobic capacity test (VO2): exhaustion test performed on a cycle ergometer. Heart rate was kept above 185 bpm. It was created the variable "metabolic risk": the main risk factors involved in the SM (TC, HOMA-IR, SBP and HDL-C) turned into Z-score, calculating waste with age and sex.	CRP, hepatocyte growth factor (HGF) and PAI-1 concentration was significantly higher in the HW group. Partial correlations controlling for sex, age and pubertal stage revealed that CRP, HGF and PAI-1 correlated positively with waist circumference and metabolic risk score, and negatively with VO2 peak.	Cross-sectional study does not allow causal explanation. Small sample may compromise the power of statistical analysis.
Al-Isa AN, et al. ⁴⁰ – Atherosclerosis	774 male and female adolescents, aged 10 to 19 years at the Kuwait.	A PA questionnaire evaluating regularly practice sport, how long they spend a week practicing PA. To evaluate the diet was used a questionnaire that assessed a history of diets of the participants.	Boys had higher CRP, ICAM-1, VCAM-1 and HOMA-IR values. Obese adolescents had higher levels of CRP, insulin and HOMA-IR. The ICAM-1 was 3 times higher in adolescents younger than 14 years compared to those aged greater than 14 years. Obese adolescents had 33 times the chance of obtaining higher levels of CRP.	The cross-sectional design of the study and evaluation of socioeconomic level PA and diet was simple and rude.

PA: physical activity; Three-DPAR: 3-day physical activity recall; METs: Metabolic Equivalent; IPAQ: international physical activity questionnaire; METs: metabolic equivalent; VO2: volume of oxygen consumption; bpm: beats per minute; %BF: body fat percentage; BMI: body mass index; CVD: cardiovascular diseases; PL: phospholipids; HGF: hepatocyte growth factor; CRP: C reactive protein; hsCRP: high sensitivity C reactive protein; IL-6: Interleukin 6; TNF-α: Tumoral Necrosis Factor-α; IL-1ra: Interleukin 1ra; PAI-1: plasminogen activator inhibitor-1; Fb: Fibrinogen; HOMA-IR: homeostatic model assessment insulin resistance; TC: triglycerides; LDL-C: low density lipoprotein cholesterol; HDL-C: high density lipoprotein cholesterol; T2DM: Type 2 Mellitus Diabetes; T1DM: Type1 Mellitus Diabetes; C3 and C4: Complement Factor 3 and 4; ICAM: intercellular adhesion molecule; VCAM: vascular adhesion molecule.

expression of adhesion molecules, and decrease endothelial vasodilator nitric oxide expression⁴¹. Furthermore, CRP can stimulate expression of thrombosis factor plasminogen activator inhibitor 1 (PAI-1) and can induce oxidative stress and secretion of other cytokines⁸.

Among the articles that correlate with cardiometabolic markers, 11 were longitudinal and five cross-sectional design. The change of lifestyle, through diet and PA, was used by seven longitudinal studies^{18,20-22,28,29,33}. Fröhlich et al.⁴⁵ highlighted that treatment programs that combine physical activity, dietary, and behavior therapy components effectively lead to reduced overweight in children and adolescents.

Regarding diet, it is known that food habits characteristics may

contribute to the inconclusive evaluation of effect of physical activity on risk factors for CVD. The dietary pattern can have independent PA action and weight reduction compared to several cardiometabolic markers¹³.

The intervention period with PA ranged from seven weeks⁹ to one year²⁸. Another systematic review study found that intervention period was not longer than two weeks, being considered a limiting aspect in the proposal to verify change in body composition in obese and overweight adolescents¹³.

Lovely et al.¹⁸. Lovely et al realized their studies through weekly meetings with obese adolescents group were made with a nutritionist for at least 45 minutes three times a week. Intervention program

significantly decreased the levels of γ fibrinogen. Fibrinogen correlates with metabolic syndrome components, promotes venous arterial thrombosis by the increase in fibrin formation, platelet aggregation and plasma viscosity⁴⁶.

Ryders et al.¹⁹ realized a six months PA program with both sexes adolescents, divided into two groups: group one with PA intervention plus diet; group two with PA intervention plus metformin. There was intensive dietary counseling in order to achieve calorie deficit 250-500 calories a day and structured exercise including aerobic exercise (15 minutes) and strength (10 minutes) with 30 minutes per session relying on heating up and relaxation. High-sensitive PCR concentration decreased significantly in all adolescents, adiponectin concentrations, IL-6 and blood glucose decreased significantly in adolescents increased cardiorespiratory fitness.

Nascimento et al.²⁸ evaluated obese adolescents of both sexes and a control group with proper weight. PA program was based on lifestyle change, aiming weight loss based on diet and physical activity encouragement for one year. Even a small reduction in BMI showed improvement in lipid profile and reduction of insulin resistance index. The concentration of PCR was six times higher in obese children than in adolescents in the control group.

Barbeau et al.³¹ proposed a lifestyle change program, the "lifestyle education (LSE)" for 8 months, with obese adolescents of both sexes, black and white. Participants were divided into intervention groups: LSE only; moderate exercise and LSE, and LSE and intense exercise. There were no differences in results of intervention program between the sexes and ethnic groups, but in individuals who reduced body fat percentage (% BF) there was a decrease in PAI-1.

