

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

**FERNANDA ROCHA DE FARIA**

**COMPORTAMENTOS RELACIONADOS AO ESTILO DE VIDA E INDICADORES DE  
SAÚDE FÍSICA E MENTAL POR MEIO DE ABORDAGENS INTEGRATIVAS EM  
ADOLESCENTES**

**VIÇOSA – MINAS GERAIS**

**2020**

**FERNANDA ROCHA DE FARIA**

**COMPORTAMENTOS RELACIONADOS AO ESTILO DE VIDA E INDICADORES DE  
SAÚDE FÍSICA E MENTAL POR MEIO DE ABORDAGENS INTEGRATIVAS EM  
ADOLESCENTES**

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

Orientador: Paulo Roberto dos Santos Amorim  
Coorientador: Jeffer Eidi Sasaki

**VIÇOSA - MINAS GERAIS**

**2020**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

F224c  
2020 Faria, Fernanda Rocha de, 1986-  
Comportamentos relacionados ao estilo de vida e  
indicadores de saúde física e mental por meio de abordagens  
integrativas em adolescentes / Fernanda Rocha de Faria. –  
Viçosa, MG, 2020.

192 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Inclui apêndices.

Orientador: Paulo Roberto dos Santos Amorim.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Exercícios físicos. 2. Comportamento sedentário.  
3. Transtornos mentais. 4. Depressão. 5. Ansiedade. 6. Fatores de  
risco. 7. Adolescentes. I. Universidade Federal de Viçosa.  
Departamento de Educação Física. Programa de Pós-Graduação  
em Educação Física. II. Título.

CDD 22. ed. 613.7043

**FERNANDA ROCHA DE FARIA**

**COMPORTAMENTOS RELACIONADOS AO ESTILO DE VIDA E INDICADORES DE  
SAÚDE FÍSICA E MENTAL POR MEIO DE ABORDAGENS INTEGRATIVAS EM  
ADOLESCENTES**

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

APROVADA: 20 de julho de 2020.

Assentimento:

---

Fernanda Rocha de Faria  
Autora

---

Paulo Roberto dos Santos Amorim  
Orientador

**Dedico esta tese a meus pais, Maria e Francisco; a meus irmãos, Franciane e Rodrigo (*in memoriam*); e a meu professor Paulo Amorim.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me sustentar durante toda essa etapa e por me proporcionar infinitamente mais do que eu poderia imaginar.

A meus pais, pelo amor incondicional. A minha mãe, Maria, por abdicar de seus sonhos para realizar os meus, e por ser meu grande exemplo de luta, força e superação. A meu pai, Francisco, pela amizade, companheirismo e por ser meu maior exemplo de integridade. Essa vitória é de vocês!

A minha irmã, Franciane, pelo apoio, carinho e pelos inúmeros conselhos pessoais e acadêmicos que tornaram essa caminhada mais suave.

A meu irmão, Rodrigo, pelo exemplo de perseverança e alegria e pelo sorriso saudoso que sua lembrança me traz. Eternas saudades!

Ao meu cunhado, Djalma, pela amizade, companheirismo e parceria. Agradeço as discussões acadêmicas, o compartilhamento de conhecimentos e seu empenho em me auxiliar durante todo o processo.

Aos meus sobrinhos, Emilly e Benício, por me proporcionarem o amor em sua forma mais pura.

Ao Leandro, pelo companheirismo, amor, amizade e apoio. Por estar presente mesmo quando não estive e por me encorajar a prosseguir apesar de todas as dificuldades.

Ao Valter, pela oportunidade de crescimento acadêmico diário que marcaram nossa parceria. Agradeço a dedicação, o compartilhamento de conhecimentos, o esforço e as reflexões que engrandeceram esse trabalho.

Aos adolescentes que participaram deste trabalho, pela disponibilidade, apoio e paciência.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a elaboração e realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

Ao grupo de pesquisa “Be Safe”, pelo apoio e oportunidade de aprendizado.

A todos os professores presentes na minha vida acadêmica, por contribuírem para o meu crescimento.

A amiga Karina, pela amizade e companheirismo de sempre! Agradeço pelo apoio pessoal e acadêmico, pelo ombro amigo e por me incentivar em todos os momentos.

Aos amigos de Viçosa, pelo carinho. Em especial, a amiga Isabella, pela amizade e disponibilidade em ajudar.

Aos amigos de Florianópolis, pelos bons momentos que compartilhamos. Em especial, a amiga Priscila pela amizade independente de tempo e distância, e ao Prof. Fernando Cardoso, por sempre me incentivar a realizar meus sonhos.

Aos amigos de Ituiutaba, pelo companheirismo e boa convivência. Em especial, aos amigos Guilherme e Samira, pela amizade verdadeira, carinho e constante incentivo.

Aos amigos Anne, Ben, Bruna, Carina, Daiara, Higor, Irene e Vinícius, por terem sido minha família em *Athens*, por todos os momentos compartilhados, de “*Jackie O’s*” às noites na biblioteca. Que sorte a minha ter encontrado vocês! Agradeço pelos exemplos de luta, coragem e dedicação que contribuíram para meu crescimento profissional e pessoal.

A minha professora de inglês, Lois Knadler, por ter sido a melhor professora de inglês que eu poderia ter tido. Agradeço a sua disponibilidade, incentivo, amizade e dedicação.

A Universidade Federal de Viçosa, pela excelência no ensino e oportunidade de crescimento acadêmico.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, pelo afastamento para capacitação que possibilitou o cumprimento dessa etapa. Em especial, aos diretores Rodrigo Grassi e Henrique Sobreira, pela amizade e apoio ao longo desta etapa, e aos servidores que facilitaram a logística de coletas nos *Campi* do Instituto.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por me proporcionar a experiência única de realizar o doutorado “sanduíche”.

A *Ohio University*, pelo acolhimento e apoio durante o doutorado “sanduíche”.

Aos professores, Fernanda Karina dos Santos e Jair Sindra Virtuoso Júnior, pela disponibilidade em contribuir com o trabalho. Em especial, agradeço aos professores João Carlos Bouzas Marins, por me despertar o interesse pela atividade acadêmica e pelo exemplo profissional, e Jeffer Eidi Sasaki, pela coorientação e contribuição nos trabalhos.

*There are no words to thank Professor Cheryl Howe for everything she has done for me since we first met. She was my family in Athens, and I am sure I could not have had a better person to stay with and learn from! Beyond the academic teaching, she taught me how to be a better human being. I also thank her family, Amy, Aurora, Avery, Davin, Dora, Dorian Jr., and Taylen, who welcomed me and made me feel at home. I miss you guys every day!*

Por fim, agradeço ao professor Paulo Amorim pelos 12 anos de convívio que contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional. Agradeço a oportunidade única de inserção no meio

acadêmico, incentivo, amizade, carinho, e por ser meu grande exemplo de competência e conduta ética. Obrigada por poder aprender ao seu lado o real significado da palavra “professor”. A você toda minha admiração e respeito. Espero ser exemplo para meus alunos, da mesma forma como você é para mim!



## **BIOGRAFIA**

Fernanda Rocha de Faria, filha de Francisco Homem de Faria e Maria das Dores Faria, nasceu em 05 de novembro de 1986, em Santos Dumont – Minas Gerais.

Em janeiro de 2011, graduou-se no curso de Educação Física na Universidade Federal de Viçosa.

Em março deste mesmo ano, iniciou o curso de mestrado em Educação Física. Defendeu sua dissertação em abril de 2013.

Em agosto de 2016, iniciou o curso de doutorado em Educação Física. Em novembro de 2018, iniciou 1 ano de doutorado “sanduíche” na *Ohio University*. Defendeu sua tese em julho de 2020.

***“Seja a mudança que você quer ver no mundo.”***

***(Mahatma Gandhi)***

## RESUMO

FARIA, Fernanda Rocha de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2020. **Comportamentos relacionados ao estilo de vida e indicadores de saúde física e mental por meio de abordagens integrativas em adolescentes.** Orientador: Paulo Roberto dos Santos Amorim. Coorientador: Jeffer Eidi Sasaki.

Esta tese teve como objetivo geral verificar a associação entre comportamentos relacionados ao estilo de vida e indicadores de saúde física e mental por meio de abordagens integrativas em adolescentes. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos da Universidade Federal de Viçosa. Trata-se de um estudo transversal com adolescentes entre 15 e 18 anos, estudantes de cursos técnicos integrados ao ensino médio. O projeto de pesquisa incluiu dois estudos distintos: microrregional e institucional. Em ambos os estudos, aferiu-se peso corporal, estatura e circunferências de cintura e quadril. Foram calculados os valores de índice de massa corporal e as relações cintura/quadril e cintura/estatura. Aferiu-se a pressão arterial e a composição corporal foi estimada por fórmula específica. Comportamentos relacionados ao estilo de vida foram avaliados por questionários. No estudo institucional foi incluída a monitoração objetiva da atividade física (AF) e do comportamento sedentário (CS) com a utilização de um acelerômetro por um período ininterrupto de sete dias. Os principais resultados oriundos do estudo microrregional evidenciaram que 20,5% dos adolescentes foram incluídos nas classes de “Risco moderado” e “Risco elevado” para o desenvolvimento de doenças cardiometabólicas. Adolescentes com tempo de tela superior a 4 horas diárias apresentaram 4,39 vezes mais chances de pertencerem a classe “Risco elevado”. Por outro lado, adolescentes incluídos na classe “Risco baixo” apresentaram maior tempo em AF moderada a vigorosa (AFMV) por semana quando comparados a classe “Risco moderado” (3 vs 1,5 horas), enquanto adolescentes da classe “Risco elevado” exibiram maior CS (12 horas) durante o final de semana quando comparados as demais classes. A análise do estudo institucional identificou três classes relacionadas ao estilo de vida, sendo que a maioria dos adolescentes ( $\approx 72\%$ ) foi incluída nas classes com os piores parâmetros. A classe “Inativa e sedentária” apresentou maiores escores de transtorno mental comum quando comparada a classe “Ativa e não-sedentária” (6 vs 4 pontos). Meninas apresentaram 4,48 vezes mais chances de pertencerem a classe “Inativa e sedentária” que os meninos. Adolescentes que apresentaram sinais de transtorno mental comum tiveram 11,35 vezes mais chances de

pertencerem a classe “Inativa e não-sedentária” quando comparado a classe “Ativa e não-sedentária”. Já as meninas com sinais de transtorno mental comum tinham 9,2 vezes mais chances de pertencerem a classe “Inativa e sedentária”, quando comparada a classe “Ativa e não-sedentária”. Por fim, a análise composicional indicou a associação entre a composição de comportamentos de movimento realizados em 24 horas e os escores de depressão/ansiedade ( $p < 0,05$ ). A substituição de 10, 30 e 60 minutos do tempo em CS para AF leve (AFL) reduziu os escores de depressão/ansiedade em -0,06, -0,17 e -0,32, respectivamente; enquanto o oposto aumentou estes escores em +0,06, +0,2, +0,44, respectivamente. Os resultados encontrados evidenciam os prejuízos associados ao excessivo tempo em CS à saúde física e mental de adolescentes, enquanto destacam o papel crucial da AF na promoção da saúde, mesmo que em intensidade leve. Nesse contexto a AFL pode ser considerada como uma porta de entrada para inserção de comportamentos ativos no cotidiano dos adolescentes.

**Palavras-chave:** Atividade física. Comportamento sedentário. Transtorno mental comum. Depressão. Ansiedade. Fatores de risco. Doença cardiometabólica. Adolescentes. Análise de classe latente. Análise composicional de dados.

## ABSTRACT

FARIA, Fernanda Rocha de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2020. **Lifestyle-related behaviors and physical and mental health outcomes through integrative approaches in adolescents.** Adviser: Paulo Roberto dos Santos Amorim. Co-adviser: Jeffer Eidi Sasaki.

This dissertation aimed at verifying the association between lifestyle-related behaviors and physical and mental health outcomes through integrative approaches in adolescents. The project has been approved by the Research Ethics Committee involving human beings of the Federal University of Viçosa. It is a cross-sectional study with adolescents ranging from 15 to 18 years of age, all students of technical courses integrated to high school. The research project included two distinct studies: micro-regional and institutional. In both studies, body weight, height, and waist and hip circumferences were measured. Body mass index values, and waist-to-hip and waist-to-height ratios were calculated. Blood pressure was measured, and body composition was estimated using a specific formula. Lifestyle-related behaviors were assessed through questionnaires. In the institutional study, objective monitoring of physical activity (PA) and sedentary behavior (SB) was included via use of an accelerometer for an uninterrupted period of seven days. The main results from the micro-regional study showed that 20.5% of the adolescents were included in the “Moderate risk” and “High risk” classes for the development of cardiometabolic diseases. Adolescents with a screen time of more than 4 hours a day were 4.39 times more likely to belong to the “High risk” class. On the other hand, adolescents included in the “Low risk” class had a longer time in moderate-to-vigorous PA (MVPA) per week when compared to the “Moderate risk” class (3 vs 1.5 hours), while adolescents in the “High risk” class exhibited higher SB (12 hours) during the weekend when compared to the other classes. The analysis of the institutional study identified three classes related to lifestyle, with the majority of the adolescents ( $\approx 72\%$ ) being included in the classes with the worst parameters. The “Inactive and sedentary” class had the highest scores for common mental disorder when compared to the “Active and non-sedentary” class (6 vs 4 points). Girls were 4.48 times more likely to belong to the “Inactive and sedentary” class. Adolescents who showed signs of common mental disorder were 11.35 times more likely to belong to the “Inactive and non-sedentary” class. Girls with signs of common mental disorder were 9.2 times more likely to belong to the “Inactive and sedentary” class, when compared to the “Active and non-sedentary” class. Finally, the compositional analysis indicated the association

between the composition of movement behaviors performed in 24 hours and the score of depression/anxiety ( $p < 0.05$ ). Replacing 10, 30, and 60 minutes of SB with light PA (LPA) reduced the depression/anxiety scores by -0.06, -0.17, and -0.32, respectively; while the opposite increased these scores by +0.06, +0.2, +0.44, respectively. The results found show the harm of excessive time in SB to the physical and mental health of adolescents, while highlighting the crucial role of PA in promoting health, even in light intensity. In this context, LPA can be considered a gateway for the insertion of active behaviors in the adolescents' daily life.

**Keywords:** Physical activity. Sedentary behavior. Common mental disorders. Depression. Anxiety. Risk factors. Cardiometabolic disease. Adolescents. Latent class analysis. Compositional data analysis.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### REVISÃO DE LITERATURA

Figura 1 - Proporções de tempo distribuídas entre sono, comportamento sedentário, atividade física leve e atividade física moderada a vigorosa.....	30
---	----

### METODOLOGIA

Figura 1 - Área de abrangência do Instituto Federal do Triângulo Mineiro.....	53
Figura 2 - Fluxograma de seleção amostral e coleta de dados do estudo microrregional.....	57
Quadro 1 - Classificação do estado nutricional em escore-z.....	58
Quadro 2 - Valores de referência de gordura corporal de adolescentes de acordo com o sexo.....	60
Figura 3 - Fluxograma de seleção amostral e coleta de dados do estudo institucional.....	64
Figura 4 – Acelerômetro utilizado e posição de uso.....	64
Quadro 3 - Pontos de corte de acelerometria para adolescentes utilizando vetor magnitude.....	65

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Artigo Original 1:

Figure 1 - Distribution of participants across each of the three classes.....	86
Figure 2. Differences in diastolic and systolic blood pressure among the Latent Classes (Supplementary Material 1).....	96

#### Artigo Original 2:

Figure 1 - Multiple correspondence analysis of variables related to students' cardiometabolic disease risk factors.....	107
---	-----

Figure 2 - Graphical displays of item-response probabilities across each of the 3 classes associated with cardiometabolic disease risk factors among students.....	109
Figure 3 - Profile plots of the Latent Class models associated with the cardiometabolic disease risk factors separately by sex.....	113
Figure 4 - Prevalence of the Latent Classes associated with the cardiometabolic disease risk factors according to the sex. Fisher's Exact Test <i>p</i> -value: <0.001 (Supplementary Material 2).....	120

**Artigo Original 3:**

Figure 1 - Distribution of the 24-h period of the day among the four possible movement behaviors (Supplementary Material 2).....	137
--	-----



## LISTA DE TABELAS

### METODOLOGIA

Tabela 1. Distribuição da população de estudantes do Instituto Federal do Triângulo Mineiro conforme cidade, sexo e ano do ensino médio.....	55
Tabela 2. Amostragem dos estudantes conforme cidade do instituto, ano do ensino médio e sexo.....	56
Tabela 3. Distribuição dos adolescentes conforme o ano do ensino médio.....	56

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Artigo Original 1:

Table 1. Sample characteristics, overall and by sex.....	83
Table 2. Relative and absolute fit indexes for latent class models.....	85
Table 3. Variation of age, cardiovascular disease risk factors, and CMD score among the Latent Classes.....	87
Table 4. Sex and signs of CMD as predictors of membership in Latent Classes of adolescents.....	88
Table 5. Association values of the Latent Class Analysis model with individual covariates.....	89

#### Artigo Original 2:

Table 1. Model-fit indexes for Latent Class models.....	108
Table 2. Sex, screen time, and sedentary behavior as predictors of membership prevalence in Latent Classes associated with cardiometabolic disease risk factors in students.....	110
Table 3. Age and lifestyle behaviors according to the Latent Classes associated with the cardiometabolic disease risk factors among students.....	111
Table 4. Characteristics of the sample (Supplementary Material 1).....	118

**Artigo Original 3:**

Table 1. Descriptive statistics.....	130
Table 2. Geometric means for movement behaviors.....	131
Table 3. Pair-wise log-ratio variation matrix for the movement behaviors.....	131
Table 4. Predicted changes in the anxiety/depression score associated with the reallocation of 10, 30, and 60 min between movement behaviors.....	132
Table 5. Factor loading of the GHQ-12 questions (Supplementary Material 1).....	136

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AF	Atividade Física
AIC	<i>Akaike Information Criterion</i>
AFL	Atividade Física Leve
AFMV	Atividade Física Moderada a Vigorosa
am	<i>Ante Meridiem</i>
BF%	<i>Body Fat Percentage</i>
BIC	<i>Bayesian Information Criterion</i>
BMI	<i>Body Mass Index</i>
BP	<i>Blood Pressure</i>
CC	Circunferência de Cintura
CD	<i>Cardiometabolic Disease</i>
CI	<i>Confidence Interval</i>
cm	Centímetros
CMD	<i>Common Mental Disorders</i>
CQ	Circunferência de Quadril
CS	Comportamento Sedentário
DBP	<i>Diastolic Blood Pressure</i>
DF	<i>Degree of Freedom</i>
e.g.	<i>Exempli Gratia</i>
ERICA	Estudo dos Riscos Cardiovasculares em Adolescentes
g	Gramas
G <sup>2</sup>	<i>Likelihood Ratio Deviance Statistic</i>
GHQ-12	<i>12-item General Health Questionnaire</i>
h	<i>hours</i>
HDL	Lipoproteína de Alta Densidade
IFTM	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro
ilr	<i>Isometric log-ratio</i>
IMC	Índice de Massa Corporal
IPAQ	<i>International Physical Activity Questionnaire</i>

kg	Quilos
KMO	<i>Kaiser-Meyer-Olkin Test</i>
LCA	<i>Latent Class Analysis</i>
LPA	<i>Light Physical Activity</i>
m	Metros
MCA	<i>Multiple Correspondence Analysis</i>
min	<i>Minutes</i>
mm	Milímetros
mmHg	Milímetros de mercúrio
MV	<i>Magnitude Vector</i>
MVPA	<i>Moderate-to-vigorous Physical Activity</i>
OMS	Organização Mundial de Saúde
PA	<i>Physical Activity</i>
p-G <sup>2</sup>	<i>p-value of Likelihood Ratio Deviance Statistic</i>
pm	<i>Post Meridiem</i>
RCE	Relação Cintura/Estatura
s	Segundos
SB	<i>Sedentary Behavior</i>
SBP	<i>Systolic Blood Pressure</i>
SD	<i>Sleep Duration</i>
SES	<i>Socioeconomic Status</i>
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
ST	<i>Screen Time</i>
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TMC	Transtorno Mental Comum
TT	Tempo de Tela
TV	<i>Television</i>
vs	<i>Versus</i>
$\chi^2$	<i>Chi-squared Goodness-of-fit Test</i>
WC	<i>Waist Circumference</i>

WHtR      *Waist-to-height Ratio*  
%          Percentual

## APRESENTAÇÃO GERAL DA TESE

A apresentação da tese está em acordo com a Normalização de Trabalhos Acadêmicos atualizada conforme as normas técnicas 14724/2011 e 6023/2018, que regulamentam o formato de trabalhos acadêmicos da Universidade Federal de Viçosa. As referências foram elaboradas de acordo com a ABNT NBR 6023:2018. A tese foi baseada em três artigos originais e estruturada a partir das seguintes seções:

1. **Introdução:** apresenta um panorama geral do tema estudado, bem como razões científicas que justifiquem a necessidade de sua realização.
2. **Revisão de Literatura:** destinada ao desenvolvimento dos assuntos centrais da tese, incluindo comportamentos de movimento, transtornos mentais comuns e fatores de risco para doenças cardiometabólicas.
3. **Objetivos:** contempla os objetivos geral e específicos da tese.
4. **Metodologia:** descreve detalhadamente todos os procedimentos, protocolos e análises utilizadas na coleta e avaliação dos dados.
5. **Resultados e Discussão:** apresentação dos três artigos originais do estudo.
  - **Artigo Original 1:** Título: Classes comportamentais relacionadas a atividade física e ao comportamento sedentário na avaliação de indicadores mentais e de saúde entre adolescentes brasileiros.

Resumo: A Análise de Classe Latente pode auxiliar pesquisadores interessados em uma melhor compreensão de padrões comportamentais e sua associação com indicadores de saúde. Este estudo teve como objetivo identificar classes latentes de estilo de vida relacionadas a distintos domínios da atividade física (AF) e do comportamento sedentário (CS) entre adolescentes e sua associação com indicadores de saúde. Este estudo transversal incluiu 217 adolescentes brasileiros (15 a 18 anos, 49,3% do sexo feminino). As classes foram baseadas na atividade física moderada a vigorosa

(AFMV), atividade física leve (AFL), número de passos, CS e tempo de tela (TT). Para avaliar estes comportamentos, os participantes usaram um acelerômetro por uma semana. TT, características demográficas, condições socioeconômicas e sinais de transtorno mental comum (TMC) foram avaliados através de questionários. Análise de classe latente foi usada para identificar classes de estilo de vida. Três classes foram reconhecidas: “Ativo - não sedentário” (classe 1) com 28,1% dos adolescentes; “Inativo - não sedentário” (classe 2), 48,85%; e “Inativo - sedentário” (classe 3), 23,04%. Sexo e sinais de TMC foram associados à prevalência das classes. Adolescentes do sexo feminino apresentaram 4,48 (IC 95%: 2,04 – 9,77) vezes mais chances de pertencerem a classe “Inativo - sedentário”. Adolescentes com TMC apresentaram 11,35 (IC 95%: 3,45 - 101,1) vezes mais chances de pertencerem à classe “Inativo - não sedentário”. A interação entre sexo e sinais de TMC mostrou que meninas com sinais de TMC tinham 9,20 (IC 95%: 1.17– 71.52) vezes mais chances de pertencerem à classe “Inativo - sedentário” quando comparado a classe “Ativo – não sedentário”. Os resultados indicam que sexo e sinais de TMC podem afetar a prevalência das classes. Nossos achados destacam que a inatividade física e o CS podem estar associados a sinais de TMC, especialmente em adolescentes do sexo feminino.

Referência: FARIA, F. R., MIRANDA, V. P. N., HOWE, C. A., SASAKI, J. E., AMORIM, P. R. S. Behavioral classes related to physical activity and sedentary behavior on the evaluation of health and mental outcomes among Brazilian adolescents. **PLoS ONE**, v. 15, n. 6, p. e0234374. 2020. Fator de impacto: 2.870. Qualis Capes: A1. (Anexo G)

- **Artigo Original 2:** Título: Associação entre padrões de fatores de risco para doenças cardiometabólicas e comportamentos relacionados ao estilo de vida entre estudantes de ensino médio: Análise de Classe Latente.

Resumo: Fatores de risco para doença cardiometabólica estão presentes na adolescência. Este estudo teve como objetivo identificar classes de fatores de risco para doenças cardiometabólicas entre estudantes brasileiros e sua relação com condições sociodemográficas e comportamentos relacionados ao estilo de vida. Este estudo transversal incluiu 349 estudantes de 15 a 18 anos de idade. A análise de classe latente foi realizada com base no índice de massa corporal, percentual de gordura corporal, circunferência de cintura, relação cintura/estatura e pressão arterial. As variáveis sociodemográficas e de estilo de vida foram avaliadas por meio de questionários. Foram identificadas três classes de fatores de risco para doença cardiometabólica: “Risco baixo” (79,5%

da amostra), “Risco moderado” (8,6%) e “Risco elevado” (11,9%). Meninas apresentaram 10,28 (IC 95%: 2,77 - 38,09) vezes mais chances de pertencerem à classe “Risco moderado”. Alunos com tempo de tela (TT) alto (definido como > 4 horas/dia) apresentaram 4,39 (IC 95%: 1,64 - 11,07) vezes mais chance de pertencerem à classe “Risco elevado”. Alunos incluídos na classe "Baixo risco" apresentaram maior atividade física moderada a vigorosa (AFMV) semanal quando comparados a classe "Risco moderado". A classe “Risco elevado” apresentou maior comportamento sedentário (CS) no final de semana do que as demais classes. A prevalência das classes foi afetada pelo sexo e pelo elevado TT. Tempo despendido em AFMV e em CS foram diferentes entre as classes. Esses achados podem ajudar na elaboração de intervenções eficientes para combater fatores de risco para doenças cardiometabólicas na adolescência.

Referência: FARIA, F. R., MIRANDA, V. P. N., HOWE, C. A., SASAKI, J. E., AMORIM, P. R. S. Association between clustering patterns of cardiometabolic disease risk factors and lifestyle behaviors among high school students: a Latent Class Analysis. Artigo submetido ao *Journal of School Health*. Fator de impacto: 1.521. Qualis Capes: A1.

- **Artigo Original 3:** Título: Uso de tempo em comportamentos de movimento está associado a escores de depressão/ansiedade entre adolescentes: Análise Composicional de Dados.

Resumo: Sono, comportamento sedentário (CS), atividade física leve (AFL) e atividade física moderada a vigorosa (AFMV) constituem a gama de possíveis comportamentos de movimento dentro do período finito de 24 horas. Este estudo teve como objetivo examinar a associação entre comportamentos de movimento e escores de depressão/ansiedade entre adolescentes e determinar a diferença nos escores de depressão/ansiedade associada à realocação de tempo entre diferentes comportamentos de movimento. Este estudo transversal incluiu 217 adolescentes brasileiros (15 a 18 anos, 49,3% do sexo feminino). Os adolescentes usaram um acelerômetro por uma semana para avaliar os quatro comportamentos de movimento. O escore de depressão/ansiedade foi calculado por análise fatorial, utilizando o *General Health Questionnaire* de 12 itens. Análise composicional de dados foi utilizada para examinar a associação entre os comportamentos de movimento e o escore de depressão/ansiedade. Modelos de substituição isotemporal composicional estimaram a alteração no escore de depressão/ansiedade associada à realocação de 10, 30 e 60 minutos entre os comportamentos de movimento. A composição dos comportamentos de movimento foi



significativamente associada aos escores de depressão/ansiedade ( $p < 0,05$ ). A substituição do tempo em CS pela AFL reduziu o escore de ansiedade/depressão, enquanto o inverso aumentou esse escore. A substituição do tempo em AFL por AFMV também aumentou o escore de ansiedade/depressão. A distribuição das 24 horas do dia pode desempenhar um papel crucial na saúde mental. Composições com mais tempo destinado a AFL às custas de menos tempo em CS podem melhorar os escores de depressão/ansiedade. Intervenções holísticas, incluindo toda a gama de comportamentos de movimento, podem ser uma porta de entrada para reduzir os níveis de depressão/ansiedade na adolescência.

Referência: FARIA, F. R., BARBOSA, D., CANABRAVA, K. L. R., HOWE, C. A., SASAKI, J. E., AMORIM, P. R. S. Time-use movement behaviors are associated with *scores* of depression/anxiety among adolescents: a compositional data analysis. Artigo submetido ao *Journal of Affective Disorders*. Fator de impacto: 4.084. Qualis Capes: A1.

6. **Conclusões:** apresenta as conclusões gerais da tese em resposta aos objetivos propostos.
7. **Considerações Finais:** expõe considerações do autor a partir dos resultados alcançados.
8. **Apêndices:** contempla os documentos elaborados pelo autor do estudo.
9. **Anexos:** inclui os documentos não elaborados pelo autor que serviram de fundamentação para o desenvolvimento do estudo.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	26
1.1 Referências .....	27
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	30
2.1 Comportamentos de Movimento .....	30
2.2 Transtorno Mental Comum .....	35
2.3 Fatores de Risco para Doenças Cardiometabólicas .....	38
2.4 Referências .....	39
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	51
3.1 Objetivo Geral .....	51
3.2 Objetivos Específicos .....	51
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	52
4.1 Aspectos Éticos .....	52
4.2 Delineamento do Estudo.....	52
4.3 Materiais e Métodos .....	57
4.4 Retorno aos participantes.....	66
4.5 Análise Estatística .....	66
4.6 Referências .....	70
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	74
5.1 <b>Artigo Original 1:</b> Behavioral classes related to physical activity and sedentary behavior on the evaluation of health and mental outcomes among Brazilian adolescents. ....	74
5.2 <b>Artigo Original 2:</b> Association Between Clustering Patterns of Cardiometabolic Disease Risk Factors and Lifestyle Behaviors Among High School Students: a Latent Class Analysis.....	101
5.3 <b>Artigo Original 3:</b> Time-use movement behaviors are associated with scores of depression/anxiety among adolescents: a compositional data analysis.....	125
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	141
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	143
<b>8 APÊNDICES</b> .....	146
APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – Estudo Microrregional .....	146
APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – Estudo Institucional .....	149

APÊNDICE C – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido .....	152
APÊNDICE D – Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica.....	153
APÊNDICE E - Questionário de Características Gerais .....	159
APÊNDICE F – Instruções para Uso do Acelerômetro .....	161
APÊNDICE G – Retorno aos Participantes.....	162
<b>9 ANEXOS</b> .....	<b>163</b>
ANEXO A – Documento de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa. ....	163
ANEXO B – Questionário Internacional de Atividade Física.....	168
ANEXO C – Questionário de Consumo e Frequência Alimentar Adaptado .....	170
ANEXO D - Critério de Classificação Econômica 2015 da Associação Brasileiras de Empresas de Pesquisa .....	171
ANEXO E - Pesquisa Global de Saúde do Estudante .....	173
ANEXO F – Questionário Geral de Saúde.....	175
ANEXO G – Formato Final do Artigo Original 1.....	177

## 1 INTRODUÇÃO

A Organização Mundial da Saúde define a adolescência como o período entre a infância e a idade adulta, compreendendo entre 10 e 19 anos<sup>1, 2</sup>. Esse período se caracteriza pelo rápido crescimento físico, cognitivo e psicossocial que afetam a forma como os indivíduos se sentem, pensam, agem e interagem com o mundo<sup>1</sup>. No decorrer desse período são estabelecidos padrões de comportamentos relacionados a saúde, que incluem prática de atividade física (AF), alimentação e uso de substâncias<sup>1</sup>, tais como álcool e tabaco.

AF e comportamento sedentário (CS) são comportamentos de movimento<sup>3</sup> associados ao estilo de vida e reconhecidos como fatores de risco modificáveis para doenças cardiovasculares<sup>4</sup>. Padrões de comportamentos de movimento incluindo o baixo nível de AF e o elevado CS têm sido associados ao aumento no risco de doenças cardiovasculares<sup>5, 6</sup> e ainda que os primeiros sintomas sejam apenas registrados na idade adulta, estudos sugerem que a aterosclerose se desenvolve desde a infância<sup>7, 8</sup>.

Padrões de comportamentos de movimento também têm sido associados à saúde mental durante a adolescência. Estudos têm reportado associações entre inatividade física e CS e diferentes aspectos da saúde mental, tais como depressão<sup>9-11</sup> e ansiedade<sup>10</sup>. De maneira geral, os resultados desses estudos indicam que a prática de AF e a prevalência de transtornos mentais se associam inversamente, enquanto o oposto tem sido associado ao CS<sup>9-11</sup>.

Recentemente, as análises estatísticas de classe latente<sup>6, 12-18</sup> e composicional<sup>9, 19-23</sup> têm sido aplicadas em estudos epidemiológicos sobre AF e saúde com o objetivo de avaliar a interação de diferentes comportamentos no desfecho final. Entretanto, ainda são escassos os estudos que aplicam essas abordagens considerando AF e CS e sua associação com a saúde física e mental de adolescentes. Vale ressaltar ainda a escassez de estudos envolvendo adolescentes brasileiros, sobretudo de escolas de período integral. A rotina dos estudantes dessas instituições de ensino inclui aproximadamente 9,5 horas em ambiente escolar, fato que pode impactar diretamente o nível de AF, o CS, bem como os indicadores de saúde física e mental.

A identificação de classes comportamentais a partir da aplicação da análise de classe latente pode auxiliar políticas públicas de promoção de saúde no reconhecimento dos adolescentes que apresentam elevado risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares devido ao estilo de vida adotado. Além disso, aplicação da análise composicional pode proporcionar melhor entendimento

das associações entre comportamentos de movimento e desfechos de saúde pela perspectiva do papel crucial da distribuição de tempo entre os diferentes comportamentos. Em conjunto, a aplicação dessas duas abordagens estatísticas pode fornecer dados que se complementem e contribuam para a elaboração de estratégias holísticas de promoção de saúde entre adolescentes.

### 1.1 Referências

1. World Health Organization. Adolescent health. Geneva: World Health Organization. Disponível em: [https://www.who.int/health-topics/adolescent-health/#tab=tab\\_2](https://www.who.int/health-topics/adolescent-health/#tab=tab_2). Acesso em: 29 de março de 2020.
2. World Health Organization. Nutrition in adolescence – issues and challenges for the health sector: issues in adolescent health and development. Geneva: World Health Organization, 2005. p.1-6.
3. TREMBLAY, M. S.; CARSON, V.; CHAPUT, J. P.; CONNOR GORBER, S.; DINH, T.; DUGGAN, M., et al. Canadian 24-Hour Movement Guidelines for Children and Youth: An Integration of Physical Activity, Sedentary Behaviour, and Sleep. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 41, n. 6 Suppl 3, p. S311-327. 2016.
4. LAVIE, C. J.; OZEMEK, C.; CARBONE, S.; KATZMARZYK, P. T.; BLAIR, S. N. Sedentary Behavior, Exercise, and Cardiovascular Health. **Circulation Research**, v. 124, n. 5, p. 799-815. 2019.
5. EVENSON, K. R.; HERRING, A. H.; WEN, F. Accelerometry-Assessed Latent Class Patterns of Physical Activity and Sedentary Behavior With Mortality. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 52, n. 2, p. 135-143. 2017.
6. JENKINS, G. P.; EVENSON, K. R.; HERRING, A. H.; HALES, D.; STEVENS, J. Cardiometabolic Correlates of Physical Activity and Sedentary Patterns in U.S. Youth. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 49, n. 9, p. 1826-1833. 2017.
7. PRECOMA, D. B.; OLIVEIRA, G. M. M.; SIMAO, A. F.; DUTRA, O. P.; COELHO, O. R.; IZAR, M. C. O., et al. Updated Cardiovascular Prevention Guideline of the Brazilian Society of Cardiology - 2019. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 113, n. 4, p. 787-891. 2019.
8. Expert panel on integrated guidelines for cardiovascular health and risk reduction in children and adolescents: summary report. **Pediatrics**, v. 128 (Suppl 5), p. S213-256. 2011.
9. DEL POZO CRUZ, B.; ALFONSO-ROSA, R. M.; MCGREGOR, D.; CHASTIN, S. F.; PALAREA-ALBALADEJO, J.; DEL POZO CRUZ, J. Sedentary behaviour is associated with depression symptoms: Compositional data analysis from a representative sample of 3233 US adults and older adults assessed with accelerometers. **Journal of Affective Disorders**, v. 265. 2020.

10. BÉLAIR, M. A.; KOHEN, D. E.; KINGSBURY, M.; COLMAN, I. Relationship between leisure time physical activity, sedentary behaviour and symptoms of depression and anxiety: evidence from a populationbased sample of Canadian adolescents. **BMJ Open**, v. 8, n. 10, p. e021119. 2018.
11. HUANG, Y.; LI, L.; GAN, Y.; WANG, C.; JIANG, H.; CAO, S., et al. Sedentary behaviors and risk of depression: a meta-analysis of prospective studies. **Translational Psychiatry**, v. 10, n. 1, p. 26. 2020.
12. FLEARY, S. A. Combined Patterns of Risk for Problem and Obesogenic Behaviors in Adolescents: A Latent Class Analysis Approach. **Journal of School Health**, v. 87, n. 3, p. 182-193. 2017.
13. MIRANDA, V. P. N.; DOS SANTOS AMORIM, P. R.; BASTOS, R. R.; SOUZA, V. G. B.; DE FARIA, E. R.; DO CARMO CASTRO FRANCESCHINI, S., et al. Evaluation of lifestyle of female adolescents through latent class analysis approach. **BMC Public Health**, v. 19, n. 1, p. 184. 2019.
14. EVENSON, K. R.; WEN, F.; HALES, D.; HERRING, A. H. National youth sedentary behavior and physical activity daily patterns using latent class analysis applied to accelerometry. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 13. 2016.
15. IANNOTTI, R. J.; WANG, J. Patterns of physical activity, sedentary behavior, and diet in U.S. adolescents. **Journal of Adolescent Health**, v. 53, n. 2, p. 280-286. 2013.
16. HUH, J.; RIGGS, N. R.; SPRUIJT-METZ, D.; CHOU, C. P.; HUANG, Z.; PENTZ, M. Identifying patterns of eating and physical activity in children: a latent class analysis of obesity risk. **Obesity (Silver Spring)**, v. 19, n. 3, p. 652-658. 2011.
17. CHAMPION, K. E.; MATHER, M.; SPRING, B.; KAY-LAMBKIN, F.; TEESSON, M.; NEWTON, N. C. Clustering of Multiple Risk Behaviors Among a Sample of 18-Year-Old Australians and Associations With Mental Health Outcomes: A Latent Class Analysis. **Frontiers in Public Health**, v. 6, p. 135. 2018.
18. KIM, Y.; BARREIRA, T. V.; KANG, M. Concurrent Associations of Physical Activity and Screen-Based Sedentary Behavior on Obesity Among US Adolescents: A Latent Class Analysis. **Journal of Epidemiology**, v. 26, n. 3, p. 137-144. 2016.
19. CURTIS, R. G.; DUMUID, D.; OLDS, T.; PLOTNIKOFF, R.; VANDELANOTTE, C.; RYAN, J., et al. The Association Between Time-Use Behaviors and Physical and Mental Well-Being in Adults: A Compositional Isotemporal Substitution Analysis. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 17, n. 2, p. 197-203. 2020.
20. CHASTIN, S. F.; PALAREA-ALBALADEJO, J.; DONTJE, M. L.; SKELTON, D. A. Combined Effects of Time Spent in Physical Activity, Sedentary Behaviors and Sleep on Obesity and Cardio-Metabolic Health Markers: A Novel Compositional Data Analysis Approach. **PLoS One**, v. 10, n. 10, p. e0139984. 2015.

21. DUMUID, D.; MAHER, C.; LEWIS, L. K.; STANFORD, T. E.; MARTIN FERNANDEZ, J. A.; RATCLIFFE, J., et al. Human development index, children's health-related quality of life and movement behaviors: a compositional data analysis. **Quality of Life Research**, v. 27, n. 6, p. 1473-1482. 2018.
22. FAIRCLOUGH, S. J.; DUMUID, D.; TAYLOR, S.; CURRY, W.; MCGRANE, B.; STRATTON, G., et al. Fitness, fatness and the reallocation of time between children's daily movement behaviours: an analysis of compositional data. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 14. 2017.
23. BIDDLE, G. J. H.; EDWARDSON, C. L.; HENSON, J.; DAVIES, M. J.; KHUNTI, K.; ROWLANDS, A. V., et al. Associations of Physical Behaviours and Behavioural Reallocations with Markers of Metabolic Health: A Compositional Data Analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 10, p. 2280. 2018.

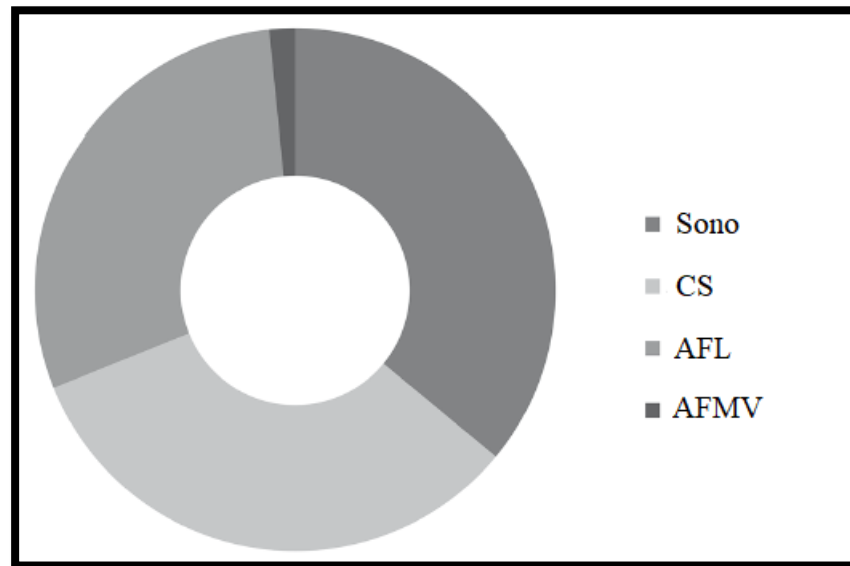
## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta revisão de literatura foram abordados os temas centrais da tese, incluindo comportamentos de movimento, transtorno mental comum e fatores de risco para doenças cardiometabólicas.

### 2.1 Comportamentos de Movimento

O período finito de um dia é constituído impreterivelmente por 24 horas e composto por um número limitado de comportamentos de movimento que incluem sono, comportamento sedentário (CS), atividade física leve (AFL) e atividade física moderada a vigorosa (AFMV)<sup>1-5</sup>, conforme apresentado na **Figura 1**. Dessa forma, qualquer modificação no tempo despendido em um comportamento de movimento específico (por exemplo: AFMV) apenas ocorre a partir da modificação do tempo despendido em pelo menos um dos comportamentos restantes (CS, AFL, ou sono)<sup>2, 6, 7</sup>.

Figura 1 - Proporções de tempo distribuídas entre sono, comportamento sedentário, atividade física leve e atividade física moderada a vigorosa.



Fonte: Adaptada de Pedišić<sup>8</sup>. Legenda: CS, comportamento sedentário; AFL, atividade física leve; AFMV, atividade física moderada a vigorosa.



O termo atividade física (AF) é definido como todo movimento corporal produzido pelos músculos esqueléticos com gasto de energia<sup>9</sup>, sendo quantificada em termos de tipo, frequência, duração e intensidade<sup>10</sup>. A AF pode ser classificada de acordo com sua intensidade, variando entre leve ( $>1,5$  e  $<4,0$  equivalentes metabólicos (METs)), moderada ( $\geq 4$  e  $<7$  METs) e vigorosa ( $\geq 7$  METs)<sup>11</sup>. Já a inatividade física é reconhecida como o quarto principal fator de risco para morte prematura em todo o mundo<sup>12</sup>, sendo esse termo aplicado aos indivíduos que não atingem as recomendações diárias de AFMV<sup>13</sup>.

Por outro lado, CS refere-se a realização de atividades de baixo gasto energético, entre 1,0 e 1,5 METs, tipicamente realizadas nas posições sentada, reclinada, ou deitada<sup>14</sup>. Dentre os indicadores de avaliação do CS, o tempo de tela (TT) se destaca como um dos métodos mais utilizados<sup>15</sup>, sendo sugerido como o principal contribuidor do CS total<sup>16</sup>. TT refere-se ao somatório de tempo despendido em frente a qualquer tipo de mídia eletrônica, incluindo televisão, computadores, vídeo games, *smartphones* e *tablets*<sup>17</sup>. É válido ainda ressaltar que o tempo de sono, apesar do baixo gasto energético intrínseco (aproximadamente 0,9 METs)<sup>18</sup>, não se caracteriza como CS por ser considerado uma necessidade orgânica de recuperação<sup>19</sup> e por ser realizado fora do período de vigília do indivíduo.

As atuais recomendações de saúde pública preconizam que adolescentes devem acumular, no mínimo, 60 minutos de AFMV diariamente<sup>10, 11, 20</sup>, enquanto o CS baseado no TT deve ser restrito a, no máximo, 2 horas diárias<sup>21, 22</sup>. Ainda nessa mesma perspectiva, a Academia Americana de Medicina do Sono recomenda que, para adolescentes entre 13 e 18 anos, o tempo de sono deve ter duração entre 8 e 10 horas por dia<sup>23</sup>. Entretanto, apesar destas recomendações, observa-se que a maioria dos adolescentes não acumula o tempo mínimo de sono e de AFMV necessários para promover benefícios a saúde, bem como excedem o número máximo de horas em TT<sup>24-29</sup>.

Corroborando esses resultados, recente estudo conduzido por Guthold et al.<sup>27</sup> utilizando análise agrupada de 298 estudos de base populacional oriundos de 146 países, representando 1,6 milhões de adolescentes entre 11 e 17 anos, apontou que 81% da amostra não atinge as recomendações de AF. Outro estudo, realizado por Bucksch et al.<sup>28</sup> avaliou dados de aproximadamente 450 mil adolescentes entre 11 e 15 anos de 30 países e destacaram o aumento de aproximadamente 2 horas diárias no TT entre os anos de 2002 e 2010, aumento esse que por si só atinge as recomendações de TT para adolescentes<sup>21, 22</sup>. Já com relação ao tempo de sono, de acordo com o Centro de Controle e Prevenção de Doenças, em estudo envolvendo uma amostra de

aproximadamente 16 mil adolescentes americanos, 72,7% não atingem as recomendações de tempo de sono<sup>29</sup>.

No Brasil, levantamento realizado pelo Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes (ERICA) evidencia a prevalência de um panorama alarmante de comportamentos na adolescência. A avaliação de mais de 54 mil adolescentes entre 14 e 17 anos revelou que aproximadamente 56% não atingem 300 minutos de AF por semana, enquanto 30% relatam não realizar nenhuma AF semanal<sup>25</sup>. O ERICA também relata que 73,8% de mais de 40 mil adolescentes entre 15 e 17 anos despendem mais de 2 horas diárias em TT<sup>24</sup>. No que tange ao tempo de sono, a partir de dados de aproximadamente 40 mil adolescentes entre 15 e 17 anos, os resultados apontam que 25,3% destes relatam menos de 7 horas diárias de sono<sup>30</sup>.

Diversos estudos têm avaliado a associação entre esses diferentes comportamentos e desfechos de saúde entre adolescentes, tais como índices antropométricos e de adiposidade corporal, marcadores de doenças cardiometabólicas e diferentes aspectos da saúde mental<sup>17, 31-36</sup>. De maneira geral, o cumprimento das recomendações de AFMV durante a adolescência têm sido associados a melhora da aptidão cardiorrespiratória e muscular, da saúde cardiometabólica, óssea e mental, e do controle de peso corporal<sup>20, 32, 33</sup>. Corroborando com esses resultados, Ekelund et al.<sup>32</sup> analisaram os dados de aproximadamente 21 mil crianças e adolescentes entre 4 e 18 anos, a partir de 14 estudos realizados em 9 países. Os resultados indicaram a associação inversa entre AFMV e circunferência de cintura, pressão arterial sistólica, concentração de insulina e níveis de triglicerídeos.

De forma semelhante, atingir as recomendações de sono têm sido relacionado a melhores parâmetros de saúde<sup>35, 37, 38</sup>. Feliciano et al.<sup>35</sup> em uma amostra de 829 adolescentes entre 12 e 17 anos avaliou a associação entre duração do sono e obesidade. Os resultados observados demonstraram que atingir as recomendações de sono ( $\geq 8$  horas diárias) foi positivamente associado a circunferência de cintura, pressão arterial sistólica, gordura corporal e níveis de lipoproteína de alta densidade (HDL).

É válido destacar que, não existe um consenso na literatura sobre recomendações destinadas ao CS e a AFL<sup>26</sup>. De acordo com Matthews et al.<sup>39</sup>, a escassez de dados relacionados a AFL pode refletir a dificuldade de monitoração desse comportamento de movimento, que só pode ser avaliado com precisão por meio de métodos objetivos (por exemplo: acelerometria). Tal

suposição também parece se aplicar ao CS, fato que dificulta a elaboração de recomendações de saúde relacionados a esses comportamentos.

A literatura revela frágeis evidências científicas de associação entre CS e desfechos de saúde em adolescentes<sup>40-43</sup>. Já o TT tem sido associado a prejuízos a saúde mental<sup>34, 44</sup> e a diversos fatores de risco para doenças cardiovasculares<sup>17, 45, 46</sup>. Nesse sentido, Bélair et al.<sup>34</sup> avaliou a associação entre TT e sintomas de depressão em uma amostra de aproximadamente 10 mil adolescentes canadenses entre 14 e 15 anos. Os resultados demonstraram que adolescentes que despendem mais de 2 horas diária em frente a algum tipo de mídia eletrônica têm mais chances de apresentar sintomas moderados e severos de depressão e ansiedade.