Intervention on cardiometabolic markers through lifestyle change during adolescence is important because of CVD that begin in youth worsen into adulthood. Garanty-Bogacka et al.²⁰ proposed a change lifestyle program, that in addition to physical activity encouragement, involving nutrition education and incentive to decrease sedentary behavior through time spent watching TV or video games. There was a significant reduction of CRP, white cell count and fibrinogen in obese adolescents of both sexes.

Cardiometabolic biomarkers provide important information about vascular cells activation, oxidative stress and leukocytes and macrophages recruitment. Some body cells secrete various cardiometabolic markers, such as vascular, hepatocytes, adipocytes and immune system cells⁸. The behavior of peripheral blood cells involved in inflammation may be a predictor of ischemic cerebrovascular disease and peripheral arterial disease. The white cell count represents one of the recent risk factors for coronary heart disease⁷.

Other studies have evaluated exercise influence on inflammatory markers^{9,29}. Buchan et al.⁸ evaluated two groups of adolescents regarding the exercise type, one group with intense PA performed three times a week and other moderate PA for 20 minutes. Results showed that IL-6, high lipoprotein cholesterol (HDL-C), low density lipoprotein cholesterol (LDL-C), total cholesterol and glucose did not change after intervention in both groups, however, there was PAI-1 reduction in both.

Meyer et al.²⁹ inserted a physical exercise protocol for six months in adolescents with adequate BMI and obesity, 3 times a week involving swimming and aerobic training in water (60 minutes), sports games and walk (60 minutes). There was also diet orientation made by a nutritionist. After of the intervention was found reduction in fasting insulin levels, insulin resistance, triglycerides, LDL / HDL ratio, fibrinogen and CRP.

Kelly et al.³² rated an aerobic 8 weeks protocol training, based on performed bicycle exercises. It was found improvement in arterial endothelial function in overweight adolescents. Also using exercise

program in ergometer cycle, Rosa et al.²⁶ verified that obese adolescents and adolescents with type one diabetes, there was decrease in IL-6 concentrations and better metabolic control.

Physical exercise can reduce cardiovascular risks to mitigate and ameliorate the metabolic effects of dyslipidemia, diabetes and obesity⁴⁷. Shortly after exercise can occur increases in circulating levels of IL-6 derived from muscle that induces the production of IL-1ra e IL-10, which are anti-inflammatory cytokines, and TNF- α cytokine production inhibition⁴⁸. Also the physical exercise can increase lipoprotein lipase enzyme activity, catabolism of triglycerides, increase HDL-C⁴⁹, increasing the blood concentration of free fatty acids and the stimulation of hormonal control of adipose-tissue lipolysis⁵⁰.

The analyzed studies used mainly incentive to increase practice of aerobic activity. Aerobic exercises performed regularly induces secretion substances such as neurotransmitters, soluble leptin receptor, β -endorphins and nitric oxide, which are beneficial for metabolic and cardiovascular system^{51,52}.

Sigal et al.³⁰ showed that the group of adolescents that adhering combined aerobic and resistance exercise training tended to be superior to aerobic training alone in decreasing percentage body fat, waist circumference and BMI. However, no significant intergroup differences were observed in the levels of fasting insulin, fasting or 2-hour glucose, triglycerides, glycated hemoglobin, HDL-C, or LDL-C or total cholesterol.

It is important to emphasize that the evaluation period of exercise effect on cardiometabolic markers may influence the interpretation of results. Byrne et al.²⁴ rated military recruits with a mean age of 18.8 (± 0.11) years, healthy and normal, and proposed an PA protocol for 10 weeks, five weeks general PA and 5 weeks of exhaustive PA. After 10 weeks of exercises, there was decrease in fibrinogen and CRP levels, however, the group evaluation after 12 hours showed an increase in CRP levels. In individuals evaluated after four to five weeks after intense exercise decreased CRP levels.

According to Teodoro et al.⁵³ aerobic exercise improves the organic defense systems against atherosclerosis by decreasing oxidative stress and increasing the synthesis of antioxidant enzymes; Vasodilation increase via nitric oxide (NO) and endothelial nitric oxide synthase, and decreased systemic inflammation with the production of pro-inflammatory cytokines and increase in anti-inflammatory factors. Acute and intense aerobic exercise can increase the risk of developing cardiovascular events, and chronic and moderate exercise can play in the prevention of atherosclerotic process.

Regarding the items with cross-sectional design 5 showed a relationship between the level of AF and / or sedentary behavior and cardiometabolic markers^{12,23,34,35} (Table 3) Martinez-Gomez et al.¹² found that the entire group with higher levels of PA, for accelerometer and iPAQ, had lower levels of CRP, C3 and C4.

Countryman et al.³⁴ investigated the influence of behavioral risk factors and lifestyle on the metabolic syndrome and inflammation of adolescents of both sexes. The proposed model found that lifestyle factors, decreased physical activity, increased fatigue, duration and poor sleep quality were factors associated with increased risk of metabolic syndrome and inflammation (CRP, IL-6 and fibrinogen).

Three studies showed an association between sedentary behavior and cardiometabolic markers^{23,24,34}. Martinez-Gomez et al.²⁵ found that time spent watching television was associated with endothelial adhesion molecules, E-selectin and L-selectin. Ischander et al.³³ found that IL-6, IL-1ra and TNF- α had significantly higher concentrations in sedentary groups. Velásquez-Rodriguez et al.²³ showed risk of insulin resistance amongst overweight adolescents increases significantly when they watch 3 or more hours/day of television (OR = 1.7,

CI = 0.98-2.8, $p = 0.033$). Also, overweight status and insulin resistance were associated with higher levels of inflammation (high-sensitive CRP ≥ 1 mg/L) and cardiovascular risk according to arterial indices.

Physical inactivity is an important factor that may contribute to the increase in obesity also among teenagers. Excess weight was a factor directly related to cardiometabolic markers concentration in cross-sectional studies analyzed. Maggio et al.³⁵ observed correlation between percentage of body fat and resistin. Wang et al.³⁸ found that phospholipids fatty acid was inversely proportional to the concentrations of CRP and IL-6.

Steene-Johannessen et al.³⁹ found a correlation between waist circumference and CRP concentrations, leptin, PAI-1 and hepatocyte growth factor. Al-Isa et al.⁴⁰ showed that adolescents with overweight / obesity were 33 times more likely to have high levels of CRP and 2 times more likely to intercellular adhesion molecule (ICAM-1). Nadeau et al.³⁷ found that CRP and IL-6 were higher in adolescents with type 2 diabetes compared to obese and control groups.

Abdominal fat accumulation and hyperinsulinemia are also associated with a thrombogenic and inflammatory profile. Increased concentrations of fibrinogen and PAI-1 have been reported in patients with visceral obesity, increasing the risk of thrombosis in these patients. Although there is evidence that there may be strong relation of hyperinsulinemia with high concentrations of PAI-1, it is possible that this mechanism is dependent on the metabolic status and the amount of body fat⁵⁴.

Wang et al.³⁸ found that phospholipids fatty acid was inversely proportional to CRP and IL-6 concentrations. Maggio et al.³⁴ found that resistin concentrations were associated with IL-6 concentrations and endothelial biomarker (ET-1). Resistin adipokine is a recently identified belongs to a family of cysteine-rich proteins, found in inflammatory regions. It is specifically expressed in white adipose tissue and its secretion is strongly associated with insulin resistance⁵⁵.

Other factors observed were sex and age. Al-Isa et al.⁴⁰ found that boys had higher CRP levels, ICAM-1 and vascular cell adhesion molecule-1 (VCAM-1) compared to girls. These authors also observed that adolescents younger than 14 years had 3 times the concentration of ICAM-1 than adolescent over 14 years. Balagopal et al.¹⁰ found that age may be an important modulator of cardiometabolic markers concentrations. These researchers explain that the concentrations of IL-6, TNF- α , ICAM-1 and E-selectin appear to be higher in children than in healthy adults.

Gender differences were also found in post-pubertal children to E-selectin and VCAM-1, which were higher in obese male children than obese female children⁵⁶. The literature also shows that in childhood and adolescence there is difference in plasma leptin levels between the sexes: in girls, leptin levels gradually increase with age, with weight gain and body fat, while in boys there is a progressive decrease⁵⁴.

The difference in leptin concentration and other biomarkers may become more evident in prepubertal phase¹⁰. Probably due to hormonal differences that testosterone has a negative correlation with leptin levels, explain these differences⁵⁷. Therefore, we can see the care that must be taken when interpreting the levels of cardiometabolic markers at younger ages, so this is considered an important topic for further study¹⁰.

In general five studies^{18,21,22,27,37} considerate the maturity stage above 4. This aspect can be important for analyze the participants in same period of the adolescence, taking into account the sudden bodily changes that can happen in puberty. However, the reliability self-assessment of pubertal maturation has shown conflicting results. According to Ramussen et al.¹ the pubertal assessment by the child or the parents is not a reliable measure of exact pubertal staging and should be augmented by a physical examination.

Many questionnaires were used to assess the level of physical activity. The instruments used were: Seven-Day Physical Activity Recall³⁵, International Physical Activity questionnaire²⁵, PA questionnaire^{37,58}, Pediatric Assessment Questionnaire of habitual physical activity level³⁷, Three-Day Physical Activity Recall (3DPAR)²³ and questionnaire constructed for practice evaluation, time and length of time the practice of sports during the week⁴⁰.

Sedentary behavior was assessed by time watching TV, playing video game and painting. It was reported sedentary behaviors in daily 3 DPAR. Questionnaires, diaries and self-reports are indirect methods of PA level that may be biased in their results, limiting their relation to cardiometabolic markers^{23,25}.

The accelerometer was used in three described studies^{12,25,36}. In two of these studies was found a significant association between PA and cardiometabolic markers concentration. According to Corder et al.³⁸, accelerometry is able to properly assess the PA and its association with health results, however, the accuracy can be reduced to assess derived measures such as energy expenditure. Physical fitness was also assessed through measures of maximum oxygen consumption (VO_2)^{9,26,34,39}. The tests used to evaluate the VO_2 in cross-sectional studies were exhaustion test performed on a cycle ergometer and Cooper method on track.

Strengths and limitations

This research did a comprehensive synthesis of methods of intervention and observational analyzes regarding the impact of the PA and Physical Exercise on cardiometabolic marks and cardiovascular risk factors on young population. Different constraints were addressed between items with longitudinal and cross-sectional design. The most prominent limitation in longitudinal studies was related to reduced samples, lack of dietary prescription control and the volume and intensity of physical exercise^{22,29,33}. In cross-sectional studies was the impossibility of generalization and cause and effect relationship between PA (in general aspects) and cardiometabolic marker concentrations in adolescents.