Apesar de limitados, os estudos revelam associação positiva entre AFL e marcadores cardiometabólicos<sup>47</sup> e de adiposidade<sup>48</sup> e sintomas de depressão<sup>33</sup>. Nesse sentido, Ayala et al.<sup>48</sup> sugerem o efeito moderador do tempo em AFL e indicadores de adiposidade, no qual adolescentes com mais de 300 minutos diários de AFL apresentaram menores valores de índice de massa corporal (IMC) e circunferência de cintura. Estes resultados sugerem que movimentos comuns tais como alongamentos e atividades da vida cotidiana podem ser estratégias eficientes para promover saúde entre adolescentes.

Apesar de serem bem estabelecidos os benefícios da AF para saúde, os mecanismos pelos quais a AF previne doenças e aprimora a saúde ainda são pouco compreendidos<sup>49</sup>. Entre os possíveis mecanismos, a literatura aponta que a AFMV estimula a ativação do sistema nervoso simpático e do eixo hipotálamo-pituitária-adrenal, liberando as catecolaminas adrenalina, noradrenalina e dopamina<sup>50</sup>. Essa secreção de catecolaminas pode desencadear o aumento dos níveis de adiponectina (marcados anti-inflamatório), melhorar o sistema imune e reduzir o tecido adiposo, a leptina sérica, a secreção de adipocinas pró-inflamatórias (por exemplo: Interleucina-6, fator de necrose tumoral e proteína C reativa) e as concentrações de glicose<sup>51, 52</sup>.

Entre os mecanismos sugeridos para explicar a associação deletéria entre CS e desfechos de saúde, evidências apontam que o aumento do consumo energético associado a esse comportamento<sup>53, 54</sup>, bem como sua baixa atividade muscular<sup>55</sup> podem ocasionar o balanço energético positivo. A falta de contração muscular dos membros inferiores durante um período prolongado em posição sentada pode também ocasionar alterações metabólicas por meio da supressão da insulina e da lipoproteína lipase<sup>55-57</sup>.

É válido destacar que os resultados dessas pesquisas que avaliam a relação entre comportamentos de movimento, TT e indicadores na saúde de adolescentes têm sido baseados em abordagens que consideram os comportamentos como variáveis independentes. Entretanto, esse tipo de estudo não considera a probabilidade de o indivíduo estar simultaneamente envolvido em diferentes atividades<sup>1</sup> (por exemplo: assistir TV enquanto corre em uma esteira); não considera a interação de diferentes comportamentos no desfecho final<sup>1</sup>; nem considera a intrínseca codependência existente entre os comportamentos de movimento no tempo finito do dia<sup>2, 6, 7</sup>.

Análises estatísticas recentemente introduzidas em estudos epidemiológicos relacionados aos diferentes tipos de comportamentos e desfechos de saúde, tais como as análises de classe latente e composicional, têm sido utilizadas para superar essas limitações intrínsecas as abordagens tradicionais. Entretanto, apesar da adequabilidade dessas análises, ainda são escassos os estudos envolvendo adolescentes.

A análise de classe latente pode auxiliar pesquisadores interessados em um melhor entendimento sobre padrões de comportamentos a partir da identificação de classes comportamentais baseadas em diferentes indicadores<sup>58</sup>. Essa identificação de classes com comportamentos similares pode contribuir com políticas públicas no reconhecimento de grupos com comportamentos de risco a saúde e direcionar o desenvolvimento de intervenções específicas para esses indivíduos<sup>26</sup>. Estudos anteriores envolveram uma variedade de comportamentos relacionados ao estilo de vida, tais como AFMV, AFL, CS, TT, tempo de sono, número de passos, violência física, consumo de álcool e tabaco e ingestão de frutas e vegetais<sup>26, 59-66</sup>.

De maneira geral, os resultados sugerem que comportamentos de risco são prevalentes e se agrupam e que a maioria dos adolescentes apresenta níveis inadequados de AFMV e de CS. Confirmando esses achados, Kim et al.<sup>66</sup> avaliaram a prevalência concomitante de TT e AF de mais de 12 mil adolescentes. Foram identificadas quatro classes latentes incluindo “Elevada AF/Elevado TT”, “Elevada AF/Baixo TT”, “Baixa AF/Elevado TT” e “Baixa AF/baixo TT”. Os resultados indicaram que indivíduos classificados com “Baixa AF” ou “Elevado TT”, ou ambos, apresentaram maior probabilidade de serem obesos.

Por outro lado, a análise composicional possibilita avaliar a associação entre a distribuição de tempo entre os comportamentos de movimento (sono, CS, AFL e AFMV) e desfechos de saúde. Essa técnica considera a natureza composicional desses comportamentos, uma vez que o tempo finito de 24 horas que compõe o dia estabelece uma perfeita colinearidade entre eles<sup>3, 4</sup>. A

abordagem permite a expressão de um comportamento de movimento em relação aos outros<sup>67</sup>, de forma que eles sejam interpretados juntos como codependentes. Entender a associação entre a composição de movimentos durante o dia e indicadores de saúde pode contribuir para elaboração de recomendações e intervenções holísticas, que abordem todos os comportamentos envolvidos na promoção da saúde.

Os escassos estudos com adolescentes envolvendo a aplicação dessa técnica apresentaram resultados promissores sobre as associações entre composição de comportamentos de movimentos e IMC, marcadores cardiometabólicos, pressão arterial e capacidade aeróbica<sup>68-70</sup>. Os resultados sugerem que a composição do tempo diário se associa com os desfechos de saúde. Por meio da análise composicional, Carson et al.<sup>69</sup> em estudo com 4.169 crianças e adolescentes de 6 a 17 anos, examinaram a associação entre os comportamentos de movimento e diversos indicadores de saúde. Os resultados apontaram que, relativo aos outros comportamentos, o tempo despendido em CS foi positivamente associado aos marcadores de risco para obesidade e negativamente associado a capacidade aeróbica. Já o tempo em AFMV foi negativamente associado aos marcadores de risco para obesidade e a diversos marcadores cardiometabólicos e positivamente associado a capacidade aeróbica.

Em vista do exposto e considerando que comportamentos baseados na AF e no CS tendem a se manter na idade adulta<sup>71, 72</sup>, faz-se necessário entender como eles se agrupam e como sua distribuição durante o dia pode se associar a indicadores de saúde. Essa melhor compreensão pode, em última instância, auxiliar na elaboração de intervenções eficazes para promoção de hábitos saudáveis entre adolescentes.

## **2.2 Transtorno Mental Comum**

Saúde mental refere-se a uma parte integrante da capacidade do indivíduo de conduzir uma vida satisfatória, incluindo habilidades de construir e manter relacionamentos, estudar, trabalhar e tomar decisões diárias<sup>73</sup>. Dessa forma, constitui-se em um estado de bem-estar em que o indivíduo percebe seu potencial, lida com estresses intrínsecos a vida cotidiana, trabalha produtivamente e é capaz de contribuir para sua comunidade<sup>74</sup>.

A adolescência constitui-se em um período do desenvolvimento humano de elevado risco para saúde mental e início de transtornos mentais comuns (TMC)<sup>73, 75-77</sup>, sendo que 50% de todos os casos ocorrem até os 14 anos<sup>78</sup> e 75% até os 18 anos de idade<sup>79, 80</sup>. Transtornos mentais comuns

referem-se principalmente aos diagnósticos de depressão e ansiedade e são distintos dos sentimentos de tristeza, estresse e medo normais no decorrer da vida de um indivíduo<sup>81, 82</sup>. Os transtornos impactam o humor e os sentimentos e seus sintomas podem variar em termos de gravidade (de leve a grave) e de duração (de meses a anos)<sup>82, 83</sup>.

Os transtornos depressivos são caracterizados por tristeza, sentimentos de culpa ou baixa autoestima, perda de interesse ou prazer, perturbação no sono ou apetite, sensação de cansaço e pouca concentração<sup>82-84</sup>. A depressão pode ser duradoura ou recorrente e prejudicar substancialmente a capacidade do indivíduo trabalhar ou estudar, ou lidar com a vida cotidiana<sup>82</sup>. Os transtornos depressivos incluem duas subcategorias principais: transtorno depressivo maior e distímia<sup>82</sup>. O transtorno depressivo maior (depressão) inclui sintomas como humor deprimido, perda de interesse e prazer e diminuição de energia<sup>82</sup>. Essa subcategoria pode ser classificada em leve, moderada, ou grave dependendo do número e gravidade de sintomas<sup>82</sup>. A distímia constitui-se em uma forma crônica de depressão leve com sintomas duradouros e menos intensos semelhantes a depressão<sup>82</sup>.

A depressão normalmente é acompanhada pelos transtornos de ansiedade<sup>83, 84</sup> que abrangem um grupo de transtornos mentais caracterizados por sentimentos de ansiedade e medo, incluindo transtorno de ansiedade generalizado, transtorno do pânico, fobias, fobia social, transtorno obsessivo-compulsivo e transtorno de estresse pós-traumático<sup>82</sup>. A gravidade dos sintomas pode variar de leve a grave e normalmente a duração dos sintomas torna o distúrbio crônico<sup>82</sup>.

Esses transtornos são considerados “comuns” devido à sua elevada prevalência na população<sup>82</sup>. Estima-se que, 3,6% (245 milhões de pessoas) e 4,4% (300 milhões de pessoas) da população mundial sofram com transtornos de ansiedade e depressão, respectivamente<sup>82</sup>. Entre adolescentes, estima-se que aproximadamente 20% experimentem algum tipo de transtorno<sup>85</sup> e que a prevalência desses transtornos relacionados a depressão e ansiedade tenham aumentado em 70% entre jovens nos últimos 25 anos<sup>86</sup>. No Brasil, informações disponibilizadas pelo ERICA, em estudo conduzido com uma amostra de 40.448 adolescentes de 15 a 17 anos, a prevalência de TMC foi observada em 33.6%<sup>87</sup>.

A saúde mental pode ser afetada por vários fatores<sup>81</sup>, dentre os quais destacam-se as circunstâncias socioeconômicas, os fatores ambientes e os comportamentos e atributos individuais<sup>73</sup>. Circunstâncias socioeconômicas referem-se à influência do ambiente imediato na

capacidade do indivíduo se desenvolver<sup>73</sup>. Dessa forma, envolve o relacionamento com família, amigos e colegas, bem como a restrição ou perda de oportunidades de obter educação e renda<sup>73</sup>. Já os fatores ambientais englobam o ambiente sociocultural e geopolítico mais amplo em que o indivíduo está inserido e inclui acesso a serviços básicos (por exemplo: água e serviços essenciais à saúde) e políticas econômicas e sociais<sup>73</sup>.

Comportamentos e atributos individuais referem-se as capacidades inata e aprendida de lidar com pensamentos, sentimentos e administrar a vida cotidiana (inteligência emocional); bem como a capacidade de lidar com o mundo social (inteligência social). Além disso, inclui fatores genéticos e biológicos que podem influenciar a saúde mental<sup>73</sup>, dentre os quais destaca-se o sexo. Diversos estudos relatam maior prevalência de TMC entre adolescentes do sexo feminino<sup>26, 81, 87-89</sup>, fato também observado entre mulheres na idade adulta<sup>89-92</sup>. Os fatores de risco específicos ao sexo incluem violência sexual, desvantagem socioeconômica, baixa renda e responsabilidade pelo cuidado de outras pessoas<sup>73, 93</sup>. Entre as adolescentes, as razões para a maior prevalência de transtornos podem estar vinculadas a constante preocupação com a aparência física, a insatisfação corporal e a exposição a sexualização<sup>94</sup>. Ainda, estudos sugerem que a flutuação hormonal mensal e ao longo da vida podem tornar as mulheres mais suscetíveis a transtornos mentais comuns<sup>95, 96</sup>.

Depressão e ansiedade têm consequências prejudiciais sobre o desenvolvimento na adolescência, incluindo prejuízos as relações sociais, menor escolaridade, abandono escolar, risco de abuso do consumo de substâncias, problemas de saúde mental e suicídio<sup>88, 97</sup>. De fato, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), a depressão é o maior contribuinte para mortes por suicídio, sendo responsável por aproximadamente 800.000 óbitos por ano<sup>82</sup>. O suicídio é a terceira causa de morte entre adolescentes de 10 a 19 anos, sendo responsável por aproximadamente 67 mil mortes em 2015<sup>98</sup>. No Brasil, foram observados aproximadamente 12 mil mortes entre os anos 2000 e 2015<sup>99</sup>. É válido ainda destacar que houve um aumento significativo de 47% na mortalidade por suicídio no Brasil nesse mesmo período de tempo<sup>99</sup>.

A partir do exposto, considera-se que a presença de TMC entre adolescentes não deva ser negligenciado, sendo necessária a adoção de medidas de prevenção e triagem a fim de reduzir sua prevalência e seus efeitos negativos nessa população.

### 2.3 Fatores de Risco para Doenças Cardiometabólicas

Doenças cardiometabólicas são a principal causa de morte no mundo<sup>100</sup> e incluem diversos fatores de risco que favorecem ao desenvolvimento de diabetes e doenças cardiovasculares<sup>101</sup>. Caracterizam-se por serem distúrbios de natureza multifatorial que incluem genética, estilo de vida, alimentação, condições ambientais e fatores epigenéticos<sup>102, 103</sup>. Embora os principais sintomas associados as doenças cardiometabólicas sejam apenas verificados na idade adulta, estudos sugerem que a aterosclerose se inicia na infância e na adolescência<sup>104</sup>.

Hipertensão arterial e obesidade têm sido particularmente relacionados como fatores de risco para o desenvolvimento de doenças cardiometabólicas<sup>105, 106</sup>. Hipertensão arterial é definida como a elevação sustentada dos níveis pressóricos  $\geq 140$  e/ou 90 mmHg<sup>104</sup>, enquanto pré-hipertensão descreve uma alteração nos níveis pressóricos em que a pressão arterial sistólica varia entre 121 e 139 e/ou a diastólica entre 81 e 89 mmHg<sup>107</sup>. É válido destacar que, a classificação de hipertensão arterial em adolescentes ainda considera valores específicos considerando idade, sexo e percentil de estatura<sup>107</sup>. Dentre os fatores de risco para o seu desenvolvimento encontram-se idade, genética, sexo, etnia, sedentarismo e condições socioeconômicas<sup>104</sup>. Recente meta-análise realizada por Song et al.<sup>108</sup> a partir de dados de 47 estudos com crianças e adolescentes de até 19 anos indicaram que 9,7 e 4% desta população apresentaram pré-hipertensão e hipertensão, respectivamente. No Brasil, de acordo com os resultados obtidos pelo ERICA a partir da avaliação de quase 40 mil adolescentes entre 15 e 17 anos, aproximadamente 20% e 10% destes foram classificados como pré-hipertensos e hipertensos, respectivamente<sup>109</sup>.

Por outro lado, sobrepeso e obesidade são definidos como o acúmulo excessivo de gordura corporal total que acarreta riscos a saúde, sendo popularmente avaliados pelo IMC<sup>110</sup>. Em adição a essa avaliação da obesidade geral, a distribuição da gordura corporal também se constitui em fator de risco independente para doenças cardiometabólicas<sup>111</sup>. A obesidade central, caracterizada pelo excesso de gordura na região abdominal, é um componente da síndrome metabólica e desempenha um papel crítico na patogênese da doença cardiovascular por estimular a resistência à insulina, dislipidemias e inflamação, até mesmo em indivíduos com peso adequado<sup>112</sup>.

A obesidade é conhecida como uma condição pró-aterogênica que predispõe a doenças cardiovasculares devido sua associação ao diabetes tipo 2, a dislipidemia e a hipertensão arterial<sup>113</sup>. Os mecanismos biológicos pelos quais a obesidade se associa ao desenvolvimento de hipertensão



arterial incluem disfunção endotelial, inflamação e aumento da resistência à insulina, da reabsorção renal de sódio e da atividade dos sistemas nervoso simpático e renina-angiotensina-aldosterona<sup>114</sup>.

A prevalência de obesidade tem aumentado significativamente entre adolescentes nas últimas décadas<sup>115</sup>. De acordo com a OMS, aproximadamente 18% (340 milhões) das crianças e adolescentes, entre 5 e 19 anos, foram classificados com sobrepeso ou obesidade em 2016<sup>116</sup>. No Brasil, de acordo com o ERICA, 12,6% dos adolescentes brasileiros entre 12 e 17 anos apresentaram elevada circunferência de cintura<sup>117</sup>, enquanto 16 e 7% dos adolescentes entre 15 e 17 anos têm sobrepeso ou são obesos, respectivamente<sup>109</sup>.

O aumento mundial na incidência de obesidade e suas comorbidades tem sido estimulado, em grande parte, pela globalização, que continua a promover mudanças drásticas em termos de ambiente, alimentação e estilo de vida, que favorecem ao balanço energético positivo<sup>118</sup>. Dessa forma, hábitos contemporâneos, caracterizados pela baixa ingestão de frutas e hortaliças, consumo excessivo de *fast food*, de alimentos de alta densidade calórica e de alimentos ricos em sódio, associados aos baixos níveis de AF e elevado tempo despendido em CS estão entre os fatores que contribuem para o excesso de gordura corporal<sup>119</sup>.

Esses resultados em conjunto revelam um panorama de saúde preocupante no presente e no futuro desses adolescentes, uma vez que fatores de risco observados na adolescência tendem a ser mantidos na idade adulta<sup>120</sup>. Dessa forma, identificar os adolescentes em maior risco de desenvolver doenças cardiometabólicas e os fatores de risco mais prevalentes, bem como entender como esses fatores se agrupam e se associam com comportamentos associados ao estilo de vida são preponderantes para basear futuras intervenções que sejam eficientes no combate as doenças cardiometabólicas.

## 2.4 Referências

1. CHAPUT, J. P.; SAUNDERS, T. J.; CARSON, V. Interactions between sleep, movement and other non-movement behaviours in the pathogenesis of childhood obesity. **Obesity Reviews**, v. 18 (Suppl 1), p. S7-14. 2017.
2. CHASTIN, S. F.; PALAREA-ALBALADEJO, J.; DONTJE, M. L.; SKELTON, D. A. Combined Effects of Time Spent in Physical Activity, Sedentary Behaviors and Sleep on Obesity and Cardio-Metabolic Health Markers: A Novel Compositional Data Analysis Approach. **PLoS One**, v. 10, n. 10, p. e0139984. 2015.

3. PEDIŠIĆ, Z.; DUMUID, D.; OLDS, T. S. Integrating sleep, sedentary behaviour, and physical activity research in the emerging field of time-use epidemiology: definitions, concepts, statistical methods, theoretical framework, and future directions. **Kinesiology**, v. 49, n. 2. 2017.
4. FAIRCLOUGH, S. J.; DUMUID, D.; TAYLOR, S.; CURRY, W.; MCGRANE, B.; STRATTON, G., et al. Fitness, fatness and the reallocation of time between children's daily movement behaviours: an analysis of compositional data. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 14. 2017.
5. BIDDLE, G. J. H.; EDWARDSON, C. L.; HENSON, J.; DAVIES, M. J.; KHUNTI, K.; ROWLANDS, A. V., et al. Associations of Physical Behaviours and Behavioural Reallocations with Markers of Metabolic Health: A Compositional Data Analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 10, p. 2280. 2018.
6. CURTIS, R. G.; DUMUID, D.; OLDS, T.; PLOTNIKOFF, R.; VANDELANOTTE, C.; RYAN, J., et al. The Association Between Time-Use Behaviors and Physical and Mental Well-Being in Adults: A Compositional Isotemporal Substitution Analysis. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 17, n. 2, p. 197-203. 2020.
7. DUMUID, D.; MAHER, C.; LEWIS, L. K.; STANFORD, T. E.; MARTIN FERNANDEZ, J. A.; RATCLIFFE, J., et al. Human development index, children's health-related quality of life and movement behaviors: a compositional data analysis. **Quality of Life Research**, v. 27, n. 6, p. 1473-1482. 2018.
8. PEDIŠIĆ, Z. Measurement issues and poor adjustments for physical activity and sleep undermine sedentary behaviour research—The focus should shift to the balance between sleep, sedentary behaviour, standing and activity. **Kinesiology**, v. 46, n. 1, p. 135-146. 2014.
9. World Health Organization. Resolution WHA57.17. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. Geneva: World Health Organization, 2004.
10. World Health Organization. Global Recommendations on Physical Activity for Health. Geneva: World Health Organization, 2010.
11. 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. 2010.
12. World Health Organization. Global health risks global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva: World Health Organization, 2009.
13. THIVEL, D.; TREMBLAY, A.; GENIN, P. M.; PANAHI, S.; RIVIERE, D.; DUCLOS, M. Physical Activity, Inactivity, and Sedentary Behaviors: Definitions and Implications in Occupational Health. **Frontiers in Public Health**, v. 6. p. 288. 2018.

14. PATE, R. R.; O'NEILL, J. R.; LOBELO, F. The evolving definition of "sedentary". **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 36, n. 4, p. 173-178. 2008.
15. OWEN, N.; HEALY, G. N.; MATTHEWS, C. E.; DUNSTAN, D. W. Too much sitting: the population health science of sedentary behavior. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 38, n. 3, p. 105-113. 2010.
16. GOPINATH, B.; HARDY, L. L.; BAUR, L. A.; BURLUTSKY, G.; MITCHELL, P. Physical activity and sedentary behaviors and health-related quality of life in adolescents. **Pediatrics**, v. 130, n. 1, p. e167-174. 2012.
17. SAUNDERS, T. J.; VALLANCE, J. K. Screen Time and Health Indicators Among Children and Youth: Current Evidence, Limitations and Future Directions. **Applied Health Economics and Health Policy**, v. 15, n. 3, p. 323-331. 2017.
18. AINSWORTH, B. E.; HASKELL, W. L.; WHITT, M. C.; IRWIN, M. L.; SWARTZ, A. M.; STRATH, S. J., et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 32 (Suppl 9), p. S498-504. 2000.
19. MENEGUCI, J.; SANTOS, D. A. T.; SILVA, R. B.; SANTOS, R. G.; SASAKI, J. E.; TRIBESS, S., et al. Comportamento sedentário: conceito, implicações fisiológicas e os procedimentos de avaliação. **Motricidade**, v. 11, n. 1. 2015.
20. 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee. 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee Scientific Report. Washington, DC: US Department of Health and Human Services, 2018.
21. STRASBURGER, V. C. Children, adolescents, obesity, and the media. **Pediatrics**, v. 128, n. 1, p. 201-208. 2011.
22. Council on Communications and Media. Children, Adolescents, and the Media. **Pediatrics**, v. 132, n. 5, p. 958-961. 2013.
23. PARUTHI, S.; BROOKS, L. J.; D'AMBROSIO, C.; HALL, W. A.; KOTAGAL, S.; LLOYD, R. M., et al. Recommended Amount of Sleep for Pediatric Populations: A Consensus Statement of the American Academy of Sleep Medicine. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, v. 12, n. 6, p. 785-786. 2016.
24. OLIVEIRA, J. S.; BARUFALDI, L. A.; ABREU GDE, A.; LEAL, V. S.; BRUNKEN, G. S.; VASCONCELOS, S. M., et al. ERICA: use of screens and consumption of meals and snacks by Brazilian adolescents. **Revista de Saúde Pública**, v. 50 (Suppl 1), S7. 2016.
25. CUREAU, F. V.; DA SILVA, T. L.; BLOCH, K. V.; FUJIMORI, E.; BELFORT, D. R.; DE CARVALHO, K. M., et al. ERICA: leisure-time physical inactivity in Brazilian adolescents. **Revista de Saúde Pública**, v. 50 (Suppl 1), S4. 2016.

26. FARIA, F. R.; NEVES MIRANDA, V. P.; HOWE, C. A.; SASAKI, J. E.; DOS SANTOS AMORIM, P. R. Behavioral classes related to physical activity and sedentary behavior on the evaluation of health and mental outcomes among Brazilian adolescents. **PLoS One**, v. 15, n. 6, p. e0234374. 2020.
27. GUTHOLD, R.; STEVENS, G. A.; RILEY, L. M.; BULL, F. C. Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1.6 million participants. **Lancet Child and Adolescent Health**, v. 4, n. 1, p. 23-35. 2020.
28. BUCKSCH, J.; SIGMUNDOVA, D.; HAMRIK, Z.; TROPED, P. J.; MELKEVIK, O.; AHLUWALIA, N., et al. International Trends in Adolescent Screen-Time Behaviors From 2002 to 2010. **Journal of Adolescent Health**, v. 58, n. 4, p. 417-425. 2016.
29. WHEATON, A. G.; JONES, S. E.; COOPER, A. C.; CROFT, J. B. Short Sleep Duration Among Middle School and High School Students — United States, 2015. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, v. 67, n. 3, p. 85-90. 2018.
30. OLIVEIRA, G.; SILVA, T.; SILVA, I. B. D.; COUTINHO, E. S. F.; BLOCH, K. V.; OLIVEIRA, E. R. A. [Aggregation of cardiovascular risk factors: alcohol, smoking, excess weight, and short sleep duration in adolescents in the ERICA study]. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 35, n. 12, p. e00223318. 2019.
31. WU, X. Y.; HAN, L. H.; ZHANG, J. H.; LUO, S.; HU, J. W.; SUN, K. The influence of physical activity, sedentary behavior on health-related quality of life among the general population of children and adolescents: A systematic review. **PLoS One**, v. 12, n. 11, p. e0187668. 2017.
32. EKELUND, U.; LUAN, J.; SHERAR, L. B.; ESLIGER, D. W.; GRIEW, P.; COOPER, A., et al. Moderate to vigorous physical activity and sedentary time and cardiometabolic risk factors in children and adolescents. **Journal of the American Medical Association**, v. 307, n. 7, p. 704-712. 2012.
33. KANDOLA, A.; LEWIS, G.; OSBORN, D. P. J.; STUBBS, B.; HAYES, J. F. Depressive symptoms and objectively measured physical activity and sedentary behaviour throughout adolescence: a prospective cohort study. **Lancet Psychiatry**, v. 7, n. 3, p. 262-271. 2020.
34. BÉLAIR, M. A.; KOHEN, D. E.; KINGSBURY, M.; COLMAN, I. Relationship between leisure time physical activity, sedentary behaviour and symptoms of depression and anxiety: evidence from a populationbased sample of Canadian adolescents. **BMJ Open**, v. 8, n. 10, p. e021119. 2018.
35. FELICIANO, E. M. C.; QUANTE, M.; RIFAS-SHIMAN, S. L.; REDLINE, S.; OKEN, E.; TAVERAS, E. M. Objective Sleep Characteristics and Cardiometabolic Health in Young Adolescents. **Pediatrics**, v. 142, n. 1, p. e20174085. 2018.

36. HUANG, Y.; LI, L.; GAN, Y.; WANG, C.; JIANG, H.; CAO, S., et al. Sedentary behaviors and risk of depression: a meta-analysis of prospective studies. **Translational Psychiatry**, v. 10, n. 1, p. 26. 2020.
37. SEO, S. H.; SHIM, Y. S. Association of Sleep Duration with Obesity and Cardiometabolic Risk Factors in Children and Adolescents: A Population-Based Study. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 9463. 2019.
38. MITCHELL, J. A.; RODRIGUEZ, D.; SCHMITZ, K. H.; AUDRAIN-MCGOVERN, J. Sleep duration and adolescent obesity. **Pediatrics**, v. 131, n. 5, p. e1428-1434. 2013.
39. MATTHEWS, C. E.; MOORE, S. C.; GEORGE, S. M.; SAMPSON, J.; BOWLES, H. R. Improving self-reports of active and sedentary behaviors in large epidemiologic studies. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 40, n. 3, p. 118-126. 2012.
40. BIDDLE, S. J.; GARCIA BENGOCHEA, E.; WIESNER, G. Sedentary behaviour and adiposity in youth: a systematic review of reviews and analysis of causality. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 14. 2017.
41. CLIFF, D. P.; HESKETH, K. D.; VELLA, S. A.; HINKLEY, T.; TSIROS, M. D.; RIDGERS, N. D., et al. Objectively measured sedentary behaviour and health and development in children and adolescents: systematic review and meta-analysis. **Obesity Reviews**, v. 17, n. 4, p. 330-344. 2016.
42. VAN EKRIK, E.; ALTENBURG, T. M.; SINGH, A. S.; PROPER, K. I.; HEYMANS, M. W.; CHINAPAW, M. J. An evidence-update on the prospective relationship between childhood sedentary behaviour and biomedical health indicators: a systematic review and meta-analysis. **Obesity Reviews**, v. 17, n. 9, p. 833-849. 2016.
43. FRÖBERG, A.; RAUSTORP, A. Objectively measured sedentary behaviour and cardio-metabolic risk in youth: a review of evidence. **European Journal of Pediatrics**, v. 173, n. 7, p. 845-860. 2014.
44. VANCAMPFORT, D.; STUBBS, B.; FIRTH, J.; DAMME, T. V.; KOYANAGI, A. Sedentary behavior and depressive symptoms among 67,077 adolescents aged 12–15 years from 30 low- and middleincome countries. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 15. 2018.
45. GRONTVED, A.; RIED-LARSEN, M.; MOLLER, N. C.; KRISTENSEN, P. L.; WEDDERKOPP, N.; FROBERG, K., et al. Youth screen-time behaviour is associated with cardiovascular risk in young adulthood: the European Youth Heart Study. **European Journal of Preventive Cardiology**, v. 21, n. 1, p. 49-56. 2014.
46. 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, n. 1, p. 53-61. 2014.

47. CARSON, V.; RIDGERS, N. D.; HOWARD, B. J.; WINKLER, E. A.; HEALY, G. N.; OWEN, N., et al. Light-intensity physical activity and cardiometabolic biomarkers in US adolescents. **PLoS One**, v. 8, n. 8, p. e71417. 2013.
48. AYALA, A. M. C.; SALMON, J.; DUNSTAN, D. W.; ARUNDELL, L.; TIMPERIO, A. Does light-intensity physical activity moderate the relationship between sitting time and adiposity markers in adolescents? **Journal of Sport and Health Science**. 2020.
49. NEUFER, P. D.; BAMMAN, M. M.; MUOIO, D. M.; BOUCHARD, C.; COOPER, D. M.; GOODPASTER, B. H., et al. Understanding the Cellular and Molecular Mechanisms of Physical Activity-Induced Health Benefits. **Cell Metabolism**, v. 22, n. 1, p. 4-11. 2015.
50. GLEESON, M.; BISHOP, N. C.; STENSEL, D. J.; LINDLEY, M. R.; MASTANA, S. S.; NIMMO, M. A. The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. **Nature Reviews Immunology**, v. 11, n. 9, p. 607-615. 2011.
51. GONDIM, O. S.; DE CAMARGO, V. T.; GUTIERREZ, F. A.; MARTINS, P. F.; PASSOS, M. E.; MOMESSO, C. M., et al. Benefits of Regular Exercise on Inflammatory and Cardiovascular Risk Markers in Normal Weight, Overweight and Obese Adults. **PLoS One**, v. 10, n. 10, p. e0140596. 2015.
52. KRUK, J.; KOTARSKA, K.; ABOUL-ENEIN, B. H. Physical exercise and catecholamines response: benefits and health risk: possible mechanisms. **Free Radical Research**, v. 54, n. 2-3, p. 105-125. 2020.
53. CHAPUT, J. P.; KLINGENBERG, L.; ASTRUP, A.; SJODIN, A. M. Modern sedentary activities promote overconsumption of food in our current obesogenic environment. **Obesity Reviews**, v. 12, n. 5, p. e12-20. 2011.
54. PEARSON, N.; BIDDLE, S. J. Sedentary behavior and dietary intake in children, adolescents, and adults. A systematic review. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 41, n. 2, p. 178-188. 2011.
55. HAMILTON, M. T.; HAMILTON, D. G.; ZDERIC, T. W. Role of low energy expenditure and sitting in obesity, metabolic syndrome, type 2 diabetes, and cardiovascular disease. **Diabetes**, v. 56, n. 11, p. 2655-2667. 2007.
56. STEPHENS, B. R.; GRANADOS, K.; ZDERIC, T. W.; HAMILTON, M. T.; BRAUN, B. Effects of 1 day of inactivity on insulin action in healthy men and women: interaction with energy intake. **Metabolism**, v. 60, n. 7, p. 941-949. 2011.
57. BEY, L.; HAMILTON, M. T. Suppression of skeletal muscle lipoprotein lipase activity during physical inactivity: a molecular reason to maintain daily low-intensity activity. **Journal of Physiology**, v. 551, p. 673-682. 2003.

58. KONGSTED, A.; NIELSEN, A. M. Latent Class Analysis in health research. **Journal of Physiotherapy**, v. 63, n. 1, p. 55-58. 2017.
59. FLEARY, S. A. Combined Patterns of Risk for Problem and Obesogenic Behaviors in Adolescents: A Latent Class Analysis Approach. **Journal of School Health**, v. 87, n. 3, p. 182-193. 2017.
60. MIRANDA, V. P. N.; DOS SANTOS AMORIM, P. R.; BASTOS, R. R.; SOUZA, V. G. B.; DE FARIA, E. R.; DO CARMO CASTRO FRANCESCHINI, S., et al. Evaluation of lifestyle of female adolescents through latent class analysis approach. **BMC Public Health**, v. 19, n. 1, p. 184. 2019.
61. EVENSON, K. R.; WEN, F.; HALES, D.; HERRING, A. H. National youth sedentary behavior and physical activity daily patterns using latent class analysis applied to accelerometry. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 13. 2016.
62. IANNOTTI, R. J.; WANG, J. Patterns of physical activity, sedentary behavior, and diet in U.S. adolescents. **Journal of Adolescent Health**, v. 53, n. 2, p. 280-286. 2013.
63. HUH, J.; RIGGS, N. R.; SPRUIJT-METZ, D.; CHOU, C. P.; HUANG, Z.; PENTZ, M. Identifying patterns of eating and physical activity in children: a latent class analysis of obesity risk. **Obesity (Silver Spring)**, v. 19, n. 3, p. 652-658. 2011.
64. CHAMPION, K. E.; MATHER, M.; SPRING, B.; KAY-LAMBKIN, F.; TEESSON, M.; NEWTON, N. C. Clustering of Multiple Risk Behaviors Among a Sample of 18-Year-Old Australians and Associations With Mental Health Outcomes: A Latent Class Analysis. **Frontiers in Public Health**, v. 6. 2018.
65. JENKINS, G. P.; EVENSON, K. R.; HERRING, A. H.; HALES, D.; STEVENS, J. Cardiometabolic Correlates of Physical Activity and Sedentary Patterns in U.S. Youth. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 49, n. 9, p. 1826-1833. 2017.
66. KIM, Y.; BARREIRA, T. V.; KANG, M. Concurrent Associations of Physical Activity and Screen-Based Sedentary Behavior on Obesity Among US Adolescents: A Latent Class Analysis. **Journal of Epidemiology**, v. 26, n. 3, p. 137-144. 2016.
67. AITCHISON, J. The statistical analysis of compositional data. **Journal of the Royal Statistical Society Series B (Methodological)**, v. 44, p. 139-177. 1982.
68. STEFELOVA, N.; DYGRYN, J.; HRON, K.; GABA, A.; RUBIN, L.; PALAREA-ALBALADEJO, J. Robust Compositional Analysis of Physical Activity and Sedentary Behaviour Data. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 10, p. 2248. 2018.
69. CARSON, V.; TREMBLAY, M. S.; CHAPUT, J. P.; CHASTIN, S. F. Associations between sleep duration, sedentary time, physical activity, and health indicators among Canadian

children and youth using compositional analyses. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 41, n. 6 (Suppl 3), p. S294-302. 2016.

70. CARSON, V.; TREMBLAY, M. S.; CHAPUT, J.-P.; MCGREGOR, D.; CHASTIN, S. Compositional analyses of the associations between sedentary time, different intensities of physical activity, and cardiometabolic biomarkers among children and youth from the United States. **PLoS One**, v. 14, n. 7, p. e0220009. 2019.

71. HALLAL, P. C.; VICTORA, C. G.; AZEVEDO, M. R.; WELLS, J. C. K. Adolescent physical activity and health. A systematic review. **Sports Medicine**, v. 36, n. 12, p. 1019-1030. 2006.

72. BIDDLE, S. J.; PEARSON, N.; ROSS, G. M.; BRAITHWAITE, R. Tracking of sedentary behaviours of young people: a systematic review. **Preventive Medicine**, v. 51, n. 5, p. 345-351. 2010.

73. World Health Organization. Risks to mental health: an overview of vulnerabilities and risk factors. Geneva: World Health Organization, 2012.

74. World Health Organization. Mental health: a state of well-being. Geneva: World Health Organization; 2014. Disponível em: [http://origin.who.int/features/factfiles/mental\\_health/en/](http://origin.who.int/features/factfiles/mental_health/en/). Acesso em: 15 de abril de 2020.

75. PATTON, G. C.; COFFEY, C.; ROMANIUK, H.; MACKINNON, A.; CARLIN, J. B.; DEGENHARDT, L., et al. The prognosis of common mental disorders in adolescents: a 14-year prospective cohort study. **Lancet**, v. 383, n. 9926, p. 1404-1411. 2014.

76. The National Institute of Mental Health. Major Depression. The National Institute of Mental Health; 2017. Disponível em: <https://www.nimh.nih.gov/health/statistics/major-depression.shtml>. Acesso em: 22 de maio de 2020.

77. THAPAR, A.; COLLISHAW, S.; PINE, D. S.; THAPAR, A. K. Depression in adolescence. **Lancet**, v. 379, n. 9820, p. 1056-1067. 2012.

78. World Health Organization. Adolescent mental health. Geneva. Disponível em: [https://www.who.int/mental\\_health/maternal-child/adolescent/en/](https://www.who.int/mental_health/maternal-child/adolescent/en/). Acesso em: 22 de maio de 2020.

79. KESSLER, R. C.; AMMINGER, G. P.; AGUILAR-GAXIOLA, S.; ALONSO, J.; LEE, S.; ÜSTÜN, T. B. Age of onset of mental disorders: A review of recent literature. **Current Opinion in Psychiatry**, v. 20, n. 4, p. 359-364. 2007.

80. KIM-COHEN, J.; CASPI, A.; MOFFITT, T. E.; HARRINGTON, H.; MILNE, B. J.; POULTON, R. Prior juvenile diagnoses in adults with mental disorder developmental follow-back of a prospective-longitudinal cohort. **Archives of General Psychiatry**, v. 60, n. 7, p. 709-717. 2003.



81. SILVA, S. A.; SILVA, S. U.; RONCA, D. B.; GONCALVES, V. S. S.; DUTRA, E. S.; CARVALHO, K. M. B. Common mental disorders prevalence in adolescents: A systematic review and meta-analyses. **PLoS One**, v. 15, n. 4, p. e0232007. 2020.
82. World Health Organization. Depression and Other Common Mental Disorders: Global Health Estimates. Geneva: World Health Organization, 2017.
83. National Collaborating Centre for Mental Health. Depression - The NICE Guideline on the Treatment and Management of depression in adults. Updated edition, 2019.
84. National Institute for Health and Care Excellence. Depression in children and young people, 2013.
85. World Health Organization. Adolescent mental health — Mapping actions of nongovernmental organizations and other international development organizations. Geneva: World Health Organization, 2012.
86. Royal Society for Public Health, and Young Health Movement. #StatusOfMind social media and young people's mental health and wellbeing, 2017. Disponível em: <https://www.rsph.org.uk/uploads/assets/uploaded/d125b27c-0b62-41c5-a2c0155a8887cd01.pdf>. Acesso em: 02 de junho de 2020.
87. LOPES, C. S.; ABREU GDE, A.; DOS SANTOS, D. F.; MENEZES, P. R.; DE CARVALHO, K. M.; CUNHA CDE, F., et al. ERICA: prevalence of common mental disorders in Brazilian adolescents. **Revista de Saúde Pública**, v. 50 (Suppl 1), p. S14. 2016.
88. GORE, F. M.; BLOEM, P. J. N.; PATTON, G. C.; FERGUSON, J.; JOSEPH, V.; COFFEY, C., et al. Global burden of disease in young people aged 10–24 years: a systematic analysis. **Lancet**, v. 377, n. 9783, p. 2093-2102. 2011.
89. ORELLANA, J. D. Y.; RIBEIRO, M. R. C.; BARBIERI, M. A.; SARAIVA, M. D. C.; CARDOSO, V. C.; BETTIOL, H., et al. Mental disorders in adolescents, youth, and adults in the RPS Birth Cohort Consortium (Ribeirao Preto, Pelotas and Sao Luis), Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, n. 2, p. e00154319. 2020.
90. MC DOWELL, C. P.; CARLIN, A.; CAPRANICA, L.; DILLON, C.; HARRINGTON, J. M.; LAKERVELD, J., et al. Associations of self-reported physical activity and depression in 10,000 Irish adults across harmonised datasets: a DEDIPAC-study. **BMC Public Health**, v. 18, n. 1, p. 779. 2018.
91. GONCALVES, D. A.; MARI JDE, J.; BOWER, P.; GASK, L.; DOWRICK, C.; TOFOLI, L. F., et al. Brazilian multicentre study of common mental disorders in primary care: rates and related social and demographic factors. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 30, n. 3, p. 623-632. 2014.

92. STEEL, Z.; MARNANE, C.; IRANPOUR, C.; CHEY, T.; JACKSON, J. W.; PATEL, V., et al. The global prevalence of common mental disorders: a systematic review and meta-analysis 1980-2013. **International Journal of Epidemiology**, v. 43, n. 2, p. 476-493. 2014.
93. World Health Organization. Gender disparities in mental health. Department of Mental Health and Substance Dependence. Geneva: World Health Organization.
94. American Psychological Association. Report of the APA Task Force on the Sexualization of Girls, 2007. Disponível em: <http://www.apa.org/pi/women/programs/girls/report-full.pdf>. Acesso em: 15 de junho de 2020.
95. LI, S. H.; GRAHAM, B. M. Why are women so vulnerable to anxiety, trauma-related and stress-related disorders? The potential role of sex hormones. **Lancet Psychiatry**, v. 4, n. 1, p. 73-82. 2017.
96. KUEHNER, C. Why is depression more common among women than among men? **Lancet Psychiatry**, v. 4, n. 2, p. 146-158. 2017.
97. COPELAND, W. E.; ANGOLD, A.; SHANAHAN, L.; COSTELLO, E. J. Longitudinal patterns of anxiety from childhood to adulthood: the Great Smoky Mountains Study. **Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry**, v. 53, n. 1, p. 21-33. 2014.
98. World Health Organization. Global Health Estimates for 2015. Geneva: World Health Organization, 2016.
99. CICOGNA, J. I. R.; HILLESHEIM, D.; HALLAL, A. L. D. L. C. Mortalidade por suicídio de adolescentes no Brasil: tendência temporal de crescimento entre 2000 e 2015. **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**, v. 68, n. 1, p. 1-7. 2019.
100. RALSTON, J.; NUGENT, R. Toward a broader response to cardiometabolic disease. **Nature Medicine**, v. 25, n. 11, p. 1644-1646. 2019.
101. FITCHETT, D. The metabolic syndrome is an important concept in therapeutic decision-making. **Canadian Journal of Cardiology**, v. 31, n. 5, p. 596-600. 2015.
102. HAN, J. C.; LAWLOR, D. A.; KIMM, S. Y. Childhood obesity. **Lancet**, v. 375, n. 9727, p. 1737-1748. 2010.
103. MALIK, V. S.; WILLETT, W. C.; HU, F. B. Global obesity: trends, risk factors and policy implications. **Nature Reviews Endocrinology**, v. 9, n. 1, p. 13-27. 2013.
104. Sociedade Brasileira de Cardiologia. VII Diretriz brasileira de dislipidemias e prevenção da Aterosclerose. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia** v. 107, p. 1-83. 2016.
105. World Health Organization. Global Status Report on Noncommunicable Diseases 2014. Geneva: World Health Organization, 2015.

106. BENZIGER, C. P.; ROTH, G. A.; MORAN, A. E. The Global Burden of Disease Study and the Preventable Burden of NCD. **Global Heart**, v. 11, n. 4, p. 393-397. 2016.
107. CHOBANIAN, A. V.; BAKRIS, G. L.; BLACK, H. R.; CUSHMAN, W. C.; GREEN, L. A.; IZZO, J. L., JR., et al. Seventh report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. **Hypertension**, v. 42, n. 6, p. 1206-1252. 2003.
108. SONG, P.; ZHANG, Y.; YU, J.; ZHA, M.; ZHU, Y.; RAHIMI, K., et al. Global Prevalence of Hypertension in Children: A Systematic Review and Meta-analysis. **JAMA Pediatrics**, v. 173, n. 12, p. 1154-1163. 2019
109. BLOCH, K. V.; KLEIN, C. H.; SZKLO, M.; KUSCHNIR, M. C.; ABREU GDE, A.; BARUFALDI, L. A., et al. ERICA: prevalences of hypertension and obesity in Brazilian adolescents. **Revista de Saúde Pública**, v. 50 (Suppl 1), p. S9. 2016.
110. World Health Organization. Obesity. Geneva: World Health Organization. Disponível em: <https://www.who.int/topics/obesity/en/>. Acesso em: 05 de junho de 2020.
111. RHEAUME, C.; LEBLANC, M. E.; POIRIER, P. Adiposity assessment: explaining the association between obesity, hypertension and stroke. **Expert Review of Cardiovascular Therapy**, v. 9, n. 12, p. 1557-1564. 2011.
112. ZHANG, C.; REXRODE, K. M.; VAN DAM, R. M.; LI, T. Y.; HU, F. B. Abdominal obesity and the risk of all-cause, cardiovascular, and cancer mortality: sixteen years of follow-up in US women. **Circulation**, v. 117, n. 13, p. 1658-1667. 2008.
113. TZOTZAS, T.; EVANGELOU, P.; KIORTSIS, D. N. Obesity, weight loss and conditional cardiovascular risk factors. **Obesity Reviews**, v. 12, n. 5, p. e282-289. 2011.
114. KURUKULASURIYA, L. R.; STAS, S.; LASTRA, G.; MANRIQUE, C.; SOWERS, J. R. Hypertension in obesity. **Medical Clinics of North America**, v. 95, n. 5, p. 903-917. 2011.
115. NCD Risk Factor Collaboration. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. **Lancet**, v. 390, n. 10113, p. 2627-2642. 2017.
116. World Health Organization. Obesity and overweight. Geneva: World Health Organization, 2020. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>. Acesso em: 05 de junho de 2020.
117. KUSCHNIR, M. C.; BLOCH, K. V.; SZKLO, M.; KLEIN, C. H.; BARUFALDI, L. A.; ABREU GDE, A., et al. ERICA: prevalence of metabolic syndrome in Brazilian adolescents. **Revista de Saúde Pública**, v. 50 (Suppl 1), p. S11. 2016.

118. Prospective Studies Collaboration. Body-mass index and cause-specific mortality in 900 000 adults: collaborative analyses of 57 prospective studies. **Lancet**, v. 373, p. 1083-1096. 2009.
119. SPERANZ, H. M.; GEREMIA, C. M.; PELLANDA, L. C. Dietary Habits and Risk Factors for Atherosclerosis in Students from Bento Gonçalves (state of Rio Grande do Sul). **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 95, n. 2, p. 166-172. 2010.
120. PRECOMA, D. B.; OLIVEIRA, G. M. M.; SIMAO, A. F.; DUTRA, O. P.; COELHO, O. R.; IZAR, M. C. O., et al. Updated Cardiovascular Prevention Guideline of the Brazilian Society of Cardiology - 2019. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 113, n. 4, p. 787-891. 2019

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo Geral

- Verificar a associação entre comportamentos relacionados ao estilo de vida e indicadores de saúde física e mental por meio de abordagens integrativas em adolescentes estudantes de instituições de período integral.

#### 3.2 Objetivos Específicos

- Identificar classes latentes baseadas em diferentes domínios da atividade física e do comportamento sedentário e suas associações com sexo, condições socioeconômicas, sinais de transtorno mental e indicadores de saúde entre adolescentes. (**Artigo 1**)
- Identificar classes latentes baseadas em fatores de risco para doenças cardiometabólicas e suas associações com sexo, condições socioeconômicas e comportamentos relacionados ao estilo de vida de adolescentes. (**Artigo 2**)
- Verificar a associação entre os tempos despendidos nos comportamentos de movimento, incluindo sono, comportamento sedentário, atividade física leve e atividade física moderada a vigorosa em 24 horas e escores de depressão/ansiedade. (**Artigo 3**)
- Analisar como as realocações de tempos entre os comportamentos de movimento são associados aos escores de depressão/ansiedade. (**Artigo 3**)

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Aspectos Éticos

O protocolo do estudo foi conduzido de acordo com a Declaração de Helsinque e das normas da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos da Universidade Federal de Viçosa, sob o número de decisão 74104217.3.0000.5153, em 03 de outubro de 2017 (Anexo A).

Todos os adolescentes participaram do estudo mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndices A e B) assinado pelos pais ou responsáveis legais e Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) (Apêndice C) assinado pelo adolescente. A participação no estudo foi voluntária, mantendo preservadas as informações de caráter pessoal. Foi conferido ao adolescente ou à família o direito de recusar-se a participar ou retirar-se do estudo a qualquer momento, sem qualquer prejuízo.

### 4.2 Delineamento do Estudo

Estudo epidemiológico observacional, transversal, tendo como unidade de estudo o indivíduo<sup>1</sup>.