However, this systematic review showed that others factors can be associated with the relationship between PA and cardiometabolic markers, such as: food consumption^{25,37} sex hormones³⁶, socioeconomic level³⁷ and insulin resistance influence⁵⁵. Important considerations should be carefully observed as PA components change (type, intensity, frequency and volume), sedentary behavior and food habits of adolescents.

FINAL CONSIDERATIONS

It can be seen in most articles that PA may influence or be related to inflammatory markers concentration in adolescents, particularly those with overweight / obesity. Among the articles that correlate with inflammatory markers, the majority (11) had longitudinal design. All studies that proposed lifestyle change observed decrease in inflammatory markers concentration.

However, studies with representative sample size and precise control in assessing the level of physical activity and / or exercise are required to determine accurately the changes that the more active lifestyle can have on inflammatory process, as well as in others risk factors for cardiometabolic diseases in adolescents.

ACKNOWLEDGEMENT

Support: Foundation Support Research of Minas Gerais (FAPEMIG) and National Counsel of Technological and Scientific Development (CNPq).

All authors have declared there is not any potential conflict of interests concerning this article.

AUTORES' CONTRIBUTIONS: All authors contributed individually and significantly to the completion of the manuscript. VPM (0000-0002-2037-057)* participated in the project design, search for articles, writing, analysis and interpretation of data. PRSA (0000-0002-4327-9190)* participated in drafting the article or revising it critically for important intellectual content and final approval of the version to be published. NCBO (0000-0002-5038-5530)* participated in the analysis of the results and critical review of the intellectual content. MCGP (0000-0003-4665-7043)* participated in drafting the article or revising it critically for important intellectual content and final approval of the version to be published. SEP (0000-0003-0656-1485)* participated in the project design, drafting, analysis, data interpretation and final approval of the version to be published. All authors contributed to the intellectual concept and reviewed the article before submission. * Number ORCID (Open Researcher and Contributor ID). *ORCID (Open Researcher and Contributor ID).

REFERENCES

- Rasmussen AR, Wohlfahrt-Veje C, Tefre de Renzy-Martin K, Hagen CP, Tinggaard J, Mouritsen A, et al. Validity of self-assessment of pubertal maturation. *Pediatrics*. 2015;135(1):86-93.
- Priore SE, Faria FR, Franceschini SCC. Adolescência. In: Faria ER, Pereira PF, Oliveira RMS, Priore SE, Franceschini SC. *Nutrição e saúde na adolescência*. São Paulo: Rubio; 2010. p. 1-7.
- Hopps E, Cairni G. Exercise in obesity management. *J Sports Med Phys Fitness*. 2011;51(2):275-82.
- Iannotti RJ, Wang J. Trends in physical activity, sedentary behavior, diet, and BMI among US adolescents, 2001-2009. *Pediatrics*. 2013;132(4):606-14.
- Saha AK, Sarkar N, Chatterjee T. Health consequences of childhood obesity. *Indian J Pediatr*. 2011;78(11):1349-55.
- Karch I, Olszowska M, Tomkiewicz Pajk L, Drapisz S, Łuszczak J, Podolec P. The effect of physical activity on serum levels of selected biomarkers of atherosclerosis. *Kardiol Pol*. 2013;71(1):55-60.
- Wu CK, Yang CY, Lin JW, Hsieh HJ, Chiu FC, Chen JJ, et al. The relationship among central obesity, systemic inflammation, and left ventricular diastolic dysfunction as determined by structural equation modeling. *Obesity (Silver Spring)*. 2012;20(4):730-7.
- Skinner AC, Steiner MJ, Henderson FW, Perrin EM. Multiple markers of inflammation and weight status: cross-sectional analyses throughout childhood. *Pediatrics*. 2010;125(4):e801-9.
- Buchan DS, Ollis S, Young JD, Thomas NE, Cooper SM, Tong TK, et al. The effects of time and intensity of exercise on novel and established markers of CVD in adolescent youth. *Am J Hum Biol*. 2011;23(4):517-26.
- Balogopal PB, de Ferranti SD, Cook S, Daniels SR, Gidding SS, Hayman LL, et al. Nontraditional risk factors and biomarkers for cardiovascular disease: mechanistic, research, and clinical considerations for youth: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2011;123(23):2749-69.
- da Silva Alves E, de Aquino Lemos V, Ruiz da Silva F, Lira FS, Dos Santos RV, Rosa JP, et al. Low-grade inflammation and spinal cord injury: exercise as therapy? *Mediators Inflamm*. 2013;2013:971841.
- Martinez-Gomez D, Gomez-Martinez S, Ruiz JR, Diaz LE, Ortega FB, Widhalm K, et al. Objectively-measured and self-reported physical activity and fitness in relation to inflammatory markers in European adolescents: the HELENA Study. *Atherosclerosis*. 2012;221(1):260-7.
- Petersen AM, Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise. *J Appl Physiol* (1985). 2005;98(4):1154-62.
- Rossetti MB, Brito RR, Norton RC. Prevenção primária de doenças cardiovasculares na obesidade infantil/juvenil: efeito anti-inflamatório do exercício físico. *Rev Bras Med Esporte*. 2009;15(6):472-5.
- Vasconcellos F, Seabra A, Katzarzyk PT, Kraemer-Aguilar LG, Bouskela E, Farinatti P. Physical activity in overweight and obese adolescents: systematic review of the effects on physical fitness components and cardiovascular risk factors. *Sports Med*. 2014;44(8):1139-52.
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med*. 2009;6(7):e1000097.
- Minayo MCS. Social research: theory, method and creativity. 26^a ed. Petropolis, RJ: Vozes; 2007.
- Lovely R, Hossain J, Ramsey JP, Komakula V, George D, Farrell DH, et al. Obesity-related increased V fibrinogen concentration in children and its reduction by a physical activity-based lifestyle intervention: a randomized controlled study. *J Pediatr*. 2013;163(2):333-8.
- Rynders C, Weltman A, Delgiorno C, Balagopal P, Damaso L, Killen K, et al. Lifestyle intervention improves fitness independent of metformin in obese adolescents. *Med Sci Sports Exerc*. 2012;44(5):786-92.
- Garanty-Bogacka B, Syrenicz M, Goral J, Krupa B, Syrenicz J, Walczak M, et al. Changes in inflammatory biomarkers after successful lifestyle intervention in obese children. *Endokrynol Pol*. 2011;62(6):499-505.
- Balogopal PB, Gidding SS, Buckloh LM, Yarandi HN, Sylvester JE, George DE, et al. Changes in circulating satiety hormones in obese children: a randomized controlled physical activity-based intervention study. *Obesity (Silver Spring)*. 2010;18(9):1747-53.
- Balogopal P, George D, Patton N, Yarandi H, Roberts WL, Bayne E, et al. Lifestyle-only intervention attenuates the inflammatory state associated with obesity: a randomized controlled study in adolescents. *J Pediatr*. 2005;146(3):342-8.
- Velásquez-Rodríguez CM, Velásquez-Villa M, Gómez-Ocampo L, Bermúdez-Cardona J. Abdominal obesity and low physical activity are associated with insulin resistance in overweight adolescents: a cross-sectional study. *BMC Pediatr*. 2014;14:258.
- Byrne DJ, Jagroop IA, Montgomery HE, Thomas M, Mikhailidis DP, Milton NG, et al. Lipoprotein (a) does not participate in the early acute phase response to training or extreme physical activity and is unlikely to enhance any associated immediate cardiovascular risk. *J Clin Pathol*. 2002;55(4):280-5.
- Martinez-Gomez D, Eisenmann JC, Healy GN, Gomez-Martinez S, Diaz LE, Dunstan DW, et al. Sedentary behaviors and emerging cardiometabolic biomarkers in adolescents. *J Pediatr*. 2012;160(1):104-10.
- Rosa JS, Oliver SR, Flores RL, Ngo J, Milne GL, Zaldivar FP, et al. Altered inflammatory, oxidative, and metabolic responses to exercise in pediatric obesity and type 1 diabetes. *Pediatr Diabetes*. 2011;12(5):464-72.
- Balogopal P, Graham TE, Kahn BB, Altomare A, Funanay V, George D. Reduction of elevated serum retinol binding protein in obese children by lifestyle intervention: association with subclinical inflammation. *J Clin Endocrinol Metab*. 2007;92(5):1971-4.
- Nascimento H, Costa E, Rocha-Pereira P, Rego C, Mansilha HF, Quintanilha A. Cardiovascular risk factors in Portuguese obese children and adolescents: impact of small reductions in body mass index imposed by lifestyle modifications. *Open Biochem J*. 2012;6:43-50.