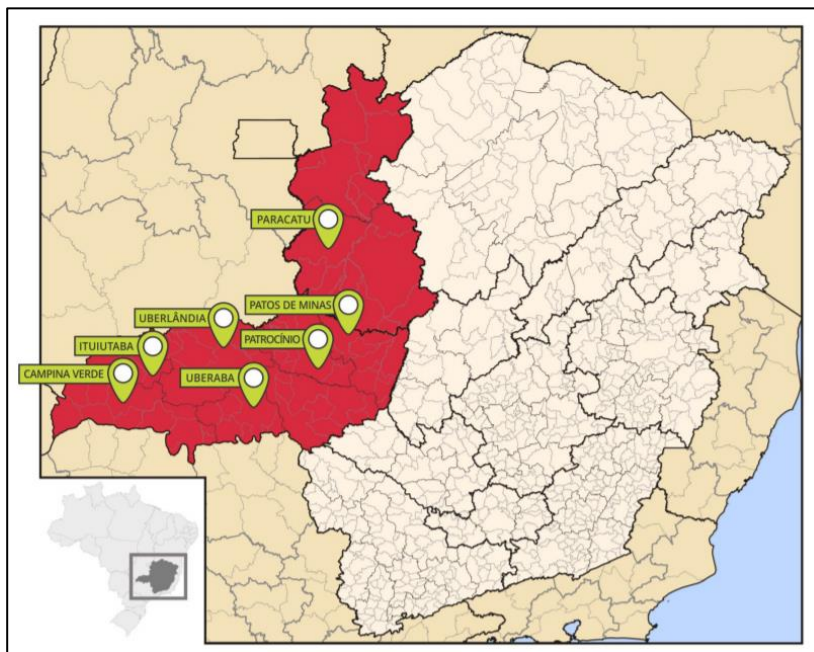
#### 4.2.1 Casuística

Trata-se de um estudo com adolescentes de ambos os sexos, na faixa etária de 15 a 18 anos, estudantes regularmente matriculados nos cursos técnicos integrados ao ensino médio, nos anos letivos de 2017 e 2018 do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM), Minas Gerais, Brasil. Descrições mais detalhadas sobre a estrutura da rede federal de educação profissional, científica e tecnológica podem ser encontradas no Apêndice D.

O projeto de pesquisa foi dividido em dois estudos distintos: estudos microrregional e institucional. No estudo microrregional foram avaliados adolescentes de todos os *campi* do IFTM que possuem curso técnico integrado ao ensino médio. Dessa forma, participaram desse estudo adolescentes da microrregião do Triângulo Mineiro, oriundos das cidades de Ituiutaba, Paracatu, Patos de Minas, Patrocínio, Uberaba e Uberlândia. Já o estudo institucional foi restrito ao Campus Ituiutaba. A **Figura 1** apresenta as cidades que possuem Campus do IFTM. Vale destacar que a

cidade de Campina Verde não compôs a amostra do estudo microrregional devido à ausência de curso técnico integrado ao ensino médio em sua grade curricular.

Figura 1 - Área de abrangência do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro.



Fonte: <https://iftm.edu.br/aceso-a-informacao/institucional/documentos/Portfolio.pdf>

Inicialmente a diretoria de cada um dos *campi* foi informada sobre os objetivos e metodologia do projeto e solicitou-se o consentimento para divulgar e executar a pesquisa nos cursos técnicos integrados ao ensino médio. Mediante autorização, as instituições de ensino disponibilizaram informações relacionadas ao número de turmas e alunos, bem como as listas de matrícula de todos os cursos técnicos integrados ao ensino médio.

Os adolescentes foram sorteados por meio de amostragem aleatória simples<sup>2</sup>. A amostragem respeitou a proporcionalidade entre os sexos e a distribuição entre os 3 anos do ensino médio. Foi elaborada uma planilha no Microsoft Office Excel<sup>®</sup>, versão 2013 e atribuiu-se um número para cada adolescente. A função “aleatória” foi utilizada para proceder o sorteio. Nos casos em que o adolescente não aceitasse compor a amostra do estudo, desconsiderou-se o resultado e um novo sorteio foi realizado.

Os adolescentes sorteados foram convidados a participar do estudo por meio de explicação dos objetivos e procedimentos da pesquisa e receberam o TCLE e o TALE, que deveriam ser assinados e devolvidos. Todos os adolescentes receberam o TCLE e TALE, sendo que os participantes menores de 18 anos deveriam entregar ambos os termos assinados pelos pais ou responsáveis legais e por si próprios, respectivamente; enquanto participantes com 18 anos deveriam entregar apenas o TCLE assinado por si próprio.

#### 4.2.2 Critérios de inclusão

Considerou-se os seguintes critérios de inclusão:

- ✓ Ter entre 15 e 18 anos de idade;
- ✓ Aceitar participar da pesquisa, atestado por meio do TCLE e TALE;
- ✓ Estar regularmente matriculado em uma turma de curso técnico integrado ao ensino médio;
- ✓ Não estar participando de programa para redução ou controle de peso;
- ✓ Não apresentar deficiência física ou mental, temporária ou permanente;
- ✓ Não fazer uso de medicamentos que alterem a pressão arterial;
- ✓ Não fazer uso regular de diuréticos/laxantes;
- ✓ No caso do sexo feminino, não relatar gravidez;
- ✓ No caso do sexo feminino, ter apresentado menarca no mínimo há um ano.

#### 4.2.3 Cálculo e Seleção da Amostra do Estudo Microrregional

No estudo microrregional foi avaliada uma amostra representativa dos alunos dos cursos técnicos integrados ao ensino médio do IFTM. O IFTM apresenta instituições com cursos técnicos integrados ao ensino médio nos municípios de Ituiutaba, Paracatu, Patos de Minas, Patrocínio, Uberaba e Uberlândia. Após aceite em participar do estudo, todos os *campi* dessas cidades foram contatados via telefone e/ou correio eletrônico e, solicitadas as informações referentes ao número total de alunos nos 1ºs, 2ºs e 3ºs anos dos cursos técnicos integrados ao ensino médio, bem como o percentual de meninas e meninos em cada ano.

Considerando todos os *campi*, em agosto de 2017 o IFTM perfazia um total de 2.653 alunos, sendo 49,90% do sexo feminino. A **Tabela 1** apresenta a distribuição dos alunos de acordo com a cidade, sexo e ano.



**Tabela 1.** Distribuição da população de estudantes do Instituto Federal do Triângulo Mineiro conforme cidade, sexo e ano do ensino médio.

Cidade	Meninas			Meninos			Total
	1º ano	2º ano	3º ano	1º ano	2º ano	3º ano	
Ituiutaba	85	80	59	101	81	65	471
Paracatu	117	43	32	102	45	39	378
Patos de Minas	30	24	27	40	38	27	186
Patrocínio	42	46	33	54	34	34	243
Uberaba	154	107	67	164	110	63	665
Uberlândia	154	116	108	96	114	122	710
Total	582	416	326	557	422	350	2653

O tamanho amostral foi calculado por meio do programa Epi Info, versão 7.2.2.16. Com base na população do estudo (2.653 alunos), o cálculo amostral considerou a prevalência de 50%, visto o estudo considerar como desfecho múltiplos fatores de risco cardiometabólico<sup>3</sup>, variabilidade aceitável de 5% e nível de confiança de 95%, totalizando uma amostra mínima de 336 estudantes. A esse cálculo foi adicionado 10% para recuperar possíveis perdas, totalizando 370 estudantes.

A amostragem do estudo foi realizada de acordo com a proporção de alunos de cada cidade na população, bem como foi mantida a proporcionalidade em relação ao sexo e ao ano do ensino médio, conforme apresentado na **Tabela 2**.

**Tabela 2.** Amostragem dos estudantes conforme cidade do Instituto, ano do ensino médio e sexo.

Cidade	Meninas			Meninos			Total
	1º ano	2º ano	3º ano	1º ano	2º ano	3º ano	
Ituiutaba	11	11	8	14	13	9	66
Paracatu	16	6	5	14	6	5	52
Patos de Minas	4	3	4	6	5	4	26
Patrocínio	6	6	5	7	5	5	34
Uberaba	21	15	9	23	15	9	92
Uberlândia	22	16	15	13	16	18	100
Total	80	57	46	77	60	49	370

#### 4.2.4 Cálculo e Seleção da Amostra do Estudo Institucional

No estudo institucional, foi avaliada uma amostra representativa dos alunos dos cursos técnicos integrados ao ensino médio do IFTM, Campus Ituiutaba. Em dezembro de 2017, o número de alunos regularmente matriculados nos cinco cursos técnicos integrados ao ensino médio do Campus foi de 471 alunos, sendo que o número total de alunos nos 1ºs, 2ºs e 3ºs anos foi de 186 (45,7% de meninas), 161 (49,7% de meninas) e 124 (47,6% de meninas), respectivamente.

Para o cálculo amostral adotou-se as mesmas configurações utilizadas no estudo microrregional, sendo encontrada uma amostra mínima de 212 adolescentes. A este valor adicionou-se 10% para possíveis perdas amostrais, perfazendo um total de 233 adolescentes, conforme apresentado na **Tabela 3**.

**Tabela 3.** Distribuição dos adolescentes conforme o ano do ensino médio.

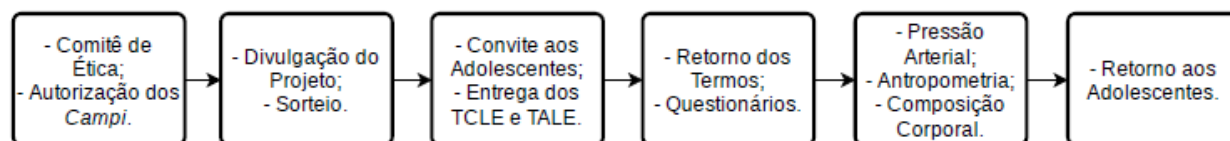
Ano	N	Meninos	Meninas
1º ano	92	50	42
2º ano	80	40	40
3º ano	61	29	32
Total	233	119	114

## 4.3 Materiais e Métodos

### 4.3.1 Coleta de dados do Estudo Microrregional

A coleta de dados do estudo microrregional ocorreu entre os meses de outubro e dezembro de 2017 por meio de três reuniões com cada participante. No primeiro encontro, os adolescentes sorteados foram convidados a participar, receberam informações relacionadas à pesquisa e seus procedimentos, bem como o TCLE e o TALE. No segundo encontro, os adolescentes deveriam retornar os termos assinados e preencher os questionários da pesquisa. Os adolescentes receberam uma descrição verbal dos questionários antes de preenchê-los e foram orientados a sentar-se afastados para manter sua privacidade durante o preenchimento dos mesmos. Os participantes fizeram o autopreenchimento dos questionários em local apropriado e silencioso, como sala de aula ou auditório das instituições. No terceiro encontro, realizado em sala privada disponibilizada pela diretoria de cada Campus, foi medida a pressão arterial e realizadas as avaliações antropométricas e de composição corporal. A **Figura 2** apresenta o fluxograma de coleta do estudo microrregional. Os dados coletados foram registrados em formulário específico individual (Apêndice E). A mesma avaliadora realizou todas as medições do projeto.

Figura 2 - Fluxograma de seleção amostral e coleta de dados do estudo microrregional.



## 4.3.2 Variáveis do Estudo

### 4.3.2.1 Antropometria

#### ➤ Peso corporal

O peso foi aferido com o indivíduo descalço, vestindo roupas leves e sem adornos metálicos, de acordo com o protocolo estabelecido por Lohman, Roche e Martorell<sup>4</sup>. Foi utilizada balança digital eletrônica (Plenna<sup>®</sup>, São Paulo, Brasil), regularmente calibrada, com capacidade máxima de 150 kg e sensibilidade de 50 g.

➤ **Estatura**

A estatura foi aferida com o indivíduo em posição ereta, descalço, segundo as técnicas propostas por Lohman, Roche e Martorell<sup>4</sup>. Utilizou-se estadiômetro portátil (Sanny Medical<sup>®</sup>, São Paulo, Brasil), com extensão de 2,13 m e resolução de 0,1 cm.

➤ **Índice de Massa Corporal**

O índice de massa corporal (IMC) foi calculado por meio da razão entre o peso corporal (kg) e a estatura (m<sup>2</sup>). A partir desse índice, classificou-se o estado nutricional dos adolescentes em escore-z, de acordo com o sexo e a idade, utilizando-se as curvas IMC/idade da Organização Mundial da Saúde (OMS)<sup>5</sup>, cujos valores encontram-se descritos no **Quadro 1**. As categorias de sobrepeso e obesidade foram caracterizadas como excesso de peso corporal.

Quadro 1 - Classificação do estado nutricional em escore-z.

<b>Classificação</b>	<b>Valores de Referência</b>
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: OMS<sup>5</sup>.

➤ **Circunferências de Cintura e do Quadril**

As circunferências da cintura (CC) e do quadril (CQ) foram aferidas, em duplicata, utilizando-se fita métrica flexível e inelástica (Cardiomed<sup>®</sup>, Curitiba, Brasil), com extensão de 2 metros, dividida em centímetros e subdivida em milímetros.

A CC foi obtida horizontalmente, durante a expiração normal, em cima da cicatriz umbilical. A CQ foi aferida na região glútea, circundando a maior circunferência horizontal entre a cintura e os joelhos<sup>6</sup>.

O valor de 0,5 cm foi considerado como a variação máxima aceitável entre as duas medidas. O valor médio de cada circunferência foi utilizado como resultado final.

➤ **Relação cintura/quadril**

A relação cintura/quadril foi obtida pela razão entre as circunferências da cintura (cm) e do quadril (cm).

➤ **Relação cintura/estatura**

A relação cintura/estatura (RCE) foi calculada pela razão entre a circunferência da cintura (cm) e estatura (cm). Considerou-se  $RCE > 0,5$  como indicador de risco cardiovascular aumentado<sup>7</sup>.

#### 4.3.2.2 Composição Corporal

O percentual de gordura (%GC) corporal foi estimado pela equação de Slaughter et al.<sup>8</sup>. As dobras cutâneas tricipital e panturrilha medial foram obtidas do lado direito do corpo de acordo com as orientações estabelecidas pela *International Society for the Advancement of Kinanthropometry*<sup>9</sup>. Certificou-se de que o participante não havia realizado qualquer tipo de atividade física (AF) por um período mínimo de 4 horas antes da avaliação.

A dobra cutânea tricipital foi obtida na região posterior do braço, no ponto médio entre o acrômio e a cabeça do rádio<sup>9</sup>. A dobra cutânea panturrilha medial foi obtida com o avaliado em posição sentada, com a articulação do joelho em flexão de 90 graus e o tornozelo em posição anatômica. A dobra foi pinçada na borda medial da tíbia, no ponto de maior perímetro da perna<sup>9</sup>.

Cada medida foi aferida três vezes, de forma alternada e seguindo a ordem citada. Os valores finais das dobras cutâneas tricipital e de panturrilha média foram obtidos a partir da média dos dois valores mais próximos. Em caso de diferença superior a 5% entre os três valores, a aferição foi repetida. Foi utilizado o adipômetro (Cescorf<sup>®</sup>, Porto Alegre, Brasil) cuja precisão é de 1 mm e pressão constante de 10 g/mm<sup>2</sup>. O %GC foi classificado segundo Lohman<sup>10</sup>, conforme apresentado no **Quadro 2**.

Quadro 2 - Valores de referência de gordura corporal de adolescentes de acordo com o sexo.

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

Fonte: Lohman<sup>10</sup>.

#### 4.3.2.3 Pressão Arterial

A pressão arterial foi aferida, segundo protocolo estabelecido pela VII Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial<sup>11</sup>, utilizando monitor de pressão sanguínea de insuflação automática (Omron<sup>®</sup>, Modelo HEM 7200, Kyoto, Japan). Aferiu-se a pressão arterial no braço direito e no esquerdo, sendo a medida repetida duas vezes no braço com maior valor de pressão. Foi respeitado um intervalo de 1 minuto entre as repetições e ao final da avaliação obteve-se a média das duas últimas medidas. No caso das pressões sistólica e diastólica apresentarem diferenças superiores a 4 mmHg, foram realizadas novas aferições até se obter medidas com diferença inferior a esse valor<sup>11</sup>.

Utilizou-se os pontos de corte de pressão sistólica e diastólica da VII Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial<sup>11</sup>, estabelecidos para adolescentes, de acordo com os percentis de estatura para ambos os sexos. Considerou-se como normotenso, valores menores que o percentil 90, desde que inferiores a 120/80 mmHg; pré-hipertenso, valores entre os percentis 90 e 95; e hipertensos, valores maiores que o percentil 95. Vale salientar que, qualquer valor igual ou superior a 120/80 mmHg, mesmo que inferior ao percentil 95, foi classificado como pré-hipertensão<sup>11</sup>. Foram considerados como inadequados os valores de pré-hipertensão e hipertensão.

#### 4.3.2.4 Comportamentos Relacionados ao Estilo de Vida

##### ➤ **Atividade Física e Comportamento Sedentário**

A AF e o comportamento sedentário (CS) foram avaliados de forma subjetiva por meio da versão curta do Questionário Internacional de Atividade Física (*International Physical Activity*

*Questionnaire*) (Anexo B), previamente validado para adolescentes brasileiros<sup>12</sup>. A AF foi avaliada por meio da aplicação das seções de 1 a 3, enquanto o CS durante os dias de semana e dias de final de semana foram mensurados na seção 4.

O questionário considera a frequência, a duração e a intensidade das atividades e sua classificação se baseia em escores obtidos por meio da soma do tempo e dias envolvidos em caminhadas e atividades de intensidades moderada e vigorosa. Os valores autorrelatados foram registrados e obtidos os valores médios de AF por semana, bem como os valores médios para CS por dia de semana e por dia de final de semana. Para classificação da AF foi adotado o ponto de corte internacionalmente aceito de, pelo menos, 420 minutos de AF moderada a vigorosa (AFMV) por semana<sup>13-15</sup>. Devido à ausência de critério para avaliação do CS, foi utilizado o valor correspondente ao percentil 75 como ponto de corte.

#### ➤ **Frequência de Consumo Alimentar**

O Questionário de Frequência de Consumo Alimentar (Anexo C)<sup>16</sup> adaptado abordou informações relacionadas ao número de vezes que os grupos alimentares foram consumidos pelo adolescente durante uma semana habitual. Os alimentos foram agrupados de acordo com as seguintes categorias: 1) Cereais, pães e massas; 2) Tubérculos; 3) Frutas e/ou sucos naturais; 4) Hortaliças e leguminosas; 5) Carnes, embutidos e ovos; 6) Leites e derivados; 7) Açúcares e doces; 8) Óleos e gorduras; e 9) Condimentos.

#### ➤ **Condição Socioeconômica**

Os participantes foram classificados de acordo com a condição socioeconômica mediante a utilização do Critério de Classificação Econômica da Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa<sup>17</sup> (Anexo D). O questionário confere diferentes pontuações baseadas em características domiciliares, no grau de escolaridade do chefe da família e nas condições de acesso a serviços públicos. De acordo com a pontuação final, os participantes foram classificados em classes alta (classes A e B1), média (B2 e C1) e baixa (C2 e D-E).

#### ➤ **Consumo de Álcool e Tabaco**

Os dados relacionados ao consumo de álcool e tabaco foram obtidos mediante a aplicação de dois módulos da versão curta do Pesquisa Global de Saúde de Estudantes (*Global School* –

*Based Student Health Survey*) (Anexo E). Esse questionário foi desenvolvido pela OMS juntamente com o Centro de Controle e Prevenção de Doenças, sendo traduzido e validado por Tenório et al.<sup>18</sup> para aplicação em adolescentes brasileiros. Cada módulo contém 6 questões e foram avaliados separadamente. Para todas as questões, a primeira alternativa de resposta corresponde à ausência de consumo ou exposição ao álcool ou tabaco. As demais possibilidades de resposta indicam algum nível de consumo ou exposição e foram atribuídas pontuações em ordem crescente, a fim de determinar a intensidade de exposição dos participantes às bebidas alcoólicas e ao tabaco. Somatórios finais iguais a zero indicaram que o adolescente não foi exposto ao consumo de álcool ou tabaco, enquanto valores superiores foram interpretados como algum tipo de exposição.

#### ➤ **Transtornos Mentais Comuns**

Para avaliação de sinais de transtorno mental comum (TMC) foi utilizado o Questionário Geral de Saúde (*General Health Questionnaire*) (Anexo F), versão reduzida contendo 12 questões<sup>19</sup>. A versão brasileira foi validada, apresentando resultados de sensibilidade de 85%, especificidade de 79% e área abaixo da curva ROC (*Receiver Operating Characteristics*) de 0,87<sup>20</sup>.

O instrumento consiste em uma medida de fácil aplicação e adequado para avaliar sinais de depressão/ansiedade e disfunção social<sup>21-24</sup>. As respostas são codificadas por uma escala *Likert* de quatro pontos para descrever a presença e a intensidade do TMC. As duas primeiras respostas de cada pergunta descrevem um estado mental normal e foram codificadas como "0". As duas últimas respostas indicam a presença de sinais de TMC e foram rotuladas como "1". As pontuações das 12 questões foram totalizadas e os adolescentes com pontuação final  $\geq 3$  pontos foram classificados “com sinais de TMC”<sup>19</sup>.

#### ➤ **Tempo de Tela**

Os participantes foram questionados: “Em um dia normal, quantas horas você passa na frente de mídias eletrônica?” (Apêndice E). Os adolescentes deveriam considerar todo tempo de tela (TT) diário e foram instruídos a incluir todos os tipos de mídias eletrônicas, tais como telefones celulares, televisão, computadores, *tablets* e *video games*. Considerando as diretrizes da Academia Americana de Pediatria de que a população pediátrica não deve ultrapassar mais de 120 minutos em TT por dia<sup>25</sup>, os adolescentes foram classificados como “TT apropriado” ou “TT elevado”.



### ➤ **Tempo de Sono**

Os participantes responderam a seguinte questão: “Em um dia normal, quantas horas você dorme a noite?” (Apêndice E). Os adolescentes foram instruídos a desconsiderarem eventuais períodos de sono durante o dia. A duração média do sono entre 8 e 10 horas por dia foi classificada como “sono adequado”<sup>26</sup>.

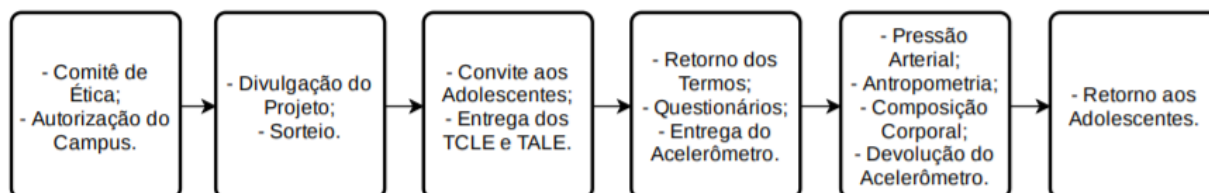
#### **4.3.2.5 Maturação Sexual**

Os adolescentes foram classificados como púberes de acordo com a ocorrência de fenômenos característicos de um processo avançado de maturação sexual. As adolescentes do sexo feminino responderam à pergunta: “Você já apresentou menarca há pelo menos um ano?”, enquanto os meninos responderam a seguinte questão: “Você apresenta pelos nas axilas?”. As perguntas foram respondidas de forma dicotomizada em "não" e "sim". As respostas afirmativas foram classificadas como púberes uma vez que a menarca geralmente ocorre em um estágio avançado da maturação sexual feminina<sup>27</sup>, enquanto no homem a presença de pelos nas axilas pode ocorrer no início da puberdade<sup>28</sup>. As questões relativas à avaliação maturacional foram inseridas no Questionário de Características Gerais (Apêndice E).

#### **4.3.3 Coleta de dados do Estudo Institucional**

Todas as avaliações realizadas no estudo microrregional também foram aplicadas no estudo institucional. Dessa forma, medidas antropométricas, composição corporal, aferição de pressão arterial e aplicação de questionários relacionados ao estilo de vida foram realizadas conforme descrito anteriormente. No dia de preenchimento dos questionários, os adolescentes receberam um acelerômetro para monitorar a AF, o CS e a duração do sono. O aparelho deveria ser entregue após 8 dias, durante a avaliação antropométrica. A **Figura 3** apresenta as etapas de seleção da amostra e coleta de dados.

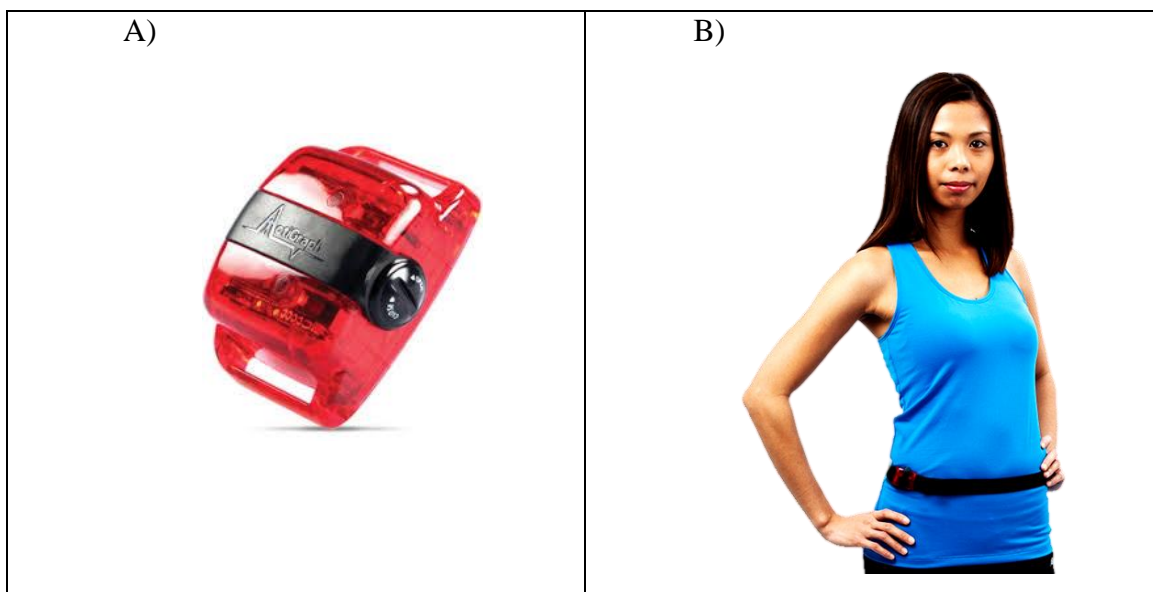
Figura 3 - Fluxograma de seleção amostral e coleta de dados do estudo institucional.



### ➤ Avaliação Objetiva da Atividade Física e do Comportamento Sedentário

Os participantes foram instruídos a utilizar o acelerômetro (ActiGraph™ Corp, Modelo GT3X, Pensacola, FL, USA) (**Figura 4.A**), em posição pré-estabelecida ao lado direito do corpo, próximo à crista ilíaca, conforme demonstrado na **Figura 4.B**. Tal equipamento é compacto, com dimensões de 3,8cm x 3,7cm x 1,8cm e pesa 27 g.

Figura 4 – Acelerômetro utilizado e posição de uso.



A) Acelerômetro GT3X . B) Posicionamento do acelerômetro durante a coleta de dados.  
 Fontes: ActiGraph™ Corp. <https://www.actigraphcorp.com/support/activity-monitors/gt3xplus/> e <https://actigraphcorp.com/actigraph-wgt3x-bt/>

Os adolescentes foram instruídos a utilizar o acelerômetro por um período ininterrupto de oito dias, incluindo o período de sono noturno. Foi solicitado aos adolescentes que não mudassem sua rotina diária e que removessem o monitor apenas para atividades aquáticas, como banho e

natação. Os adolescentes receberam instruções orais e um folheto com as instruções de uso do acelerômetro (Apêndice F) a fim de evitar qualquer tipo de dúvida durante a coleta. Além disso, eles foram contactados diariamente por meio de um aplicativo de mensagens no celular para verificar o uso do instrumento. Após os oito dias de utilização do dispositivo, o mesmo foi recolhido e os dados foram analisados no programa *Actilife*, versão 6.13.4 (ActiGraph™ Corp, Pensacola, FL, USA). O primeiro dia de uso, dia em que os adolescentes receberam o aparelho, não foi incluído na análise por ser considerado um período de familiarização e a fim de evitar o Efeito *Hawthorne*<sup>29</sup>.

O acelerômetro foi inicializado para coletar dados a uma taxa de amostragem de 30 Hz, com filtro normal e os dados foram reintegrados em *epochs* de 15 segundos. O tempo de não-uso foi definido como zero *counts*/minuto consecutivos que duraram pelo menos 20 minutos. A coleta foi considerada válida para os participantes que atingiram no mínimo 10 horas diárias de uso<sup>30</sup>, em pelo menos 6 dias da semana; sendo que destes, pelo menos 1 dia deveria ser de final de semana. A classificação do tempo gasto em CS, atividade física leve (AFL) e AFMV foi realizada com base nos pontos de corte propostos por Romazini et al.<sup>31</sup>, validados para adolescentes brasileiros, utilizando vetor magnitude e *epochs* de 15 segundos, conforme apresentado no **Quadro 3**.

Quadro 3 - Pontos de corte de acelerometria para adolescentes utilizando vetor magnitude.

<b>Comportamentos</b>	<b>counts·min<sup>-1</sup></b>
Comportamento Sedentário	≤ 720
Atividade Física Leve	721 a 3027
Atividade Física Moderada a Vigorosa	≥ 3028

Fonte: Adaptada de Romanzini et al.<sup>31</sup>

### ➤ **Avaliação Direta da Duração do Sono**

Informações do acelerômetro contendo gráficos diários, dados do inclinômetro e arquivos *comma-separated values* (.csv) convertidos em uma tabela de dados foram analisadas para calcular a duração do sono. Esses dados auxiliaram a detecção do momento em que o adolescente acordou de manhã e foi dormir à noite. Esses tempos de cama/vigília foram inseridos em uma planilha e utilizados para criar um diário de registro de uso. Os tempos de sono contidos no diário foram

removidos das análises do acelerômetro e utilizados para calcular o tempo médio de sono dos adolescentes. A duração média do sono entre 8 e 10 horas por dia foi classificada como “sono adequado”<sup>26</sup>.

#### 4.4 Retorno aos participantes

Ao final do estudo, todos os participantes de ambos os estudos receberam um relatório pessoal (Apêndice G) enviado por e-mail ou por aplicativo de mensagem no celular. O relatório incluiu um resumo de todas as medidas avaliadas, bem como sugestões para a adoção de um estilo de vida saudável, tais como o aumento da AFMV para os alunos que não atingiam as recomendações e a diminuição do TT para os alunos que excediam as 2 horas diárias recomendadas. Além disso, a pesquisadora responsável pela pesquisa esteve disponível para responder a eventuais dúvidas oriundas do relatório.

#### 4.5 Análise Estatística

Os bancos de dados foram organizados em planilhas do Microsoft Office Excel<sup>®</sup>, versão 2013. As análises estatísticas foram realizadas nos *softwares R Statistical Software*<sup>®</sup>, nas versões 3.2.2 (“*Fire Safety*”) e 3.6.3, e *Statistical Package for the Social Sciences - SPSS*<sup>®</sup> (Chicago, IL, USA), versão 21.0. Adotou-se nível de significância de 5% para a hipótese de nulidade.

*Estatística Descritiva:* todas as variáveis foram analisadas descritivamente por meio da distribuição de frequências (absoluta e relativa), medidas de tendência central (estimativas de média e mediana) e de dispersão (desvio padrão, intervalo interquartil e valores mínimo e máximo).

*Teste de Kolmogorov-Smirnov:* teste utilizado para verificar a normalidade da distribuição, para posterior aplicação de testes apropriados as características das variáveis (paramétricos ou não paramétricos).

*Análise de Classe Latente:* análise foi conduzida no pacote *poLCA (Polytomous Variable Latent Class Analysis)*<sup>32</sup>, disponível na biblioteca do *software* estatístico R (*R Development Core Team*). Trata-se de um método de agrupamento apropriado para identificação de padrões

comportamentais<sup>33</sup> e análise de iterações e associações entre diferentes tipos de variáveis comportamentais<sup>34</sup>. O melhor ajuste do modelo foi avaliado por testes que avaliam seus ajustes relativo e absoluto, além do grau de incerteza das probabilidades de pertencimento analisado pelo valor de entropia, interpretabilidade e parcimônia das classes. A avaliação do modelo mais parcimonioso (modelo com o menor número de parâmetros e melhor explicação da variável resposta) foi realizado por meio dos testes Critério de Informação de *Akaike* (AIC), Critério de Informação Bayesiano (BIC), Qui-quadrado *Goodness-of-fit* ( $\chi^2$ ) e Entropia. A qualidade do modelo após inclusão de covariáveis foi verificada pela Razão de Verossimilhança ( $G^2$ ). Foi considerado adequado os valores de  $p-G^2$  maiores ou iguais a 0,05, fato que demonstra ajuste do modelo com os dados esperados semelhante ao modelo com os dados observados. A seleção do modelo final também considerou a interpretabilidade dos resultados condicionados às classes latentes, com base na homogeneidade e separação das classes. A análise foi utilizada para:

- Modelar a variável latente "estilo de vida" baseada nas seguintes variáveis manifestas classificadas de forma dicotômica: CS, TT, AFL, AFMV e número de passos; (**Artigo 1**)
- Modelar a variável latente "fatores de risco para doença cardiometabólica" baseada nas seguintes variáveis manifestas classificadas de forma dicotômica: IMC, CC, RCE, %GC e pressão arterial. (**Artigo 2**)

*Teste de Kruskal-Wallis*: teste utilizado para comparar três ou mais grupos independentes com distribuição não normal. Resultados significantes foram analisados pelo *post hoc* de Bonferroni a fim de identificar os grupos (k) que apresentaram diferenças significativas. O valor de  $\alpha$  da correção de Bonferroni foi fixado em 0,016 a partir da divisão do valor de significância ( $p = 0,05$ ) pelas três comparações entre os grupos ( $k*(k-1)/2$ ). O teste foi utilizado para comparar:

- Prevalências de sexo, escores de TMC, IMC, pressão arterial e exposição ao álcool e tabaco entre as três classes de estilo de vida; (**Artigo 1**)
- Prevalências de sexo, idade, classe socioeconômica, duração de sono, AFMV, CS e TT entre as três classes de fatores de risco para doença cardiometabólica. (**Artigo 2**)

*Análise de Correspondência Múltipla:* análise utilizada para verificar a dispersão e a aproximação das categorias das variáveis. Trata-se de um método exploratório preliminar que, a partir da representação gráfica do conjunto de dados, possibilita identificar a correspondência entre as categorias com base em duas dimensões (1 e 2). A distribuição das categorias e o coeficiente de correlação interno foram analisados pelo valor da Inércia e pelo  $\alpha$  de *Cronbach* para cada dimensão. As variáveis incluídas na análise foram IMC, CC, RCE, %GC e pressão arterial. (**Artigo 2**)

*Tamanho do Efeito:* estatística descritiva complementar ao teste de significância que descreve a magnitude dos efeitos observados<sup>35-37</sup>. Consiste em uma medida independente do tamanho amostral, ou seja, fornece o tamanho do efeito independentemente do tamanho do estudo<sup>37</sup>. A fórmula para o teste estatístico de Mann-Whitney e Kruskal Wallis foi usada para calcular o valor de  $\eta^2$ . O teste foi utilizado para comparar:

- Valores contínuos da pressão arterial diastólica e sistólica entre as três classes latentes de estilo de vida; (**Artigo 1**)
- Valores contínuos dos tempos de sono e de CS entre as três classes latentes de fatores de risco para doença cardiometabólica. (**Artigo 2**)

*Teste Exato de Fisher:* teste utilizado para verificar associação entre duas variáveis categóricas. O teste foi utilizado para comparar a prevalência dos sexos feminino e masculino de acordo com as três classes latentes de fatores de risco para doença cardiometabólica. (**Artigo 2**)

*Análise Fatorial:* análise foi conduzida no pacote *psych*, disponível na biblioteca do software estatístico R. A análise foi utilizada para reduzir o número de variáveis em fatores a partir de padrões similares de respostas que se agrupam para criar um constructo. A suposição básica da análise é de que dentro de um conjunto de variáveis observadas existe um conjunto de variáveis subjacentes chamada fatores que são combinações lineares destas variáveis. Essa técnica extrai o máximo de variância comum de todas as variáveis e as coloca dentro de um mesmo fator. O número de fatores foi baseado nos valores de *eigenvalue* ( $>1$ ) e na avaliação do *scree plot*. Foram incluídas na análise as 12 questões presentes no Questionário Geral de Saúde a fim de determinar

o número de fatores presentes no questionário, bem como quais questões se relacionavam a cada fator. (**Artigo 3**)

*Análise Composicional:* foi conduzida nos pacotes *compositions* e *robcompositions* do *software* estatístico R. A análise é adequada para aplicação em dados composicionais que se caracterizam por serem dados descritivos quantitativos codependentes que compõem um todo (por exemplo: 24 horas do dia)<sup>38</sup>. A análise expressa comportamentos de movimento relativos aos demais comportamentos, por meio de coordenadas de razões logarítmicas isométricas (*ilr*)<sup>39</sup>. Nessa abordagem, os quatro comportamentos de movimento possíveis no dia foram expressos pelas seguintes coordenadas *ilr*: sono: CS; AFL: média geométrica de sono e CS; e AFMV: média geométrica de sono, CS e AFL. Essa abordagem permite que todos os comportamentos de movimento atuem como variável independente, considerando o tempo relativo gasto em cada comportamento<sup>40</sup>. O tempo diário de uso do acelerômetro foi considerado como uma composição constituída pelos comportamentos de movimento e o tempo gasto em cada comportamento foi somado e normalizado para proporção do tempo total, que totalizou 1 (24 horas)<sup>38</sup>. A média geométrica foi utilizada para descrever a distribuição do tempo diário despendido nos comportamentos de movimento. A análise foi aplicada para verificar a associação entre o tempo despendido nos quatro comportamentos de movimento durante 24 horas e os escores de depressão/ansiedade. (**Artigo 3**)

*Regressão Linear Múltipla:* análise utilizada para avaliar a associação entre variáveis dependentes quantitativas com as variáveis independentes (quantitativas ou categóricas). A técnica foi utilizada para avaliar a associação entre as coordenadas *ilr* dos comportamentos de movimento (variável independente) e os escores de depressão/ansiedade (variável dependente). Os modelos foram ajustados por sexo, idade e condição socioeconômica. (**Artigo 3**)

*Substituição Isotemporal Composicional:* análise conduzida nos pacotes *compositions* e *car* do *software* estatístico R. A análise utiliza razões logarítmicas para estimar o efeito da realocação de tempo entre comportamentos de movimento específicos e desfechos de saúde<sup>41, 42</sup>. Após o modelo de *ilr* ser utilizado para estimar a associação com os escores de depressão/ansiedade, novas composições subsequentes foram criadas a partir da realocação de 10,

30 e 60 minutos entre diferentes comportamentos de movimento (exemplo de alteração na composição dos tempos considerando todos os movimentos: média geométrica do tempo em CS + 30 minutos, média geométrica do tempo em AFL – 30 minutos, AFMV e sono sem alterações). Diferenças estimadas nos escores de depressão/ansiedade foram calculadas utilizando as predições do modelo (por exemplo: diferença no escore de depressão/ansiedade = escore de depressão/ansiedade da composição original – escore de depressão/ansiedade da nova composição). (**Artigo 3**)

#### 4.6 Referências

1. KLEIN, C. R.; BLOCH, K. V. Estudos seccionais. In: Medronho et al. Epidemiologia. 2 ed. São Paulo: Atheneu, 2009; p. 193-219.
2. PAGANO, M.; GAUVREAU, K. Teoria da amostragem. In: Pagano M, Gauvreau K. Princípios de bioestatística. 2 ed. São Paulo: Cengage Learnig; 2008. p.454-464.
3. MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, M. A.; ALONSO, A.; BES-RASTROLLO, M. Estimación del tamaño muestral. In: Martínez-González, M. A.; Sánchez-Villegas, A.; Fajado, J. F. Bioestadística amigable. 2 ed. Espanha: Diaz de Santos; 2009. p. 373-417.
4. LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. Anthropometric Standardization Reference Manual. Champaign, IL: Human Kinectcs; 1988.
5. DE ONIS, M.; ONYANGO, A. W.; BORGHI, E.; SIYAM, A.; NISHIDA, C.; SIEKMANN, J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 85, n. 9, p. 660-667. 2007.
6. World Health Organization. Waist circumference and waist-hip ratio. Report of a WHO Expert Consultation. Geneva: World Health Organization, 2008.
7. ASHWELL, M.; HSIEH, S. D. Six reasons why the waist-to-height ratio is a rapid and effective global indicator for health risks of obesity and how its use could simplify the international public health message on obesity. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 56, n. 5, p. 303-307. 2005.
8. SLAUGHTER, M. H.; LOHMAN, T. G.; BOILEAU, R. A.; HORSWILL, C. A.; STILLMAN, R. J.; VAN LOAN, M. D., et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. **Human Biology**, v. 60, n. 5, p. 709-723. 1988.
9. International Society for the Advancement of Kinanthropometry. International standards for anthropometric assessment. Australia: Adelaide, 2001.



10. LOHMAN, T. G. Assessing fat distribution. *Advances in body composition assessment: current issues in exercise science*. Illinois: Human Kinetics; 1992. p. 57-63.
11. Sociedade Brasileira de Cardiologia. 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 107, p. 1-83. 2016.
12. 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**, v. 11, n. 2, p. 147e-154e. 2005.
13. World Health Organization. *Global Recommendations on Physical Activity for Health*. Geneva: World Health Organization, 2010.
14. 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, 2010.
15. 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee. *2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee Scientific Report*. Washington, DC: US Department of Health and Human Services, 2018.
16. FARIA, E. F. **Comparação de diferentes componentes para o diagnóstico da síndrome metabólica na adolescência**. 2013. Tese (Tese de Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, 2013.
17. Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. *Cristério de Classificação econômica Brasil 2015*. Disponível em: <http://www.abep.org/criterio-brasil>. Acesso em 10 de setembro de 2017.
18. TENÓRIO, M. C. M.; BARROS, M. V. G.; TASSITANO, R. M.; BEZERRA, J.; TENÓRIO, J. M.; HALLAL, P. C. Atividade física e comportamento sedentário em adolescentes estudantes do ensino médio. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 13, p. 105-117. 2010.
19. GOLDBERG, D. P.; WILLIAMS, P. *A user's guide to the General Health Questionnaire - GHQ*. Windsor: Nfer-Nelson, 1988.
20. MARI, J. J.; WILLIAMS, P. A comparison of the validity of two psychiatric screening questionnaires (GHQ-12 and SRQ-20) in Brazil, using Relative Operating Characteristic (ROC) analysis. **Psychological Medicine**, v. 15, n. 3, p. 651-659. 1985.
21. ALLISON, K. R.; ADLAF, E. M.; IRVING, H. M.; HATCH, J. L.; SMITH, T. F.; DWYER, J. J., et al. Relationship of vigorous physical activity to psychologic distress among adolescents. **Journal of Adolescent Health**, v. 37, n. 2, p. 164-166. 2005.

22. GOUVEIA, V. V.; BARBOSA, G. A.; ANDRADE, E. O.; CARNEIRO, M. B. Factorial validity and reliability of the General Health Questionnaire (GHQ-12) in the Brazilian physician population. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 26, n. 7, p. 1439-1445. 2010.
23. SCHMITZ, N.; KRUSE, J.; TRESS, W. Psychometric properties of the General Health Questionnaire (GHQ-12) in a German primary care sample. **Acta Psychiatrica Scandinavica**, v. 100, n. 6, p. 462-468. 1999.
24. WONG, K. C.; O'DRISCOLL, M. P. Psychometric properties of the General Health Questionnaire-12 in a sample of Hong Kong employees. **Psychology, Health and Medicine**, v. 21, n. 8, p. 975-980. 2016.
25. STRASBURGER, V. C. Children, adolescents, obesity, and the media. **Pediatrics**, v. 128, n. 1, p. 201-208. 2011.
26. PARUTHI, S.; BROOKS, L. J.; D'AMBROSIO, C.; HALL, W. A.; KOTAGAL, S.; LLOYD, R. M., et al. Recommended Amount of Sleep for Pediatric Populations: A Consensus Statement of the American Academy of Sleep Medicine. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, v. 12, n. 6, p. 785-786. 2016.
27. World Health Organization. Nutrition in adolescence – issues and challenges for the health sector: issues in adolescent health and development. Geneva: World Health Organization, 2005. p.1-6.
28. DUARTE, M. F. S. Physical maturation: a review with special reference to Brazilian children. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 9 (Suppl 1), p. S71-84. 1993.
29. CORDER, K.; EKELUND, U.; STEELE, R. M.; WAREHAM, N. J.; BRAGE, S. Assessment of physical activity in youth. **Journal of Applied Physiology (1985)**, v. 105, n. 3, p. 977-987. 2008.
30. RICH, C.; GERACI, M.; GRIFFITHS, L.; SERA, F.; DEZATEUX, C.; CORTINA-BORJA, M. Quality control methods in accelerometer data processing: defining minimum wear time. **PLoS One**, v. 8, n. 6, p. e67206. 2013.
31. ROMANZINI, M.; PETROSKI, E. L.; OHARA, D.; DOURADO, A. C.; REICHERT, F. F. Calibration of ActiGraph GT3X, Actical and RT3 accelerometers in adolescents. **European Journal of Sport Science**, v. 14, n. 1, p. 91-99. 2014.
32. 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.
33. KONGSTED, A.; NIELSEN, A. M. Latent Class Analysis in health research. **Journal of Physiotherapy**, v. 63, n. 1, p. 55-58. 2017.

34. MIRANDA, V. P. N.; DOS SANTOS AMORIM, P. R.; BASTOS, R. R.; SOUZA, V. G. B.; DE FARIA, E. R.; DO CARMO CASTRO FRANCESCHINI, S., et al. Evaluation of lifestyle of female adolescents through latent class analysis approach. **BMC Public Health**, v. 19, n. 1, p. 184. 2019.
35. LAKENS, D. Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. **Frontiers in Psychology**, v. 26, n. 4, p. 863. 2013.
36. LINDENAU, J. D.; GUIMARÃES, L. S. P. Calculando o tamanho de efeito no SPSS. **Revista do Hospital de Clínicas e da Faculdade de Medicina**, v. 32, n. 3, p. 363-381. 2012.
37. SCHAFER, T.; SCHWARZ, M. A. The Meaningfulness of Effect Sizes in Psychological Research: Differences Between Sub-Disciplines and the Impact of Potential Biases. **Frontiers in Psychology**, v. 10, p. 813. 2019.
38. CHASTIN, S. F.; PALAREA-ALBALADEJO, J.; DONTJE, M. L.; SKELTON, D. A. Combined Effects of Time Spent in Physical Activity, Sedentary Behaviors and Sleep on Obesity and Cardio-Metabolic Health Markers: A Novel Compositional Data Analysis Approach. **PLoS One**, v. 10, n. 10, p. e0139984. 2015.
39. AITCHISON, J. The statistical analysis of compositional data. **Journal of the Royal Statistical Society Series B (Methodological)**, v. 44, p. 139-177. 1982.
40. BIDDLE, G. J. H.; EDWARDSON, C. L.; HENSON, J.; DAVIES, M. J.; KHUNTI, K.; ROWLANDS, A. V., et al. Associations of Physical Behaviours and Behavioural Reallocations with Markers of Metabolic Health: A Compositional Data Analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 10, p. 2280. 2018.
41. DUMUID, D.; PEDISIC, Z.; STANFORD, T. E.; MARTIN-FERNANDEZ, J. A.; HRON, K.; MAHER, C. A., et al. The compositional isotemporal substitution model: A method for estimating changes in a health outcome for reallocation of time between sleep, physical activity and sedentary behaviour. **Statistical Methods in Medical Research**, v. 28, n. 3, p. 846-857. 2019.
42. DUMUID, D.; PEDISIC, Z.; PALAREA-ALBALADEJO, J.; MARTIN-FERNANDEZ, J. A.; HRON, K.; OLDS, T. Compositional Data Analysis in Time-Use Epidemiology: What, Why, How. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 7. 2020.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 ARTIGO ORIGINAL 1: Behavioral classes related to physical activity and sedentary behavior on the evaluation of health and mental outcomes among Brazilian adolescents.

(Anexo G)

#### Abstract

Latent Class Analysis can assist researchers interested in a better understanding of behavioral patterns and their association with health outcomes. This study aimed to identify lifestyle latent classes related to distinct domains of physical activity (PA) and sedentary behavior (SB) among adolescents and their association with health outcomes. This cross-sectional study included 217 Brazilian adolescents (15 to 18 years old, 49.3% female). The classes were based on moderate-to-vigorous physical activity (MVPA), light physical activity (LPA), number of steps, sedentary behavior (SB), and screen time (ST). To assess these behaviors, participants wore an accelerometer for one week. ST, demographic characteristics, socioeconomic status, and signs of common mental disorders (CMD) were evaluated through questionnaires. Latent Class Analysis was used to identify lifestyle classes. Three classes were recognized: “Active – Non-sedentary” (class 1) with 28.1% of adolescents; “Inactive - Non-sedentary” (class 2), 48.85%; and “Inactive – Sedentary” (class 3), 23.04%. Sex and signs of CMD were associated with the prevalence of the classes. Female adolescents presented 4.48 (95% CI 2.04 - 9.77) times more chance of belonging to the “Inactive – Sedentary” (class 3). Adolescents who presented CMD had 11.35 (95% CI 3.45 – 101.1) times more chance of belonging to the “Inactive - Non-sedentary” (class 2). The interaction between sex and signs of CMD showed that girls with signs of CMD were 9.20 (95% CI 1.17 - 71.52) more likely to belong to the Inactive - Sedentary class than the “Active - Non-sedentary”. Results indicate that sex and signs of CMD can affect the prevalence of the classes. Our findings highlight that physical inactivity and SB can be associated with signs of CMD, especially in female adolescents.