- Meyer AA, Kundt G, Lenschow U, Schuff-Werner P, Kienast W. Improvement of Early Vascular Changes and Cardiovascular Risk Factors in Obese Children After a Six-Month Exercise Program. *Journal of the American College of Cardiology*. 2006;48(9):e1865-e1870. doi:10.1016/j.jacc.2006.07.035.
- Sigal RJ, Alberga AS, Goldfield GS, Prud'homme D, Hadjiyannakis S, Gougeon R, et al. Effects of aerobic training, resistance training, or both on percentage body fat and cardiometabolic risk markers in obese adolescents: the healthy eating aerobic and resistance training in youth randomized clinical trial. *JAMA Pediatr*. 2014;168(11):1006-14.
- Barbeau P, Litaker MS, Woods KF, Lemmon CR, Humphries MC, Owens S, et al. Hemostatic and inflammatory markers in obese youths: effects of exercise and adiposity. *J Pediatr*. 2002;141(3):415-20.
- Kelly AS, Wetzstein RJ, Kaiser DR, Steinberger J, Bank AJ, et al. Inflammation, insulin, and endothelial function in overweight children and adolescents: the role of exercise. *J Pediatr*. 2004;145(6):731-6.
- Ischander M, Zaldivar F Jr, Eliakim A, Nussbaum E, Dunton G, Leu SY, et al. Physical activity, growth, and inflammatory mediators in BMI-matched female adolescents. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(7):1131-8.
- Countryman AJ, Saab PG, Llabre MM, Penedo FJ, McCalla JR, Schneiderman N. Cardiometabolic risk in adolescents: associations with physical activity, fitness, and sleep. *Ann Behav Med*. 2013;45(1):121-31.
- Maggio AB, Wacker J, Montecucco F, Galan K, Pelli G, Mach F, et al. Serum resistin and inflammatory and endothelial activation markers in obese adolescents. *J Pediatr*. 2012;161(6):1022-7.
- May AL, Kuklina EV, Yoon PW. Prevalence of cardiovascular disease risk factors among US adolescents, 1999-2008. *Pediatrics*. 2012;129(6):1035-41.
- Nadeau KJ, Zeitler PS, Bauer TA, Brown MS, Dorosz JL, Draznin B, et al. Insulin resistance in adolescents with type 2 diabetes is associated with impaired exercise capacity. *J Clin Endocrinol Metab*. 2009;94(10):3687-95.
- Wang H, Steffen LM, Vessby B, Basu S, Steinberger J, Moran A, Jacobs JDR, Hong CP, Sinaiko AR. Obesity Modifies the Relations Between Serum Markers of Dairy Fats and Inflammation and Oxidative Stress Among Adolescents. *Obesity*. 2011;19(19):e2404-e2410. doi: 10.1038/oby.2011.234.
- Steene-Johannessen J, Kollé E, Reseland JE, Andersen SA, Andersen LB. Waist circumference is related to low-grade inflammation in youth. *International Journal of Pediatric Obesity*. 2010;5:e313-e319. doi: 10.1039/17477160903497035.
- Al-Isa AN, Thalib L, Akanji AO. Circulating markers of inflammation and endothelial dysfunction in Ara adolescent subjects: Reference ranges and associations with age, gender, body mass and insulin sensitivity. *Atherosclerosis*. 2010;208:e543e549. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2009.07.056.
- Hackam DG, Anand SS. Emerging risk factors for atherosclerotic vascular disease: a critical review of the evidence. *JAMA*. 2003;290(7):932-40.
- Allison MA, Jenkins NE, Marshall SJ, Bertoni AG, Cushman M. Sedentary behavior and adiposity-associated inflammation: the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *Am J Prev Med*. 2012;42(1):8-13.
- Kasapis C, Thompson PD. The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers: a systematic review. *J Am Coll Cardiol*. 2005;45(10):1563-9.
- Devaraj S, Singh U, Jialal I. The evolving role of C-reactive protein in atherothrombosis. *Clin Chem*. 2009;55(2):229-38.
- Fröhlich G, Pott W, Albayrak O, Hebebrand J, Pauli-Pott U. Conditions of long-term success in a lifestyle intervention for overweight and obese youths. *Pediatrics*. 2011;128(4):e779-85.
- Paoletti R, Bolego C, Poli A, Cignarella A. Metabolic syndrome, inflammation and atherosclerosis. *Vasc Health Risk Manag*. 2006;2(2):145-52.
- Armstrong N. Aerobic fitness of children and adolescents. *J Pediatr (Rio J)*. 2006;82(6):406-8.
- Hamer M, Stamatakis E. Physical activity and risk of cardiovascular disease events: inflammatory and metabolic mechanisms. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(6):1206-11.
- Guedes DP, Rocha GD, Silva AJ, Carvalho IM, Coelho EM. Effects of social and environmental determinants on overweight and obesity among Brazilian schoolchildren from a developing region. *Rev Panam Salud Publica*. 2011;30(4):295-302.
- Gottlieb MG, Bonardi G, Moriguchi EH. Fisiopatologia e aspectos inflamatórios da aterosclerose. *Scientia Medica*. 2005;15(3):203-7.
- Oliveira CL, Mello MT, Cintra IP, Fisberg M. Obesidade e síndrome metabólica na infância e adolescência. *Rev Nutr*. 2004;17(2):e237-e245.
- Guimarães DED, Sardinha FLC, Mizurini DM, Tavares CMG. Adipocitocinas: uma nova visão do tecido adiposo. *Rev Nutr*. 2007;20(5):549-59.
- Teodoro BG, Natali AJ, Fernandes SAT, Peluzio MCG. A Influência da Intensidade do Exercício Físico Aeróbio no Processo Aterosclerótico. *Rev Bras Med Esporte*. 2010;16(5):383-7.
- Kaplotis S, Holzer G, Schaller G, Hauner M, Widhalm H, Weghuber D, et al. A proinflammatory state is detectable in obese children and is accompanied by functional and morphological vascular changes. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2006;26(11):2541-6.
- García-Mayor RV, Andrade MA, Rios M, Lage M, Dieguez C, Casanueva FF. Serum leptin levels in normal children: relationship to age, gender, body mass index, pituitary-gonadal hormones, and pubertal stage. *J Clin Endocrinol Metab*. 1997;82(9):2849-55.
- Paffenbarger RS Jr, Blair SN, Lee IM, Hyde RT. Measurement of physical activity to assess health effects in free-living populations. *Med Sci Sports Exerc*. 1993;25(1):60-70.
- Osuna JA, Gómez-Pérez R, Arata-Bellabarda G, Villaroel V. Relationship between BMI, total testosterone, sex hormone-binding globulin, leptin, insulin and insulin resistance in obese men. *Arch Androl*. 2006;52(5):355-61.
- Corder K, Brage S, Ekelund U. Accelerometers and pedometers: methodology and clinical application. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2007;10(5):597-603.