## Introduction

Physical inactivity and sedentary behavior (SB) are known as modifiable cardiovascular disease risk factors<sup>1</sup>. While physical inactivity is defined as not reaching the physical activity (PA) guidelines<sup>2</sup>; SB refers to activities with energy expenditure at the level of 1.0-1.5 metabolic equivalent units, performed in a sitting, reclining, or lying down positions, such as watching TV or using a computer<sup>3</sup>. These lifestyle behaviors are primary concerns among the pediatric population as these obesogenic habits developed during childhood usually track into adulthood<sup>4</sup>.

Among Brazilian adolescents<sup>5</sup>, more than half do not meet the current recommendation of 60 min of moderate-to-vigorous physical activity (MVPA) per day<sup>6, 7</sup>. The same unhealthy pattern applies to SB based on screen time (ST), as most Brazilian adolescents acquire considerable time on this activity<sup>8</sup> and exceed the recommendation of 120 min/day<sup>9</sup>. These lifestyle behaviors affect not only physical but also mental health, with studies reporting associations among physical inactivity, SB, and signs of common mental disorders (CMD), such as depression and anxiety<sup>10, 11</sup>.

Most of the research involving lifestyle behaviors such as MVPA, SB and others (e.g. ST, light physical activity (LPA), and number of steps), have examined their association with outcomes in isolation. However, this type of research neither addresses the likelihood of the individual to be simultaneously involved in different lifestyle behaviors (e.g. watching TV while running on a treadmill), nor considers their interaction<sup>12</sup>. Throughout the day, these different lifestyle behaviors can co-occur<sup>13</sup> and commonly have a synergic harmful effect of increasing the prevalence of chronic diseases and mortality<sup>14</sup>.

Recently, cluster analysis has been applied in different population targets to overcome this limitation and to explain the interplay among different lifestyle behaviors<sup>13, 15-21</sup>. Latent class

analysis (LCA) is one type of clustering method and has emerged as an approach to assist researchers interested in a better understanding of behavioral patterns and their association with health outcomes<sup>22</sup>. The identification of classes with the same types of behaviors can help public policy to recognize those who present the highest health-related risk behavior and assist the development of interventions tailored to these specific groups.

There has been limited information about adolescents' lifestyle-related to PA and SB through modeling techniques, mainly in Brazilians. Previous studies have involved a range of lifestyle behaviors in addition to MVPA and SB, such as sleep duration, physical violence, alcohol and tobacco use, and fruit and vegetable intake, among others<sup>13, 15-21</sup>. Moreover, out of these studies, just one study was carried out in Brazil but it was restricted to female adolescents<sup>15</sup>. Together, the findings of these studies imply that risky behaviors are prevalent and cluster together, with the majority of the adolescents being involved in unhealthy levels of MVPA and SB. However, we highlight that none of these studies have used accelerometer data to address lifestyle patterns related to different domains of PA and SB and their association with signs of CMD among adolescents. The purpose of this study was to identify adolescents' lifestyle latent classes based on different domains of PA and SB, as well as their relationship with sex, signs of CMD, and socioeconomic and health variables.

## **Materials and methods**

### **Study design and participants**

This cross-sectional study was carried out between March and September 2018 from a random and representative sample of adolescents enrolled in the high school grades of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Triângulo Mineiro, Ituiutaba Campus, Minas Gerais, Brazil. The study protocol was conducted according to the guidelines in the Declaration of

Helsinki and approved by the Research Ethics Committee involving human beings of the Federal University of Viçosa, under the decision number 74104217.3.0000.5153. Before conducting any measures, participants and their parents or legal guardians (when applicable due to participant's age) provided written consent.

To calculate the sample size, we used a specific formula for cross-sectional studies contained in the EpiInfo software, version 7.2.2.16 (Georgia, United States). We set the population size at 471 (total number of students enrolled in the Institute high school grades) and the prevalence of outcome at 50% since the study considers multiple cardiovascular disease risk factors<sup>23</sup>. We adopted an acceptable error of 5%, a confidence level of 95%, and a design effect of 1.0. From these settings, we found a minimum sample size of 212 adolescents. We increased the sample size by 10% (21 adolescents) to recover possible losses, making up a total sample size of 233 adolescents. The sample was obtained through simple random sampling. Participants were representative of the grade and sex of the students attending the Institute.

To be included in the study, the adolescents were required to be between 15 and 18 years old, have returned the consent forms, and be regularly enrolled in a high school grade of the Institute. The exclusion criteria included pregnancy, temporary or permanent physical or mental disability, and regular use of diuretics/laxatives or the use of medication to control blood pressure.

The first author of this study performed all the measurements and was responsible for delivering and receiving the accelerometers. The data collection occurred over three meetings with each participant. At the first appointment, the selected adolescents were invited to participate in the survey, given information about the research and procedures, and received the consent and assent forms. The second meeting took place at the auditorium of the Institute, where the adolescents were expected to return the signed forms and received an accelerometer. A verbal

explanation about the use of the monitor was given along with a leaflet with equivalent instructions. At the same meeting, they filled out the survey questionnaires, which took approximately 30 min to complete. Adolescents received a verbal description of the questionnaires before filling them out and were asked to answer honestly. In addition, we asked them to sit away from each other to maintain their privacy throughout the form filling. After 8 days, the third appointment took place in a private room designated by the Institute and lasted approximately 20 minutes. In this meeting, participants were expected to return the accelerometer and had their anthropometrics and blood pressure measured.

### **Latent class manifest variables**

We selected five latent variables to describe adolescents' lifestyle classes related to different domains of PA and SB: MVPA, LPA, number of steps, SB, and ST. Variables were categorized dichotomously according to health recommendations (when available) to facilitate the interpretation of results.

### **Physical activity, number of steps, and sedentary behavior – accelerometer**

MVPA, LPA, number of steps, and SB were measured by the ActiGraph accelerometer (GT3X model). The ActiLife software (version 6.13.4) (ActiGraph, LLC, Fort Walton Beach, USA) was used to perform all accelerometer analysis. Adolescents wore the monitors on their right hip on an elastic belt for 8 consecutive days, including during sleep at night. The adolescents were instructed not to change their daily routine and that the accelerometer was to be removed only for water-based activities, such as bathing and swimming. The first day of use (the day they received it) was not considered in the analysis to avoid the Hawthorne Effect<sup>24</sup>.



We initialized the accelerometer to collect data at a 30 Hz sampling rate and used the normal filter. The data were reintegrated into 15-s epochs. Non-wear time was defined as consecutive zero counts/minute that lasted for at least 20-minutes. To be included in the analysis, participants were required to reach a minimum of 10 h.day<sup>-1</sup> of “wear time” per day and at least 6 days a week, at least 1 of which was a weekend day. We evaluated daily graphs, inclinometer data, and converted these data into a Microsoft Excel comma-separated values (.csv) file to calculate the average sleep duration. These bed/wake times were used to create subject log diaries and removed from the analysis. Average sleep duration between 8 and 10 hours per day was classified as adequate sleep<sup>25</sup>. To classify PA and SB, we adopted the cut-points developed by Romazini et al.<sup>26</sup> validated for Brazilian adolescents using vector magnitude and 15-s epoch.

Based on the weekly average, adolescents were classified into specific behavior categories. MVPA was considered adequate when participants met 60 minutes per day<sup>6,7</sup>. Due to the absence of a cutoff point for LPA and SB, the 75th percentile of the current dataset was used to classify these variables. The 75th percentile was also applied to the number of steps since just a small percentage of the participants (3.23%) met the cutoff point of 11,700 steps proposed by Tudor-Locke et al.<sup>27</sup>.

### **Screen time – self-report**

Participants were asked: “*On an average day, how many hours do you spend in front of any screen?*” Adolescents were told to consider all kinds of screens. ST was considered elevated when it was greater than 120 min, according to the guidelines for adolescents proposed by the American Academy of Pediatrics<sup>9</sup>.

### **Sociodemographic variables and health outcomes**

Demographic characteristics included age, sex, and grade. The socioeconomic status was classified through a specific questionnaire suggested by the Brazilian Association of Survey Companies<sup>28</sup>.

To assess CMD, we used the General Health Questionnaire, 12-item version<sup>29</sup>, validated for application in Brazilian adolescents<sup>30</sup>. The instrument is easily applicable and suitable for assessing signs of depression and anxiety. It includes personal questions, such as: “*Have you been feeling unhappy and depressed?*”, “*Have you been able to enjoy your normal activities each day?*”, and “*Have you lost confidence in yourself?*” The responses of each question are coded by a four-point Likert scale to describe the presence and intensity of the CMD. The first two answers describe a normal mental state and were coded as “0”. The last two responses indicate the presence of signs of CMD and were labeled “1”. We totaled the scores from the 12 questions, and adolescents with a final score of  $\geq 3$  points were classified as “*with signs of CMD*”<sup>31</sup>.

Alcohol and tobacco exposure was obtained by applying two modules from the short version of the Global School-Based Student Health Survey, validated for Brazilian adolescents<sup>32</sup>. The modules were evaluated separately and each one contains 6 questions. The adolescents answered questions like: “*How old were you when you first drank alcohol?*” and “*During the past 30 days, on how many days did you smoke cigarettes?*” For all questions, the first possible answer is the absence of consumption or exposure to alcohol or tobacco. The remaining response possibilities indicate some level of consumption or exposure. Final sums of the module equal to zero indicated were classified as “*non-exposed*”, while values  $\geq 1$  were interpreted as “*exposed*”.

Participants’ weight (kg) and height (cm) were measured by using a digital scale (Plenna, model Ice, São Paulo, Brazil) and portable stadiometer (Sanny Medical, São Paulo, Brazil),

according to Lohman et al.<sup>33</sup>. Body mass index (BMI) was calculated through the formula (weight (kg)/height (m)<sup>2</sup>). BMI was classified in z-score, according to sex and age<sup>34</sup>. Waist and hip circumferences were measured using a flexible and inelastic measuring tape (Cardiomed, Curitiba, Paraná, Brazil). The waist circumference was measured horizontally at the umbilical scar and the hip at the buttock region, surrounding the largest circumference between the waist and the knees<sup>35</sup>. The waist-height ratio (WHtR) was calculated by dividing the average waist circumference (cm) by the height (cm). A value of WHtR  $\geq 0.5$  was considered an indicator of elevated cardiovascular risk.

Blood pressure was measured using an automatic device (Omron, model HEM 7113, Kyoto, Japan), according to the recommendations of the Guidelines of the Prevention of Atherosclerosis in Childhood and Adolescence<sup>36</sup>. Systolic and diastolic blood pressure were classified according to age, sex, and height percentiles<sup>36</sup>.

### **Statistical analysis**

R Statistical Software<sup>37</sup> version 3.2.2 and IBM SPSS Statistics (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) version 21 were used to perform the analyses. Alpha level was set at 0.05 to interpret the results.

LCA was used for modeling the “lifestyle” variable. This method is appropriate for analysis of interactions and associations between different kinds of behavioral variables. It is a person-centered approach and hence, can offer better conditions to evaluate heterogeneous and asymmetric variables, such as those related to the adolescents’ lifestyle<sup>15</sup>. LCA was conducted in the polCA package (Polytomous Variable Latent Class Analysis)<sup>38</sup> available in the library of the R Statistical Software.

Diagnostic evaluation of the most parsimonious model was performed considering the Akaike Information Criterion (AIC), Bayesian Information Criterion (BIC), chi-squared goodness-of-fit test ( $\chi^2$ ) and entropy. Model quality with the inclusion of covariates was evaluated by likelihood ratio tests ( $G^2$ ). The selection of the final model also considered the interpretability of the item-response probabilities of the manifest variables conditioned to the latent classes, based on the homogeneity and separation of the classes.

Kruskal Wallis test was used to verify the association of the following covariates in the prevalence values of the classes was verified: sex, signs of CMD, BMI, blood pressure, alcohol, and tobacco exposure. Bonferroni correction was used in the two-by-two post hoc tests to verify the difference between the k groups. Effect sizes were calculated to evaluate the differences between the continuous values of diastolic and systolic blood pressures among the three latent classes. The formula for the statistical tests of Mann-Whitney-U and Kruskal-Wallis-H were used to calculate  $\eta^2$ . The effect sizes were classified according to the cutoff points suggested by Bakeman<sup>39</sup>.

## Results

In total, 228 adolescents completed the survey, but 11 were removed from the sample for not using the accelerometer appropriately. Therefore, the sample comprised of 217 adolescents ( $16.08 \pm 0.95$  years old), of which 49.3% were female. Due to the small prevalence of underweight (1.38%) and obese (7.83%) BMI categories, they were grouped with eutrophic and overweight, respectively.

The majority of the adolescents (80.65%) wore the accelerometer for 7 days, while the remaining wore it for 6 days. Mean daily accelerometer usage time was 958 minutes

(approximately 16 hours), without considering records during sleep time. **Table 1** shows the absolute and relative frequencies of study variables.

**Table 1.** Sample characteristics, overall and by sex.

	<b>Male</b> ( <i>n</i> = 110)	<b>Female</b> ( <i>n</i> = 107)	<b>Total</b> ( <i>n</i> = 217)
<b>Age group</b>			
15 – 16	73 (66.4%)	64 (59.8%)	137 (63.1%)
17 – 18	37 (33.6%)	43 (40.2%)	80 (36.9%)
<b>Grade</b>			
10th	45 (40.9%)	37 (34.6%)	82 (37.8%)
11th	36 (32.7%)	38 (35.5%)	74 (34.1%)
12th	29 (26.4%)	32 (29.9%)	61 (28.1%)
<b>MVPA</b>			
Adequate ( $\geq 60$ min/day)	51 (46.4%)	25 (23.4%)	76 (35.0%)
Insufficient (<60 min/day)	59 (53.6%)	82 (76.6)	141 (65.0%)
<b>LPA</b>			
Adequate ( $\geq 169.7$ min/day)	41 (37.3%)	13 (12.2%)	54 (24.9%)
Insufficient (<169.7 min/day)	69 (62.7%)	94 (87.9%)	163 (75.1%)
<b>Number of steps</b>			
Adequate ( $\geq 8455$ steps/day)	40 (36.4%)	14 (13.1%)	54 (24.9%)
Insufficient (<8455 steps/day)	70 (63.6%)	93 (86.9%)	163 (75.1%)
<b>SB</b>			
Adequate (<799.5 min/day)	85 (77.3%)	78 (72.9%)	163 (75.12%)
Elevated ( $\geq 799.5$ min/day)	25 (22.7%)	29 (27.1%)	54 (24.88%)
<b>ST</b>			

(to be continued)

**Table 1.** Continuation.

	Male	Female	Total
Appropriate ( $\leq 2$ hours/day)	3 (2.7%)	2 (1.9%)	5 (2.3%)
Elevated ( $> 2$ hours/day)	107 (97.3%)	105 (98.1%)	212 (97.7%)
Sleep duration			
Adequate (8 – 10 hours/day)	12 (10.9%)	13 (12.2%)	25 (11.5%)
Insufficient ( $< 8$ hours/day)	98 (89.1%)	94 (87.9%)	192 (88.5%)
SES			
Wealthy (classes A and B1)	31 (28.2%)	22 (20.6%)	53 (24.4%)
Middle (classes B2 and C1)	68 (61.8%)	67 (62.6%)	135 (62.2%)
Lower (classes C2 and D-E)	11 (10.0%)	18 (16.8%)	29 (6.3%)
CMD			
No signs of CMD ( $< 3$ points)	47 (42.7%)	6 (5.6%)	53 (24.4%)
With signs of CMD ( $\geq 3$ points)	63 (57.2%)	101 (94.4%)	164 (75.6%)
Alcohol			
Non-Exposed (sum = 0)	23 (20.9%)	12 (11.2%)	35 (16.1%)
Exposed (sum $> 0$ )	87 (79.1%)	95 (88.8%)	182 (83.9%)
Tobacco			
Non-exposed (sum = 0)	69 (62.7%)	77 (72.0%)	146 (67.3%)
Exposed (sum $> 0$ )	41 (37.3%)	30 (28.0%)	71 (32.7%)
BMI			
Eutrophic ( $< 85$ th %)	74 (67.3%)	83 (77.6%)	157 (72.4%)
Overweight ( $\geq 85$ th %)	36 (32.7%)	24 (22.4%)	60 (27.7%)
Blood Pressure			
Adequate	92 (83.6%)	107 (100.0%)	199 (91.7%)
Elevated	18 (16.4%)	0 (0%)	18 (8.3%)

Abbreviations: MVPA, moderate-to-vigorous physical activity; LPA, light physical activity; SB, sedentary behavior; ST, screen time; SES, socioeconomic status; CMD, common mental disorders; BMI, body mass index.

Model fit statistics for two- to five-class solutions are provided in **Table 2**. The three-class model was chosen as the best fitting model for presenting consistent values of absolute and relative model fit, parsimony, homogeneity, and separation of classes. This model showed similar metrics with the two-class model, higher entropy value, and better indices compared to the other classes.

**Table 2.** Relative and absolute fit indices for Latent Class models.

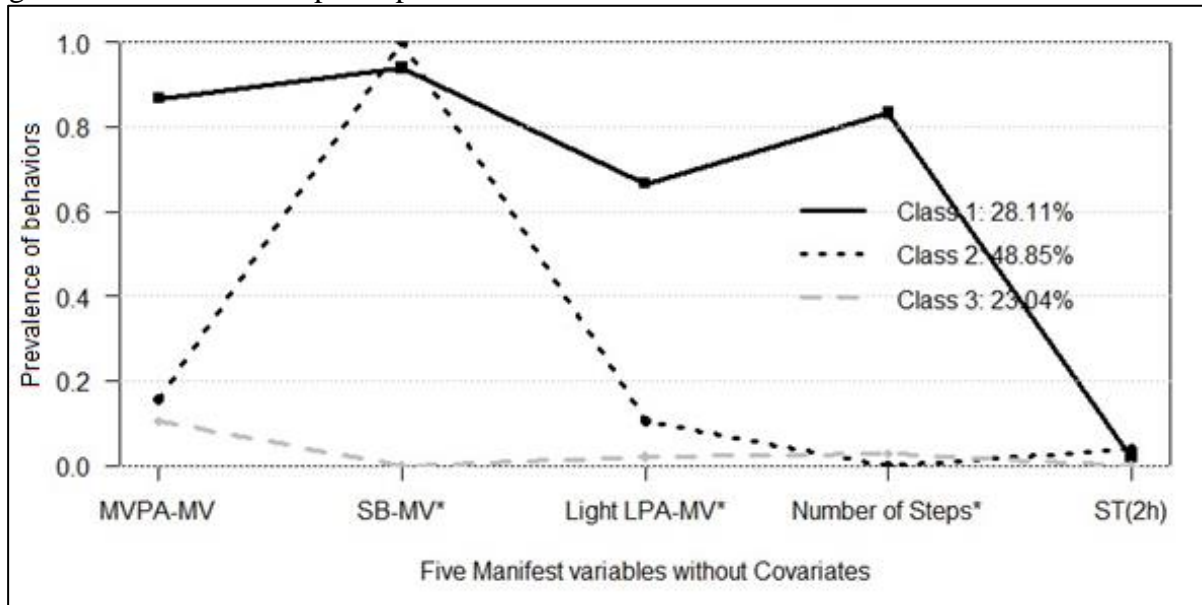
<b>Latent Classes</b>	<b>AIC</b>	<b>BIC</b>	<b>DF</b>	$\chi^2$	<b>G<sup>2</sup></b>	<b>p-G<sup>2</sup></b>	<b>Entropy</b>
2	921.75	958.93	20	20.88	19.61	0.403	0.83
3	924.91	982.37	14	11.20	12.04	0.602	0.91
4	929.93	1007.67	8	3.92	5.06	0.750	0.74
5	938.02	1036.04	2	0.75	1.15	0.560	0.79
6	949.55	1067.84	-4	0.44	0.67	-	0.78

Abbreviations: AIC, Akaike Information Criterion; BIC, Bayesian Information Criterion; DF, degrees of freedom;  $\chi^2$ , Pearson's goodness-of-fit; G<sup>2</sup>, likelihood ratio deviance statistic.

After interpretation of the item response probabilities, the following three classes were identified: **Class 1**: “Active – Non-sedentary”; **Class 2**: “Inactive - Non-sedentary”; and **Class 3**: “Inactive – Sedentary”, as shown in **Figure 1**. The “Active - Non-sedentary” accounted for 28.1% ( $n=61$ ) of the sample. The majority of these participants were more likely to meet the MVPA recommendation ( $\geq 60$  minutes) and to spend less time in SB (<75th percentile). The “Inactive - Non-sedentary” represented 48.85% ( $n=106$ ) of the sample. All the adolescents in Class 2 were characterized by less time spent in SB (<75th percentile) and low PA level. Class 3, labeled “Inactive – Sedentary”, comprised 23.0% ( $n=50$ ) of the sample. Adolescents in this class presented less than a 10% chance to reach the recommended MVPA ( $\geq 60$  min), and a probability of

approximately 0% of reaching adequate levels of the other health behaviors. Considering the total sample, they had the highest time spent in SB, and the lowest time spent in MVPA and LPA.

Figure 1 - Distribution of participants across each of the three classes.



Class 1: “Active – Non-Sedentary”, Class 2: “Inactive – Non-Sedentary”, and Class 3: “Inactive and Sedentary”. \*Variables measured with the accelerometer. Abbreviations: MVPA, Moderate-to-vigorous physical activity; SB, Sedentary behavior; LPA, Light physical activity; ST, Screen time; MV, Magnitude Vector.

**Table 3** presents continuous variables related to demographic characteristics, anthropometric measures, and cardiovascular risk factors among the three classes. Adolescents included in the “Inactive - Sedentary” class presented a higher CMD score than those assigned to the “Active and Non-sedentary” class. We highlight the diastolic blood pressure  $p$ -value ( $p=0.06$ ), which was close to the alpha level adopted in this study ( $p<0.05$ ). After observing this, we performed a *Cohen’s d* effect size test on this variable and found a significant value of 0.263, which indicates the relative importance of the classes on diastolic blood pressure. Differences in systolic and diastolic blood pressures are displayed by the box plot graph in S1 Figure 2.



**Table 3.** Variation of age, cardiovascular disease risk factors, and CMD score among the Latent Classes.

Variables	Class 1 (n=61) Active - Non-Sedentary		Class 2 (n=106) Inactive - Non-Sedentary		Class 3 (n=50) Inactive - Sedentary		p*
	Median	P25 - P75	Median	P25 - P75	Median	P25 - P75	
Age	16.0	(15.0 - 17.0)	16.0	(15.0 - 17.0)	16.0	(15.0 - 17.0)	0.70
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	21.4	(19.6 - 24.7)	21.1	(19.3 - 23.8)	20.4	(18.4 - 25.7)	0.32
Hip (cm)	97.1	(92.2 - 101.2)	96.8	(92.9 - 103.1)	95.9	(90.6 - 106.5)	0.74
Waist (cm)	76.6	(72.8 - 84.0)	75.4	(70.7 - 83.8)	73.8	(69.0 - 86.4)	0.20
SBP (mmHg)	105.5	(99.0 - 115.7)	102.5	(95.3 - 113.5)	104.2	(95.3 - 110.6)	0.27
DBP (mmHg)	56.0	(51.5 - 61.0)	57.2	(53.5 - 62.5)	59.5	(53.0 - 63.6)	0.06
CMD score	4.0 <sup>†</sup>	(1.0 - 8.0)	6.0	(3.0 - 9.0)	6.0 <sup>†</sup>	(3.7 - 10.0)	0.04*

\*Significative p-value (<0.05) Kruskal Wallis test. †Significative p-value (<0.016) of Bonferroni post hoc test between class 1 and class 3. Abbreviations: BMI, body mass index; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; CMD, common mental disorders.

We tested the effect of all possible combinations of covariates to the model above. After testing the covariates with the selected model, it was found that sex and signs of CMD were associated with the prevalence of the latent classes (**Table 4**). The new model with the inclusion of the covariates sex and signs of CMD showed that girls presented 4.5 (CI 95% 2.04 - 9.77) times greater likelihood of belonging to the “Inactive – Sedentary” (class 3) instead of the “Active – Non-sedentary” (class 1 – reference). In addition, adolescents who presented signs of CMD had 11.4 (CI 95% 3.45 – 101.1) times greater likelihood of belonging to the “Inactive and Non-sedentary” (class 2) than to the “Active and Non-sedentary” (class 1 - reference) (**Table 4**). The association among classes and covariates is provided in **Table 5**.

**Table 4.** Sex and signs of CMD as predictors of membership in Latent Classes of adolescents.

$\alpha$ (Intercept)	Class 2 / Class 1					
	$\beta$ (Coefficient)	SE	Odds Ratio	CI (95%)		p-value
Female†	0.02	0.63	1.02	0.36	3.49	0.97
Signs of Mental Disorders‡	2.43	1.12	11.35	3.45	101.10	0.05*
	Class 3 / Class 1					
	$\beta$ (Coefficient)	SE	Odds Ratio	CI (95%)		p-value
Female†	1.50	0.40	4.48	2.04	9.77	0.003*
Signs of Mental Disorders‡	0.314	0.39	1.36	0.63	2.93	0.441

†Indicates that ‘male’ is the reference category. ‡ Indicates that ‘Without signs of CMD is the reference category. \*Significant association; SE: Standard error; CI 95%: Confidence Interval of 95%. Model fit values with covariates sex and signs of CMD: AIC: 902.01, BIC: 972.98, Pearson’s goodness-of-fit  $\chi^2$  for multiway response profile table = 12.3, DF = 10, Likelihood ratio deviance statistic ( $G^2$ ) = 13.43 (p-value  $G^2=0.200$ ), and Entropy = 0.91.

**Table 5.** Association values of the Latent Class Analysis Model with individual covariates.

Covariates	Class 2 / Class 1‡						Class 3 / Class 1‡					
	$\beta$ (Coefficient)	SE	Odds Ratio	CI (95%)		p-value	$\beta$ (Coefficient)	SE	Odds Ratio	CI (95%)		p-value
Male†			1					1				
Female	1.09	0.71	2.97	0.74	11.94	0.150	1.97	0.46	7.17	2.91	17.63	0.001*
Without CMD†			1						1			
Presence of CMD	0.99	0.36	2.69	1.33	5.41	0.019*	2.37	1.09	2.97	1.27	90.01	0.05*
Eutrophic†			1						1			
Overweight	-0.49	0.44	0.61	0.25	1.44	0.280	0.72	0.51	2.05	0.75	5.58	0.182
Adequate WHtR†			1						1			
Elevate WHtR	1.70	1.26	5.47	0.46	64.07	0.202	0.34	0.39	1.40	0.65	3.00	0.399
Normal BP†			1						1			
Elevated BP	-1.22	0.54	0.29	0.10	0.84	0.044*	-0.72	0.51	0.48	0.76	5.52	0.182
Alcohol - not exposed†			1						1			
Alcohol - exposed	0.30	0.50	1.34	0.50	3.59	0.550	-0.20	0.53	0.81	0.30	2.20	0.712
Tobacco - not exposed†			1						1			
Tobacco - exposed	0.28	0.64	2.24	0.37	6.61	0.664	-0.87	0.44	0.41	0.17	0.99	0.072
Adequate SD†			1						1			
Insufficient SD	2.06	0.77	7.84	1.75	35.16	0.021*	0.52	1.25	1.68	0.14	19.49	0.682

‡ Reference class, Class 1; †Reference categories; \*Significative association (p-value  $\leq 0.05$ ). Class 1: Active & Non-Sedentary; Class 2: Inactive & Non-Sedentary; Class 3: Inactive & Sedentary. Abbreviations: CMD, common mental disorder; WHtR, waist-height ratio; BP, blood pressure; SD, sleep duration.

Lastly, we created a model to analyze the interaction between the covariates sex and signs of CMD. For this new model, the two-class model solution was chosen as the best fitting model, due to its consistent fit (AIC: 900.55, BIC: 947.46,  $\chi^2 = 21.33$ , Degrees of Freedom = 14,  $G^2 = 21.27$ , p-value  $G^2=0.214$ , and Entropy = 0.84). The two latent classes were labeled “Active and Non-sedentary” ( $\gamma = 28.11\%$ ) and “Inactive and Sedentary” ( $\gamma = 71.89\%$ ). The results showed that female adolescents with signs of CMD were 9.20 (95% CI 1.17 – 71.52) more likely to be in the “Inactive and Sedentary” class than the “Active and Non-Sedentary” class.

## Discussion

This study evaluated a cluster of five modifiable cardiovascular disease risk factors – MVPA, LPA, number of steps, SB, and ST – in a sample of Brazilian adolescents aged 15 to 18 years old. Our results contributed to a better understanding of adolescents’ behavioral patterns and their association with sex and psychological characteristics. Corroborating previous studies<sup>13, 15, 16, 18</sup>, we found that healthy and unhealthy behaviors cluster together, and female adolescents presented a greater likelihood of being inactive and sedentary than males. A critical finding of this study was that physical inactivity and SB are associated with signs of mental disorders, especially in girls.

Regardless of the class, ST did not differentiate the groups because only a few adolescents complied with the 120-min/day limit recommendation<sup>9</sup> (**Table 1**). In spite of that, we maintained this variable in the model due to its harmful effects on physical and mental health, as has been previously highlighted by others<sup>10</sup>. This result suggested that interventions to fight the sedentary lifestyle pandemic must be primarily based on reducing ST in this population. By addressing this variable, interventions could reach the majority of the adolescents, as suggested by our results,

which are in agreement with others that found a large amount of time spent by adolescents in this type of activity<sup>8, 15, 18, 21</sup>. The recommendation of restricting ST to less than 2h/day is well-known among researchers, but the high average time spent on this behavior (approximately 396 min per day) can suggest that the population who need this knowledge the most – adolescents – is not aware of this recommendation. Messages concerning ST should highlight the recommended time, its adverse effects on physical and mental health, and encourage the individual to exchange the excessive time spent on ST with healthier behaviors, such as PA of any intensity, or at least a standing posture. Since cell phone use or other small screens are a large portion of this excessive ST behavior, and since they are portable, incorporating even LPA during use can mitigate some of the negative consequences associated with this behavior.

Class 1, labeled “Active – Non-sedentary”, comprised approximately one-third of the sample and was considered the healthiest class in the study. Adolescents in this class were more likely to meet the MVPA recommendations (60 min per day)<sup>6, 7</sup>, had the highest LPA and number of steps, and more than 90% of them reached the SB cutoff (<75th percentile). The CMD final score in this class was the lowest among the groups and was significantly lower than class 3 (“Inactive and Sedentary”) (**Table 3**). These results are in line with other studies which have shown a positive association between PA level and mental health<sup>10, 11</sup>. Furthermore, this class presented high levels of PA and SB based on ST, which confirms that these activities are not mutually exclusive, as pointed out by others<sup>13, 15</sup>. That is to say, high PA level does not replace SB and vice-versa. Interventions targeting this class must mainly focus on how to keep these individuals active and non-sedentary, and also on how to avoid the typical PA reduction and SB increase over the years, as reported by other authors<sup>16</sup>.

The intermediate class -“Inactive and Non-sedentary”- was the largest group (n=106) and had as its most significant feature the lowest time spent in SB compared to the other groups (<75th percentile). Despite that, adolescents in this class showed the smallest number of steps, and little time spent in MVPA and LPA. These results confirm the premise that one behavior does not replace the other; that is, low SB does not mean a high PA level. These findings imply that one healthy behavior does not imply in a healthy lifestyle. This physical inactivity pattern is the primary concern in this group due to its well-known harmful effects on general health<sup>40</sup>. Also, adolescents with signs of CMD had 11.4 (CI 95% 3.45 – 101.1) times greater likelihood of being in this class in relation to the “Active and Non-sedentary” class. These findings confirmed that signs of CMD have a meaningful effect on PA and SB patterns. We attributed these findings to the benefits of the PA level on mental health, as both of these classes presented practically the same SB pattern (**Figure 1**). Interventions tailored to this class must promote all domains of PA that can be accumulated throughout the day.

Class 3 (“Inactive and Sedentary”) was the worst behavior combination and was composed of 23.0% (n=50) of the adolescents. This class exhibited the lowest levels of MVPA and LPA, and the highest levels of SB. This unhealthy pattern reflected on their mental health since adolescents in this group presented higher CMD final score than Class 1 (**Table 3**). The positive association among physical inactive, SB and psychological impairment in adolescents has previously been established<sup>10, 11, 19</sup>. Understanding the factors that make these individuals stand out from the others as the highest risk group may provide valuable direction for developing successful interventions.

In Brazil, there is also a high prevalence of anxiety and depression among adolescents. A national representative study of Brazilian adolescents, from 12 to 17 years old, applied the same CMD questionnaire and cutoff used in this study<sup>41</sup>. In that study, signs of CMD were prevalent in

33.6% of the participants from 15 to 17 years old, being higher among girls<sup>41</sup>. We highlight the higher prevalence found in our study, where approximately 75% of the adolescents were classified with signs of CMD (**Table 1**). We speculate that the reason for such difference may rely on the different school routine of our sample. Adolescents enrolled in this type of school take high school classes along with technical education. Their school routine includes 40 classes per week, from 7:30 am to 4:50 pm, with 17 required distinct subjects on average. Besides academic obligations, based on their grades, they can either apply to be a subject tutor or a research fellow, being involved in diverse types of activities during lunch break. These adolescents live as “mini-adults”, and such an exhausting routine full of pressure may be the justification for the high prevalence of signs of CMD found in our study.

Our results supported the well-established knowledge that females are more physically inactive and sedentary than males<sup>17, 21</sup>. Girls were 4.5 (CI 95%: 2.04 - 9.77) more likely to belong to the “Inactive – Sedentary” (class 3) instead of the “Active – Non-sedentary” (class 1). This fact shows female adolescents as an at-risk group and confirms our hypothesis of sex disparity related to PA and SB. However, our study went beyond that by evaluating two classes and extended the literature by showing the interaction between sex and signs of CMD. Females adolescents with signs of CMD were 9.2 (95% CI: 1.17 - 71.52) more likely to be in the “Inactive and Sedentary” class than in the “Active and Non-Sedentary” class. These results suggested that physical inactivity and SB can be associated with signs of CMD, especially in girls. These findings should not be disregarded as adolescence is a period for the onset of behaviors that can be tracked into adulthood<sup>17</sup>. PA has been associated with improvements in mental health, mainly by increasing self-esteem<sup>42</sup> and reducing depression<sup>10</sup>.

It is difficult to compare our results with others because just a few studies with adolescents between 15 and 18 years old have applied LCA, and most of them included different health behaviors on the model. One study worth mentioning was developed by Miranda et al.<sup>15</sup> and involved 405 Brazilian female adolescents from 14 to 19 years old. MVPA, number of steps, ST, sitting time, and number of meals were included in the LCA model. The variables clustered in three classes, two of which were also found in our study (“Inactive-Non-sedentary” and “Inactive and Sedentary”). The other class found by Miranda et al.<sup>15</sup> was the “Active and Sedentary”, despite the low frequency found in this group (6.2% of the sample). Unlike our study, which has found the “Inactive and Non-sedentary” as the largest class (48.9%), Miranda et al.<sup>15</sup> found that 77.5% of their sample were classified as “Inactive and Sedentary”. We speculate that the difference in our results should be explained by the sample involved. While we had both sexes, the other study restricted their sample to female adolescents, who are known to be more inactive and sedentary. Together, all these findings and prevalence mentioned above suggested that traditional Brazilian public policy to improve PA in adolescents, especially females, does not seem to be effective. More personal interventions with actions tailored to the specificity of each group may be a better option to promote healthy behaviors. Moreover, adolescents should learn and be educated about multiple health risk factors and their consequences in adulthood. Thus, the school environment should be seen as a critical place in combating youth risk behaviors. We state it because the majority of adolescents are enrolled in this context and spend most of their days in it. Active breaks, discussing groups, and a subject related to the adoption of healthy behaviors are some of the options to be developed in this context. The school can play a critical role not only in the adolescents’ intellectual development but also in the empowerment of their knowledge about health.



The strengths of this study include the uniqueness of the findings, the application of LCA to identify behavioral patterns, and the objective measurement of PA and SB. Besides that, the non-wear time of 20 minutes and the fact that most of the adolescents wore the accelerometer 7 days for 16 hours per day, on average, highlight the high adherence of the participants to the protocol and give reliability to the results. However, this study has some limitations. First, due to its cross-sectional design, we cannot make any conclusions about the causality of the associations. Second, the accelerometer was not used during water-based activities (e.g., swimming), which could lead to an underestimation of the PA level. Third, like all self-report methods, the answers to the questionnaires relied on the adolescent's ability to accurately recall information. Lastly, a dichotomization of the variables to facilitate the interpretation may have led to the loss of some crucial information. In addition, it is worth mentioning that the findings would have been different if we had selected a distinct cutoff other than the 75th percentile for SB, LPA, and the number of steps. However, there is no consensus about a cut-point for the first two variables, and the majority of the adolescents did not reach the number of steps recommended by Tudor-Locke et al.<sup>27</sup>. Nevertheless, the 75th percentile was applied in another LCA study<sup>15</sup> and can be a useful method to compare adolescents with their peers. Future research should address the development of a SB cut-point and evaluate the distinct domains of PA and SB included in this study separately by sex. We also suggest longitudinal research to assess if the patterns are tracked into adult life and their effect on health over time. Finally, qualitative data should be sought to describe the determinants of each class (family, structure, mental, and others) that make adolescents adopt different behavior.

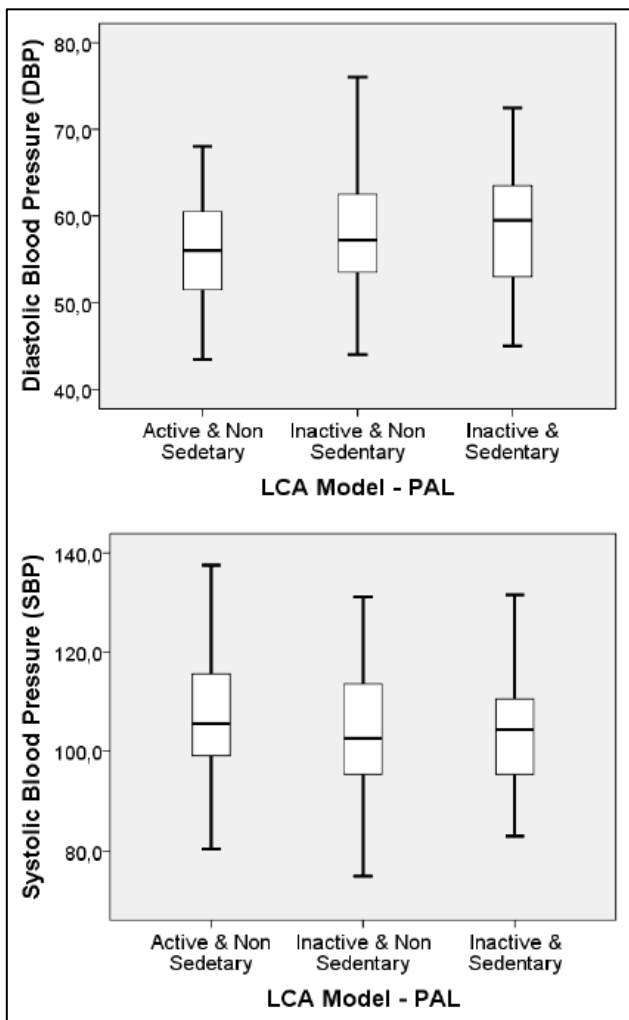
## **Conclusions**

In conclusion, three behavioral classes of different domains of PA and SB were found to represent the patterns of our sample. ST did not differentiate the classes and should be targeted as

the main risky behavior in future interventions. Female adolescents had more chances to belong to the “Inactive and Sedentary”, while the ones with signs of CMD were more likely to be in the “Inactive and Non-sedentary” class. Therefore, holistic interventions must be developed, specific for each sex, and with particular attention to psychological health.

## Supplementary Material

S1 Figure 2.



## Acknowledgments

We are thankful to all adolescents who participated in this study.

## References

1. LAVIE, C. J.; OZEMEK, C.; CARBONE, S.; KATZMARZYK, P. T.; BLAIR, S. N. Sedentary Behavior, Exercise, and Cardiovascular Health. **Circulation Research**, v. 124, n. 5, p. 799-815. 2019.
2. THIVEL, D.; TREMBLAY, A.; GENIN, P. M.; PANAHI, S.; RIVIERE, D.; DUCLOS, M. Physical Activity, Inactivity, and Sedentary Behaviors: Definitions and Implications in Occupational Health. **Frontiers in Public Health**, v. 6. p. 288. 2018.
3. PATE, R. R.; O'NEILL, J. R.; LOBELO, F. The evolving definition of "sedentary". **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 36, n. 4, p. 173-178. 2008.
4. BIDDLE, S. J.; PEARSON, N.; ROSS, G. M.; BRAITHWAITE, R. Tracking of sedentary behaviours of young people: a systematic review. **Preventive Medicine**, v. 51, n. 5, p. 345-351. 2010.
5. CUREAU, F. V.; DA SILVA, T. L.; BLOCH, K. V.; FUJIMORI, E.; BELFORT, D. R.; DE CARVALHO, K. M., et al. ERICA: leisure-time physical inactivity in Brazilian adolescents. **Revista de Saúde Pública**, v. 50 (Suppl 1), S4. 2016.
6. 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,. 2010.
7. World Health Organization. Global Recommendations on Physical Activity for Health. Geneva: World Health Organization, 2010.
8. OLIVEIRA, J. S.; BARUFALDI, L. A.; ABREU GDE, A.; LEAL, V. S.; BRUNKEN, G. S.; VASCONCELOS, S. M., et al. ERICA: use of screens and consumption of meals and snacks by Brazilian adolescents. **Revista de Saúde Pública**, v. 50 (Suppl 1), S7. 2016.
9. STRASBURGER, V. C. Children, adolescents, obesity, and the media. **Pediatrics**, v. 128, n. 1, p. 201-208. 2011.
10. KREMER, P.; ELSHAUG, C.; LESLIE, E.; TOUMBOUROU, J. W.; PATTON, G. C.; WILLIAMS, J. Physical activity, leisure-time screen use and depression among children and young adolescents. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 17, p. 183-187. 2014.

11. USSHER MH, OWEN CG, COOK DG, WHINCUP PH. The relationship between physical activity, sedentary behaviour and psychological wellbeing among adolescents. **Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology**, v. 42, p. 851-856. 2007.
12. CHAPUT, J. P.; SAUNDERS, T. J.; CARSON, V. Interactions between sleep, movement and other non-movement behaviours in the pathogenesis of childhood obesity. **Obesity Reviews**, v. 18 (Suppl 1), p. S7-14. 2017.
13. FLEARY, S. A. Combined Patterns of Risk for Problem and Obesogenic Behaviors in Adolescents: A Latent Class Analysis Approach. **Journal of School Health**, v. 87, n. 3, p. 182-193. 2017.
14. KROKSTAD, S.; DING, D.; GRUNSEIT, A. C.; SUND, E. R.; HOLMEN, T. L.; RANGUL, V., et al. Multiple lifestyle behaviours and mortality, findings from a large population-based Norwegian cohort study - The HUNT Study. **BMC Public Health**, v. 17, n. 58. 2017.
15. MIRANDA, V. P. N.; DOS SANTOS AMORIM, P. R.; BASTOS, R. R.; SOUZA, V. G. B.; DE FARIA, E. R.; DO CARMO CASTRO FRANCESCHINI, S., et al. Evaluation of lifestyle of female adolescents through latent class analysis approach. **BMC Public Health**, v. 19, n. 1, p. 184. 2019.
16. EVENSON, K. R.; WEN, F.; HALES, D.; HERRING, A. H. National youth sedentary behavior and physical activity daily patterns using latent class analysis applied to accelerometry. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 13. 2016.
17. IANNOTTI, R. J.; WANG, J. Patterns of physical activity, sedentary behavior, and diet in U.S. adolescents. **Journal of Adolescent Health**, v. 53, n. 2, p. 280-286. 2013.
18. HUH, J.; RIGGS, N. R.; SPRUIJT-METZ, D.; CHOU, C. P.; HUANG, Z.; PENTZ, M. Identifying patterns of eating and physical activity in children: a latent class analysis of obesity risk. **Obesity (Silver Spring)**, v. 19, n. 3, p. 652-658. 2011.
19. CHAMPION, K. E.; MATHER, M.; SPRING, B.; KAY-LAMBKIN, F.; TEESSON, M.; NEWTON, N. C. Clustering of Multiple Risk Behaviors Among a Sample of 18-Year-Old Australians and Associations With Mental Health Outcomes: A Latent Class Analysis. **Frontiers in Public Health**, v. 6, p. 135. 2018.
20. JENKINS, G. P.; EVENSON, K. R.; HERRING, A. H.; HALES, D.; STEVENS, J. Cardiometabolic Correlates of Physical Activity and Sedentary Patterns in U.S. Youth. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 49, n. 9, p. 1826-1833. 2017.
21. KIM, Y.; BARREIRA, T. V.; KANG, M. Concurrent Associations of Physical Activity and Screen-Based Sedentary Behavior on Obesity Among US Adolescents: A Latent Class Analysis. **Journal of Epidemiology**, v. 26, n. 3, p. 137-144. 2016.

22. KONGSTED, A.; NIELSEN, A. M. Latent Class Analysis in health research. **Journal of Physiotherapy**, v. 63, n. 1, p. 55-58. 2017.
23. MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, M. A.; ALONSO, A.; BES-RASTROLLO, M. Estimación del tamaño muestral. In: Martínez-González, M. A.; Sánchez-Villegas, A.; Fajado, J. F. Bioestadística amigable. 2 ed. Espanha: Diaz de Santos; 2009. p. 373-417.
24. CORDER, K.; EKELUND, U.; STEELE, R. M.; WAREHAM, N. J.; BRAGE, S. Assessment of physical activity in youth. **Journal of Applied Physiology (1985)**, v. 105, n. 3, p. 977-987. 2008.
25. PARUTHI, S.; BROOKS, L. J.; D'AMBROSIO, C.; HALL, W. A.; KOTAGAL, S.; LLOYD, R. M., et al. Recommended Amount of Sleep for Pediatric Populations: A Consensus Statement of the American Academy of Sleep Medicine. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, v. 12, n. 6, p. 785-786. 2016.
26. ROMANZINI, M.; PETROSKI, E. L.; OHARA, D.; DOURADO, A. C.; REICHERT, F. F. Calibration of ActiGraph GT3X, Actical and RT3 accelerometers in adolescents. **European Journal of Sport Science**, v. 14, n. 1, p. 91-99. 2014.
27. Tudor-Locke, C.; Craig, C. L.; Beets, M. W.; Belton, S.; Cardon, G. M.; Duncan, S., et al. How many steps/day are enough? for children and adolescents. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 8. 2011.
28. Brazilian Association of Survey Companies. 2016. <http://www.abep.org/criterio-brasil> (accessed on September 10, 2017).
29. Goldberg DP. The detection of psychiatric illness by questionnaire: a technique for the identification and assessment of non-psychotic psychiatric illness. London: Oxford University Press; 1972.
30. MARI, J. J.; WILLIAMS, P. A comparison of the validity of two psychiatric screening questionnaires (GHQ-12 and SRQ-20) in Brazil, using Relative Operating Characteristic (ROC) analysis. **Psychological Medicine**, v. 15, n. 3, p. 651-659. 1985.
31. Goldberg DP, Williams P. A user's guide to the General Health Questionnaire - GHQ. Windsor: Nfer-Nelson, 1988.
32. TENÓRIO, M. C. M.; BARROS, M. V. G.; TASSITANO, R. M.; BEZERRA, J.; TENÓRIO, J. M.; HALLAL, P. C. Atividade física e comportamento sedentário em adolescentes estudantes do ensino médio. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 13, p. 105-117. 2010.
33. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric Standardization Reference Manual. Champaign, IL: Human Kinetics; 1988.

34. DE ONIS, M.; ONYANGO, A. W.; BORGHI, E.; SIYAM, A.; NISHIDA, C.; SIEKMANN, J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 85, n. 9, p. 660-667. 2007.
35. WHO. Waist circumference and waist-hip ratio. Report of a WHO Expert Consultation. Geneva: World Health Organization, 2008.
36. GOMES, M. A. M.; NOBRE, F.; ALESSI, A.; FEITOSA, A. D.; COELHO, E. B. 7th Brazilian Guideline of Arterial Hypertension: Chapter 2-Diagnosis and Classification. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 107, p. 7-13. 2016.
37. R Code Team and R Development Code Team. A Language and Environment for Statistical Computing: R Core Team and R Development Core Team, 2014.
38. 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.
39. Bakeman, R. Recommended effect size statistics for repeated measures designs. **Behavior Research Methods**, v. 37, p. 379-384. 2005.
40. World Health Organization. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva: World Health Organization, 2009.
41. LOPES, C. S.; ABREU GDE, A.; DOS SANTOS, D. F.; MENEZES, P. R.; DE CARVALHO, K. M.; CUNHA CDE, F., et al. ERICA: prevalence of common mental disorders in Brazilian adolescents. **Revista de Saúde Pública**, v. 50 (Suppl 1), p. S14. 2016.
42. LIU, M.; WU, L.; MING, Q. How Does Physical Activity Intervention Improve Self-Esteem and Self-Concept in Children and Adolescents? Evidence from a Meta-Analysis. **PLoS One**, v. 10, n. 8, p. e0134804. 2015.

## **5.2 ARTIGO ORIGINAL 2: Association Between Clustering Patterns of Cardiometabolic Disease Risk Factors and Lifestyle Behaviors Among High School Students: a Latent Class Analysis.**

### **Abstract**

Cardiometabolic disease (CD) risk factors are present in adolescence. We identified classes of CD risk factors among Brazilian students and their relationship with sociodemographic characteristics and lifestyle behaviors. This is a cross-sectional study with 349 students aged 15 to 18 years old. Latent class analysis was performed based on body mass index, body fat percentage, waist circumference, waist-to-height ratio, and blood pressure. Demographic and lifestyle variables were evaluated through questionnaires. Three CD risk factors classes were identified: “Low Risk” (79.5% of the sample), “Moderate Risk” (8.6%), and “High Risk” (11.9%). Girls presented 10.28 (CI 95% 2.77 – 38.09) greater chance of belonging to the “Moderate Risk” class. Students with high screen time (ST) (defined as > 4 hours/day) presented 4.39 (CI 95% 1.64 – 11.07) times greater chance of belonging to the “High Risk” class. Students of the “Low Risk” class had greater moderate-to-vigorous physical activity (MVPA) than the students of the “Moderate Risk” class. Students of the “High Risk” class had greater sedentary behavior (SB) on the weekend than the others. Classes prevalence was affected by sex and high ST and time spent in MVPA and SB were different among the classes. These findings may help tailor successful interventions to combat CV risk factors in adolescence.

**Keywords:** Risk factors. Cardiometabolic disease. Lifestyle. Adolescents. Latent Class Analysis.

### **Introduction**

Cardiometabolic disease (CD) risk factors refer to health conditions that increase the likelihood of developing type 2 diabetes or vascular events<sup>1</sup>. Two important CD risk factors are elevated values of abdominal adiposity and blood pressure (BP)<sup>2</sup>. Although the main symptoms of CD appear only in adulthood<sup>3</sup>, abdominal obesity and high BP can be present in childhood<sup>4</sup> and adolescence<sup>5</sup>.

According to the results of the Study of Cardiovascular Risk Factors in Adolescents, from a representative sample of Brazilian students from 12 to 17 years of age, 24.1% have borderline or

elevated values of BP<sup>6</sup>, 12.8% are overweight or obese<sup>6</sup>, and 12.6% have high waist circumference (WC)<sup>7</sup>. In addition, other studies have found a significant prevalence of other CD risk factors, such as elevated body fat percentage (BF%)<sup>8</sup> and waist-to-height ratio (WHtR)<sup>9</sup>.

Lifestyle risk factors, such as low physical activity<sup>10, 11</sup>, high sedentary behavior (SB)<sup>10, 11</sup>, and excessive screen time (ST)<sup>12</sup>, are found to increase CD risk in adolescence. In accordance with Miranda et al.<sup>13</sup>, these inactive and sedentary lifestyle behaviors cluster together with other risky behaviors, such as alcohol consumption. These facts should not be overlooked since both conditions - CD risk factors<sup>3</sup> and lifestyle choices<sup>14, 15</sup> - may persist into adulthood.

A limited number of studies have investigated patterns of CD risk factors, most of them related to metabolic syndrome components and conducted among adults<sup>16-18</sup>, with just a few examining the adolescence period<sup>2, 19, 20</sup>. However, to our knowledge, no studies have examined CD risk factors patterns among students by a person-centered approach, such as latent class analysis (LCA). We highlight that the identification of these patterns in students could foster the comprehension of who is at increased risk of developing harmful health conditions and provide an understanding of the lifestyle behaviors associated with such conditions. This screening could guide efficient interventions to control CD risk factors during adolescence. Therefore, the purpose of this study was to identify classes of CD risk factors among Brazilian high school students, considering the differences between sex, and their relationship with sociodemographic and lifestyle behaviors.

## **Materials and methods**

### **Study design and participants**

This was a cross-sectional study, carried out between October and December 2017, comprising a random and representative sample of students enrolled in the technical high school of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Triângulo Mineiro, Minas Gerais, Brazil. The study protocol was conducted according to the Declaration of Helsinki and was approved by the Research Ethics Committee involving human beings of the Federal University of Viçosa, under the decision number 74104217.3.0000.5153. Before conducting any measures, all of the students provided written assent while parents or legal guardians of students under 18 years provided written consent for participation in the study.



Eight *Campi* of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Triângulo Mineiro offer high school courses along with technical education, in 6 different cities. A total of 2653 (51.1% male) were enrolled in the Institute high school grades in September 2017. To calculate the sample size, we used a specific formula for cross-sectional studies contained in the EpiInfo software, version 7.2.2.16 (Atlanta, Georgia, USA). We set the population size at 2,653 and the outcome prevalence at 50% since the study considers multiple CD risk factors<sup>21</sup>. We adopted an acceptable error of 5% and a confidence level of 95%. The calculation indicated a minimum sample size of 336 students. We increased the sample size by 10% (34 participants) to account for possible losses, making up a total sample size of 370 students. The sample size was obtained through simple random sampling. Students were representative of the grade and sex of the students attending each Campus.

To be included in the study, the students were required to be between 15 and 18 years old, have returned the signed consent forms, and be regularly enrolled in a high school grade of the Institute. The exclusion criteria included pregnancy, temporary or permanent physical or mental disability, and the regular use of diuretics/laxatives or the use of medication to control BP.

## **Procedure**

The first author of this study performed all the measurements throughout the study. Students received a verbal description of the questionnaires before filling them out and were asked to answer honestly. Students scheduled a specific day and time, according to their availability, to have their anthropometrics and resting BP measured using standard protocols.

## **Cardiometabolic Risk Factors Variables**

Participants' weight (kg) and height (cm) were measured by a digital scale (Plenna<sup>®</sup>, São Paulo, Brazil) and a portable stadiometer (Sanny Medical<sup>®</sup>, São Paulo, Brazil), according to Lohman et al.<sup>22</sup>. Students were barefoot, wore light clothes, and removed any ornaments. Body mass index (BMI) was calculated through the standard formula (weight (kg)/height (m)<sup>2</sup>). BMI was classified by z-score, according to sex and age<sup>23</sup>.

BF% was estimated using an adipometer (Cescorf<sup>®</sup>, Porto Alegre, Brazil) and according to the equation proposed by Slaughter et al.<sup>24</sup>. Participants were told not to perform any type of

physical activity for a minimum period of 4 hours before the assessment. The tricipital and the medial calf skinfolds were obtained on the right side of the body, according to the protocol established by the International Society for the Advancement of Kinanthropometry<sup>25</sup>. Each site was measured alternately three times. The final values of the tricipital and the middle calf skinfolds were obtained from the average of the three measures. BF% was classified according to Lohman<sup>26</sup> with values under 25% and 20% considered appropriate for females and males, respectively.

WC was measured in duplicate using a flexible and inelastic measuring tape (Cardiomed, Curitiba, Paraná, Brazil). Waist was measured horizontally at the umbilical scar, reporting the average value of the measures as the final result. WC was classified as elevated CD risk if  $\geq 90$ th percentile<sup>27</sup>. WHtR was calculated by dividing the average WC (cm) by the height (cm). A value of WHtR  $\geq 0.5$  was considered an indicator of elevated CD risk<sup>28</sup>.

BP was measured using an automatic device (Omron, model HEM 7200, Kyoto, Japan). The measure was conducted according to the recommendations of the 7th Brazilian Guideline of Arterial Hypertension<sup>29</sup>. The average of the last two of three measurements was considered as the real BP. Systolic and diastolic BP were classified according to age, sex, and height percentiles<sup>29</sup>.

### **Lifestyle Behaviors**

Participants self-reported lifestyle behaviors through paper questionnaires. To assess ST, participants were asked: “*On an average day, how many hours do you spend in front of any screen?*” Students were told to consider all kinds of screens, such as mobile phones, TV, computers, tablet, and video games. The American Academy of Pediatrics guidelines suggested that the pediatric population should not spend more than 120 min in ST/day<sup>12, 30</sup>. However, considering that less than 5% of our sample (17 students) achieved this cutoff, we chose to use the 25th percentile, which corresponded to 4 hours, to classify them as either “*appropriate ST*” ( $\leq 25^{\text{th}}$  percentile) and “*high ST*” (defined as  $>4$  hours/day).

Moderate-to-vigorous physical activity (MVPA) and SB were assessed by the short version of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ), previously validated for Brazilian students<sup>31</sup>. MVPA was evaluated through sections 2 and 3 of the questionnaire. MVPA was considered adequate when participants met 420 minutes per week, according to the recommendations of 60 min/day of MVPA<sup>32, 33</sup>. SB on the weekdays and weekend days were

measured in sections 4a and 4b, respectively. We calculated the weighted mean of these values to estimate the SB of the whole week. Due to the absence of a cutoff point for SB, the 75th percentile of the current dataset was used to classify the students as “adequate SB” or “high SB”.

Sleep duration was assessed by the question: “*On a normal day, how many hours do you sleep at night?*” Students were instructed to disregard any sleep periods during the day. The average sleep duration between 8 and 10 hours/day was classified as “adequate sleep”<sup>34</sup>.

### **Covariates**

Students self-reported sociodemographic characteristics of sex, age, grade, and socioeconomic status. Socioeconomic status was measured through a specific questionnaire proposed by the Brazilian Association of Survey Companies<sup>35</sup>. The questionnaire assigns different scores based on residence characteristics and the educational level of the household head. Students’ socioeconomic status was divided into three categories based on the score reached: wealthy (classes A and B1), middle (classes B2 and C1), and lower class (classes C2 and D-E).

### **Statistical analysis**

Statistical analyses were conducted in the IBM SPSS Statistics (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) version 21 and the R Statistical Software (R Development Core Team), version 3.2.2 (“Fire Safety”). Alpha level was set at 0.05 to interpret test results.

Variables were categorized dichotomously to facilitate the interpretation of results. Multiple correspondence analysis (MCA) was performed as a preliminary step to verify correspondence, dispersion, and approximation of the variables’ categories that represented the CD risk factors in students. This exploratory method and its graphical representation provided an insight into the indicator variables and the number of latent classes for the model<sup>13</sup>. The distribution of the categories and their internal correlation coefficient were analyzed by the inertia value and Cronbach’s alpha for each dimension. After this analysis, BMI, BF%, WC, WHtR, and BP were selected as the manifest variables.

LCA was used for modeling the “CD Risk Factors” variable. This method is more appropriate for the analysis of interactions and associations between different kinds of latent variables. It is a person-centered approach and hence can offer better conditions to evaluate

heterogeneous and asymmetric variables, like those related to the different factors associated with CD<sup>13</sup>. LCA was conducted in the poLCA package (Polytomous Variable Latent Class Analysis)<sup>36</sup> available in the library of the R statistical software.

Diagnostic evaluation of the most parsimonious model - that which offers the best description of manifest variable observations for the least parameters estimated (which depends on the number of manifest variables and covariates) - was done considering the Akaike Information Criterion (AIC), Bayesian Information Criterion (BIC), chi-squared goodness-of-fit test ( $\chi^2$ ) and entropy. Model quality with the inclusion of covariates was evaluated by likelihood ratio tests ( $G^2$ ). The selection of the final model also took into account the interpretability of the item-response probabilities of the manifest variables conditioned to the latent classes, based on the homogeneity and separation of the classes.

Kruskal Wallis test was used to verify the association of the following covariates in the prevalence of the classes: sex, age, socioeconomic status, sleep duration, MVPA, SB, and ST. Bonferroni correction was used in the two-by-two post hoc tests to verify the difference between the k groups. Effect sizes were calculated to evaluate the differences between the continuous values of SB and sleep duration among the three latent classes. The formula for the statistical test of Mann-Whitney-U and Kruskal-Wallis-H was used to calculate  $\eta^2$ . The effect sizes were classified according to the cutoff points suggested by Lenhard & Lenhard<sup>37</sup>. Fisher's exact test was used to compare the sex prevalence among the latent classes of CD risk factors.

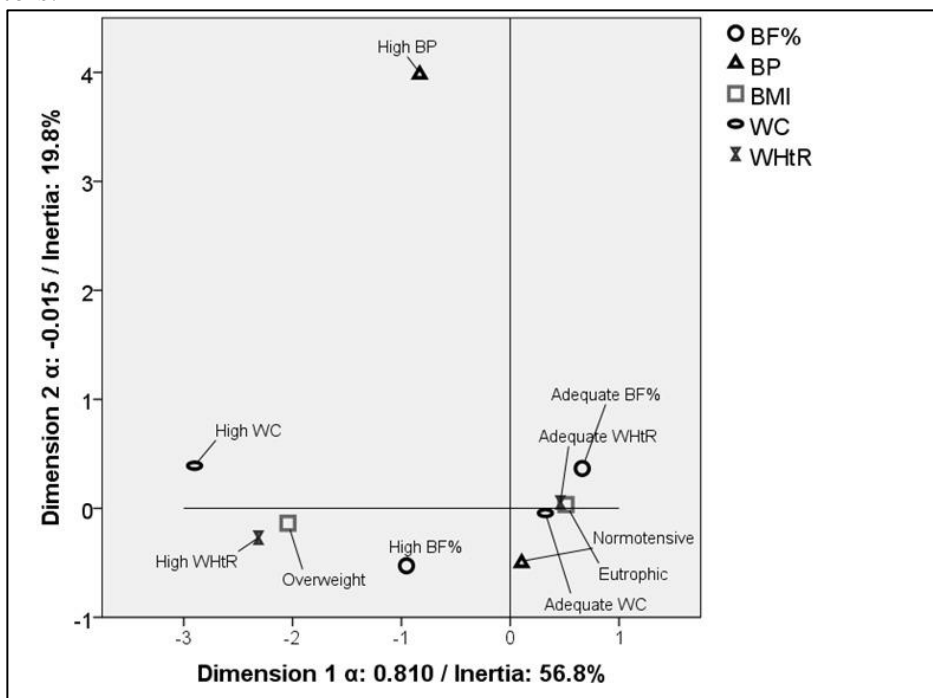
## Results

Among the 394 students who were invited to participate in the study, 19 declined the invitation, 6 were excluded for taking medication, and 8 were not between 15 and 18 years old. From the 361 who completed the survey, 12 were excluded due to missing information, resulting in an analytic sample of 349 students. Most of the final sample was aged 15-16 years (66.19%), male (51.58%), and belonged to the middle socioeconomic class (59.60%). Characteristics of the sample are reported in Supplementary Material 1.

**Figure 1** shows the graphical representation of the association between different CD risk factors provided by the MCA. Dimensions 1 and 2 explained together 76.6% of the total variability.

The internal correlation coefficients (Cronbach's  $\alpha$ ) were 0.810 (high value) and 0.015 which means moderate internal correlation.

Figure 1 - Multiple correspondence analysis of variables related to students' cardiometabolic disease risk factors.



Cronbach's  $\alpha$ . Abbreviations: BMI: Body Mass Index; BP: Blood Pressure; BF%: Body Fat Percentage; WC: Waist Circumference; WHtR: Waist-to-Height Ratio.

After this exploratory step, the manifest variables BMI, BF%, WC, WHtR, and BP were chosen. **Table 1** shows the model fit statistics from two to five latent class solutions. The model with 3 classes was the most appropriate for the data, presenting good values of absolute and relative model fit, parsimony, homogeneity, and separation of classes. In comparison with other models using different numbers of classes, the 3-class model had similar metrics when compared to the model with 2 latent classes and better values compared to the others. In addition, the 3-class model allowed better interpretability of the item-response probabilities of the manifest variables associated with the CD risk factors.

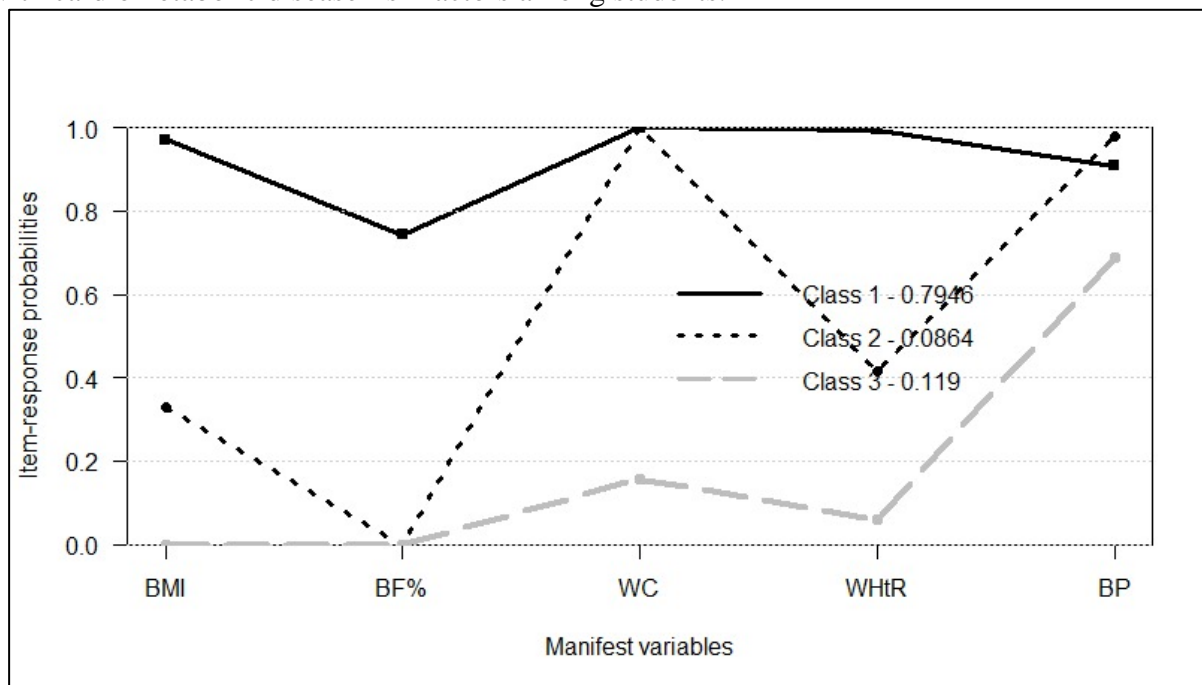
**Table 1.** Model-fit indexes for Latent Class models.

Number of Classes	AIC	BIC	DF	$\chi^2$	G <sup>2</sup>	p-G <sup>2</sup>	Entropy
2 Classes	1194.32	1236.73	11	29.01	32.24	0.04	0.91
3 Classes*	1186.06	1251.59	14	17.10	11.97	0.61	0.88
4 Classes	1191.25	1279.91	8	9.86	5.17	0.74	0.93
5 Classes	1198.22	1310.02	2	0.08	0.15	0.93	0.78

\*Selected model. Abbreviations: AIC: Akaike Information Criterion; BIC: Bayesian Information Criterion; DF: Degree of Freedom;  $\chi^2$ : Pearson's Goodness-of-fit; G<sup>2</sup>: Likelihood Ratio Deviance Statistic; p-G<sup>2</sup>: p-value of Likelihood Ratio Deviance Statistic.

The three latent classes for the full sample are presented in **Figure 2**. Class 1 accounted for 277 students ( $\gamma = 79.5\%$ ) and was labeled “Low Risk” as they exhibited the lowest probability of having CD risk factors. Over 90% of the students in this class were more likely to have appropriate values for all manifest variables, except for BF%. Class 2 included 30 students ( $\gamma = 8.6\%$ ) and was distinguished from the others as being the “Moderate Risk”. In this class, no student showed proper values for BF% and just about 40% for BMI and WHtR. Class 3 included 42 students ( $\gamma = 11.9\%$ ) and was considered “High Risk”. In this class, nearly 11% of the students presented very low probability (between 0% and 10%) of having the recommended values of BMI, BF%, WC, and WHtR. BP was the measure that showed the lowest percentage of inadequate values for “Moderate Risk” and “High Risk” (classes 2 and 3).

Figure 2 - Graphical displays of item-response probabilities across each of the 3 classes associated with cardiometabolic disease risk factors among students.



Class 1: “Low Risk”, Class 2: “Moderate Risk”, and Class 3: “High Risk”. Abbreviations: BMI: Body Mass Index; BP: Blood Pressure; BF%: Body Fat Percentage; WC: Waist Circumference; WHtR: Waist-to-height ratio.

The covariates sex and ST were associated with the 3-class model, as showed in **Table 2**. Female students presented 10.28 (CI 95% 2.77 – 38.09) more chances of belonging to the “Moderate Risk” class instead of the “Low Risk” class (reference). Regarding the ST, it was found that students with ST greater than 4 hours/day presented 4.39 (CI 95% 1.64 – 11.07) times more chances of belonging to the “High Risk” class instead of the “Low Risk” class (reference). SB, despite not being significant ( $p$ -value = 0.062), pointed to a similar pattern. Students with high SB were 2.20 (CI 95% 1.05 – 4.61) more likely to belong to the “High Risk” class when compared to the “Low Risk” class (reference).

**Table 2.** Sex, screen time, and sedentary behavior as predictors of membership prevalence in Latent Classes associated with cardiometabolic disease risk factors in students.

$\alpha$ (Intercept)	Moderate Risk / Low Risk					
	$\beta$ (Coefficient)	SE	Odds Ratio	CI (95%)		p-value
Female <sup>†</sup>	2.33	0.67	10.28	2.77	38.09	0.004*
High ST (25 <sup>th</sup> P) <sup>‡</sup>	0.07	0.27	1.07	0.63	1.82	0.790
High SB <sup>¥</sup>	-1.06	1.32	0.34	0.02	4.61	0.439
	High Risk / Low Risk					
	$\beta$ (Coefficient)	SE	Odds Ratio	CI (95%)		p-value
Female <sup>†</sup>	0.55	0.37	1.74	0.84	3.59	0.186
High ST (25 <sup>th</sup> P) <sup>‡</sup>	1.48	0.50	4.39	1.64	11.07	0.013*
High SB <sup>¥</sup>	0.79	0.38	2.20	1.05	4.61	0.062

<sup>†</sup>Indicates that ‘male’ is the reference category. <sup>‡</sup> Indicates that “Adequate ST (under the 25<sup>th</sup> P)” is the reference category. <sup>¥</sup> Indicates that “Adequate SB (under the 75<sup>th</sup> P)” is the reference category. \*Significant association. Abbreviations: ST: Screen Time; SB: Sedentary Behavior; 25<sup>th</sup> P: 25<sup>th</sup> Percentile; 75<sup>th</sup> P: 75<sup>th</sup> Percentile.  $\beta$ : Beta coefficient value; SE: Standard Error; CI 95%: Confidence Interval of 95%.

**Table 3** shows the variation of the values related to age and lifestyle behaviors among the three classes. Students of the “High Risk” class had greater SB on the weekend than students of the “Low Risk” and “Moderate Risk” classes (classes 1 and 2). Students of the “Low Risk” class had greater MVPA than students of the “Moderate Risk” class. Besides that, students belonging to the “High Risk” class tended to have fewer hours of sleep ( $p$ -value = 0.060) and longer time of SB during the whole week ( $p$ -value = 0.062) than the others in the “Low Risk” and “Moderate Risk CD” classes.



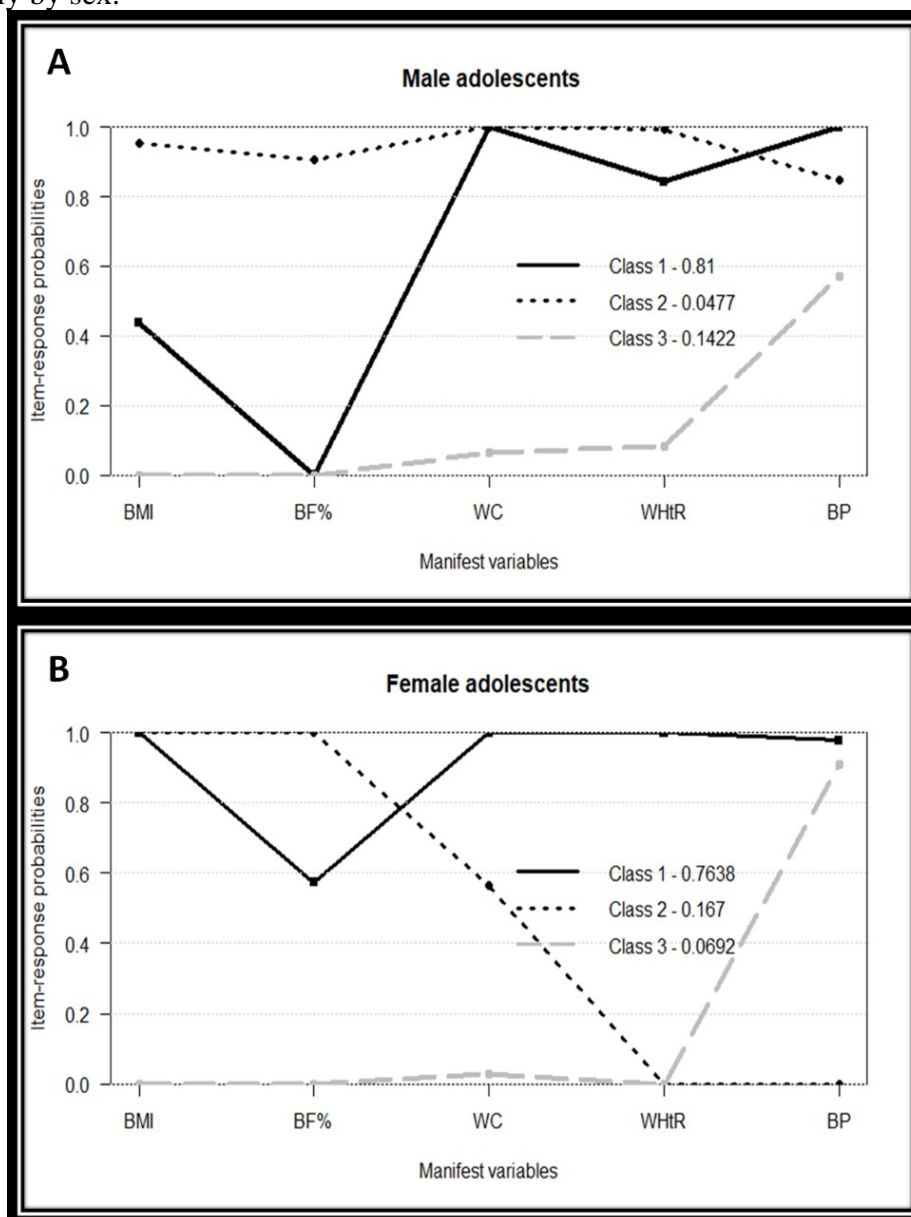
**Table 3.** Age and lifestyle behaviors according to the Latent Classes associated with the cardiometabolic disease risk factors among students.

Variables	“Low Risk” Class		“Moderate Risk” Class		“High Risk” Class		<i>p</i> -value
	Median	P25 - P75	Median	P25 - P75	Median	P25 - P75	
Age (years)	16	15 - 17	16	15 - 17	16	15 - 17	0.886
MVPA (h/week)	3 <sup>††</sup>	1 - 6	1.5 <sup>††</sup>	0.17 - 3.7	2	0.2 - 4.5	0.014*
SB - Week days (h/day)	11	9.5 - 13	10.5	9 - 12.5	12	9.3 - 14.5	0.402
SB - Weekend days (h/day)	9 <sup>†</sup>	6 - 12	8 <sup>‡</sup>	5.13 - 10.75	12 <sup>†‡</sup>	9.2 - 14.5	0.002*
SB 7 days (h)	10.4	8.6 - 12.6	10	7.8 - 12.1	11.4	9.4 - 15.1	0.067 <sup>£</sup>
Sleep Duration (h/day)	7	6 - 7.5	6.5	5.12 - 7	6.5	6 - 7	0.060 <sup>¥</sup>
ST (h/day)	6	4 - 9	6	4.6 - 11.5	6	5 - 10.12	0.112

\*Significant *p*-value (<0.05) of the Kruskal Wallis test. <sup>†</sup>significant *p*-value (<0.016) of Bonferroni post hoc test between classes 1 and 3; <sup>‡</sup> significant *p*-value (<0.016) of Bonferroni post hoc test between classes 2 and 3; <sup>††</sup> significant *p*-value (<0.016) of Bonferroni post hoc test between classes 1 and 2; <sup>¥</sup> dCohen: 0.206 (Small Effect Size<sup>37</sup>); <sup>£</sup> dCohen: 0.199 (Small Effect Size<sup>37</sup>). Abbreviations: CD: Cardiometabolic Disease; h: hour; MVPA: Moderate-to-Vigorous Physical Activity; SB: Sedentary Behavior; ST, Screen Time.

Regarding sex, different models were tested for male and female students. **Figure 3** displays the three classes identified for each sex, jointly with adjustment values of absolute and relative model fit and entropy. The bar plot with the  $p$ -value of Fisher's Exact Test is provided in Supplementary Material 2. There was a significant difference in the prevalence of the classes according to sex. Boys were more prevalent than girls in the "Low Risk" class (148 (42.4%) versus 132 (37.8%)) and the "High Risk" class (25 (7.2 %) versus 12 (3.4%)). Conversely, female students had a higher prevalence in the "Moderate Risk" class (25 (7.2 %) versus 7 (2.0%)). None of the covariates tested for the model with the whole sample was significantly associated with this model.

Figure 3 - Profile plots of the Latent Class models associated with the cardiometabolic disease risk factors separately by sex.



**Plot A:** AIC = 589.78; BIC = 644.04;  $\chi^2 = 10.56$ , Degree of Freedom = 14,  $G^2 = 9.39$  (p-value=0.805), and Entropy = 0.997. **Plot B:** AIC = 540.52; BIC = 593.73;  $\chi^2 = 1.38$ , Degree of Freedom = 14,  $G^2 = 1.55$  (p-value=0.999), and Entropy = 0.917. Class 1: “Low Risk”, Class 2: “Moderate Risk”, and Class 3: “High Risk”. Abbreviations: BMI: Body Mass Index; BF%: Body Fat Percentage; WC: Waist Circumference; WHtR: Waist-to-height ratio; BP: Blood Pressure.

## Discussion

We aimed to identify classes of high school students based on the presence of CD risk factors and to evaluate demographic differences in the emergent classes. To our knowledge, this is the first study to apply LCA to a range of routine anthropometric- and clinical-based indexes to estimate CD risk factors classes among students. The results found in this study will be helpful for public health in Brazil and other countries. It makes an important contribution to the literature by investigating the co-occurrence of traditional cardiometabolic risk factors during adolescence. Three classes were established for the whole sample and for each sex. LCA results for the whole sample recognized one as the healthiest class (“Low Risk”); one intermediate class (“Moderate Risk”) with the majority of the students presenting, at least, three cardiometabolic risk factors; and the last one with more than 80% of the students included in this class presenting harmful values for, at least, 4 manifest variables (“High Risk”). Overall, approximately 72 students (21%) presented three or more risk factors (sum of classes 2 and 3). A key observation from the analysis is that patterns of CD risk vary among students based on sex and ST. Further, there is a difference in lifestyle behaviors (i.e., physical activity and SB) among the classes. Identifying classes of cardiometabolic risk factors in students is essential to find out who is at increased risk for developing CD and to tailor efficient interventions.

We did not find the best possible class in which all of the students had adequate values for all of the manifest variables included in the LCA. Even class 1, considered the “Low Risk” class ( $n = 277$ ), had more than 20% of the students with high values of BF%. As well established in the literature, high BF% is associated with hypertension, dyslipidemia, and type 2 diabetes mellitus<sup>8</sup>. Despite that, more than 90% in this class showed adequate values for the other four risk factors evaluated. We also highlight that the “Low Risk” class had greater MVPA than the “Moderate Risk” class. Our results are supported by previous research that has shown the inverse relationship between physical activity and BMI<sup>38</sup>, BF%<sup>39</sup>, and WHtR<sup>40</sup> – the three main variables that distinguished both classes. However, although the “Low Risk” class had better values of MVPA per week (median: 180 min), it was still below the current recommendation of 420 minutes per week of MVPA<sup>32,33</sup>. Future interventions should promote MVPA in this class and follow its effects on cardiometabolic risk factors, mainly on BF%.

All of the students belonging to the “Moderate Risk” class (30 students) had high values of BF% as a common feature. Moreover, girls were more likely to be in this class than in the “Low Risk” class. These facts are consistent with the literature that has shown a greater prevalence of high BF% among girls when compared to boys<sup>8</sup>. Besides that, 60% of the students in this class were more likely to have high values of BMI and WHtR. BMI is associated with many mortality and comorbidities, such as type 2 diabetes mellitus, coronary heart disease, and ischemic stroke<sup>41</sup>; meanwhile, WHtR is a measure of central obesity<sup>42</sup>, known as an efficient index for predicting CD risk<sup>43</sup>. Interventions tailored to this class should consider its singularity and preference, mostly composed by girls, to improve their adiposity values by reducing SB and promoting physical activity of any intensity.

“High Risk” class, the worst class found, included 42 students with concerning health conditions, the majority of them presenting with, at least, 4 cardiometabolic risk factors. All of the students in this class had elevated values of BMI and BF%, and more than 80% had high values of WC and WHtR. The prevalence of this class was affected by ST. Students with more than 4 hours/day of ST were more likely to belong to this class than to the “Low Risk” class. According to the literature, students should not spend more than 2 hours/day in ST<sup>12, 30</sup>. However, less than 5% of our sample achieved this cutoff. We highlight that the technology revolution, which has been occurring in the past few years, has popularized and introduced new electronic devices with different apps and functions (such as smartphones) and this has made it difficult to keep within the 2-hour/day for ST. For our sample, 4 hours/day was the cutoff associated with the worst class, but we did not perform biochemical data, such as lipid, glycemic, and inflammatory profiles, that could support further inferences. Our results corroborate the study developed by Rey-Lopez et al.<sup>44</sup> in which a sample of 2,200 students had their physical activity and ST self-reported. It was found that 4 hours/day of ST based on time spent watching TV was a significant predictor of the probability of being obese, after adjusting for physical activity<sup>44</sup>. These studies are not alone in pointing out that the majority of students exceed the 2-hours/day limit of ST<sup>13, 45</sup>. For the recommendation to be followed, it must be reachable. In this context, future studies should look for the applicability of this recommendation, taking into account the new technology era we live in.

“High Risk” class also showed a higher SB on weekend days (median = 12 hours/day) than the other classes. This result is consistent with the students’ weekly routine. Students participating in this study attend high school classes along with technical education, every weekday, from 7:30 am to 4:50 pm. That is, during the weekday, their routine is similar for most of their daytime, with the predominance of activities based on SB. During the weekend, they do not have a strict schedule to follow and are free to participate in different types and intensities of activities. The difference in physical activity and SB patterns between week and weekend days have been previously reported<sup>10</sup>. This difference must be more true for students enrolled in a full-time school. We speculate that, if the IPAQ measured physical activity according to week and weekend days, it would be possible to find a greater MVPA on the weekend. Interventions targeting this class should not only promote changes in lifestyle behaviors (such as MVPA and SB) but also make them aware of their health risks during adolescence and adulthood.

Overall, the results found for the “Moderate Risk” and “High Risk” classes should not be overlooked. The harmful health condition presented in these classes is a public health concern since these conditions tended to track into adulthood<sup>3</sup>. Promoting healthy choices is a key factor in the fight against cardiometabolic risk factors, mainly in students. As such, schools appear as an appropriate place to promote this type of knowledge. The intervention potential is even greater in full-time schools. Students enrolled in this type of school spend more of their awake time in this environment than with their family. Therefore, interventions in this environment should focus on identifying who is at high risk, their living conditions, and lifestyle to tailor strategies to their needs to foment the adoption of healthy choices.

Male students were more prevalent in the extreme classes (“Low Risk” and “High Risk”), while females were more frequent in the intermediate class (“Moderate Risk”). The cardiometabolic profile for each sex revealed similar trends for “Low Risk” and “High Risk” classes. For the “Low Risk” class, the main difference between sex was related to BF%. Girls presented a greater prevalence of excess BF% than boys. Meanwhile, males had more prevalence of high BP than females in the “High Risk” class. “Moderate Risk” class was the most different between the sexes. For boys, the two most concerning risk factors were BMI and BF%, and for girls, it was WHtR and BP. This detailing per sex can provide helpful sources for the implementation of strategies to control the cardiometabolic risk factors according to the preference

of each sex. By addressing physical activity, one of the aspects related to the prevention of CD risk factors in adolescence, James et al.<sup>46</sup> showed a gap between what type of activities are provided and what students want to do. A key finding in this study was the different qualities valued by girls in comparison to boys. The enjoyment and socialization aspects of the activity play an important role in girls' engagement, which is not true for boys. Together, these findings reinforce the need for taking into account the preferences of boys and girls in the development of successful interventions.

Strengths of the study include its originality, a sample from 6 different cities in Brazil representing different environmental conditions, and the application of an emerging statistical approach recently introduced in the epidemiology of physical activity and health – the LCA - to identify classes of CD risk factors based on BMI, BF%, WC, WHtR and BP. We highlight that the model was based on measures easy to perform and with low cost, a methodology that can be replicated regardless of the financial limitation, to estimate profiles of CD risk factors, increasing its ecological validity. However, this study has some limitations. The study has a cross-sectional design and cannot inform about the development and determinants of these patterns. Besides, part of the variables was based on self-report, which is subject to bias. Due to a methodological limitation intrinsic to the questionnaire, MVPA was assessed as total duration, regardless of the frequency. This study is also limited by the dichotomization of the variables that may have led to some loss of information. In addition, parents' health history could have helped to explain the resulting cardiometabolic profiles of the students.

## **Conclusions**

In conclusion, cardiometabolic risk factors were classified into three latent classes based on anthropometric and clinical indexes (BMI, BF%, WC, WHtR, and BP). According to LCA, approximately 21% of the students presented three or more CD risk factors. The prevalence of the classes was affected by sex and high ST. "Low Risk" class had a greater time spent in MVPA than the "Moderate Risk" class, whereas the "High Risk" class had a higher SB time on weekend days than the other classes. Participants presented different patterns of the CD risk factors according to sex. Girls were more likely to belong to the "Moderate Risk" class, while boys were more prevalent

in the other two classes. Our findings may help to tailor successful interventions specific to sex and risk level to combat CD risk factors in adolescence.

### Supplementary Materials

**S1 Table 4.** Characteristics of the sample.

	<b>Male (n=180)</b>	<b>Female (n=169)</b>	<b>Total (N=349)</b>
<b>Age group</b>			
15 – 16	114 (63.33%)	117 (69.23%)	231 (66.19%)
17 – 18	66 (36.67%)	52 (30.77%)	118 (33.81%)
<b>Grade</b>			
10th	73 (40.56%)	73 (43.20%)	146 (41.83%)
11th	60 (33.33%)	54 (31.95%)	114 (32.67%)
12th	47 (26.11%)	42 (24.85%)	89 (25.50%)
<b>Socioeconomic Status</b>			
Wealthy (classes A and B1)	62 (34.44%)	47 (27.81)	109 (31.23%)
Middle (classes B2 and C1)	102 (56.67%)	106 (62.72%)	208 (59.60%)
Lower (classes C2 and D-E)	16 (8.89%)	16 (9.47%)	32 (9.17%)
<b>BMI</b>			
Eutrophic	143 (79.44%)	136 (80.47%)	279 (79.94%)
Overweight	37 (20.56%)	33 (19.53%)	70 (20.06%)
<b>BF%</b>			
Adequate	132 (73.33%)	74 (43.79%)	206 (59.03%)
High	48 (26.67%)	95 (56.21%)	143 (40.97%)
<b>WC</b>			
Adequate (< 88.45 cm)	156 (86.67%)	158 (93.49%)	314 (89.97%)
High	24 (13.33%)	11 (6.51%)	35 (10.03%)
<b>WtHR</b>			
Adequate	154 (85.56%)	137 (81.07%)	291 (83.38%)
High	26 (14.44%)	32 (18.93%)	58 (16.62%)

(to be continued)

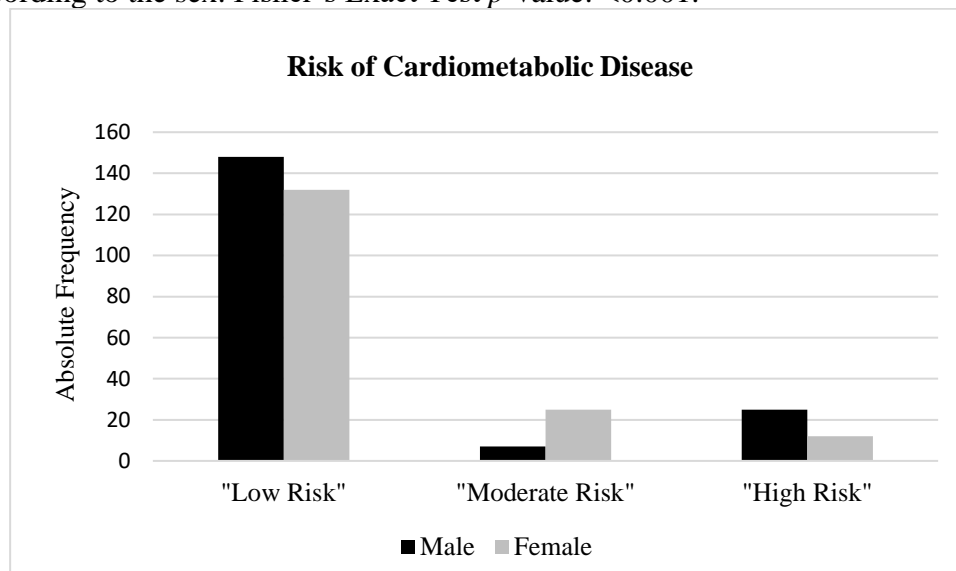


**Table 4.** Continuation.

	<b>Male</b>	<b>Female</b>	<b>Total</b>
<b>BP</b>			
Adequate	147 (81.67%)	163 (96.45%)	310 (88.83%)
High	33 (18.33%)	6 (3.55%)	39 (11.17%)
<b>MVPA</b>			
Adequate ( $\geq 420$ min/week)	45 (25%)	23 (13.61%)	68 (19.48%)
Low	135 (75%)	146 (86.39%)	281 (80.52%)
<b>SB</b>			
Adequate ( $\leq 769.28$ min/day)	135 (75%)	127 (75.15%)	262 (75.07%)
High	45 (25%)	42 (24.85%)	87 (24.93%)
<b>Sleep duration</b>			
Adequate (8 – 10 h/day)	38 (21.11%)	30 (17.75%)	68 (19.48%)
Low	142 (78.89%)	139 (82.25%)	281 (80.52%)
<b>ST</b>			
Adequate ( $\leq 4$ h/day)	8 (4.44%)	9 (5.33%)	17 (4.87%)
High	172 (95.56%)	160 (94.67%)	332 (95.13%)

Abbreviations: BMI, body mass index; BF%, body fat percentage; WC, waist circumference; WtHR, waist to height ratio; BP, blood pressure; MVPA, moderate-to-vigorous physical activity; SB, sedentary behavior; SD, sleep duration; ST, screen time; min, minutes; h, hours; cm, centimeters.

S2 Figure 4 - Prevalence of the Latent Classes associated with the cardiometabolic disease risk factors according to the sex. Fisher's Exact Test  $p$ -value: <0.001.



## References

1. CHATTERJEE, A.; HARRIS, S. B.; LEITER, L. A.; FITCHETT, D. H.; TEOH, H.; BHATTACHARYYA, O. K. Managing cardiometabolic risk in primary care. **Canadian Family Physician**, v. 58, n. 4, p. 389-393. 2012.
2. OKOSUN, I. S.; SEALE, J. P.; BOLTRI, J. M.; DAVIS-SMITH, M. Trends and clustering of cardiometabolic risk factors in American adolescents from 1999 to 2008. **Journal of Adolescent Health**, v. 50, n. 2, p. 132-139. 2012.
3. PRECOMA, D. B.; OLIVEIRA, G. M. M.; SIMAO, A. F.; DUTRA, O. P.; COELHO, O. R.; IZAR, M. C. O., et al. Updated Cardiovascular Prevention Guideline of the Brazilian Society of Cardiology - 2019. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 113, n. 4, p. 787-891. 2019.
4. MELO, E. M.; AZEVEDO, G. D.; SILVA, J. B.; LEMOS, T. M.; MARANHÃO, T. M.; FREITAS, A. K., et al. Clustering of risk factors for cardiometabolic diseases in low-income, female adolescents. **Archives of Endocrinology and Metabolism**, v. 60, n. 3, p. 205-210. 2016.
5. CRISTI-MONTERO, C.; CHILLON, P.; LABAYEN, I.; CASAJUS, J. A.; GONZALEZ-GROSS, M.; VANHELST, J., et al. Cardiometabolic risk through an integrative classification combining physical activity and sedentary behavior in European adolescents: HELENA study. **Journal of Sport and Health Science**, v. 8, n. 1, p. 55-62. 2019.
6. BLOCH, K. V.; KLEIN, C. H.; SZKLO, M.; KUSCHNIR, M. C.; ABREU GDE, A.; BARUFALDI, L. A., et al. ERICA: prevalences of hypertension and obesity in Brazilian adolescents. **Revista de Saúde Pública**, v. 50 (Suppl 1), p. S9. 2016.

7. KUSCHNIR, M. C.; BLOCH, K. V.; SZKLO, M.; KLEIN, C. H.; BARUFALDI, L. A.; ABREU GDE, A., et al. ERICA: prevalence of metabolic syndrome in Brazilian adolescents. **Revista de Saúde Pública**, v. 50 (Suppl 1), p. S11. 2016.
8. CINTRA, I. P.; FERRARI, G. L. M.; SOARES, A. C. S. V.; PASSOS, M. A. Z.; FISBERG, M.; VITALLE, M. S. S. Body fat percentiles of Brazilian adolescents according to age and sexual maturation: a cross-sectional study. **BMC Pediatrics**, v. 13, n. 96, 2013.
9. KROMEYER-HAUSCHILD, K.; NEUHAUSER, H.; SCHAFFRATH ROSARIO, A.; SCHIENKIEWITZ, A. Abdominal obesity in German adolescents defined by waist-to-height ratio and its association to elevated blood pressure: the KiGGS study. **Obesity Facts**, v. 6, n. 2, p. 165-175. 2013.
10. EVENSON, K. R.; HERRING, A. H.; WEN, F. Accelerometry-Assessed Latent Class Patterns of Physical Activity and Sedentary Behavior With Mortality. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 52, n. 2, p. 135-143. 2017.
11. JENKINS, G. P.; EVENSON, K. R.; HERRING, A. H.; HALES, D.; STEVENS, J. Cardiometabolic Correlates of Physical Activity and Sedentary Patterns in U.S. Youth. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 49, n. 9, p. 1826-1833. 2017.
12. Council on Communications and Media. Children, Adolescents, and the Media. **Pediatrics**, v. 132, n. 5, p. 958-961. 2013.
13. MIRANDA, V. P. N.; DOS SANTOS AMORIM, P. R.; BASTOS, R. R.; SOUZA, V. G. B.; DE FARIA, E. R.; DO CARMO CASTRO FRANCESCHINI, S., et al. Evaluation of lifestyle of female adolescents through latent class analysis approach. **BMC Public Health**, v. 19, n. 1, p. 184. 2019.
14. BIDDLE, S. J.; PEARSON, N.; ROSS, G. M.; BRAITHWAITE, R. Tracking of sedentary behaviours of young people: a systematic review. **Preventive Medicine**, v. 51, n. 5, p. 345-351. 2010.
15. HALLAL, P. C.; VICTORA, C. G.; AZEVEDO, M. R.; WELLS, J. C. K. Adolescent physical activity and health. A systematic review. **Sports Medicine**, v. 36, n. 12, p. 1019-1030. 2006.
16. RIAHI, S. M.; MOAMER, S.; NAMDARI, M.; MOKHAYERI, Y.; POURHOSEINGHOLI, M. A.; HASHEMI-NAZARI, S. S. Patterns of clustering of the metabolic syndrome components and its association with coronary heart disease in the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA): A latent class analysis. **International Journal of Cardiology**, v. 271, p. 13-18. 2018.