Marcadores inflamatórios na avaliação nutricional: relação com parâmetros antropométricos, composição corporal e níveis de atividade física

Inflammatory markers in nutritional assessment: connection with anthropometric parameters, body composition and physical activity levels

Valter Paulo Neves Miranda¹; Maria do Carmo Gouveia Peluzio²; Sylvia do Carmo Castro Franceschini²; Silvia Eloiza Priore²

¹ Doutorando do Programa de Pós-graduação em Ciência da Nutrição pela Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

² Docente do Programa de Pós-graduação em Ciência da Nutrição da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil

Endereço para correspondência: Valter Paulo Neves Miranda - Programa de Pós Graduação em Ciência da Nutrição Departamento de Nutrição e Saúde / CCBII - Campus Universitário CEP: 36570-900. Viçosa – MG.

Instituição: Departamento de Nutrição e Saúde – Universidade Federal de Viçosa, MG

Palavras-chave

Doenças cardiovasculares
Inflamação
Composição corporal
Estado nutricional
Atividade física

Objetivo: realizar um estudo de revisão sistemática referente ao uso dos marcadores inflamatórios como fator de risco de doença cardiovascular e sua relação com parâmetros antropométricos, bioquímicos, composição corporal e a influência do nível de atividade física. **Métodos:** Foi realizada uma revisão sistemática de literatura nas bases de dados eletrônicas: PUBMED, SciELO e Conchrane Collection. Utilizaram-se os termos associados "inflammation, cardiovascular diseases" e "nutritional status", "inflammation, cardiovascular diseases" e "body composition" e "inflammation, cardiovascular diseases" e "physical activity". **Resultados:** Encontraram-se 866 artigos entre os anos de 1998 e 2013, sendo 332 (38,3%) publicados entre os anos de 2009 e 2013. A associação entre os termos indexados que mais selecionou artigos originais foi "cardiovascular diseases, inflammation and physical activity", com 526 artigos (60,74%). A obesidade foi o fator mais relacionado com os marcadores, e a prática de atividade física a principal medida não farmacológica para o controle do sobrepeso e processo de inflamação. **Conclusão:** As pesquisas avaliaram os marcadores inflamatórios nas doenças cardiovasculares relacionados com avaliação da composição corporal, do estado nutricional e da influência da atividade física. A atividade física e a dieta balanceada foram as medidas necessárias no controle da incidência ou prevalência dos marcadores inflamatórios. Estudos com delineamento longitudinal e de intervenção são necessários para avaliar precisamente como a composição corporal, o estado nutricional e a atividade física podem interferir na manifestação dos marcadores inflamatórios.

Keywords

Cardiovascular diseases
Inflammation
Body composition
Nutritional status
Physical activity

Objective: To conduct a systematic review regarding the use of inflammatory markers as a risk factor of cardiovascular disease and its connection with anthropometric, biochemical parameters, body composition and the influence of physical activity. **Methods:** A systematic literature review was conducted in the electronic databases PUBMED, SciELO e Conchrane Collection. The associated terms "inflammation, cardiovascular diseases" and "nutritional status", "inflammation, cardiovascular disease" and "body composition" and "inflammation, cardiovascular diseases" and "physical activity" were used. **Results:** 866 articles between the years 1998-2013, 332 (38.3%) having been published between the years 2009-2013, were found. The association that selected more original items among the indexed terms was "cardiovascular diseases, inflammation and physical activity", with 526 articles (60.74%). Obesity was the factor the most associated with inflammatory markers, and physical activity was the main nonpharmacological measure used against overweight and inflammation process. **Conclusion:** The research evaluated inflammatory markers in cardiovascular diseases related to the assessment of body composition, nutritional status and the influence of physical activity. Physical activity and a balanced diet are the measures necessary to control the incidence or prevalence of inflammatory markers. Intervention longitudinal studies are needed to assess precisely how body composition, nutritional status and physical activity can interfere in the manifestation of inflammatory markers.

Anexo 14

21/02/2017

Revista Ciência & Saúde Coletiva

Revista Ciência & Saúde Coletiva da Associação Brasileira de Saúde Coletiva / ISSN 1413-8123



Ciência & Saúde Coletiva

para a sociedade

ABRASCO

Sobre a Revista

Orientações Sobre
Números Temáticos

Edições Anteriores

Artigos e Avaliação

Corpo Editorial

Parcerias

Fale Conosco

Ciência & Saúde
Coletiva para
Sociedade.

Artigos

0428/2016 - Imagem corporal de adolescentes do sexo feminino e sua associação à composição corporal e ao comportamento sedentário

Body image of female adolescents according body composition and sedentary behavior

Núbia de Souza de Moraes - de Moraes, Núbia de Souza - Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Nutrição e Saúde - <nubia.morais@ufv.br>
<http://xxxx>

Co-autores

Valter Paulo N. Miranda - Miranda, Valter Paulo N. - Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Nutrição e Saúde - <vpnmiranda@yahoo.com.br>
Sílvia Eloiza Priore - Priore, Sílvia Eloiza - Universidade Federal de Viçosa, Nutrição e Saúde - <sepriore@ufv.br>

Conflito de Interesse?