17. FORRESTER, S. N.; LEOUTSAKOS, J. M.; GALLO, J. J.; THORPE, R. J., JR.; SEEMAN, T. E. Association between allostatic load and health behaviours: a latent class approach. **Journal of Epidemiology and Community Health**, v. 73, n. 4, p. 340-345. 2019.
18. AHANCHI, N. S.; HADAEGH, F.; ALIPOUR, A.; GHANBARIAN, A.; AZIZI, F.; KHALILI, D. Application of Latent Class Analysis to Identify Metabolic Syndrome Components Patterns in adults: Tehran Lipid and Glucose study. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 1572. 2019.
19. LI, C.; FORD, E. S.; HUANG, T. T.; SUN, S. S.; GOODMAN, E. Patterns of change in cardiometabolic risk factors associated with the metabolic syndrome among children and adolescents: the Fels Longitudinal Study. **Journal of Pediatrics**, v. 155, n. 3, p. S5 e9-16. 2009.
20. LEE, C. Y.; LIN, W. T.; TSAI, S.; HUNG, Y. C.; WU, P. W.; YANG, Y. C., et al. Association of Parental Overweight and Cardiometabolic Diseases and Pediatric Adiposity and Lifestyle Factors with Cardiovascular Risk Factor Clustering in Adolescents. **Nutrients**, v. 8, n. 9, 2016.
21. MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, M. A.; ALONSO, A.; BES-RASTROLLO, M. Estimación del tamaño muestral. In: Martínez-González, M. A.; Sánchez-Villegas, A.; Fajado, J. F. Bioestadística amigable. 2 ed. Espanha: Diaz de Santos; 2009. p. 373-417.
22. LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. Anthropometric Standardization Reference Manual. Champaign, IL: Human Kinetics; 1988.
23. DE ONIS, M.; ONYANGO, A. W.; BORGHI, E.; SIYAM, A.; NISHIDA, C.; SIEKMANN, J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 85, n. 9, p. 660-667. 2007.
24. SLAUGHTER, M. H.; LOHMAN, T. G.; BOILEAU, R. A.; HORSWILL, C. A.; STILLMAN, R. J.; VAN LOAN, M. D., et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. **Human Biology**, v. 50, n. 5, p. 709-723. 1988.
25. International Society for the Advancement of Kinanthropometry. International standards for anthropometric assessment. Australia: Adelaide, 2001.
26. LOHMAN, T. G. Assessing fat distribution. Advances in body composition assessment: current issues in exercise science. Illinois: Human Kinetics, 1992.
27. International Diabetes Federation. The IDF definition of the Metabolic Syndrome in children and adolescents. 2007. Disponível em: <http://www.idf.org/home>. Acesso em: 25 de março de 2020
28. ASHWELL, M.; HSIEH, S. D. Six reasons why the waist-to-height ratio is a rapid and effective global indicator for health risks of obesity and how its use could simplify the international

- public health message on obesity. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 56, n. 5, p. 303-307. 2005.
29. Brazilian Society of Cardiology. VII Brazilian Guidelines on Hypertension. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 107, p. 1-83. 2016.
30. STRASBURGER, V. C. Children, adolescents, obesity, and the media. **Pediatrics**, v. 128, n. 1, p. 201-208. 2011.
31. 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**, v. 11, n. 2, p. 147e-154e. 2005.
32. 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. 2010.
33. World Health Organization. Global Recommendations on Physical Activity for Health. Geneva: World Health Organization, 2010.
34. PARUTHI, S.; BROOKS, L. J.; D'AMBROSIO, C.; HALL, W. A.; KOTAGAL, S.; LLOYD, R. M., et al. Recommended Amount of Sleep for Pediatric Populations: A Consensus Statement of the American Academy of Sleep Medicine. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, v. 12, n. 6, p. 785-786. 2016.
35. Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. Critério de Classificação econômica Brasil 2015. Disponível em: <http://www.abep.org/criterio-brasil>. Acesso em 10 de setembro de 2017.
36. 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.
37. LENHARD, W.; LENHARD, A. Calculation of Effect Sizes. Dettelbach: Psychometrica, 2016. Disponível em: [https://www.psychometrica.de/effect\\_size.html](https://www.psychometrica.de/effect_size.html). Acesso em: 06 de abril de 2020.
38. MENON, S.; PHILIPNERI, A.; RATNASINGHAM, S.; MANSON, H. The integrated role of multiple healthy weight behaviours on overweight and obesity among adolescents: a cross-sectional study. **BMC Public Health**, v. 19, n. 1, p. 1157. 2019.
39. RAMIRES, V. V.; DUMITH, S. C.; GONCALVES, H. Longitudinal Association Between Physical Activity and Body Fat During Adolescence: A Systematic Review. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 12, n. 9, p. 1344-1358. 2015.

40. ABREU, S.; SANTOS, R.; MOREIRA, C.; SANTOS, P. C.; MOTA, J.; MOREIRA, P. Food consumption, physical activity and socio-economic status related to BMI, waist circumference and waist-to-height ratio in adolescents. **Public Health Nutrition**, v. 17, n. 8, p. 1834-1849. 2014.
41. World Health Organization. Global Health Observatory (GHO) data - Overweight and obesity. Geneva: World Health Organization. Disponível em: [https://www.who.int/gho/ncd/risk\\_factors/overweight\\_text/en/](https://www.who.int/gho/ncd/risk_factors/overweight_text/en/). Acesso em: 25 de abril de 2020.
42. HSIEH, S. D.; ASHWELL, M.; MUTO, T.; TSUJI, H.; ARASE, Y.; MURASE, T. Urgency of reassessment of role of obesity indices for metabolic risks. **Metabolism**, v. 59, n. 6, p. 834-840. 2010.
43. JIANG, Y.; DOU, Y. L.; XIONG, F.; ZHANG, L.; ZHU, G. H.; WU, T., et al. Waist-to-height ratio remains an accurate and practical way of identifying cardiometabolic risks in children and adolescents. **Acta Paediatrica**, 2018.
44. REY-LOPEZ, J. P.; RUIZ, J. R.; VICENTE-RODRIGUEZ, G.; GRACIA-MARCO, L.; MANIOS, Y.; SJOSTROM, M., et al. Physical activity does not attenuate the obesity risk of TV viewing in youth. **Pediatric Obesity**, v. 7, n. 3, p. 240-250. 2012.
45. OLIVEIRA, J. S.; BARUFALDI, L. A.; ABREU GDE, A.; LEAL, V. S.; BRUNKEN, G. S.; VASCONCELOS, S. M., et al. ERICA: use of screens and consumption of meals and snacks by Brazilian adolescents. **Revista de Saúde Pública**, v. 50 (Suppl 1), p. S7. 2016.
46. JAMES, M.; TODD, C.; SCOTT, S.; STRATTON, G.; MCCOUBREY, S.; CHRISTIAN, D., et al. Teenage recommendations to improve physical activity for their age group: a qualitative study. **BMC Public Health**, v. 18, n. 1, p. 372. 2018.

### **5.3 ARTIGO ORIGINAL 3: Time-use movement behaviors are associated with scores of depression/anxiety among adolescents: a compositional data analysis.**

#### **Abstract**

Sleep, sedentary behavior (SB), light physical activity (LPA), and moderate-to-vigorous physical activity (MVPA) constitute the full range of possible movement behaviors within the finite 24-h period. The purposes of this study were to examine the association between movement behaviors and scores of depression/anxiety among adolescents and to determine the difference in depression/anxiety associated with reallocating time between different movement behaviors. This cross-sectional study included 217 Brazilian adolescents (15 to 18 years old, 49.3% female). Adolescents wore an accelerometer for one week to assess the four movement behaviors. The depression/anxiety score was calculated by factor analysis using the 12-item General Health Questionnaire. Compositional data analyses were used to examine the association between movement behavior and the depression/anxiety score. Compositional isotemporal substitution models estimated the change in depression/anxiety score associated with reallocating 10, 30, and 60 min between movement behaviors. The composition of movement behaviors was significantly associated with depression/anxiety scores ( $p < 0.05$ ). Replacing time from SB to LPA improved the anxiety/depression score, while the inverse increased this score. Replacing time of LPA with MVPA worsened the anxiety/depression score. The 24-h time distribution of the day may play a crucial role in mental health. Compositions with more time spent in LPA at the expense of less SB may improve scores of depression/anxiety. Holistic interventions including the full range of movement behaviors may be a gateway to reduce the levels of depression/anxiety in adolescence.

**Keywords:** Adolescents. 24-hour time-use. Accelerometry. Depression. Anxiety. Compositional Data Analysis.

#### **Introduction**

Sedentary behavior (SB) and physical activity have been associated with mental health. Among adolescents, previous studies have shown a positive association between SB and depression/anxiety levels<sup>1,2</sup>, while moderate-to-vigorous physical activity (MVPA) appears to be negatively associated with it<sup>3</sup>. However, the studies in which these findings are based on consider

movement behaviors as independent variables, when in fact, time spent in one movement behavior is intrinsically codependent of time spent on, at least, another movement<sup>4-6</sup>. That is, only one movement behavior can be done at a given time, so changes in the time spent in one movement behavior (e.g. MVPA) can only occur by changing one or more of the other behaviors<sup>4-6</sup>.

The finite 24-h period of the day can only be composed of a limited number of movement behaviors that include SB, MVPA, light physical activity (LPA), and sleep<sup>5, 7-10</sup>. These full range of possible movement behaviors are compositional data in nature once the fixed amount of time of the day (24-h) establishes a perfect multi-collinearity among them<sup>7, 8</sup>. Compositional data analysis has been applied in a few studies to properly evaluate this type of data and to overcome the limitation of the traditional statistics approaches<sup>4-6, 8, 9</sup> (e.g. linear regression). This statistical technic express movement behaviors relative to the others through isometric log-ratio (ilr) coordinates<sup>11</sup>, so that they can be interpreted together as codependents.

To date, just a limited number of studies have applied this statistical approach among adolescents<sup>12-14</sup>. These previous studies have involved a range of health indicators, such as body mass index (BMI), cardiometabolic biomarkers, and blood pressure<sup>12-14</sup>. However, to our knowledge, no study has applied compositional data analysis to evaluate the association between time spent in movement behaviors and signs of depression/anxiety in adolescents. In fact, just one study, conducted by Cruz et al.<sup>15</sup> among adults evaluated depression symptoms through this statistical method. Their results confirmed the positive association between SB and depression symptoms and pointed out that promoting sleep and MVPA may be helpful to reduce these symptoms<sup>15</sup>.

Understanding the association between time spent in movement behaviors and depression/anxiety can help to tailor more integrative and effective interventions to prevent and/or reduce mental impairment among this population. This study, therefore, aimed to examine: 1) the associations between time spent in the four possible movement behavior (sleep, SB, LPA, and MVPA) within the finite time of 24-h day and scores of depression/anxiety; and 2) how reallocations of time between these movement behaviors were associated with the depression/anxiety scores.



## **Materials and methods**

### **Participants**

This was a cross-sectional study, carried out between March and September 2018 with a random and representative sample of adolescents enrolled in the technical high school of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Triângulo Mineiro, Ituiutaba Campus, Minas Gerais, Brazil. The study protocol was conducted according to the Declaration of Helsinki and was approved by the Human Research Ethics Committee of the Federal University of Viçosa, under the decision number 74104217.3.0000.5153. Before conducting any measures, all of the adolescents provided written assent while parents or legal guardians of adolescents under 18 years provided written consent for participation in the study.

To calculate the sample size, we used a specific formula for cross-sectional studies contained in the EpiInfo software, version 7.2.2.16 (Georgia, United States). We set the population size at 471, which was the total number of students enrolled in the Institute high school grades at the end of 2017. The prevalence of mental disorder was established at 33.6% considering its prevalence in Brazilian adolescents between 15 and 17 years old<sup>16</sup>. We adopted an acceptable error of 5%, and a confidence level of 95%. From these settings, we found a minimum sample size of 198 adolescents. We increased the sample size by 10% (20 adolescents) to recover possible losses, making up a total sample size of 218 adolescents. The sample was obtained through simple random sampling. Participants were representative of the grade and sex of the students attending the Institute. Details on data collection and inclusion/exclusion criteria have been published elsewhere<sup>17</sup>.

### **Movement behaviors: physical activity and sedentary behavior**

Briefly, the movement behaviors of sleep, SB, LPA, and MVPA were measured and analyzed by the GT3X accelerometer (ActiGraph Corp, Pensacola, FL, USA) and ActiLife software (version 6.13.4, ActiGraph Corp, Pensacola, FL, USA), respectively. Adolescents wore the monitors on their right hip on an elastic belt for 8 consecutive days, including during sleep at night. Non-wear time was defined as consecutive zero counts/min that lasted for at least 20-min. To be included in the analysis, participants were required to reach a minimum of 10 h.day<sup>-1</sup> of “wear time” (without considering the sleep) for at least 6 days a week, including at least 1 weekend

day. To calculate the average sleep time, we evaluated daily graphs, inclinometer data, and converted these data into a Microsoft Excel comma-separated values (.csv) file. These bed/wake times were used to create subject log diaries and to estimate sleep per night. The cut-points proposed by Romanzini et al.<sup>18</sup>, specifically developed on Brazilian adolescents were used to classify MVPA, LPA, and SB. The average time per day of sleep, SB, LPA, and MVPA was calculated. Time spent in each behavior was summed and normalized to proportion of the total time, which amounted to 1<sup>5</sup>. Detailed methods regarding accelerometer setting and usage are available elsewhere<sup>17</sup>.

### **Mental Health Indicator**

To assess depression/anxiety, we used the Portuguese version of the 12-item General Health Questionnaire (GHQ-12)<sup>19</sup>, validated for application in Brazilian adolescents<sup>20</sup>. It is a self-report instrument based on the last few weeks, suitable for screening anxiety/depression and social dysfunction<sup>21-24</sup>. Each question has four possible answers to describe the presence and intensity of the mental disorder: “not at all”, “no more than usual”, “somewhat more than usual”, and “much more than usual”. To quantify the scale, we applied the “GHQ method” (0-0-1-1)<sup>25</sup>, with the total scoring system ranging from 0 to 12. Thus, the first two answers describe a normal mental state and were coded as “0”. The last two responses indicate an altered mental status and were coded as “1”. We calculated the GHQ-12 total punctuation, with higher punctuations indicating a worse mental health status.

### **Covariates**

Adolescents reported sociodemographic characteristics of sex, age, and socioeconomic status (SES). SES was measured through a specific questionnaire proposed by the Brazilian Association of Survey Companies<sup>26</sup>. The questionnaire assigns different scores based on residence characteristics and the educational level of the household head. The score ranges from 0 to 100 points, with higher scores representing a better financial status.

Adolescents’ weight (kg) and height (cm) were measured by a digital scale (Plenna<sup>®</sup>, São Paulo, Brazil) and a portable stadiometer (Sanny Medical<sup>®</sup>, São Paulo, Brazil), according to Lohman et al. (1988)<sup>27</sup>. Adolescents were barefoot, wore light clothes, and removed any

ornaments. BMI was calculated through the formula (weight (kg)/height (m)<sup>2</sup>). BMI was classified by z-score, according to sex and age<sup>28</sup>.

### Statistical Analysis

The analyses were performed in the R Statistical Software system (version 3.6.3) and the alpha level was set at 0.05. Descriptive statistics (medians and percentiles) were calculated to describe the participants' characteristics.

To assess the GHQ-12 reliability, which is a measure of the internal consistency, we used the Cronbach's  $\alpha$ . A coefficient higher than 0.7 indicated good reliability<sup>29</sup>. The Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) test measured the adequacy of the dataset to perform factor analysis. A value higher than 0.7 indicated the suitability of the dataset<sup>30</sup>. The factor structure of the GHQ-12 was evaluated by factor analysis. The number of factors was based on the eigenvalue  $> 1.0$  and on the examination of the scree test. Oblique rotation was applied to extract the factor structure. Factor analysis was conducted in R with *psych* package.

Analyses included the covariates sex, age, and SES. Compositional analysis was conducted in the R packages *compositions* and *robcompositions*. Compositional descriptive statistics of geometric means and variation matrix were calculated for the movement behaviors. The geometric mean is a method to assess the central tendency of the composition after the movement behaviors have been normalized to sum 1440 min (total number of minutes in a day)<sup>5</sup>. The variation matrix describes the dispersion and was derived by calculating the variation of the logarithms of all possible pair-wise ratios (e.g., variation of  $\ln(\text{SB}/\text{LPA})$ ). Lower values (close to zero) indicates that the time spent between the two movement behaviors were highly co-dependent<sup>5</sup>.

Participants' compositional movement behaviors were expressed as three ilr coordinates including (1) sleep: SB; (2) LPA: the geometric mean of sleep and SB; and (3) MVPA: the geometric mean of sleep, SB, and LPA<sup>31</sup>. This approach enables all the four movement behaviors (sleep, SB, LPA, and MVPA) to act as the independent variable while considering the relative time spent in the other behaviors<sup>9</sup>. These ilr coordinates were used as exposure variables in the multiple linear regression models to verify their association with the GHQ-12 factors (outcome). Compositional isotemporal substitution analysis considered the coefficients from the count part of the model<sup>5</sup> to estimate the expected change in the factors' scores derived from GHQ-12 due to the

reallocation of 10, 30, and 60 min for all possible combination between sleep, SB, LPA, and MVPA.

## Results

In total, 228 adolescents completed the survey, but 11 were removed from the sample for not using the accelerometer appropriately. Therefore, the sample comprised 217 adolescents, of which 49.3% were female. The majority of the adolescents (80.65%) wore the accelerometer for 7 days, while the remaining wore it for 6 days. Mean accelerometer usage time was 1376 min (22 hours and 56 minutes). **Table 1** shows the sample's characteristics.

**Table 1.** Descriptive statistics.

Variables	Male ( <i>n</i> = 110)	Female ( <i>n</i> = 107)	Total ( <i>N</i> = 217)
Age (years)	16.0 (15.0 – 17.0)	16.0 (15.0 – 17.0)	16.0 (15.0 – 17.0)
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	21.4 (19.4 – 24.9)	21.0 (19.0 – 23.5)	21.2 (19.2 – 24.5)
SES (points)	32.0 (27.8 – 39.3)	31.0 (24.0 – 35.0)	32.0 (26.0 – 37.0)
12-GHQ (points)	3.0 (1.0 – 7.3)	7.0 (4.0 – 10.0)	5.0 (3.0 – 9.0)

Data are presented as median (25th percentile – 75th percentile). Abbreviations: BMI, body mass index; SES, socioeconomic status; 12-GHQ, 12-item General Health Questionnaire.

## Factor Analysis

The GHQ-12 Cronbach's  $\alpha$  was 0.87, indicating a good internal consistency. The KMO value of 0.89 confirms that the dataset supported the performance of the analysis. Results identified two factors, accounting for 62.1% of the total variance. Factor 1 was defined by seven questions related to anxiety/depression (questions 3, 4, 8, 9, 10, 11, and 12). Factor 2 included five questions related to social dysfunction (questions 1, 2, 5, 6, and 7). Factor loadings are presented in Supplementary material 1. Only Factor 1 score (anxiety/depression) was associated with the composition of movement behaviors and included in the regression models and used for compositional isotemporal substitutions.

### Compositional Analysis

Geometric means of the movement behavior and corresponding % of the 24-h, after normalizing them to 1440 min/day, are shown in **Table 2**. In the full sample, the compositional means indicated that more than half of the day was spent in SB (55.4%), followed by sleep (30.3%), LPA (10.5%), and MPVA (3.7%). Supplementary material 2 shows the contribution of the movement behavior over 24 hours.

**Table 2.** Geometric means for movement behaviors.

<b>Movement Behavior</b>	<b>Min/day</b>	<b>% of 24-h</b>
Sleep	436.4	30.3
SB	798.4	55.4
LPA	152.4	10.5
MVPA	52.8	3.7

Movement behaviors were normalized to 1440 min. Abbreviations: SB, sedentary behavior; LPA, light physical activity; MVPA, moderate-to-vigorous physical activity.

**Table 3** presents the pair-wise log-ratio variation matrix between each movement behavior. Sleep and SB presented the highest co-dependency (0.03), followed by sleep and LPA (0.08), and by SB and LPA (0.08). The lowest levels of co-dependency were observed between MVPA and sleep (0.19), and MVPA and SB (0.18).

**Table 3.** Pair-wise log-ratio variation matrix for the movement behaviors.

<b>Movement Behavior</b>	<b>Sleep</b>	<b>SB</b>	<b>LPA</b>	<b>MVPA</b>
Sleep	0.00	0.03	0.08	0.19
SB	0.03	0.00	0.08	0.18
LPA	0.08	0.08	0.00	0.09
MVPA	0.19	0.18	0.09	0.00

Abbreviations: SB, sedentary behavior; LPA, light physical activity; MVPA, moderate-to-vigorous physical activity.

### Multiple Linear Regression Models

Movement behavior composition ( $p < 0.05$ ) and sex ( $p < 0.001$ ) were associated with the anxiety/depression score. After adjusting for sex, age, and SES, the proportion of time spent in SB (0.925,  $p < 0.05$ ) and LPA (-0.887,  $p < 0.05$ ) remained associated with the anxiety/depression score. The proportion of time spent in sleep and MVPA were not associated with the score.

### Compositional Isotemporal Substitutions

**Table 4** shows the significant results of the compositional isotemporal substitutions for reallocations of 10, 30, and 60 min between two specific movement behaviors. Replacing 10, 30, and 60 min from SB to LPA reduced the anxiety/depression score by 0.06, 0.17, and 0.32, respectively. Besides that, reallocating 10, 30, and 60 min from LPA to SB increased the anxiety/depression score by 0.06, 0.20, and 0.44, respectively. Finally, replacing 10, 30, and 60 min of LPA with MVPA resulted in an increase of 0.12, 0.35, and 0.69 on the anxiety/depression score, respectively. All other possible alternatives for reallocating time between movement behavior were not significant.

**Table 4.** Predicted changes in the anxiety/depression score associated with the reallocation of 10, 30, and 60 min between movement behaviors.

↓ 10 min	↑ 10 min	Anxiety/depression score (95% CI)
SB	LPA	-0.06 (-0.10, -0.01)
LPA	SB	0.06 (0.01, 0.11)
LPA	MVPA	0.12 (0.008, 0.24)
↓ 30 min	↑ 30 min	
SB	LPA	-0.17 (-0.30, -0.03)
LPA	SB	0.20 (0.04, 0.36)
LPA	MVPA	0.35 (0.03, 0.67)
↓ 60 min	↑ 60 min	
SB	LPA	-0.32 (-0.57, -0.06)
LPA	SB	0.44 (0.08, 0.81)
LPA	MVPA	0.69 (0.06, 1.32)

Abbreviations: SB, sedentary behavior; LPA, light physical activity; MVPA, moderate-to-vigorous physical activity. All analyses were adjusted for sex, age, and SES.

## Discussion

To our knowledge, this is the first study to carry out a compositional data analysis approach to verify the association between movement behaviors within the 24-h period of the day and scores of depression/anxiety in adolescents, as well as to estimate the impact of replacing time between behaviors through compositional isothermal substitution. The movement behavior composition was associated with the depression/anxiety score, which suggests the critical importance of the 24-h time distribution to mental health during adolescence. Collectively, our findings indicate the benefits of reallocating time away from SB to LPA. In fact, this result adds evidence and extends the emerging literature based on compositional analysis by demonstrating that the substitution of a minimum amount of time as little as 10 minutes of the day from SB to LPA is enough to optimize mental health. These results can have a crucial implication in public health messages regarding depression/anxiety to encourage adolescents to start a behavioral shift by sitting less and moving more through light-intensity activities. Besides that, we reinforce the need for a holistic intervention approach, targeting the full range of possible movement behaviors on a day, instead of a single one (e.g., MVPA)<sup>15, 17</sup>, to improve mental health in adolescents. Also, our results confirmed previous studies that identified the two factors structure of the GHQ-12, comprising the depression/anxiety and the social dysfunction factors<sup>21-23, 32</sup>.

A growing body of evidence has suggested the detrimental effects of the SB on depression/anxiety scores among adolescents<sup>1, 2</sup>. Our results extended the literature by demonstrating that reallocating time spent in SB to LPA was beneficially associated with depression/anxiety in adolescents. By applying a statistical approach that considers the finite time of the day (24-h), the results highlighted that a change in a minimum amount of 10 minutes per day is already enough to promote mental health. These results suggested that even small proportions of the day are crucial to improve mental health in adolescence. It is noteworthy that better results in the score can be achieved with the replacement of longer proportions of time (30 and 60 minutes). In addition, little is known about the association between LPA and depression/anxiety. The scarcity of these data must reflect the difficulty of measuring LPA, which can only be accurately assessed using an objective method (e.g. accelerometry)<sup>33</sup>. These results have a practical relevance as they suggest that future interventions should focus on promoting LPA

to replace SB. LPA should be understood as the gateway for the adolescent to be regularly involved in some type of activity that can positively affect their levels of depression/anxiety.

Another important finding related to the reallocation of time between SB and LPA is the asymmetry of the results. These asymmetric relationships are in line with previous studies involving compositional isotemporal substitution<sup>5,6,9</sup>, and can only be observed by applying this statistical approach<sup>9</sup>. For example, replacing 60 min from SB with LPA reduced by 0.32 the depression/anxiety score, while the inverse increased this score by 0.44. These patterns of asymmetry were observed for all the substitutions between SB and LPA, independently of the amount of time involved. That is, the detrimental effects of a time reduction in LPA are greater than the estimated beneficial results that occur from its increase. A possible explanation for this fact relies on the distribution of time among the movement behaviors within the 24-h<sup>5</sup>. Considering our sample, reallocating 60 minutes from LPA represents approximately 40% of this movement behavior while reallocating 60 minutes from SB only represents 7.5%. Therefore, any reallocation from LPA constitutes a substantial proportion of its time, which is not true for the SB. Together, these results reinforce the need for interventions that, at least, promote the maintenance of the LPA levels for reducing depression/anxiety scores.

Although most of the research has shown the benefits of MVPA on depression/anxiety levels<sup>3,34,35</sup>, in the present study we found that replacing time from LPA to MVPA was associated with higher depression/anxiety scores. To better interpret this result, we believe that it is necessary to understand the context in which the study subjects live. The adolescents included in this study spend more than 9 hours (from 7:30 am to 4:50 pm) of their weekdays in the school and take high school classes along with technical education. One of the technical courses included in the Institute curriculum is agriculture, which demands a high physical effort from the students. Besides that, part of our sample lives in and works on farms, where work can also be exhaustive. Considering that, we hypothesize that the relationship between MVPA and depression/anxiety scores may be moderated by the context in which this activity happens. In line with that, Dumuid et al.<sup>6</sup> evaluated the association between quality of life and movement behavior composition of 5855 children aged 9-11 from countries with different human development indexes. The results showed that children from countries of higher human development index had higher associations between quality of life and MVPA than children from the other countries<sup>6</sup>. To explain the results, it was speculated that



the MVPA performed by children from countries of low development may be predominantly related to work, household chores, or active transport<sup>6</sup>. Together, these results suggested that the type of MVPA in which the adolescent is involved appears to play a critical role in different aspects of mental health.

Strengths of this study include the objective measurement of adolescents' movement behaviors, the use of an accelerometer cut-point developed with Brazilian adolescents, and the compositional data analysis. This approach allowed us to take into account the co-dependence relationship among the four possible movement behaviors within a finite 24-h day. Another strength that gives reliability to the results is the high adherence of the participants to the protocol, considering the non-wear time of 20 minutes and the fact that most of the adolescents wore the accelerometer 7 days for approximately 23 hours per day on average. Nonetheless, the study has some limitations. Although our analyzes were theoretically guided, using a compositional approach and comparing subjects with similar age, sex and socioeconomic background in a multiple regression framework, the cross-sectional nature of the data precludes us from making more rigorous causal inferences. Additionally, the accelerometer was not used during water-based activities (e.g., swimming), which could have underestimated light and moderate-to-vigorous physical activities.

## **Conclusion**

Compositional data analysis is a novel integrated approach to examine the association between co-dependent movement behaviors within 24-h and health indicators. The movement behavior distribution of the day was found to be associated with depression/anxiety scores among adolescents. The amount of time spent in SB relative to the other movement behaviors was detrimentally associated with the depression/anxiety scores, while time spent in LPA was beneficially associated with it, in adolescents. Replacing as little as 10 minutes of SB with LPA may have a positive implication for mental health in adolescents, while the opposite may occur when LPA is replaced with MVPA. Considering that this is the first study to determine the association between movement behaviors over 24-h and depression/anxiety in adolescents, future research is needed to draw firm conclusions. We also suggest that longitudinal and experimental studies may provide further insights into the associations. Finally, qualitative data should be

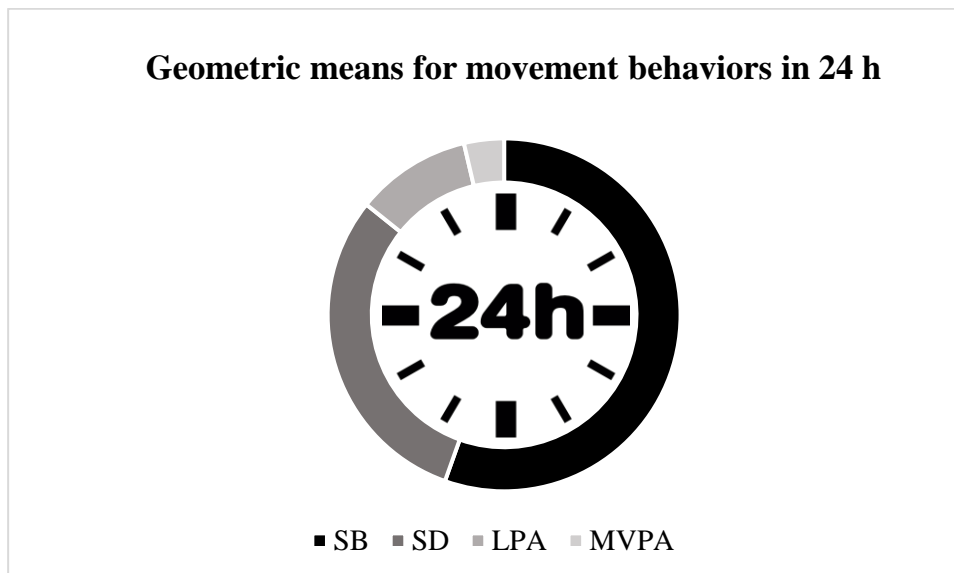
investigated to better understand the determinants related to the 24-h movement behavior distribution among adolescents.

### Supplementary Materials

**S1 Table 5.** Factor loading of the GHQ-12 questions.

	<b>Factor 1</b>	<b>Factor 2</b>
	<b>(Anxiety/Depression)</b>	<b>(Social Dysfunction)</b>
1. Able to concentrate		0.6
2. Lost sleep over worry		0.8
3. Play useful part in things	0.9	
4. Capable of making decisions	0.5	
5. Constantly under strain		0.7
6. Could not overcome difficulties		0.5
7. Enjoy day-to-day activities		0.6
8. Face up to problems	0.6	
9. Feeling unhappy and depressed	0.7	
10. Loss of self-confidence	0.7	
11. Thinking of self as worthless	0.8	
12. Feeling reasonably happy	0.6	

**S2 Figure 1** - Distribution of the 24-h period of the day among the four possible movement behaviors.



Abbreviations: SB, sedentary behavior; SD, sleep duration; LPA, light physical activity; MVPA, moderate-to-vigorous physical activity.

## References

1. BÉLAIR, M. A.; KOHEN, D. E.; KINGSBURY, M.; COLMAN, I. Relationship between leisure time physical activity, sedentary behaviour and symptoms of depression and anxiety: evidence from a populationbased sample of Canadian adolescents. **BMJ Open**, v. 8, n. 10, p. e021119. 2018.
2. HUANG, Y.; LI, L.; GAN, Y.; WANG, C.; JIANG, H.; CAO, S., et al. Sedentary behaviors and risk of depression: a meta-analysis of prospective studies. **Translational Psychiatry**, v. 10, n. 1, p. 26. 2020.
3. OBERSTE, M.; MEDELE, M.; JAVELLE, F.; LIOBA WUNRAM, H.; WALTER, D.; BLOCH, W., et al. Physical Activity for the Treatment of Adolescent Depression: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Frontiers in Physiology**, v. 11, p. 185. 2020.
4. CURTIS, R. G.; DUMUID, D.; OLDS, T.; PLOTNIKOFF, R.; VANDELANOTTE, C.; RYAN, J., et al. The Association Between Time-Use Behaviors and Physical and Mental Well-Being in Adults: A Compositional Isotemporal Substitution Analysis. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 17, n. 2, p. 197-203. 2020.
5. CHASTIN, S. F.; PALAREA-ALBALADEJO, J.; DONTJE, M. L.; SKELTON, D. A. Combined Effects of Time Spent in Physical Activity, Sedentary Behaviors and Sleep on Obesity and Cardio-Metabolic Health Markers: A Novel Compositional Data Analysis Approach. **PLoS One**, v. 10, n. 10, p. e0139984. 2015.

6. DUMUID, D.; MAHER, C.; LEWIS, L. K.; STANFORD, T. E.; MARTIN FERNANDEZ, J. A.; RATCLIFFE, J., et al. Human development index, children's health-related quality of life and movement behaviors: a compositional data analysis. **Quality of Life Research**, v. 27, n. 6, p. 1473-1482. 2018.
7. PEDIŠIĆ, Z.; DUMUID, D.; OLDS, T. S. Integrating sleep, sedentary behaviour, and physical activity research in the emerging field of time-use epidemiology: definitions, concepts, statistical methods, theoretical framework, and future directions. **Kinesiology**, v. 49, n. 2, 2017.
8. FAIRCLOUGH, S. J.; DUMUID, D.; TAYLOR, S.; CURRY, W.; MCGRANE, B.; STRATTON, G., et al. Fitness, fatness and the reallocation of time between children's daily movement behaviours: an analysis of compositional data. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 14. 2017.
9. BIDDLE, G. J. H.; EDWARDSON, C. L.; HENSON, J.; DAVIES, M. J.; KHUNTI, K.; ROWLANDS, A. V., et al. Associations of Physical Behaviours and Behavioural Reallocations with Markers of Metabolic Health: A Compositional Data Analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 10, p. 2280. 2018.
10. CHAPUT, J. P.; SAUNDERS, T. J.; CARSON, V. Interactions between sleep, movement and other non-movement behaviours in the pathogenesis of childhood obesity. **Obesity Reviews**, v. 18 (Suppl 1), p. S7-14. 2017.
11. AITCHISON, J. The statistical analysis of compositional data. **Journal of the Royal Statistical Society Series B (Methodological)**, v. 44, n., p. 139-177. 1982.
12. CARSON, V.; TREMBLAY, M. S.; CHAPUT, J.-P.; MCGREGOR, D.; CHASTIN, S. Compositional analyses of the associations between sedentary time, different intensities of physical activity, and cardiometabolic biomarkers among children and youth from the United States. **PLoS One**, v. 14, n. 7, p. e0220009. 2019.
13. CARSON, V.; TREMBLAY, M. S.; CHAPUT, J. P.; CHASTIN, S. F. Associations between sleep duration, sedentary time, physical activity, and health indicators among Canadian children and youth using compositional analyses. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 41, n. 6 (Suppl 3), p. S294-302. 2016.
14. STEFELOVA, N.; DYGRYN, J.; HRON, K.; GABA, A.; RUBIN, L.; PALAREA-ALBALADEJO, J. Robust Compositional Analysis of Physical Activity and Sedentary Behaviour Data. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 10, p. 2248. 2018.
15. DEL POZO CRUZ, B.; ALFONSO-ROSA, R. M.; MCGREGOR, D.; CHASTIN, S. F.; PALAREA-ALBALADEJO, J.; DEL POZO CRUZ, J. Sedentary behaviour is associated with depression symptoms: Compositional data analysis from a representative sample of 3233 US

adults and older adults assessed with accelerometers. **Journal of Affective Disorders**, v. 265, 2020.

16. LOPES, C. S.; ABREU GDE, A.; DOS SANTOS, D. F.; MENEZES, P. R.; DE CARVALHO, K. M.; CUNHA CDE, F., et al. ERICA: prevalence of common mental disorders in Brazilian adolescents. **Revista de Saúde Pública**, v. 50 (Suppl 1), p. S14. 2016.

17. FARIA, F. R.; NEVES MIRANDA, V. P.; HOWE, C. A.; SASAKI, J. E.; DOS SANTOS AMORIM, P. R. Behavioral classes related to physical activity and sedentary behavior on the evaluation of health and mental outcomes among Brazilian adolescents. **PLoS One**, v. 15, n. 6, p. e0234374. 2020.

18. ROMANZINI, M.; PETROSKI, E. L.; OHARA, D.; DOURADO, A. C.; REICHERT, F. F. Calibration of ActiGraph GT3X, Actical and RT3 accelerometers in adolescents. **European Journal of Sport Science**, v. 14, n. 1, p. 91-99. 2014.

19. GOLDBERG, D. P. The detection of psychiatric illness by questionnaire: a technique for the identification and assessment of non-psychotic psychiatric illness. London: Oxford University Press, 1972.

20. MARI, J. J.; WILLIAMS, P. A comparison of the validity of two psychiatric screening questionnaires (GHQ-12 and SRQ-20) in Brazil, using Relative Operating Characteristic (ROC) analysis. **Psychological Medicine**, v. 15, n. 3, p. 651-659. 1985.

21. ALLISON, K. R.; ADLAF, E. M.; IRVING, H. M.; HATCH, J. L.; SMITH, T. F.; DWYER, J. J., et al. Relationship of vigorous physical activity to psychologic distress among adolescents. **Journal of Adolescent Health**, v. 37, n. 2, p. 164-166. 2005.

22. GOUVEIA, V. V.; BARBOSA, G. A.; ANDRADE, E. O.; CARNEIRO, M. B. Factorial validity and reliability of the General Health Questionnaire (GHQ-12) in the Brazilian physician population. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 26, n. 7, p. 1439-1445. 2010.

23. SCHMITZ, N.; KRUSE, J.; TRESS, W. Psychometric properties of the General Health Questionnaire (GHQ-12) in a German primary care sample. **Acta Psychiatrica Scandinavica**, v. 100, n. 6, p. 462-468. 1999.

24. NAMJOO, S.; SHAGHAGHI, A.; SARBAKSH, P.; ALLAHVERDIPOUR, H.; PAKPOUR, A. H. Psychometric properties of the General Health Questionnaire (GHQ-12) to be applied for the Iranian elder population. **Aging and Mental Health**, v. 21, n. 10, p. 1047-1051. 2017.

25. GOLDBERG, D. P.; GATER, R.; SARTORIUS, N.; USTUN, T. B.; PICCINELLI, M.; GUREJE, O. The validity of two versions of the GHQ in the WHO study of mental illness in general health care. **Psychological Medicine**, v. 27, n. 1, p. 1997.

26. Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. Critério de Classificação econômica Brasil 2015. Disponível em: <http://www.abep.org/criterio-brasil>. Acesso em 10 de setembro de 2017.
27. LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. Anthropometric Standardization Reference Manual. Champaign, IL: Human Kinetics, 1988.
28. DE ONIS, M.; ONYANGO, A. W.; BORGHİ, E.; SIYAM, A.; NISHIDA, C.; SIEKMANN, J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 85, n. 9, p. 660-667. 2007.
29. FLEISS, J. L. Design and analysis of clinical experiments. New York: John Wiley & Sons, 1986.
30. KAISER, H. F. An index of factor simplicity. **Psychometrika**, v. 39, n. 1, p. 31-36. 1974.
31. FOLEY, L.; DUMUID, D.; ATKIN, A. J.; OLDS, T.; OGILVIE, D. Patterns of health behaviour associated with active travel: a compositional data analysis. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 15. 2018.
32. WONG, K. C.; O'DRISCOLL, M. P. Psychometric properties of the General Health Questionnaire-12 in a sample of Hong Kong employees. **Psychology, Health and Medicine**, v. 21, n. 8, p. 975-980. 2016.
33. MATTHEWS, C. E.; MOORE, S. C.; GEORGE, S. M.; SAMPSON, J.; BOWLES, H. R. Improving self-reports of active and sedentary behaviors in large epidemiologic studies. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 40, n. 3, p. 118-126. 2012.
34. KANDOLA, A.; ASHDOWN-FRANKS, G.; HENDRIKSE, J.; SABISTON, C. M.; STUBBS, B. Physical activity and depression: Towards understanding the antidepressant mechanisms of physical activity. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v. 107, p. 525-539. 2019.
35. NAKAGAWA, T.; KOAN, I.; CHEN, C.; MATSUBARA, T.; HAGIWARA, K.; LEI, H., et al. Regular Moderate- to Vigorous-Intensity Physical Activity Rather Than Walking Is Associated with Enhanced Cognitive Functions and Mental Health in Young Adults. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 2, 2020.

## 6 CONCLUSÕES

Esta tese teve como objetivo geral verificar a associação entre comportamentos de movimento e indicadores de saúde física e mental por meio de abordagens integrativas em adolescentes. Os resultados encontrados confirmam o período da adolescência como uma fase de risco para adoção de hábitos prejudiciais à saúde, bem como para o desenvolvimento de fatores de risco para doenças crônicas não transmissíveis e transtornos mentais comuns.

A avaliação de classes comportamentais baseadas em diferentes domínios da atividade física (AF) e do comportamento sedentário (CS) identificou três classes de estilo de vida: “Ativo e não-sedentário”, “Inativo e não-sedentário” e “Inativo e sedentário”. A maioria dos adolescentes foram incluídos nas classes com os piores parâmetros, caracterizados principalmente pelo baixo nível de atividade. A classe “Inativa e sedentária” apresentou maiores escores de transtorno mental comum (TMC) quando comparada a classe “Ativa e não-sedentária”. O estudo reforça a premissa de que adolescentes do sexo feminino são mais inativas do que adolescentes do sexo masculino, uma vez que apresentaram maior probabilidade de pertencerem a pior classe encontrada no estudo (“Inativa e sedentária”). Adicionalmente, adolescentes que apresentaram sinais de TMC tiveram maior probabilidade de pertencerem a classe “Inativa e não-sedentária”. A análise de interações entre sexo e sinais de TMC revelaram que meninas com sinais de TMC tinham mais chances de pertencerem a classe “Inativa e sedentária”, quando comparada a classe “Ativa e não-sedentária”.

De forma semelhante, a avaliação de classes relacionadas a fatores de risco para doenças cardiometabólicas também identificou três classes, incluindo “Risco baixo”, “Risco moderado” e “Risco elevado”. Aproximadamente 80% dos adolescentes foram incluídos na classe “Risco baixo”. Entretanto, até mesmo nessa classe, tida como a mais saudável do estudo, mais de 20% apresentaram probabilidade de ter o percentual de gordura corporal elevado. Adolescentes do sexo feminino apresentaram mais chances de pertencerem a classe “Risco moderado”, enquanto adolescentes do sexo masculino tiveram maior probabilidade de pertencerem as demais classes. Adolescentes com tempo de tela superior a 4 horas diárias apresentaram maiores chances de pertencerem a classe “Risco elevado”. Adolescentes incluídos na classe “Risco baixo” apresentaram maior tempo em AF moderada a vigorosa (AFMV) por semana quando comparados a classe “Risco moderado”. Por outro lado, adolescentes da classe “Risco elevado” exibiram maior

CS durante o final de semana quando comparados as demais classes. Classes de risco cardiometabólico de acordo com o sexo evidenciaram as diferenças na prevalência dos fatores de risco entre meninos e meninas.

Por fim, a análise composicional dos dados descreveu um panorama do dia médio dos adolescentes evidenciando que mais da metade do dia é destinado a atividades sedentárias, enquanto aproximadamente 15% é despendido em atividades de intensidades leve e moderada a vigorosa. A análise ainda indicou a associação entre a composição de comportamentos de movimento realizados em 24 horas e os escores de depressão/ansiedade. A substituição de 10, 30 e 60 minutos do tempo em CS para AF leve (AFL) melhorou os escores de depressão/ansiedade, enquanto o oposto piorou estes escores. A substituição de tempo de AFL para AFMV piorou os escores de depressão.

Os resultados encontrados evidenciam os prejuízos ocasionados pelo excessivo tempo em CS à saúde física e mental de adolescentes, enquanto destacam o papel crucial da AF na promoção da saúde, mesmo que em intensidade leve. Nesse contexto a AFL pode ser entendida como uma porta de entrada para o adolescente vencer as forças que os fazem mover-se menos e sentar-se mais.

A tese ainda evidencia a necessidade de elaboração de recomendações e intervenções holísticas direcionadas as especificidades desta população e que abordem uma ampla gama de comportamentos relacionados ao estilo de vida. Promoção de AFMV, valorização do sono apropriado, inclusão de AFL a vida cotidiana, bem como a discussão sobre os efeitos deletérios do tempo em CS e tempo de tela são alternativas válidas que podem ser eficientes para promoção de saúde física e mental entre adolescentes.



## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A literatura tem sido consistente ao relatar associações positivas entre o estilo de vida ativo e os indicadores de saúde, bem como ao descrever os prejuízos associados ao excessivo tempo em comportamento sedentário (CS), principalmente baseado no tempo de tela (TT). Entretanto, apesar dos consistentes achados e das recomendações de saúde pública, resultados de pesquisas em todo o mundo evidenciam que nós – pesquisadores da epidemiologia da atividade física (AF) e do CS – temos sido derrotados constantemente pelas inúmeras forças que fazem com que a população sente-se mais e mova-se menos, bem como pela falta de políticas públicas consistentes que promovam o acesso a práticas saudáveis, para além da divulgação de seus benefícios.

Os achados do presente estudo podem contribuir para reflexões teóricas que conduzam a alternativas eficientes para promoção de hábitos saudáveis no cotidiano de adolescentes. Inicialmente é válido destacar que, recomendações e intervenções que abranjam os comportamentos de movimento incluindo sono, CS, AF leve (AFL) e AF moderada a vigorosa (AFMV) sejam pensadas de forma holística. Dessa forma, são sugeridos estudos de base populacional que sejam úteis na elaboração de recomendações de tempo em CS e AFL. O rastreamento desses comportamentos poderia fornecer uma recomendação diária ampla, que por exemplo aborde de 8 a 10 horas de sono, um mínimo de 60 minutos de AFMV e os tempos adequados em AFL e CS para adolescentes. Essa abordagem pode ser mais eficiente quando comparada as recomendações direcionadas a apenas um comportamento (por exemplo: AFMV) por considerar a importância de todos os comportamentos acumulados durante o dia nos indicadores de saúde.

Os resultados desta tese também sugerem que recomendações e intervenções para promoção de hábitos saudáveis devem focar primariamente na redução do TT. Campanhas de promoção da saúde que abordem esse tema atingiriam a grande maioria dos adolescentes, uma vez que apenas a minoria destes atende as recomendações de 2 horas diárias em TT. A redução de TT pode abrir uma lacuna para várias possibilidades de comportamentos ativos em diferentes intensidades que promovam bem-estar físico e mental.

É válido destacar que os resultados aqui apresentados levantam um questionamento sobre a viabilidade da recomendação de 2 horas diárias em TT para adolescentes. A revolução

tecnológica vivida nos últimos anos favoreceu a introdução e popularização de novos equipamentos com diferentes aplicativos e funções (por exemplo: *smartphones* e *tablets*), fato que têm dificultado o alcance das recomendações de TT. Para ser seguida e eficiente, a recomendação deve, inicialmente, ser factível. Dessa forma, são sugeridos novos estudos que avaliem a plausibilidade desta recomendação na sociedade contemporânea.

Ressalta-se ainda que recomendações e intervenções de promoção de hábitos saudáveis devam envolver diversas esferas da sociedade que cercam o adolescente, incluindo família e a escola. Pais e responsáveis devem agir com responsabilidade na imposição de limites diários de TT, tempo correto de sono e incentivo a prática de atividades físicas no cotidiano do adolescente. Munir a família como um todo com conhecimentos sobre os impactos do estilo de vida à saúde, que incluem os prejuízos associados ao CS, as recomendações sobre sono, AFMV e TT, bem como os benefícios associados a AFL devem basear campanhas públicas inclusivas e eficientes. Dessa forma, tratar a família é preponderante para que qualquer recomendação ou intervenção seja eficiente.

Além disso, o ambiente escolar constitui-se em um meio apropriado para empoderar os adolescentes acerca de conhecimentos sobre estilo de vida e saúde física e mental, uma vez que a maioria dos adolescentes frequentam esse espaço. Seu potencial de intervenção se torna ainda maior em instituições de ensino integral, tais como as incluídas na presente tese, uma vez que os adolescentes passam a maior parte de seu tempo de vigília nesse contexto. Grupos de debate sobre temas relacionados a saúde, intervalos ativos e projetos de conscientização sobre estilo de vida que envolvam toda a comunidade acadêmica são algumas das alternativas possíveis nesse ambiente. Vale ainda destacar o papel ímpar que o profissional de educação física pode desempenhar como mediador desse processo na escola. Para além de proporcionar a vivência da prática esportiva, conhecimentos sobre os benefícios da AF e estímulo a adesão de comportamentos ativos; os profissionais de educação física inseridos no ambiente escolar podem, por meio de parcerias com professores de outras disciplinas, como por exemplo biologia, integrar diferentes aspectos da saúde a fim de fomentar a adoção de escolhas saudáveis entre adolescentes.

Por fim, sugere-se que os temas abordados nessa tese, bem como temas relevantes à saúde do adolescente sejam divulgadas por meio da comunidade clínica local. Médicos, profissionais da saúde em constante contato com adolescentes e suas famílias, possuem uma posição privilegiada

em termos de credibilidade e espaço para divulgar esses conhecimentos de saúde pública. Por meio de simples recomendações ou de conscientização de pais e responsáveis, esses profissionais podem mediar modificações comportamentais de adolescentes que diminuam os riscos de desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis.

## 8 APÊNDICES

### APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – Estudo Microrregional

<b>INFORMAÇÕES AOS PARTICIPANTES E TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b>
<b>Efeitos da atividade física habitual, comportamento sedentário e fatores associados sobre marcadores cardiometabólicos em adolescentes</b>

<b>Contatos da equipe de pesquisa</b>
<b>Doutoranda:</b> Fernanda Rocha de Faria – Tel.: (31) 99256-5516 / e-mail: projetosaudeadolescente@gmail.com
<b>Professor Orientador:</b> Paulo Roberto dos Santos Amorim – e-mail: pramorim@ufv.br

#### Descrição

Você está sendo convidado(a) a participar de um estudo que avalia o efeito de diversos hábitos relacionados à saúde no desenvolvimento de fatores de risco cardiovascular. Esse estudo tem como objetivo avaliar a atividade física habitual, comportamento sedentário, ingestão nutricional, composição corporal, pressão arterial, nível socioeconômico, transtornos mentais comuns e consumo de álcool e tabaco na determinação de fatores de risco cardiovascular em adolescentes.

No decorrer da adolescência observa-se a adoção de hábitos relacionados à saúde, tais como a prática de atividade física, alimentação, consumo de bebidas alcoólicas e tabagismo. Tais comportamentos estão amplamente relacionados a fatores de risco para doenças crônicas não transmissíveis, cuja incidência e prevalência são crescentes em adolescentes na maioria dos países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Para a realização da pesquisa, o participante será convidado a preencher 6 diferentes questionários: questionário de características gerais, questionário internacional de atividade física, questionário de frequência alimentar, critério de classificação econômica, pesquisa global de saúde do estudante e questionário geral de saúde. Além disso, será avaliada a pressão arterial e coletadas medidas antropométricas e de composição corporal para verificar o percentual de gordura corporal.

#### Participação

Sua participação é voluntária. Você pode desistir de participar a qualquer momento durante a pesquisa sem nenhuma penalidade ou comentário.

#### Benefícios esperados

Este estudo objetiva aumentar o corpo de conhecimentos sobre a temática atividade física relacionada à saúde. Os resultados desse estudo poderão beneficiar os adolescentes envolvidos, especialmente aqueles que apresentarem valores inadequados em uma ou mais variáveis avaliadas, a fim de minimizar seus efeitos agravantes e potencializar os aspectos preventivos, sobretudo em relação aos padrões comportamentais. Por fim, espera-se detalhar o perfil dos alunos do ensino médio integrado ao técnico a fim de estabelecer prioridades a serem trabalhadas em intervenções no contexto escolar, que promovam a adoção de hábitos saudáveis e qualidade de vida nessa população.

#### Riscos

Não será realizada nenhuma atividade que exponha o participante a riscos.

### **Confidencialidade**

Todos os comentários, respostas e dados mensurados serão tratados confidencialmente. Os nomes dos indivíduos não serão divulgados em nenhuma situação, bem como os dados coletados serão analisados exclusivamente pelos pesquisadores envolvidos no estudo.

### **Termo de consentimento de participação**

Nós gostaríamos de pedir-lhe que assine o formulário de consentimento em anexo para confirmar sua concordância em participar.

### **Questões / Informações sobre o projeto**

Por favor, entre em contato com os membros da pesquisa acima nominados para a resolução de qualquer dúvida ou se você desejar outras informações sobre o projeto.

### **Dúvidas ou reclamações a respeito da condução do projeto**

Esse projeto está relacionado à Universidade Federal de Viçosa (UFV), uma instituição compromissada com a integridade dos seus pesquisadores e com as condutas éticas dos projetos de pesquisa. Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da UFV sob o protocolo número 74104217.3.0000.5153, em 03/10/2017. Entretanto, se você tiver alguma dúvida ou reclamação sobre a conduta ética desse projeto você pode contactar o Comitê de pesquisa da UFV pelo telefone (31) 3899-2492. O Comitê de pesquisa não é conectado com o projeto de pesquisa e pode facilitar a resolução de seu problema de forma imparcial.

## **Termo de consentimento**

### **Efeitos da atividade física habitual, comportamento sedentário e fatores associados sobre marcadores cardiometabólicos em adolescentes**

#### **Declaração de consentimento**

Assinando abaixo você está indicando que você:

- Leu e entendeu o documento informativo desse projeto;
- Todas as questões foram adequadamente respondidas;
- Entendeu que se você tiver qualquer questão adicional você pode contactar a equipe de pesquisa;
- Entendeu que você é livre para desistir a qualquer momento, sem nenhuma penalidade;
- Entendeu que você pode contactar o Comitê de ética no telefone (31) 3899-2492 se você tiver qualquer preocupação sobre a conduta ética desse projeto;
- Concorda com a participação do seu filho(a) no projeto, ou para maiores de 18 anos, concorda voluntariamente em participar da pesquisa.

**Nome do Responsável:** \_\_\_\_\_

**Assinatura do Responsável:** \_\_\_\_\_

**Cidade/Estado:** \_\_\_\_\_

**Telefone:** \_\_\_\_\_

**Data:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – Estudo Institucional

<b>INFORMAÇÕES AOS PARTICIPANTES E TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b>
<b>Efeitos da atividade física habitual, comportamento sedentário e fatores associados sobre marcadores cardiometabólicos em adolescentes</b>

<b>Contato da equipe de pesquisa</b>
<b>Doutoranda:</b> Fernanda Rocha de Faria – Tel.: (31) 99256-5516 / e-mail: projetosaudedoadolescente@gmail.com
<b>Professor Orientador:</b> Paulo Roberto dos Santos Amorim – e-mail: pramorim@ufv.br

**Descrição**

Você está sendo convidado(a) a participar de um estudo que avalia o efeito de diversos hábitos relacionados à saúde no desenvolvimento de fatores de risco cardiovascular. Esse estudo tem como objetivo avaliar a atividade física habitual, comportamento sedentário, parâmetros bioquímicos, ingestão nutricional, composição corporal, pressão arterial, nível socioeconômico, transtornos mentais comuns e consumo de álcool e tabaco na determinação de fatores de risco cardiovascular em adolescentes.

No decorrer da adolescência observa-se a adoção de hábitos relacionados à saúde, tais como a prática de atividade física, alimentação, consumo de bebidas alcoólicas e tabagismo. Tais comportamentos estão amplamente relacionados a fatores de risco para doenças crônicas não transmissíveis, cuja incidência e prevalência são crescentes em adolescentes na maioria dos países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Para a realização da pesquisa, o participante será convidado a preencher 6 diferentes questionários: questionários de características gerais, questionário internacional de atividade física, questionário de frequência alimentar, critério de classificação econômica, pesquisa global de saúde do estudante e questionário geral de saúde. Além disso, será avaliada a pressão arterial e coletadas medidas antropométricas e de composição corporal para verificar o percentual de gordura corporal. Para avaliação do nível de atividade física você deverá utilizar um dispositivo durante dia e noite por 8 dias consecutivos, incluindo durante o final de semana.

**Participação**

Sua participação é voluntária. Você pode desistir de participar a qualquer momento durante a pesquisa sem nenhuma penalidade ou comentário.

**Benefícios esperados**

Este estudo objetiva aumentar o corpo de conhecimentos sobre a temática atividade física relacionada à saúde. Os resultados desse estudo poderão beneficiar os adolescentes envolvidos, especialmente aqueles que apresentarem valores inadequados em uma ou mais variáveis avaliadas, a fim de minimizar seus efeitos agravantes e potencializar os aspectos preventivos, sobretudo em relação aos padrões comportamentais. Por fim, espera-se detalhar o perfil dos alunos do ensino médio integrado ao técnico a fim de estabelecer prioridades a serem trabalhadas em intervenções no contexto escolar, que promovam a adoção de hábitos saudáveis e qualidade de vida nessa população.

**Riscos**

Não será realizada nenhuma atividade que exponha o participante a riscos.

### **Confidencialidade**

Todos os comentários, respostas e dados mensurados serão tratados confidencialmente. Os nomes dos indivíduos não serão divulgados em nenhuma situação, bem como os dados coletados serão analisados exclusivamente pelos pesquisadores envolvidos no estudo.

### **Termo de consentimento de participação**

Nós gostaríamos de pedir-lhe que assine o formulário de consentimento em anexo, para confirmar sua concordância em participar.

### **Questões / Informações sobre o projeto**

Por favor, entre em contato com os membros da pesquisa acima nominados para a resolução de qualquer dúvida ou se você desejar outras informações sobre o projeto.

### **Dúvidas ou reclamações a respeito da condução do projeto**

Esse projeto está relacionado à Universidade Federal de Viçosa (UFV), uma instituição compromissada com a integridade dos seus pesquisadores e com as condutas éticas dos projetos de pesquisa. Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da UFV sob o protocolo número 74104217.3.0000.5153, em 03/10/2017. Entretanto, se você tiver alguma dúvida ou reclamação sobre a conduta ética desse projeto você pode contactar o Comitê de pesquisa da UFV pelo telefone (31) 3899-2492. O Comitê de pesquisa não é conectado com o projeto de pesquisa e pode facilitar a resolução de seu problema de forma imparcial.

## **Termo de consentimento**

### **Efeitos da atividade física habitual, comportamento sedentário e fatores associados sobre marcadores cardiometabólicos em adolescentes**

#### **Declaração de consentimento**

Assinando abaixo você está indicando que você:

- Leu e entendeu o documento informativo desse projeto;
- Todas as questões foram adequadamente respondidas;
- Entendeu que se você tiver qualquer questão adicional você pode contactar a equipe de pesquisa;
- Entendeu que você é livre para desistir a qualquer momento, sem nenhuma penalidade;
- Entendeu que você pode contactar o Comitê de ética no telefone (31) 3899-2492 se você tiver qualquer preocupação sobre a conduta ética desse projeto;
- Concorda com a participação do seu filho(a) no projeto, ou para maiores de 18 anos, concorda voluntariamente em participar da pesquisa.

**Nome do Responsável:** \_\_\_\_\_



**Assinatura do Responsável:** \_\_\_\_\_

**Cidade/Estado:** \_\_\_\_\_

**Telefone:** \_\_\_\_\_

**Data:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## APÊNDICE C – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

<b>INFORMAÇÕES AOS PARTICIPANTES E TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b>
<b>Efeitos da atividade física habitual, comportamento sedentário e fatores associados sobre marcadores cardiometabólicos em adolescentes</b>

<b>Contato da equipe de pesquisa</b>
<b>Doutoranda:</b> Fernanda Rocha de Faria – Tel.: (31) 99256-5516 / e-mail: projetosaudedoadolescente@gmail.com
<b>Professor Orientador:</b> Paulo Roberto dos Santos Amorim – e-mail: pramorim@ufv.br

**Declaração de participação do adolescente menor de 18 anos**

Seus pais ou responsáveis deram permissão para que você esteja envolvido nesse projeto de pesquisa. Essa sessão do formulário é para obter sua concordância em participar.

Assinando abaixo você está indicando que o projeto lhe foi explicado numa linguagem que você entendeu e que você concorda em participar.

**Nome do adolescente:** \_\_\_\_\_

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Data:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## APÊNDICE D – Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica

A Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica foi criada pela Lei nº 11.892, em 29 de Dezembro de 2008<sup>1</sup>. A Rede Federal tem como finalidade oferecer educação profissional e tecnológica por meio de ensino, pesquisa e extensão, propiciando o desenvolvimento a partir de uma visão de sociedade inclusiva e democrática<sup>2</sup>. Dentre as metas estipuladas para a Rede Federal, objetiva-se ministrar educação técnica de nível médio, especialmente na forma de cursos integrados<sup>1</sup>.

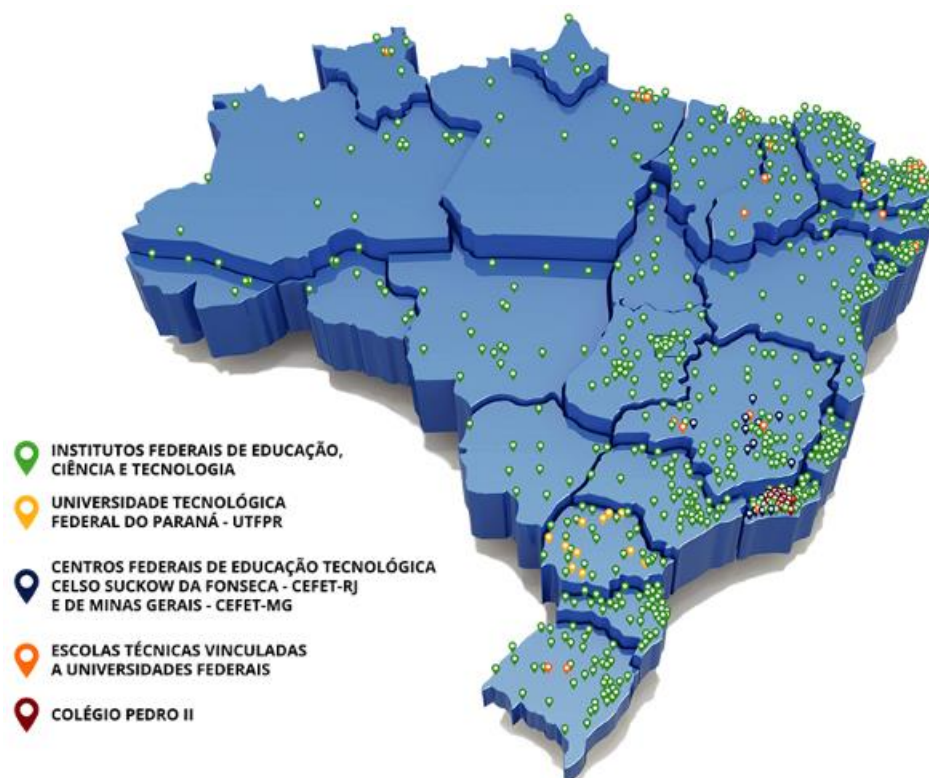
De acordo com a última atualização do Ministério da Educação, no ano de 2019 a Rede Federal perfazia no total 64 Instituições Federais de ensino técnico<sup>3</sup>, conforme distribuição apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 - Instituições vinculadas a Rede Federal de ensino técnico.

<b>Instituição de Ensino</b>	<b>Total</b>
Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia	38
Universidade Tecnológica	01
Centros Federais de Educação Tecnológica	02
Escolas Técnicas vinculadas às Universidades Federais	22
Colégio Técnico	01

Essas Instituições caracterizam-se por serem entidades de educação superior, básica e profissional, pluricurriculares, e multicampi, tendo como órgão executivo a Reitoria<sup>2</sup>. Além disso, são reconhecidas por sua diversidade de cursos, excelência no ensino<sup>3</sup>, e relevância junto à comunidade local por estarem alinhadas às regionalidades e necessidades das cidades em que estão inseridas<sup>2</sup>. Associados a estas Instituições, tem-se ao todo 661 *Campi* distribuídos no território nacional, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Distribuição dos *Campi* entre as 27 unidades federativas do país.



Fonte: Portal do Ministério da Educação. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/rede-federal-inicial/instituicoes>

O estado de Minas Gerais dispõe de 12 Instituições vinculadas a Rede Federal, totalizando 71 *Campi*<sup>4</sup>. Dentre essas Instituições, o Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM), criado pela Lei nº 11.892 de 2008<sup>1</sup>, é constituído por uma Reitoria e 11 *Campi*<sup>5</sup>. Deste total, 8 apresentam cursos técnicos integrados ao ensino médio e se localizam nas cidades de Ituiutaba, Paracatu, Patos de Minas, Patrocínio, Uberaba e Uberlândia<sup>5</sup>. Considerando todos os *Campi*, o IFTM possui 15 cursos técnicos distintos nas seguintes áreas de conhecimento: agrárias, computação e informática, exatas e da terra, engenharias, administração, e tecnologia de alimentos.

Os cursos técnicos são diurnos e o número de disciplinas e carga horária é variável de acordo com o catálogo nacional dos cursos técnicos<sup>6</sup>. Independente do curso técnico e do Campus, fazem parte do currículo da base nacional comum as seguintes disciplinas: artes, biologia, educação física, espanhol, filosofia, física, geografia, história, inglês, matemática, português, química, e

sociologia. A forma de ingresso aos cursos técnicos integrados ao ensino médio se dá por meio de um processo seletivo que abrange os conhecimentos do Ensino Fundamental.

Especificamente, no ano de 2018, o IFTM Campus Ituiutaba possuía horário escolar de 7:30 horas da manhã às 16:50 horas da tarde, de segunda a sexta-feira. O Campus possui cursos técnicos de agricultura, agronomia, eletrotécnica, informática e química. Cada curso possui 1 turma de cada ano do ensino médio, perfazendo um total de 15 turmas. Em média, cada turma possuía 17 disciplinas curriculares obrigatórias durante o período de coleta.

Além de atender a demanda de Ituiutaba, o Campus recebe estudantes oriundos de cidades próximas, tais como Campina Verde, Canápolis, Capinópolis, e Santa Vitória. O Campus localiza-se em uma área afastada do perímetro urbano, a aproximadamente 7 km de distância da área central da cidade. A linha de transporte público que liga o Instituto a cidade possui apenas dois horários: um com chegada no Instituto às 7:30 e outro com saída do Instituto às 16:50 horas. Devido a sua localização, os estudantes despendem todo o horário escolar dentro das dependências do Instituto, incluindo o horário de almoço, que ocorre entre 11:10 e 13:10 horas. Durante o horário de almoço, os alunos possuem diversas outras atividades, tais como: plantões tira-dúvidas com professores, realização de provas de recuperação, monitorias com alunos selecionados para serem monitores, aulas de dependência, oficinas de artes, realização de projetos de pesquisa ou extensão, treinamentos esportivos, dentre outros. Dessa forma, de maneira geral, os estudantes despendem aproximadamente 9 horas no contexto escolar.

A estrutura física do Campus abrange salas de aulas, laboratórios específicos dos cursos técnicos, auditório, sala de professores, salas administrativas, uma quadra poliesportiva, uma lanchonete, e um refeitório. No ano de 2018, o refeitório do Campus fechou devido a falência da empresa vencedora da licitação. O cardápio oferecido no refeitório do Campus era elaborado pela nutricionista da empresa prestadora do serviço e, de acordo com o contrato, deveria ser nutricionalmente balanceada. O restaurante funcionava em regime self-service e o item protéico (carne ou a opção vegetariana) era servido por um funcionário do refeitório. Entretanto, apenas a minoria dos estudantes realizavam suas refeições nesse ambiente por não considerarem o custo-benefício adequado. Como uma opção financeiramente mais acessível, os alunos iniciaram, por conta própria, a compra de marmitex de restaurantes externos ao Instituto. Muitos alunos relataram

que a marmitex possuía maior quantidade de comida, além de ser mais saborosa e temperada do que a alimentação servida no refeitório.

A lanchonete do Instituto seguia as recomendações do cardápio da alimentação escolar para ensino médio integral e integrado do estado de Minas Gerais<sup>7</sup>. Entretanto, diferentes produtos alimentícios foram adicionados ao cardápio na última renovação de seu contrato, pois a nutricionista do Instituto estava afastada de suas atividades para realização de pós-graduação. Por esse motivo são comercializados no Campus produtos tais como: refrigerantes, bebidas energéticas, sorvetes, açaís, chocolates, balas, salgados fritos, dentre outros. A lanchonete ainda possui algumas opções de almoço que incluem macarronada com almôndegas e strogonoff de frango com batata palha.

De acordo com o Plano de carreira dos cargos técnico-administrativos em educação<sup>8</sup>, a nutricionista tem como função oferecer assistência nutricional a indivíduos e coletividades; organizar, administrar e avaliar as dependências responsáveis pela alimentação e nutrição; realizar controle higiênicosanitário; participar de intervenções direcionadas a educação nutricional e ministrar cursos. Sua atuação deve estar de acordo com o Manual de Boas Práticas e deve assessorar atividades de ensino, pesquisa e extensão. De acordo com relatos da nutricionista da Instituição, ela atuou como fiscal dos contratos da lanchonete e do refeitório (quando estava funcionando), controla higiene e manipulação dos alimentos, valores cobrados, alimentos vendidos e qualidade destes alimentos.

O IFTM Campus Ituiutaba também possui em seu quadro de servidores um psicólogo escolar. De acordo com o Plano de carreira dos cargos técnico-administrativos em educação<sup>8</sup>, o psicólogo tem como função estudar, pesquisar e avaliar o desenvolvimento emocional e os processos mentais e sociais de indivíduos, grupos e instituições, com a finalidade de análise, tratamento, orientação e educação. Além disso, deve atuar no diagnóstico e avaliação de distúrbios emocionais e mentais e de adaptação social, elucidando conflitos e questões, acompanhando o(s) paciente(s) durante o processo de tratamento ou cura. Deve também investigar os fatores inconscientes do comportamento individual e grupal, tornando-os conscientes; desenvolver pesquisas experimentais, teóricas e clínicas e coordenar equipes e atividades da área e afins. De acordo com o relato da direção do Campus, a profissional de psicologia do Campus atua junto aos

estudantes que demonstram necessidade de acompanhamento psicológico, e após uma ou duas sessões de diagnóstico, os encaminham para um profissional de psicologia da cidade.

1. BRASIL. **Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008.** Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2008/lei/111892.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/111892.htm). Acesso em: 23 de maio de 2020.
2. INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TRIÂNGULO MINEIRO. **Resolução nº 99/2019, de 25 de novembro de 2019.** Dispõe sobre a revisão/atualização do Projeto Pedagógico do Curso Técnico em Química integrado ao ensino médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – Campus Ituiutaba - 2020/1. Ituiutaba, MG: Conselho superior do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, 2019.
3. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. Ministério da Educação. 2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/rede-federal-inicial/>. Acesso em: 23 de maio de 2020.
4. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Sistema Integrado de Monitoramento, Execução e Controle. Institutos Federais e seus *Campi*. 2019. Disponível em: [http://simec.mec.gov.br/academico/mapa/dados\\_instituto\\_edpro.php?uf=MG](http://simec.mec.gov.br/academico/mapa/dados_instituto_edpro.php?uf=MG). Acesso em: 23 de maio de 2020.
5. INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TRIÂNGULO MINEIRO. Campi e Polos Presenciais. Instituto Federal do Triângulo Mineiro Disponível em: <https://iftm.edu.br/>. Acesso em: 23 de maio de 2020.
6. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Catálogo nacional de cursos técnicos. 2016. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=77451-cnct-3a-edicao-pdf-1&category\\_slug=novembro-2017-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=77451-cnct-3a-edicao-pdf-1&category_slug=novembro-2017-pdf&Itemid=30192). Acesso em: 23 de maio de 2020.
7. GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Cardápio da Alimentação Escolar. Ensino Médio Integral e Integrado. 2019. Disponível em: [http://www2.educacao.mg.gov.br/images/documentos/CARDAPIO%20ENSINO%20M%C3%89DIO%20INTEGRAL%202017%20\(1\).pdf](http://www2.educacao.mg.gov.br/images/documentos/CARDAPIO%20ENSINO%20M%C3%89DIO%20INTEGRAL%202017%20(1).pdf). Acesso em: 23 de maio de 2020.

8. BRASIL. Ministério da Educação. **Ofício Circular nº 015/2005/CGGP/SAA/SE/MEC**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 28 nov. 2005. Assunto: Plano de carreira dos cargos técnico-administrativos em educação.



APÊNDICE E - Questionário de Características Gerais

**I) Identificação**

- 1) Nome completo do participante: \_\_\_\_\_  
 2) Data da avaliação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ 3) Data de Nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_   
 4) Idade: \_\_\_\_\_ 5) Sexo: Feminino  Masculino   
 6) Cidade/Estado que mora: \_\_\_\_\_  
 7) Curso Técnico: \_\_\_\_\_  
 8) Ano do ensino médio: \_\_\_\_\_ 9) Telefone com DDD: \_\_\_\_\_  
 10) E-mail: \_\_\_\_\_

**II) Características autorrelatadas (O que você acha que é seu peso e sua altura).**

11) Peso (kg)	
12) Altura (m)	

**III) Estágio de maturação**

**13) Questão direcionada exclusivamente às participantes do sexo feminino**

Marque com um "X" a opção que representa seu estágio atual:

Ocorrência de menarca há mais de 1 ano: Sim  Não

**14) Questão direcionada exclusivamente aos participantes do sexo masculino**

Marque com um "X" a opção que representa seu estágio atual:

Presença de pelos nas axilas: Sim  Não

**IV) Tempo de tela e de sono autorrelatados:**

15) Tempo de Tela (média em horas):	
16) Tempo de sono (média em horas):	

**Avaliação antropométrica e de composição corporal (para preenchimento do pesquisador)**

Peso (kg)	
Estatura (m)	

Avaliação Antropométrica	1ª medida	2ª medida
Circunferência de Quadril (cm)		
Circunferência de Cintura Cicatriz Umbilical (cm)		
Circunferência de Cintura Menor Curvatura (cm)		
Circunferência de Cintura Ponto Médio (cm)		

Composição Corporal	1ª medida	2ª medida	3ª medida
Dobra Cutânea Tricipital (mm)			
Dobra Cutânea Panturrilha Média (mm)			

<b>Avaliação Clínica</b>	<b>1ª medida</b>	<b>2ª medida</b>	<b>3ª medida</b>
Pressão Arterial (mmHg)	D:		
	E:		

## APÊNDICE F – Instruções para Uso do Acelerômetro

**É extremamente importante para o projeto que você utilize o aparelho corretamente. Por favor, siga atentamente as instruções abaixo:**

- Use o aparelho confortavelmente em torno de sua cintura (em cima da crista ilíaca), por baixo ou por cima de sua roupa, sempre acompanhado pela cinta de fixação.
- **Posicione-o sempre ao lado direito do corpo.**
- Durante o uso, o botão preto do aparelho deverá sempre estar para cima.
- Por favor, prenda o cinto de modo que o aparelho não se mova.
- Utilize o aparelho durante todo o dia e noite, inclusive durante o sono.
- Cuidado: **o aparelho NÃO deverá ser molhado.** Portanto, retire-o antes do banho, aulas de natação, hidroginástica, ou qualquer situação que envolva água e que possa molhá-lo. Ao final da atividade, recoloca o equipamento normalmente.
- O aparelho deverá ser usado por oito **(08) dias consecutivos**, incluindo os dias de final de semana.
- Seu aparelho deverá sempre estar **piscando uma luz verde**. Caso ele pare de piscar, entre em contato a responsável pelo estudo.
- Todos os cuidados possíveis devem ser tomados quanto ao uso do aparelho. Não o derrube e tenha cuidado para não quebrá-lo ou arranhá-lo.
- O acelerômetro é destinado exclusivamente à finalidade de pesquisa, não tendo outra função.
- Assim que receber o aparelho, coloque-o e inicie sua utilização. Este dia de recebimento já conta como dia de uso.
- Durante os dias de uso, **não mude sua rotina de atividades.**
- Se durante o uso do acelerômetro você ficar doente (Ex.: dengue, gripe, etc.), entre em contato com a pesquisadora do estudo, pois o acelerômetro deve ser usado durante sua rotina normal de atividades.
- Não empreste o aparelho a ninguém, **somente você deverá utilizá-lo.**
- Utilize o aparelho até que a pesquisadora principal entre em contato com você para pegá-lo.
- **Esqueceu de utilizar o aparelho?** Entre em contato com a pesquisadora principal deste estudo - Profa. Fernanda Rocha de Faria (telefone: (31) 99256-5516; e-mail: projetosaudedoadolescente@gmail.com).

## APÊNDICE G – Retorno aos Participantes



**Universidade Federal de Viçosa**  
**Centro de Ciências Biológicas e da Saúde**  
**Departamento de Educação Física**  
**Programa de Pós-Graduação em Educação Física**

**Projeto: Efeitos da atividade física habitual, comportamento sedentário e fatores associados sobre marcadores cardiometabólicos em adolescentes**

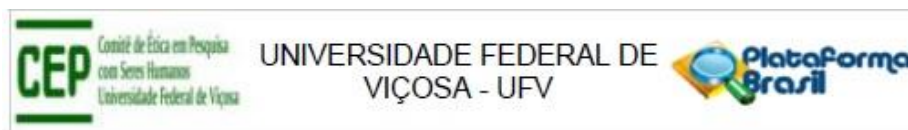
Doutoranda: Fernanda Rocha de Faria  
 Orientador: Prof. Paulo Roberto Amorim  
 Contato: projetosaudedoadolescente@gmail.com

**Relatório individual do participante**

Nome:		
Idade:		
<b>AVALIAÇÕES</b>		
Peso: Avaliação:	Altura:	IMC:
Cintura: Avaliação:	Quadril:	Cintura/Quadril:
Percentual de gordura corporal: Avaliação:		
Pressão arterial média: Avaliação:		
Tempo de Sono: Avaliação:	Tempo de Tela:	
Atividade Física:		
Alimentação:		
Consumos de Álcool e Tabaco:		
Saúde Mental:		

## 9 ANEXOS

ANEXO A – Documento de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa.



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Efeitos da atividade física habitual, comportamento sedentário e fatores associados sobre marcadores cardiometabólicos em adolescentes

**Pesquisador:** Paulo Roberto dos Santos Amorim

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 74104217.3.0000.5153

**Instituição Proponente:** Departamento de Educação Física

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

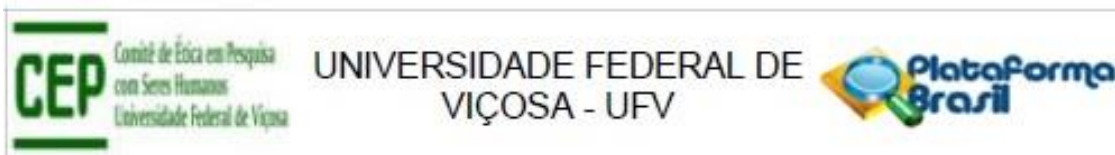
#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.313.053

#### Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo de características observacional e quantitativo, no qual a amostra será composta por estudantes regularmente matriculados nos institutos federais (IF's) de ensino médio integrado ao técnico. Inicialmente a direção das instituições sorteadas serão contactadas e convidadas a compor a amostra do estudo mediante uma carta convite contendo as características do estudo. Após permissão das mesmas, os adolescentes serão convidados a participar por meio de explicação dos procedimentos da pesquisa e entrega do TCLE. O projeto será dividido em três fases distintas: estudo epidemiológico nacional, regional, e institucional. Na fase nacional do estudo, a amostra será composta a partir de uma amostra representativa dos 575 campi, distribuídos nas cinco regiões brasileiras e no Distrito Federal. Após o aceite das Instituições sorteadas, os professores de Educação Física dos campi serão contactados e convidados a colaborar com o estudo mediante a aplicação de questionários. Esses profissionais receberão os instrumentos impressos ou na versão online, dependendo de sua preferência, bem como um manual contendo o protocolo de aplicação padronizado para todas as coletas e vídeos tutoriais sobre cada um dos questionários utilizados. Posteriormente, os professores colaboradores retornarão os questionários e será realizada a tabulação em uma planilha digital. Os participantes serão convidados a responder a seis questionários, os quais objetivam contemplar: características

**Endereço:** Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes  
**Bairro:** Campus Universitário **CEP:** 36.570-900  
**UF:** MG **Município:** VICOSA  
**Telefone:** (31)3899-2492 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 2.313.053

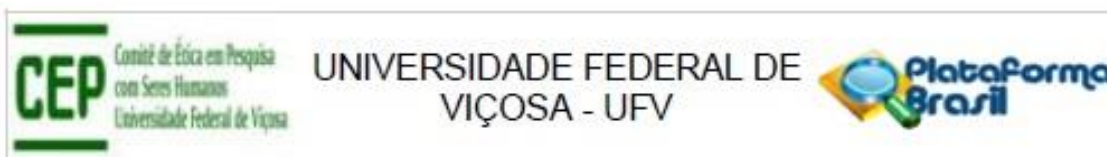
gerais dos participantes; nível de atividade física e comportamento sedentário; frequência de consumo alimentar; status socioeconômico, consumo de álcool e tabaco; e transtornos mentais comuns. Na fase regional do estudo será avaliada uma amostra representativa dos alunos dos IF's localizados no estado de Minas Gerais, Brasil. O estado conta com 5 instituições federais de ensino técnico, totalizando 55 campi. Serão agendados encontros com os alunos para aplicação dos seis questionários descritos na etapa nacional do estudo. Além disso serão avaliadas medidas antropométricas de peso corporal, estatura, e circunferências de cintura e quadril. O percentual de gordura corporal será estimado por meio da equação de Slaughter et al. (1988) a partir da obtenção das dobras cutâneas de tríceps e panturrilha média. A avaliação clínica será realizada por meio da medida da pressão arterial sistólica e diastólica, estando o participante em posição sentada. Além disso, uma subamostra selecionada aleatoriamente será submetida à avaliação direta da atividade física e do comportamento sedentário, mediante uso contínuo por 7 dias de um acelerômetro. Ao final da avaliação os resultados serão entregues individualmente a cada aluno, bem como um relatório geral ao IF participante. O estudo institucional será realizado no IF do Triângulo Mineiro – campus Ituiutaba, MG. Serão realizados todos os procedimentos citados anteriormente nas fases nacional e regional do estudo, além de avaliação bioquímica que será realizada no período entre 07h às 09h da manhã, por um profissional especializado, na qual serão coletados 12 mL de sangue, após jejum de 12 horas, por punção venosa, utilizando-se seringas descartáveis. Serão avaliados os seguintes biomarcadores: glicemia de jejum, insulina, colesterol total, lipoproteína de alta densidade (HDL), lipoproteína de baixa densidade (LDL), triglicerídeos, ácido úrico e proteína C reativa. O índice aterogênico do plasma será calculado através da transformação logarítmica entre a razão triglicerídeos e HDL (MILLÁN et al., 2009). A resistência insulínica será calculada por meio da fórmula desenvolvida por Matthews et al. (1985), a partir das dosagens de insulina e glicemia de jejum. Após análise dos dados, será enviado ao IF um relatório sobre os resultados alcançados, bem com um relatório individualizado a cada participante

#### **Objetivo da Pesquisa:**

**Objetivo primário:** Avaliar a atividade física habitual, comportamento sedentário, marcadores cardiometabólicos, composição corporal, níveis pressóricos, ingestão nutricional, transtornos mentais comuns e consumo de álcool e tabaco na determinação de fatores de risco cardiovascular em adolescentes.

**Objetivo Secundário:** Avaliar o tempo diário gasto em comportamento sedentário e atividade física, perfil bioquímico, níveis pressóricos, adiposidade corporal, transtornos mentais comuns, e consumos alimentar, de álcool e tabaco de acordo com o ano do ensino médio e sexo; • Analisar o

**Endereço:** Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes  
**Bairro:** Campus Universitário **CEP:** 36.570-900  
**UF:** MG **Município:** VICOSA  
**Telefone:** (31)3899-2492 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 2.313.053

efeito do excesso de gordura corporal, sobretudo na região abdominal, sobre a resistência insulínica de acordo com o ano do ensino médio e sexo;• Correlacionar às condições socioeconômicas com a ingestão alimentar, nível de atividade física, marcadores cardiometabólicos, composição corporal, transtornos mentais comuns e consumo de álcool e tabaco;• Verificar diferenças no nível de atividade física, comportamento sedentário, condições socioeconômicas, transtornos mentais comuns, ingestão alimentar, e consumo de álcool e tabaco entre alunos de diferentes regiões do Brasil; Avaliar possíveis diferenças no nível de atividade física, comportamento sedentário, níveis pressóricos, composição corporal, perfil bioquímico, transtornos mentais comuns, ingestão alimentar, e consumo de álcool e tabaco entre alunos de diferentes regiões do estado de Minas Gerais, Brasil;• Estimar as prevalências de hipertensão arterial, obesidade, síndrome metabólica, transtornos mentais comuns, e dislipidemia entre adolescentes, bem como estabelecer suas correlações com os demais fatores de risco cardiovasculares.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

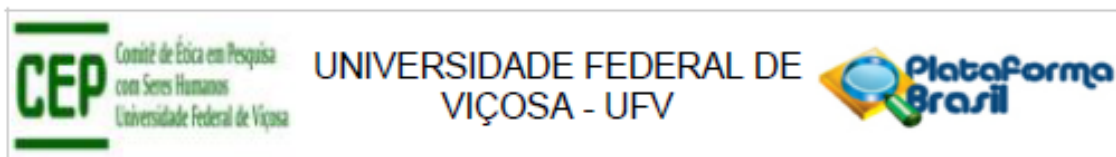
**Riscos:** O estudo inclui o risco de vazamento das informações relacionadas aos participantes. Entretanto, serão tomados todos os cuidados necessários a fim de manter em sigilo todas as informações de caráter pessoal, de forma que apenas o pesquisador tenha acesso a esse conteúdo. Alguns questionários apresentam perguntas pessoais que podem gerar constrangimento ao participante. Porém, os alunos serão orientados a manter uma distância mínima a fim de manter sua privacidade durante o preenchimento. Além disso, riscos associados com a coleta de sangue incluem: dor, hematoma ou outro desconforto no local de punção venosa. Porém, este procedimento será realizado por laboratório cadastrado e profissional especializado, em local asséptico; a fim de minimizar ao máximo a ocorrência destas alterações.

**Benefícios:** A avaliação da influência do estilo de vida nas alterações metabólicas de risco cardiovascular na adolescência pode contribuir para a prevenção de doenças crônicas não transmissíveis em idade futura. Após as avaliações, serão elaborados retornos individualizados aos participantes, bem como um retorno geral a cada uma das instituições de ensino participantes. Além disso, tal investigação pode fornecer importantes informações para elaboração de intervenções que promovam hábitos saudáveis destinadas a essa população de risco em particular.

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa atende aos critérios do CEP

**Endereço:** Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes  
**Bairro:** Campus Universitário **CEP:** 36.570-900  
**UF:** MG **Município:** VICOSA  
**Telefone:** (31)3899-2492 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 2.313.053

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

TCLE e PB modificados.

**Recomendações:**

Retirar o símbolo da UFV e Referencia a UFV do cabeçalho do TCLE.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Projeto aprovado.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Ao término da pesquisa é necessário apresentar, via notificação, o Relatório Final (modelo disponível no site [www.cep.ufv.br](http://www.cep.ufv.br)). Após ser emitido o Parecer Consubstanciado de aprovação do Relatório Final, deve ser encaminhado, via notificação, o Comunicado de Término dos Estudos para encerramento de todo o protocolo na Plataforma Brasil.

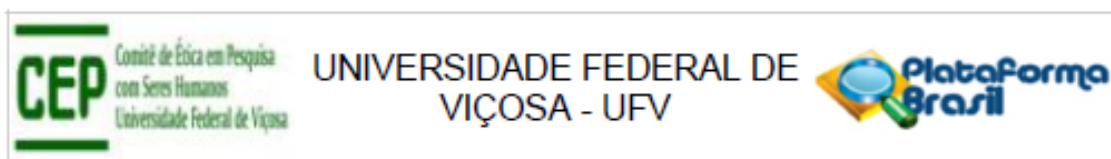
Projeto aprovado autorizando o início da coleta de dados com os seres humanos a partir da data de emissão deste parecer.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_958964.pdf	25/09/2017 22:30:52		Aceito
Outros	Carta_Resposta.pdf	25/09/2017 22:28:59	Fernanda Rocha de Faria	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_modificado.pdf	25/09/2017 22:27:06	Fernanda Rocha de Faria	Aceito
Cronograma	Cronograma_de_trabalho_final.pdf	21/08/2017 16:26:35	Fernanda Rocha de Faria	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto_210817.pdf	21/08/2017 16:21:31	Fernanda Rocha de Faria	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	27/07/2017 11:05:29	Fernanda Rocha de Faria	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.pdf	27/07/2017 11:05:19	Fernanda Rocha de Faria	Aceito

**Endereço:** Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes  
**Bairro:** Campus Universitário **CEP:** 36.570-900  
**UF:** MG **Município:** VICOSA  
**Telefone:** (31)3899-2492 **E-mail:** cep@ufv.br





Continuação do Parecer: 2.313.053

Orçamento	Orçamento.pdf	27/07/2017 11:00:20	Fernanda Rocha de Faria	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_doutorado_completo.pdf	27/07/2017 10:55:42	Fernanda Rocha de Faria	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

VICOSA, 03 de Outubro de 2017

---

**Assinado por:**  
**HELEN HERMANA MIRANDA HERMSDORFF**  
(Coordenador)

**Endereço:** Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes  
**Bairro:** Campus Universitário **CEP:** 36.570-900  
**UF:** MG **Município:** VICOSA  
**Telefone:** (31)3899-2492 **E-mail:** cep@ufv.br

## ANEXO B – Questionário Internacional de Atividade Física

Nome: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Idade : \_\_\_\_ Sexo: F ( ) M ( )

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação às pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor, responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre que:

- Atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal.
- Atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal.

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

**1a.** Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

Dias \_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**1b.** Nos dias em que você caminhou por **pelo menos 10 minutos contínuos** quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

Horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**2a.** Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo, pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração? (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**).

Dias \_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**2b.** Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

Horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**3a** Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo, correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

Dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA**                      ( ) Nenhum

**3b** Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

Horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa, visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

**4a.** Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana**?

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

**4b.** Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana**?

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos



## ANEXO D - Critério de Classificação Econômica 2015 da Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa

### SISTEMA DE PONTOS

#### Variáveis

	Quantidade				
	0	1	2	3	4 ou +
Banheiros	0	3	7	10	14
Empregados domésticos	0	3	7	10	13
Automóveis	0	3	5	8	11
Microcomputador	0	3	6	8	11
Lava louca	0	3	6	6	6
Geladeira	0	2	3	5	5
Freezer	0	2	4	6	6
Lava roupa	0	2	4	6	6
DVD	0	1	3	4	6
Micro-ondas	0	2	4	4	4
Motocicleta	0	1	3	3	3
Secadora roupa	0	2	2	2	2

#### Grau de instrução do chefe de família e acesso a serviços públicos

Escolaridade da pessoa de referência	
Analfabeto / Fundamental I incompleto	0
Fundamental I completo / Fundamental II incompleto	1
Fundamental II completo / Médio incompleto	2
Médio completo / Superior incompleto	4
Superior completo	7
Serviços públicos	
	Não Sim
Água encanada	0 4
Rua pavimentada	0 2

#### Cortes do Critério Brasil

Classe	Pontos
A	45 - 100
B1	38 - 44
B2	29 - 37
C1	23 - 28
C2	17 - 22
D-E	0 - 16

## **PROCEDIMENTO NA COLETA DOS ITENS**

É importante e necessário que o critério seja aplicado de forma uniforme e precisa. Para tanto, é fundamental atender integralmente as definições e procedimentos citados a seguir.

Para aparelhos domésticos em geral:

Devem ser considerados todos os bens que estão dentro do domicílio em funcionamento (incluindo os que estão guardados) independente da forma de aquisição: compra, empréstimo, aluguel, etc. Se o domicílio possui um bem que emprestou a outro, este não deve ser contado pois não está em seu domicílio atualmente. Caso não estejam funcionando, considere apenas se tiver intenção de consertar ou repor nos próximos seis meses.

### **Banheiro**

O que define o banheiro é a existência de vaso sanitário. Considerar todos os banheiros e lavabos com vaso sanitário, incluindo os de empregada, os localizados fora de casa e os da(s) suíte(s). Para ser considerado, o banheiro tem que ser privativo do domicílio. Banheiros coletivos (que servem a mais de uma habitação) não devem ser considerados.

### **Empregados Domésticos**

Considerar apenas os empregados mensalistas, isto é, aqueles que trabalham pelo menos cinco dias por semana, durmam ou não no emprego. Não esqueça de incluir babás, motoristas, cozinheiras, copeiras, arrumadeiras, considerando sempre os mensalistas.

Note bem: o termo empregado mensalista se refere aos empregados que trabalham no domicílio de forma permanente e/ou contínua, pelo menos cinco dias por semana, e não ao regime de pagamento do salário.

### **Automóvel**

Não considerar táxis, vans ou pick-ups usados para fretes, ou qualquer veículo usado para atividades profissionais. Veículos de uso misto (pessoal e profissional) não devem ser considerados.

### **Microcomputador**

Considerar os computadores de mesa, laptops, notebooks e netbooks. Não considerar: calculadoras,

agendas eletrônicas, tablets, palms, smartphones e outros aparelhos.

### **Lava-Louça**

Considere a máquina com função de lavar as louças.

### **Geladeira e Freezer**

No quadro de pontuação há duas linhas independentes para assinalar a posse de geladeira e freezer respectivamente. A pontuação será aplicada de forma independente:

Havendo uma geladeira no domicílio, serão atribuídos os pontos (2) correspondentes a posse de geladeira; Se a geladeira tiver um freezer incorporado – 2ª porta – ou houver no domicílio um freezer independente serão atribuídos os pontos (2) correspondentes ao freezer. Dessa forma, esse domicílio totaliza 4 pontos na soma desses dois bens.

### **Lava-Roupa**

Considerar máquina de lavar roupa, somente as máquinas automáticas e/ou semiautomática. O tanquinho NÃO deve ser considerado.

### **DVD**

Considere como leitor de DVD (Disco Digital de Vídeo ou Disco Digital Versátil) o acessório doméstico capaz de reproduzir mídias no formato DVD ou outros formatos mais modernos, incluindo videogames, computadores, notebooks. Inclua os aparelhos portáteis e os acoplados em microcomputadores. Não considere DVD de automóvel.

### **Micro-ondas**

Considerar forno micro-ondas e aparelho com dupla função (de micro-ondas e forno elétrico).

### **Motocicleta**

Não considerar motocicletas usadas exclusivamente para atividades profissionais. Motocicletas apenas para uso pessoal e de uso misto (pessoal e profissional) devem ser consideradas.

### **Secadora de roupas**

Considerar a máquina de secar roupa. Existem máquinas que fazem duas funções, lavar e secar. Nesses casos, devemos considerar esse equipamento como uma máquina de lavar e como uma secadora.