Não

Opção de Submissão

Trabalho Novo

Área Temática

Saúde da Criança e do Adolescente

Resumo

Objetivo: Avaliar a imagem corporal e sua associação à composição corporal, indicadores antropométricos e comportamento sedentário de adolescentes do sexo feminino. Métodos: Estudo transversal com adolescentes do sexo feminino de Viçosa, MG. A imagem corporal foi avaliada por meio do Body Shape Questionnaire (BSQ) e pela Escala de Silhuetas. O percentual de gordura (%GC) e outros parâmetros antropométricos foram aferidos. O comportamento sedentário (CS) foi avaliado a partir da soma do tempo de tela (TT) e do tempo de celular (TC). Resultados: A amostra foi composta por 274 adolescentes, a maioria com IMC adequado (81,6%), porém, 53,9% apresentaram o %GC elevado. Mais da metade das adolescentes apresentaram o CS elevado, 68,2% com o TT e 54,7% com o TC acima de 2h. A insatisfação corporal manifestou-se em 45,7%, e 50,2% desejaram uma silhueta diferente da atual. O perímetro da cintura (PC) (OR = 11,94, IC = 2,744 - 51,728) e a relação cintura-estatura (RCE) (OR = 10,535, IC = 3,109 - 35,698) foram as medidas mais associadas à insatisfação corporal. Conclusão: Todas as medidas de composição corporal apresentaram associação significativa com a insatisfação corporal, sendo o PC e RCE os fatores mais condicionantes. O CS mostrou-se elevado, no entanto, não se associou com a avaliação negativa da imagem corporal.

Palavras-chave

Imagem Corporal
Adolescente
Composição Corporal

Abstract

Objective: To evaluate the body image and your association with body composition, anthropometric indicators and sedentary behavior of female adolescents. Methods: Cross-sectional study with female adolescents from Viçosa, Minas Gerais. The body image was assessed by Body Shape Questionnaire (BSQ) and by Silhouettes's Scale. The body fat percentage (%BF) and other anthropometric parameters were measured. The sedentary behavior (SB) was evaluated by the sum of screen time (ST) and cellular time (CT). Results: The sample consisted of 274 adolescents, being the major part with adequate BMI (81.6%), however, 53.9% had elevated BF%. More than half of adolescents had elevated SB, 68.2% with ST and 54.7% with CT above 2h. The body dissatisfaction was expressed in 45.7% by BSQ and 50.2% wished a silhouette different than the actual. The waist circumference (WC) (OR = 11.94, CI = 2.744 - 51.728) and waist-to-height ratio (WHR) (OR = 10.535, CI = 3.109 - 35.698) were the measures that most associated with dissatisfaction body. Conclusion: All body composition measurements were significantly associated with body dissatisfaction, and the WC and WHR the most conditioning factors with dissatisfaction. The SB was elevated; however, it was not associated with the negative assessment of body image.

http://www.cienciaesaudecoletiva.com.br/artigos/artigo_int.php?id_artigo=15854

1/8

Anexo 15

Artigo original

Association of the body image with physical activity level and sedentary behavior of female adolescents: a pilot study.

Body image of female adolescents

Associação da imagem corporal com nível de atividade física e com o comportamento sedentário de adolescentes do sexo feminino.

Valter P N Miranda¹ – Mestre em Educação Física pela Universidade Federal de Juiz de Fora e Universidade Federal de Viçosa.

Núbia S de Moraes¹ – Graduanda em Nutrição na Universidade Federal de Viçosa.

Eliane R de Faria² – Doutora em Ciência da Nutrição Universidade Federal de Viçosa.

Paulo R S Amorim³ - PhD em Saúde pela Queensland University of Technology - Insitute of Health and Biological Innovation – Austrália.

João C B Marins³ - Doutorado em Actividad Física y Salud - Universidad de Granada.

Sylvia C C Franceschini¹ – Doutorado em Nutrição pela Universidade de São Paulo.

Silvia Eloiza Priore¹ – Doutorado em Nutrição pela Universidade Federal de São Paulo.

1 - Departamento de Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa MG, Brasil.

2 - Departamento de Nutrição – Instituto de Ciências Biológicas – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora MG, Brasil.

3 - Laboratório de Performance Humana, Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa MG, Brazil.

Todos os autores possuem currículo cadastrado na plataforma Lattes do CNPq.

Contribuições dos autores: V. P. N. Miranda participou do desenho e criação do projeto de pesquisa, além da escrita, análise de dados e organização do manuscrito. N. S. Moraes and E. R. de Faria participaram da escrita e da organização do manuscrito e revisão crítica. P. R. Amorim S. and J. C. B. Marins colaboraram com a análise de dados e revisão crítica da versão final do manuscrito. S. C. Franceschini C and E. S. Priore participaram da elaboração do projeto, análise dos dados e revisão crítica da versão final do manuscrito.

Conflito de Interesse: nada a declarar.

Autor para correspondência: Valter Paulo Neves Miranda. Departamento de Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Viçosa, Av. PH Hofs Viçosa, Centro de Ciências Biológicas II, 5º andar, 36.570-900, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Tel.: (31) 3899 2542. E-mail: vpnmiranda@yahoo.com.br

Fonte Financiadora: *Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais - FAPEMIG* (Processo APQ-02584-14) e o *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq* (Processo 445276 / 2014-2).

Contagem total das palavras do texto: 3000

Contagem total das palavras do resumo: 250

Contagem total das palavras do abstract: 236

Número de tabelas e figuras: 2 Tabelas e 2 Figuras