## ANEXO E - Pesquisa Global de Saúde do Estudante

**47) Quantos anos você tinha quando tomou bebida alcoólica pela primeira vez?**

- (a) Nunca consumi bebidas alcoólicas
- (b) Eu tinha 7 anos ou menos
- (c) 8 a 9 anos
- (d) 10 a 11 anos
- (e) 12 a 13 anos
- (f) 14 a 15 anos
- (g) 16 a 17 anos
- (h) 18 anos ou mais

**48) Nos últimos 30 dias, em quantos dias você consumiu pelo menos uma dose de bebida contendo álcool?**

- (a) Não consumi bebidas alcoólicas
- (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) Todos os 30 dias

**49) Nos últimos 30 dias, nos dias em que você consumiu bebida alcoólica, quantas doses você usualmente bebeu por dia?**

- (a) Não bebi álcool durante os 30 dias
- (b) Menos de uma dose
- (c) 1 dose
- (d) 2 doses
- (e) 3 doses
- (f) 4 doses
- (g) 5 ou mais doses

**50) Nos últimos 30 dias, como você conseguiu a bebida alcoólica que você consumiu?**

- (a) Eu não consumi bebidas alcoólicas
- (b) Eu comprei em um bar, restaurante ou supermercado
- (c) Eu comprei de um vendedor de rua
- (d) Eu dei dinheiro para alguém comprar
- (e) Eu consegui com meus amigos
- (f) Eu consegui com meus familiares
- (g) Eu peguei sem permissão
- (h) Eu consegui de outra forma

**51) Durante a sua vida, quantas vezes você bebeu tanto que ficou embriagado (bêbado)?**

- (a) Nenhuma vez
- (b) 1 a 2 vezes
- (c) 3 a 9 vezes
- (d) 10 vezes ou mais

**53) Quantos anos você tinha quando experimentou cigarros ou outro tipo de tabaco?**

- (a) Nunca fumei
- (b) Eu tinha 7 anos ou menos
- (c) 8 a 9 anos
- (d) 10 a 11 anos
- (e) 12 a 13 anos
- (f) 14 a 15 anos
- (g) 16 anos ou mais

**54) Durante os últimos 30 dias, quantos dias você tem fumado cigarros?**

- (a) 0 (nenhum dia)
- (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) Todos os 30 dias

**55) Durante os últimos 30 dias, em quantos dias você usou qualquer outra forma de tabaco, tais como charuto, cachimbo, cigarro de palha, ou de fumo de rolo?**

- (a) 0 (nenhum dia)
- (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) Todos os 30 dias

**56) Durante os últimos 12 meses, você já tentou parar de fumar cigarros?**

- (a) Eu nunca fumei cigarros
- (b) Eu não fumei cigarros durante os últimos 12 meses
- (c) Sim
- (d) Não

**57) Durante os últimos 7 dias, em quantos dias alguém fumou na sua presença?**

- (a) 0 (nenhum dia)
- (b) 1 ou 2 dias
- (c) 3 ou 4 dias
- (d) 5 ou 6 dias
- (e) Todos os dias

**58) Qual dos seus pais ou responsáveis usam alguma forma de tabaco?**

- (a) Nenhum
- (b) Pai ou responsável do sexo masculino

**52) Durante a sua vida, quantas vezes você teve ressaca, se sentiu doente, teve problemas com sua família ou amigos, faltou à escola ou se envolveu em brigas devido à ingestão de bebidas alcoólicas?**

- (a) Nenhuma vez
- (b) 1 a 2 vezes
- (c) 3 a 9 vezes
- (d) 10 vezes ou mais

- (c) Mãe ou responsável do sexo feminino
- (d) Os dois
- (e) Eu não sei



## ANEXO F – Questionário Geral de Saúde

**INSTRUÇÕES:**

Gostaríamos de saber se você tem tido algumas enfermidades ou transtornos e como têm estado sua saúde nas últimas semanas. Por favor, marque simplesmente com um “X” a resposta que a seu ver corresponde mais com o que você sente ou tem sentido. Lembre que queremos conhecer os problemas recentes e atuais, não os que você tenha tido no passado. **É importante que você responda a todas as perguntas.**

**Você ultimamente:****59) Tem podido concentrar-se bem no que faz?**

- |                              |                                  |
|------------------------------|----------------------------------|
| (1) Mais do que o de costume | (3) Menos que o de costume       |
| (2) Igual ao de costume      | (4) Muito menos que o de costume |

**60) Suas preocupações lhe têm feito perder muito sono?**

- |                               |                                    |
|-------------------------------|------------------------------------|
| (1) Absolutamente, não        | (3) Um pouco mais do que o costume |
| (2) Não mais que o de costume | (4) Muito mais que o costume       |

**61) Tem sentido que tem um papel útil na vida?**

- |                                |                                       |
|--------------------------------|---------------------------------------|
| (1) Mais útil que o de costume | (3) Menos útil que o de costume       |
| (2) Igual ao de costume        | (4) Muito menos útil que o de costume |

**62) Tem se sentido capaz de tomar decisões?**

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| (1) Mais que o de costume | (3) Menos que o de costume             |
| (2) Igual ao de costume   | (4) Muito menos capaz que o de costume |

**63) Tem notado que está constantemente agoniado e tenso?**

- |                               |                                    |
|-------------------------------|------------------------------------|
| (1) Absolutamente, não        | (3) Um pouco mais do que o costume |
| (2) Não mais que o de costume | (4) Muito mais que o de costume    |

**64) Tem tido a sensação de que não pode superar suas dificuldades?**

- |                               |                                       |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| (1) Absolutamente, não        | (3) Um pouco mais do que o de costume |
| (2) Não mais que o de costume | (4) Muito mais que o de costume       |

**65) Tem sido capaz de desfrutar suas atividades normais de cada dia?**

- |                           |                                      |
|---------------------------|--------------------------------------|
| (1) Mais que o de costume | (3) Menos que de costume             |
| (2) Igual ao de costume   | (4) Muito menos capaz que de costume |

**66) Tem sido capaz de enfrentar adequadamente os seus problemas?**

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| (1) Mais que o de costume | (3) Menos que o de costume             |
| (2) Igual ao de costume   | (4) Muito menos capaz que o de costume |

**67) Tem se sentido pouco feliz e deprimido(a)?**

- (1) Absolutamente, não
- (2) Não mais que o de costume

- (3) Um pouco mais que o costume
- (4) Muito mais que o de costume

**68) Tem perdido confiança em si mesmo?**

- (1) Absolutamente, não
- (2) Não mais que o de costume

- (3) Um pouco mais do que o costume
- (4) Muito mais que o de costume

**69) Tem pensado que você é uma pessoa que não serve para nada?**

- (1) Absolutamente, não
- (2) Não mais que o de costume

- (3) Um pouco mais do que o costume
- (4) Muito mais que o de costume

**70) Sente-se razoavelmente feliz considerando todas as circunstâncias?**

- (1) Mais que o de costume
- (2) Igual ao de costume

- (3) Menos que o de costume
- (4) Muito menos que o de costume

## RESEARCH ARTICLE

# Behavioral classes related to physical activity and sedentary behavior on the evaluation of health and mental outcomes among Brazilian adolescents

Fernanda Rocha de Faria<sup>1,2</sup>, Valter Paulo Neves Miranda<sup>1</sup>, Cheryl A. Howe<sup>2</sup>, Jeffer Eidi Sasaki<sup>3</sup>, Paulo Roberto dos Santos Amorim<sup>1</sup>

**1** Department of Physical Education, Federal University of Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brazil, **2** School of Applied Health Sciences and Wellness, Ohio University, Athens, Ohio, United States of America, **3** Department of Sports Science, Federal University of Triângulo Mineiro, Uberaba, Minas Gerais, Brazil

\* [frfaria.ef@gmail.com](mailto:frfaria.ef@gmail.com)



## OPEN ACCESS

**Citation:** Faria FRd, Neves Miranda VP, Howe CA, Sasaki JE, dos Santos Amorim PR (2020) Behavioral classes related to physical activity and sedentary behavior on the evaluation of health and mental outcomes among Brazilian adolescents. *PLoS ONE* 15(6): e0234374. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234374>

**Editor:** Heather Erwin, University of Kentucky, UNITED STATES

**Received:** January 23, 2020

**Accepted:** May 24, 2020

**Published:** June 22, 2020

**Copyright:** © 2020 Faria et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

**Data Availability Statement:** The data set is available online at <https://data.mendeley.com/datasets/5ryb8y37/>.

**Funding:** The author(s) received no specific funding for this work other than the unique funding sources from the Funding Information section. The funders had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

## Abstract

Latent Class Analysis can assist researchers interested in a better understanding of behavioral patterns and their association with health outcomes. This study aimed to identify lifestyle latent classes related to distinct domains of physical activity (PA) and sedentary behavior (SB) among adolescents and their association with health outcomes. This cross-sectional study included 217 Brazilian adolescents (15 to 18 years old, 49.3% female). The classes were based on moderate-to-vigorous physical activity (MVPA), light physical activity (LPA), number of steps, sedentary behavior (SB), and screen time (ST). To assess these behaviors, participants wore an accelerometer for one week. ST, demographic characteristics, socioeconomic status, and signs of common mental disorders (CMD) were evaluated through questionnaires. Latent Class Analysis was used to identify lifestyle classes. Three classes were recognized: “Active—Non-sedentary” (class 1) with 28.1% of adolescents; “Inactive—Non-sedentary” (class 2), 48.85%; and “Inactive—Sedentary” (class 3), 23.04%. Sex and signs of CMD were associated with the prevalence of the classes. Female adolescents presented 4.48 (95% CI 2.04–9.77) times more chance of belonging to the “Inactive—Sedentary” (class 3). Adolescents who presented CMD had 11.35 (95% CI 3.45–101.1) times more chance of belonging to the “Inactive—Non-sedentary” (class 2). The interaction between sex and signs of CMD showed that girls with signs of CMD were 9.20 (95% CI 1.17–71.52) more likely to belong to the Inactive—Sedentary class than the “Active—Non-sedentary”. Results indicate that sex and signs of CMD can affect the prevalence of the classes. Our findings highlight that physical inactivity and SB can be associated with signs of CMD, especially in female adolescents.

**Competing interests:** The authors have declared that no competing interests exist.

## Introduction

Physical inactivity and sedentary behavior (SB) are known as modifiable cardiovascular disease risk factors [1]. While physical inactivity is defined as not reaching the physical activity (PA) guidelines [2]; SB refers to activities with energy expenditure at the level of 1.0–1.5 metabolic equivalent units, performed in a sitting, reclining, or lying down positions, such as watching TV or using a computer [3]. These lifestyle behaviors are primary concerns among the pediatric population as these obesogenic habits developed during childhood usually track into adulthood [4].

Among Brazilian adolescents [5], more than half do not meet the current recommendation of 60 min of moderate-to-vigorous physical activity (MVPA) per day [6, 7]. The same unhealthy pattern applies to SB based on screen time (ST), as most Brazilian adolescents acquire considerable time on this activity [8] and exceed the recommendation of 120 min/day [9]. These lifestyle behaviors affect not only physical but also mental health, with studies reporting associations among physical inactivity, SB, and signs of common mental disorders (CMD), such as depression and anxiety [10, 11].

Most of the research involving lifestyle behaviors such as MVPA, SB and others (e.g. ST, light physical activity (LPA), and number of steps), have examined their association with outcomes in isolation. However, this type of research neither addresses the likelihood of the individual to be simultaneously involved in different lifestyle behaviors (e.g. watching TV while running on a treadmill), nor considers their interaction [12]. Throughout the day, these different lifestyle behaviors can co-occur [13] and commonly have a synergic harmful effect of increasing the prevalence of chronic diseases and mortality [14].

Recently, cluster analysis has been applied in different population targets to overcome this limitation and to explain the interplay among different lifestyle behaviors [13, 15–21]. Latent class analysis (LCA) is one type of clustering method and has emerged as an approach to assist researchers interested in a better understanding of behavioral patterns and their association with health outcomes [22]. The identification of classes with the same types of behaviors can help public policy to recognize those who present the highest health-related risk behavior and assist the development of interventions tailored to these specific groups.

There has been limited information about adolescents' lifestyle-related to PA and SB through modeling techniques, mainly in Brazilians. Previous studies have involved a range of lifestyle behaviors in addition to MVPA and SB, such as sleep duration, physical violence, alcohol and tobacco use, and fruit and vegetable intake, among others [13, 15–21]. Moreover, out of these studies, just one study was carried out in Brazil but it was restricted to female adolescents [15]. Together, the findings of these studies imply that risky behaviors are prevalent and cluster together, with the majority of the adolescents being involved in unhealthy levels of MVPA and SB. However, we highlight that none of these studies have used accelerometer data to address lifestyle patterns related to different domains of PA and SB and their association with signs of CMD among adolescents. The purpose of this study was to identify adolescents' lifestyle latent classes based on different domains of PA and SB, as well as their relationship with sex, signs of CMD, and socioeconomic and health variables.

## Materials and methods

### Study design and participants

This cross-sectional study was carried out between March and September 2018 from a random and representative sample of adolescents enrolled in the high school grades of the Federal Institute of Education, Science, and Technology of Triângulo Mineiro, Ituiutaba Campus,

Minas Gerais, Brazil. The study protocol was conducted according to the guidelines in the Declaration of Helsinki and approved by the Research Ethics Committee involving human beings of the Federal University of Viçosa, under the decision number 74104217.3.0000.5153. Before conducting any measures, participants and their parents or legal guardians (when applicable due to participant's age) provided written consent.

To calculate the sample size, we used a specific formula for cross-sectional studies contained in the EpiInfo software, version 7.2.2.16 (Georgia, United States). We set the population size at 471 (total number of students enrolled in the Institute high school grades) and the prevalence of outcome at 50% since the study considers multiple cardiovascular disease risk factors [23]. We adopted an acceptable error of 5%, a confidence level of 95%, and a design effect of 1.0. From these settings, we found a minimum sample size of 212 adolescents. We increased the sample size by 10% (21 adolescents) to recover possible losses, making up a total sample size of 233 adolescents. The sample was obtained through simple random sampling. Participants were representative of the grade and sex of the students attending the Institute.

To be included in the study, the adolescents were required to be between 15 and 18 years old, have returned the consent forms, and be regularly enrolled in a high school grade of the Institute. The exclusion criteria included pregnancy, temporary or permanent physical or mental disability, and regular use of diuretics/laxatives or the use of medication to control blood pressure.

The first author of this study performed all the measurements and was responsible for delivering and receiving the accelerometers. The data collection occurred over three meetings with each participant. At the first appointment, the selected adolescents were invited to participate in the survey, given information about the research and procedures, and received the consent and assent forms. The second meeting took place at the auditorium of the Institute, where the adolescents were expected to return the signed forms and received an accelerometer. A verbal explanation about the use of the monitor was given along with a leaflet with equivalent instructions. At the same meeting, they filled out the survey questionnaires, which took approximately 30 min to complete. Adolescents received a verbal description of the questionnaires before filling them out and were asked to answer honestly. In addition, we asked them to sit away from each other to maintain their privacy throughout the form filling. After 8 days, the third appointment took place in a private room designated by the Institute and lasted approximately 20 minutes. In this meeting, participants were expected to return the accelerometer and had their anthropometrics and blood pressure measured.

### Latent class manifest variables

We selected five latent variables to describe adolescents' lifestyle classes related to different domains of PA and SB: MVPA, LPA, number of steps, SB, and ST. Variables were categorized dichotomously according to health recommendations (when available) to facilitate the interpretation of results.

### Physical activity, number of steps, and sedentary behavior—Accelerometer

MVPA, LPA, number of steps, and SB were measured by the ActiGraph accelerometer (GT3X model). The ActiLife software (version 6.13.4) (ActiGraph, LLC, Fort Walton Beach, USA) was used to perform all accelerometer analysis. Adolescents wore the monitors on their right hip on an elastic belt for 8 consecutive days, including during sleep at night. The adolescents were instructed not to change their daily routine and that the accelerometer was to be removed only for water-based activities, such as bathing and swimming. The first day of use (the day they received it) was not considered in the analysis to avoid the Hawthorne Effect [24].

We initialized the accelerometer to collect data at a 30 Hz sampling rate and used the normal filter. The data were reintergrated into 15-s epochs. Non-wear time was defined as consecutive zero counts/minute that lasted for at least 20-minutes. To be included in the analysis, participants were required to reach a minimum of 10 h.day<sup>-1</sup> of "wear time" per day and at least 6 days a week, at least 1 of which was a weekend day. We evaluated daily graphs, inclinometer data, and converted these data into a Microsoft Excel comma-separated values (.csv) file to calculate the average sleep duration. These bed/wake times were used to create subject log diaries and removed from the analysis. Average sleep duration between 8 and 10 hours per day was classified as adequate sleep [25]. To classify PA and SB, we adopted the cut-points developed by Romazini et al. [26] validated for Brazilian adolescents using vector magnitude and 15-s epoch.

Based on the weekly average, adolescents were classified into specific behavior categories. MVPA was considered adequate when participants met 60 minutes per day [6, 7]. Due to the absence of a cutoff point for LPA and SB, the 75th percentile of the current dataset was used to classify these variables. The 75th percentile was also applied to the number of steps since just a small percentage of the participants (3.23%) met the cutoff point of 11,700 steps proposed by Tudor-Locke et al. [27].

### Screen time—Self-report

Participants were asked: "On an average day, how many hours do you spend in front of any screen?" Adolescents were told to consider all kinds of screens. ST was considered elevated when it was greater than 120 min, according to the guidelines for adolescents proposed by the American Academy of Pediatrics [9].

### Sociodemographic variables and health outcomes

Demographic characteristics included age, sex, and grade. The socioeconomic status was classified through a specific questionnaire suggested by the Brazilian Association of Survey Companies [28].

To assess CMD, we used the General Health Questionnaire, 12-item version [29], validated for application in Brazilian adolescents [30]. The instrument is easily applicable and suitable for assessing signs of depression and anxiety. It includes personal questions, such as: "Have you been feeling unhappy and depressed?", "Have you been able to enjoy your normal activities each day?", and "Have you lost confidence in yourself?" The responses of each question are coded by a four-point Likert scale to describe the presence and intensity of the CMD. The first two answers describe a normal mental state and were coded as "0". The last two responses indicate the presence of signs of CMD and were labeled "1". We totaled the scores from the 12 questions, and adolescents with a final score of  $\geq 3$  points were classified as "with signs of CMD" [31].

Alcohol and tobacco exposure was obtained by applying two modules from the short version of the Global School-Based Student Health Survey, validated for Brazilian adolescents [32]. The modules were evaluated separately and each one contains 6 questions. The adolescents answered questions like: "How old were you when you first drank alcohol?" and "During the past 30 days, on how many days did you smoke cigarettes?" For all questions, the first possible answer is the absence of consumption or exposure to alcohol or tobacco. The remaining response possibilities indicate some level of consumption or exposure. Final sums of the module equal to zero indicated were classified as "non-exposed", while values  $\geq 1$  were interpreted as "exposed".

Participants' weight (kg) and height (cm) were measured by using a digital scale (Plenna, model Ice, São Paulo, Brazil) and portable stadiometer (Sanny Medical, São Paulo, Brazil), according to Lohman et al. [33]. Body mass index (BMI) was calculated through the formula (weight (kg)/height (m)<sup>2</sup>). BMI was classified in z-score, according to sex and age [34]. Waist and hip circumferences were measured using a flexible and inelastic measuring tape (Cardiomed, Curitiba, Paraná, Brazil). The waist circumference was measured horizontally at the umbilical scar and the hip at the buttock region, surrounding the largest circumference between the waist and the knees [35]. The waist-height ratio (WHR) was calculated by dividing the average waist circumference (cm) by the height (cm). A value of WHR  $\geq$  0.5 was considered an indicator of elevated cardiovascular risk.

Blood pressure was measured using an automatic device (Omron, model HEM 7113, Kyoto, Japan), according to the recommendations of the Guidelines of the Prevention of Atherosclerosis in Childhood and Adolescence [36]. Systolic and diastolic blood pressure were classified according to age, sex, and height percentiles [36].

### Statistical analysis

R Statistical Software [37] version 3.2.2 and IBM SPSS Statistics (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) version 21 were used to perform the analyses. Alpha level was set at 0.05 to interpret the results.

LCA was used for modeling the "lifestyle" variable. This method is appropriate for analysis of interactions and associations between different kinds of behavioral variables. It is a person-centered approach and hence, can offer better conditions to evaluate heterogeneous and asymmetric variables, such as those related to the adolescents' lifestyle [15]. LCA was conducted in the polCA package (Polytomous Variable Latent Class Analysis) [38] available in the library of the R Statistical Software.

Diagnostic evaluation of the most parsimonious model was performed considering the Akaike Information Criterion (AIC), Bayesian Information Criterion (BIC), chi-squared goodness-of-fit test ( $\chi^2$ ) and entropy. Model quality with the inclusion of covariates was evaluated by likelihood ratio tests ( $G^2$ ). The selection of the final model also considered the interpretability of the item-response probabilities of the manifest variables conditioned to the latent classes, based on the homogeneity and separation of the classes.

Kruskal Wallis test was used to verify the association of the following covariates in the prevalence values of the classes was verified: sex, signs of CMD, BMI, blood pressure, alcohol, and tobacco exposure. Bonferroni correction was used in the two-by-two post hoc tests to verify the difference between the k groups. Effect sizes were calculated to evaluate the differences between the continuous values of diastolic and systolic blood pressures among the three latent classes. The formula for the statistical tests of Mann-Whitney-U and Kruskal-Wallis-H were used to calculate  $\eta^2$ . The effect sizes were classified according to the cutoff points suggested by Bakeman [39].

### Results

In total, 228 adolescents completed the survey, but 11 were removed from the sample for not using the accelerometer appropriately. Therefore, the sample comprised of 217 adolescents (16.08  $\pm$  0.95 years old), of which 49.3% were female. Due to the small prevalence of underweight (1.38%) and obese (7.83%) BMI categories, they were grouped with eutrophic and overweight, respectively.

The majority of the adolescents (80.65%) wore the accelerometer for 7 days, while the remaining wore it for 6 days. Mean daily accelerometer usage time was 958 minutes

(approximately 16 hours), without considering records during sleep time. [Table 1](#) shows the absolute and relative frequencies of study variables.

Model fit statistics for two- to five-class solutions are provided in [Table 2](#). The three-class model was chosen as the best fitting model for presenting consistent values of absolute and relative model fit, parsimony, homogeneity, and separation of classes. This model showed similar metrics with the two-class model, higher entropy value, and better indices compared to the other classes.

After interpretation of the item response probabilities, the following three classes were identified: **Class 1**: "Active—Non-sedentary"; **Class 2**: "Inactive—Non-sedentary"; and **Class 3**: "Inactive—Sedentary", as shown in [Fig 1](#). The "Active—Non-sedentary" accounted for 28.1% ( $n = 61$ ) of the sample. The majority of these participants were more likely to meet the MVPA recommendation ( $\geq 60$  minutes) and to spend less time in SB ( $< 75$ th percentile). The "Inactive—Non-sedentary" represented 48.85% ( $n = 106$ ) of the sample. All the adolescents in Class 2 were characterized by less time spent in SB ( $< 75$ th percentile) and low PA level. Class 3, labeled "Inactive—Sedentary", comprised 23.0% ( $n = 50$ ) of the sample. Adolescents in this class presented less than a 10% chance to reach the recommended MVPA ( $\geq 60$  min), and a probability of approximately 0% of reaching adequate levels of the other health behaviors. Considering the total sample, they had the highest time spent in SB, and the lowest time spent in MVPA and LPA.

[Table 3](#) presents continuous variables related to demographic characteristics, anthropometric measures, and cardiovascular risk factors among the three classes. Adolescents included in the "Inactive—Sedentary" class presented a higher CMD score than those assigned to the "Active and Non-sedentary" class. We highlight the diastolic blood pressure  $p$ -value ( $p = 0.06$ ), which was close to the alpha level adopted in this study ( $p < 0.05$ ). After observing this, we performed a *Cohen's d* effect size test on this variable and found a significant value of 0.263, which indicates the relative importance of the classes on diastolic blood pressure. Differences in systolic and diastolic blood pressures are displayed by the box plot graph in [S1 Fig](#).

We tested the effect of all possible combinations of covariates to the model above. After testing the covariates with the selected model, it was found that sex and signs of CMD were associated with the prevalence of the latent classes ([Table 4](#)). The new model with the inclusion of the covariates sex and signs of CMD showed that girls presented 4.5 (CI 95% 2.04–9.77) times greater likelihood of belonging to the "Inactive—Sedentary" (class 3) instead of the "Active—Non-sedentary" (class 1—reference). In addition, adolescents who presented signs of CMD had 11.4 (CI 95% 3.45–101.1) times greater likelihood of belonging to the "Inactive and Non-sedentary" (class 2) than to the "Active and Non-sedentary" (class 1—reference) ([Table 4](#)). The association among classes and covariates is provided in [Table 5](#).

Lastly, we created a model to analyze the interaction between the covariates sex and signs of CMD. For this new model, the two-class model solution was chosen as the best fitting model, due to its consistent fit (AIC: 900.55, BIC: 947.46,  $\chi^2 = 21.33$ , Degrees of Freedom = 14,  $G^2 = 21.27$ ,  $p$ -value  $G^2 = 0.214$ , and Entropy = 0.84). The two latent classes were labeled "Active and Non-sedentary" ( $\gamma = 28.11\%$ ) and "Inactive and Sedentary" ( $\gamma = 71.89\%$ ). The results showed that female adolescents with signs of CMD were 9.20 (95% CI 1.17–71.52) more likely to be in the "Inactive and Sedentary" class than the "Active and Non-Sedentary" class.

## Discussion

This study evaluated a cluster of five modifiable cardiovascular disease risk factors—MVPA, LPA, number of steps, SB, and ST—in a sample of Brazilian adolescents aged 15 to 18 years old. Our results contributed to a better understanding of adolescents' behavioral patterns and



Table 1. Sample characteristics, overall and by sex.

	Male (n = 110)	Female (n = 107)	Total (n = 217)
<b>Age group</b>			
15-16	73 (66.4%)	64 (59.8%)	137 (63.1%)
17-18	37 (33.6%)	43 (40.2%)	80 (36.9%)
<b>Grade</b>			
10th	45 (40.9%)	37 (34.6%)	82 (37.8%)
11th	36 (32.7%)	38 (35.5%)	74 (34.1%)
12th	29 (26.4%)	32 (29.9%)	61 (28.1%)
<b>MVPA</b>			
Adequate (>60 min/day)	51 (46.4%)	25 (23.4%)	76 (35.0%)
Insufficient (<60 min/day)	59 (53.6%)	82 (76.6%)	141 (65.0%)
<b>LPA</b>			
Adequate (>169.7 min/day)	41 (37.3%)	13 (12.2%)	54 (24.9%)
Insufficient (<169.7 min/day)	69 (62.7%)	94 (87.9%)	163 (75.1%)
<b>Number of steps</b>			
Adequate (>8455 steps/day)	40 (36.4%)	14 (13.1%)	54 (24.9%)
Insufficient (<8455 steps/day)	70 (63.6%)	93 (86.9%)	163 (75.1%)
<b>SB</b>			
Adequate (<799.5 min/day)	85 (77.3%)	78 (72.9%)	163 (75.12%)
Elevated (>799.5 min/day)	25 (22.7%)	29 (27.1%)	54 (24.88%)
<b>ST</b>			
Appropriate (<2 hours/day)	3 (2.7%)	2 (1.9%)	5 (2.3%)
Elevated (>2 hours/day)	107 (97.3%)	105 (98.1%)	212 (97.7%)
<b>Sleep duration</b>			
Adequate (8-10 hours/day)	12 (10.9%)	13 (12.2%)	25 (11.5%)
Insufficient (<8 hours/day)	98 (89.1%)	94 (87.9%)	192 (88.5%)
<b>SES</b>			
Wealthy (classes A and B1)	31 (28.2%)	22 (20.6%)	53 (24.4%)
Middle (classes B2 and C1)	68 (61.8%)	67 (62.6%)	135 (62.2%)
Lower (classes C2 and D-E)	11 (10.0%)	18 (16.8%)	29 (13.4%)
<b>CMD</b>			
No signs of CMD (<3 points)	47 (42.7%)	6 (5.6%)	53 (24.4%)
With signs of CMD (>= 3 points)	63 (57.2%)	101 (94.4%)	164 (75.6%)
<b>Alcohol</b>			
Non-Exposed (sum = 0)	23 (20.9%)	12 (11.2%)	35 (16.1%)
Exposed (sum > 0)	87 (79.1%)	95 (88.8%)	182 (83.9%)
<b>Tobacco</b>			
Non-exposed (sum = 0)	69 (62.7%)	77 (72.0%)	146 (67.3%)
Exposed (sum > 0)	41 (37.3%)	30 (28.0%)	71 (32.7%)
<b>BMI</b>			
Eutrophic (< 85th %)	74 (67.3%)	83 (77.6%)	157 (72.4%)
Overweight (>= 85th %)	36 (32.7%)	24 (22.4%)	60 (27.7%)
<b>Blood Pressure</b>			
Adequate	92 (83.6%)	107 (100.0%)	199 (91.7%)
Elevated	18 (16.4%)	0 (0%)	18 (8.3%)

MVPA, moderate-to-vigorous physical activity; LPA, light physical activity; SB, sedentary behavior; ST, screen time; SES, socioeconomic status; CMD, common mental disorders; BMI, body mass index.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234374.t001>

Table 2. Relative and absolute fit indices for latent class models.

Latent Classes	AIC	BIC	DF	$\chi^2$	G <sup>2</sup>	p-G <sup>2</sup>	Entropy
2	921.75	958.93	20	20.88	19.61	0.403	0.83
3	924.91	982.37	14	11.20	12.04	0.602	0.91
4	929.93	1007.67	8	3.92	5.06	0.750	0.74
5	938.02	1036.04	2	0.75	1.15	0.560	0.79
6	949.55	1067.84	-4	0.44	0.67	-	0.78

AIC, Akaike Information Criterion; BIC, Bayesian Information Criterion; DF, degrees of freedom;  $\chi^2$ , Pearson's goodness-of-fit; G<sup>2</sup>, likelihood ratio deviance statistic.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234374.t002>

their association with sex and psychological characteristics. Corroborating previous studies [13, 15, 16, 18], we found that healthy and unhealthy behaviors cluster together, and female adolescents presented a greater likelihood of being inactive and sedentary than males. A critical finding of this study was that physical inactivity and SB are associated with signs of mental disorders, especially in girls.

Regardless of the class, ST did not differentiate the groups because only a few adolescents complied with the 120-min/day limit recommendation [9] (Table 1). In spite of that, we maintained this variable in the model due to its harmful effects on physical and mental health, as has been previously highlighted by others [10]. This result suggested that interventions to fight the sedentary lifestyle pandemic must be primarily based on reducing ST in this population. By addressing this variable, interventions could reach the majority of the adolescents, as suggested by our results, which are in agreement with others that found a large amount of time spent by adolescents in this type of activity [8, 15, 18, 21]. The recommendation of restricting

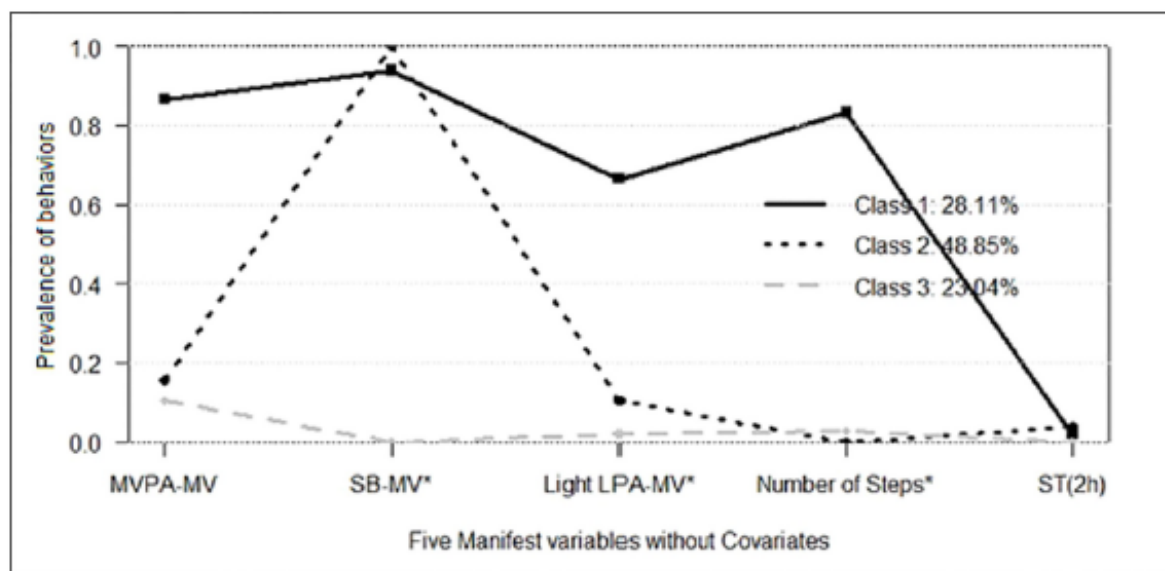


Fig 1. Distribution of participants across each of the three classes. MVPA, Moderate-to-vigorous physical activity; SB, Sedentary behavior; LPA, Light physical activity; ST, Screen time; MV, Magnitude Vector; \*Variables measured with the accelerometer. Class 1: "Active—Non-Sedentary", Class 2: "Inactive—Non-Sedentary", and Class 3: "Inactive and Sedentary".

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234374.g001>

Table 3. Variation of age, cardiovascular disease risk factors, and CMD score among the latent classes.

Variables	Class 1 (n = 61) Active—Non-Sedentary		Class 2 (n = 106) Inactive—Non-Sedentary		Class 3 (n = 50) Inactive—Sedentary		p*
	Median	P25—P75	Median	P25—P75	Median	P25—P75	
Age	16.0	(15.0–17.0)	16.0	(15.0–17.0)	16.0	(15.0–17.0)	0.70
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	21.4	(19.6–24.7)	21.1	(19.3–23.8)	20.4	(18.4–25.7)	0.32
Hip (cm)	97.1	(92.2–101.2)	96.8	(92.9–103.1)	95.9	(90.6–106.5)	0.74
Waist (cm)	76.6	(72.8–84.0)	75.4	(70.7–83.8)	73.8	(69.0–86.4)	0.20
SBP (mmHg)	105.5	(99.0–115.7)	102.5	(95.3–113.5)	104.2	(95.3–110.6)	0.27
DBP (mmHg)	56.0	(51.5–61.0)	57.2	(53.5–62.5)	59.5	(53.0–63.6)	0.06
CMD score	4.0 <sup>†</sup>	(1.0–8.0)	6.0	(3.0–9.0)	6.0 <sup>†</sup>	(3.7–10.0)	0.04*

\* Significant p-value (<0.05) Kruskal Wallis test.

<sup>†</sup> Significant p-value (<0.016) of Bonferroni post hoc test between class 1 and class 3. BMI, body mass index; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; CMD, common mental disorders.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234374.t003>

ST to less than 2h/day is well-known among researchers, but the high average time spent on this behavior (approximately 396 min per day) can suggest that the population who need this knowledge the most—adolescents—is not aware of this recommendation. Messages concerning ST should highlight the recommended time, its adverse effects on physical and mental health, and encourage the individual to exchange the excessive time spent on ST with healthier behaviors, such as PA of any intensity, or at least a standing posture. Since cell phone use or other small screens are a large portion of this excessive ST behavior, and since they are portable, incorporating even LPA during use can mitigate some of the negative consequences associated with this behavior.

Class 1, labeled “Active—Non-sedentary”, comprised approximately one-third of the sample and was considered the healthiest class in the study. Adolescents in this class were more likely to meet the MVPA recommendations (60 min per day) [6, 7], had the highest LPA and number of steps, and more than 90% of them reached the SB cutoff (<75th percentile). The CMD final score in this class was the lowest among the groups and was significantly lower than class 3 (“Inactive and Sedentary”) (Table 3). These results are in line with other studies which have shown a positive association between PA level and mental health [10, 11].

Table 4. Sex and signs of CMD as predictors of membership in latent classes of adolescents.

α (Intercept)	Class 2 / Class 1					
	β (Coefficient)	SE	Odds Ratio	CI (95%)		p-value
Female <sup>†</sup>	0.02	0.63	1.02	0.36	3.49	0.97
Signs of Mental Disorder <sup>‡</sup>	2.43	1.12	11.35	3.45	101.10	0.05*
α (Intercept)	Class 3 / Class 1					
	β (Coefficient)	SE	Odds Ratio	CI (95%)		p-value
Female <sup>†</sup>	1.50	0.40	4.48	2.04	9.77	0.003*
Signs of Mental Disorder <sup>‡</sup>	0.314	0.39	1.36	0.63	2.93	0.441

<sup>†</sup> Indicates that ‘male’ is the reference category.

<sup>‡</sup> Indicates that ‘Without signs of CMD is the reference category.’

\* Significant association; SE: Standard error; CI 95%: Confidence Interval of 95%. Model fit values with covariates sex and signs of CMD: AIC: 902.01, BIC: 972.98, Pearson’s goodness-of-fit  $\chi^2$  for multiway response profile table = 12.3, DF = 10, Likelihood ratio deviance statistic ( $G^2$ ) = 13.43 (p-value  $G^2$  = 0.200), and Entropy = 0.91.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234374.t004>

Table 5. Association values of the latent class analysis model with individual covariates.

Covariates	Class 2 / Class 1†					Class 3 / Class 1†						
	$\beta$ (Coefficient)	SE	Odds Ratio	CI (95%)	p-value	$\beta$ (Coefficient)	SE	Odds Ratio	CI (95%)	p-value		
Male†			1					1				
Female	1.09	0.71	2.97	0.74	11.94	0.150	1.97	0.46	7.17	2.91	17.63	0.001*
Without CMD†			1					1				
Presence of CMD	0.99	0.36	2.69	1.33	5.41	0.019*	2.37	1.09	2.97	1.27	90.01	0.05*
Eutrophic†			1					1				
Overweight	-0.49	0.44	0.61	0.25	1.44	0.280	0.72	0.51	2.05	0.75	5.58	0.182
Adequate WHtR†			1					1				
Elevate WHtR	1.70	1.26	5.47	0.46	64.07	0.202	0.34	0.39	1.40	0.65	3.00	0.399
Normal BP†			1					1				
Elevated BP	-1.22	0.54	0.29	0.10	0.84	0.044*	-0.72	0.51	0.48	0.76	5.52	0.182
Alcohol—not exposed†			1					1				
Alcohol—exposed	0.30	0.50	1.34	0.50	3.59	0.550	-0.20	0.53	0.81	0.30	2.20	0.712
Tobacco—not exposed†			1					1				
Tobacco—exposed	0.28	0.64	2.24	0.37	6.61	0.664	-0.87	0.44	0.41	0.17	0.99	0.072
Adequate SD†			1					1				
Insufficient SD	2.06	0.77	7.84	1.75	35.16	0.021*	0.52	1.25	1.68	0.14	19.49	0.682

† Reference class, Class 1;

† Reference categories;

\* Significant association (p-value  $\leq 0.05$ ). Class 1: Active & Non-Sedentary; Class 2: Inactive & Non-Sedentary; Class 3: Inactive & Sedentary. CMD, common mental disorder; WHtR, waist-height ratio; BP, blood pressure; SD, sleep duration.<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234374.t005>

Furthermore, this class presented high levels of PA and SB based on ST, which confirms that these activities are not mutually exclusive, as pointed out by others [13, 15]. That is to say, high PA level does not replace SB and vice-versa. In interventions targeting this class must mainly focus on how to keep these individuals active and non-sedentary, and also on how to avoid the typical PA reduction and SB increase over the years, as reported by other authors [16].

The intermediate class -“Inactive and Non-sedentary”- was the largest group (n = 106) and had as its most significant feature the lowest time spent in SB compared to the other groups (<75th percentile). Despite that, adolescents in this class showed the smallest number of steps, and little time spent in MVPA and LPA. These results confirm the premise that one behavior does not replace the other; that is, low SB does not mean a high PA level. These findings imply that one healthy behavior does not imply in a healthy lifestyle. This physical inactivity pattern is the primary concern in this group due to its well-known harmful effects on general health [40]. Also, adolescents with signs of CMD had 11.4 (CI 95% 3.45–101.1) times greater likelihood of being in this class in relation to the “Active and Non-sedentary” class. These findings confirmed that signs of CMD have a meaningful effect on PA and SB patterns. We attributed these findings to the benefits of the PA level on mental health, as both of these classes presented practically the same SB pattern (Fig 1). Interventions tailored to this class must promote all domains of PA that can be accumulated throughout the day.

Class 3 (“Inactive and Sedentary”) was the worst behavior combination and was composed of 23.0% (n = 50) of the adolescents. This class exhibited the lowest levels of MVPA and LPA, and the highest levels of SB. This unhealthy pattern reflected on their mental health since adolescents in this group presented higher CMD final score than Class 1 (Table 3). The positive association among physical inactive, SB and psychological impairment in adolescents has

previously been established [10, 11, 19]. Understanding the factors that make these individuals stand out from the others as the highest risk group may provide valuable direction for developing successful interventions.

In Brazil, there is also a high prevalence of anxiety and depression among adolescents. A national representative study of Brazilian adolescents, from 12 to 17 years old, applied the same CMD questionnaire and cutoff used in this study [41]. In that study, signs of CMD were prevalent in 33.6% of the participants from 15 to 17 years old, being higher among girls [41]. We highlight the higher prevalence found in our study, where approximately 75% of the adolescents were classified with signs of CMD (Table 1). We speculate that the reason for such difference may rely on the different school routine of our sample. Adolescents enrolled in this type of school take high school classes along with technical education. Their school routine includes 40 classes per week, from 7:30 am to 4:50 pm, with 17 required distinct subjects on average. Besides academic obligations, based on their grades, they can either apply to be a subject tutor or a research fellow, being involved in diverse types of activities during lunch break. These adolescents live as "mini-adults", and such an exhausting routine full of pressure may be the justification for the high prevalence of signs of CMD found in our study.

Our results supported the well-established knowledge that females are more physically inactive and sedentary than males [17, 21]. Girls were 4.5 (CI 95%: 2.04–9.77) more likely to belong to the "Inactive—Sedentary" (class 3) instead of the "Active—Non-sedentary" (class 1). This fact shows female adolescents as an at-risk group and confirms our hypothesis of sex disparity related to PA and SB. However, our study went beyond that by evaluating two classes and extended the literature by showing the interaction between sex and signs of CMD. Females adolescents with signs of CMD were 9.2 (95% CI: 1.17–71.52) more likely to be in the "Inactive and Sedentary" class than in the "Active and Non-Sedentary" class. These results suggested that physical inactivity and SB can be associated with signs of CMD, especially in girls. These findings should not be disregarded as adolescence is a period for the onset of behaviors that can be tracked into adulthood [17]. PA has been associated with improvements in mental health, mainly by increasing self-esteem [42] and reducing depression [10].

It is difficult to compare our results with others because just a few studies with adolescents between 15 and 18 years old have applied LCA, and most of them included different health behaviors on the model. One study worth mentioning was developed by Miranda et al. [15] and involved 405 Brazilian female adolescents from 14 to 19 years old. MVPA, number of steps, ST, sitting time, and number of meals were included in the LCA model. The variables clustered in three classes, two of which were also found in our study ("Inactive-Non-sedentary" and "Inactive and Sedentary"). The other class found by Miranda et al. [15] was the "Active and Sedentary", despite the low frequency found in this group (6.2% of the sample). Unlike our study, which has found the "Inactive and Non-sedentary" as the largest class (48.9%), Miranda et al. [15] found that 77.5% of their sample were classified as "Inactive and Sedentary". We speculate that the difference in our results should be explained by the sample involved. While we had both sexes, the other study restricted their sample to female adolescents, who are known to be more inactive and sedentary. Together, all these findings and prevalence mentioned above suggested that traditional Brazilian public policy to improve PA in adolescents, especially females, does not seem to be effective. More personal interventions with actions tailored to the specificity of each group may be a better option to promote healthy behaviors. Moreover, adolescents should learn and be educated about multiple health risk factors and their consequences in adulthood. Thus, the school environment should be seen as a critical place in combating youth risk behaviors. We state it because the majority of adolescents are enrolled in this context and spend most of their days in it. Active breaks, discussing groups, and a subject related to the adoption of healthy behaviors are some of the options to be

developed in this context. The school can play a critical role not only in the adolescents' intellectual development but also in the empowerment of their knowledge about health.

The strengths of this study include the uniqueness of the findings, the application of LCA to identify behavioral patterns, and the objective measurement of PA and SB. Besides that, the non-wear time of 20 minutes and the fact that most of the adolescents wore the accelerometer 7 days for 16 hours per day, on average, highlight the high adherence of the participants to the protocol and give reliability to the results. However, this study has some limitations. First, due to its cross-sectional design, we cannot make any conclusions about the causality of the associations. Second, the accelerometer was not used during water-based activities (e.g., swimming), which could lead to an underestimation of the PA level. Third, like all self-report methods, the answers to the questionnaires relied on the adolescent's ability to accurately recall information. Lastly, a dichotomization of the variables to facilitate the interpretation may have led to the loss of some crucial information. In addition, it is worth mentioning that the findings would have been different if we had selected a distinct cutoff other than the 75th percentile for SB, LPA, and the number of steps. However, there is no consensus about a cut-point for the first two variables, and the majority of the adolescents did not reach the number of steps recommended by Tudor-Locke et al. [27]. Nevertheless, the 75th percentile was applied in another LCA study [15] and can be a useful method to compare adolescents with their peers. Future research should address the development of a SB cut-point and evaluate the distinct domains of PA and SB included in this study separately by sex. We also suggest longitudinal research to assess if the patterns are tracked into adult life and their effect on health over time. Finally, qualitative data should be sought to describe the determinants of each class (family, structure, mental, and others) that make adolescents adopt different behavior.

## Conclusions

In conclusion, three behavioral classes of different domains of PA and SB were found to represent the patterns of our sample. ST did not differentiate the classes and should be targeted as the main risky behavior in future interventions. Female adolescents had more chances to belong to the "Inactive and Sedentary", while the ones with signs of CMD were more likely to be in the "Inactive and Non-sedentary" class. Therefore, holistic interventions must be developed, specific for each sex, and with particular attention to psychological health.

## Supporting information

**S1 Fig.**  
(PDF)

## Acknowledgments

We are thankful to all adolescents who participated in this study.

## Author Contributions

**Conceptualization:** Paulo Roberto dos Santos Amorim.

**Data curation:** Fernanda Rocha de Faria, Valter Paulo Neves Miranda.

**Formal analysis:** Fernanda Rocha de Faria, Valter Paulo Neves Miranda.

**Investigation:** Fernanda Rocha de Faria.

**Methodology:** Fernanda Rocha de Faria, Cheryl A. Howe, Paulo Roberto dos Santos Amorim.

**Project administration:** Paulo Roberto dos Santos Amorim.

**Supervision:** Cheryl A. Howe, Jeffer Eidi Sasaki, Paulo Roberto dos Santos Amorim.

**Writing – original draft:** Fernanda Rocha de Faria.

**Writing – review & editing:** Fernanda Rocha de Faria, Valter Paulo Neves Miranda, Cheryl A. Howe, Jeffer Eidi Sasaki, Paulo Roberto dos Santos Amorim.

## References

1. Lavie CJ, Ozemek C, Carbone S, Katzmarzyk PT, Blair SN. Sedentary Behavior, Exercise, and Cardiovascular Health. *Circ. Res.* 2019, 124, 799–815. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.118.312688> PMID: 30817262
2. Thivel D, Tremblay A, Genin PM, Panahi S, Riviere D, Duclos M. Physical Activity, Inactivity, and Sedentary Behaviors: Definitions and Implications in Occupational Health. *Front Public Health*. 2018, 6, 288. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2018.00288> PMID: 30345266
3. Pate RR, O'Neill JR, Lobelo F. The evolving definition of "sedentary". *Exerc Sport Sci Rev.* 2008, 36, 173–178. <https://doi.org/10.1093/ESR/36/3/173> PMID: 18815485
4. Biddle SJ, Pearson N, Ross GM, Braithwaite R. Tracking of sedentary behaviours of young people: a systematic review. *Prev Med.* 2010, 51, 345–351. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2010.07.018> PMID: 20682330
5. Cureau FV, da Silva TL, Bloch KV, Fujimori E, Belfort DR, de Carvalho KM, et al. ERICA: leisure-time physical inactivity in Brazilian adolescents. *Rev Saude Publica.* 2016, 50, S4. <https://doi.org/10.1590/S01518-8787.2016050006683> PMID: 26910541
6. 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. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-7-40> PMID: 20459784
7. World Health Organization. *Global Recommendations on Physical Activity for Health*. World Health Organization: Geneva, 2010.
8. Oliveira JS, Barufaldi LA, Abreu Gde A, Leal VS, Brunken GS, Vasconcelos SM, et al. ERICA: use of screens and consumption of meals and snacks by Brazilian adolescents. *Rev Saude Publica.* 2016, 50, S7. <https://doi.org/10.1590/S01518-8787.2016050006680> PMID: 26910539
9. Strasburger VC. Children, adolescents, obesity, and the media. *Pediatrics.* 2011, 128, 201–208. <https://doi.org/10.1542/peds.2011-1086> PMID: 21708800
10. Kremer P, Elshaug C, Leslie E, Toumbourou JW, Patton GC, Williams J. Physical activity, leisure-time screen use and depression among children and young adolescents. *J Sci Med Sport.* 2014, 17, 183–187. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2013.03.012> PMID: 23648221
11. Ussher MH, Owen CG, Cook DG, Whincup PH. The relationship between physical activity, sedentary behaviour and psychological wellbeing among adolescents. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol.* 2007, 42, 851–856. <https://doi.org/10.1007/s00127-007-0232-x> PMID: 17639309
12. Chaput JP, Saunders TJ, Carson V. Interactions between sleep, movement and other non-movement behaviours in the pathogenesis of childhood obesity. *Obes Rev.* 2017, 18, S7–S14. <https://doi.org/10.1111/obr.12508> PMID: 28164448
13. Fleary SA. Combined Patterns of Risk for Problem and Obesogenic Behaviors in Adolescents: A Latent Class Analysis Approach. *J Sch Health.* 2017, 87, 182–193. <https://doi.org/10.1111/josh.12481> PMID: 28147457
14. Krokstad S, Ding D, Grunseit AC, Sund ER, Holmen TL, Rangul V, et al. Multiple lifestyle behaviours and mortality, findings from a large population-based Norwegian cohort study—The HUNT Study. *BMC Public Health.* 2017, 17, 58. <https://doi.org/10.1186/s12889-016-3993-x>
15. Miranda VPN, Amorim PRS, Bastos RR, Souza VGB, Faria ER, Franceschini SCC, et al. Evaluation of lifestyle of female adolescents through latent class analysis approach. *BMC Public Health.* 2019, 19, 184. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-6488-8> PMID: 30760240
16. Evenson KR, Wen F, Hales D, Herring AH. National youth sedentary behavior and physical activity daily patterns using latent class analysis applied to accelerometry. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2016, 13, 55. <https://doi.org/10.1186/s12966-016-0382-x>
17. Iannotti RJ, Wang J. Patterns of physical activity, sedentary behavior, and diet in U.S. adolescents. *J Adolesc Health.* 2013, 53, 280–286. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2013.03.007> PMID: 23642973

18. Huh J, Riggs NR, Spruit-Metz D, Chou CP, Huang Z, Pentz M. Identifying patterns of eating and physical activity in children: a latent class analysis of obesity risk. *Obesity (Silver Spring)*. 2011, 19, 652–658. <https://doi.org/10.1038/oby.2010.228> PMID: 20930718
19. Champion KE, Mather M, Spring B, Kay-Lambkin F, Teesson M, Newton NC. Clustering of Multiple Risk Behaviors Among a Sample of 18-Year-Old Australians and Associations With Mental Health Outcomes: A Latent Class Analysis. *Front Public Health*. 2018, 6, 135. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2018.00135> PMID: 29868543
20. Jenkins GP, Evenson KR, Herring AH, Hales D, Stevens J. Cardiometabolic Correlates of Physical Activity and Sedentary Patterns in U.S. Youth. *Med Sci Sports Exerc*. 2017, 49, 1826–1833. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001310> PMID: 28538259
21. Kim Y, Barreira TV, Kang M. Concurrent Associations of Physical Activity and Screen-Based Sedentary Behavior on Obesity Among US Adolescents: A Latent Class Analysis. *J Epidemiol*. 2016, 26, 137–144. <https://doi.org/10.2188/jea.JE20150068> PMID: 26477996
22. Kongsted A, Nieben AM. Latent Class Analysis in health research. *J Physiother*. 2017, 63, 55–58. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2016.05.018> PMID: 27914733
23. Martínez-González MA, Alonso A, Bes-Rastrollo M. *Estimación del tamaño muestral*. In: Martínez-González MA, Sánchez-Villegas A, Fajado JF, editors. *Bioestadística amigable*. 2 ed. Díaz de Santos: España, 373–417, 2009.
24. Corder K, Ekkelund U, Steele RM, Wareham NJ, Brage S. Assessment of physical activity in youth. *J Appl Physiol*. 2008, 105, 977–987. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00094.2008> PMID: 18635884
25. Paruthi S, Brooks LJ, D'Ambrosio C, Hall WA, Kotagal S, Lloyd RM, et al. Recommended Amount of Sleep for Pediatric Populations: A Consensus Statement of the American Academy of Sleep Medicine. *J Clin Sleep Med*. 2016, 12, 785–786. <https://doi.org/10.5664/jcam.5886> PMID: 27250809
26. Romanzini M, Petroski EL, Ohara D, Dourado AC, Reichert FF. Calibration of ActiGraph GT3X, Actical and RT3 accelerometers in adolescents. *Eur J Sport Sci*. 2014, 14, 91–99. <https://doi.org/10.1080/17461391.2012.732614> PMID: 24533499
27. Tudor-Locke C, Craig CL, Beets MW, Belton S, Cardon GM, Duncan S, et al. How many steps/day are enough? for children and adolescents. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2011, 8, 78. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-8-78> PMID: 21799014
28. Brazilian Association of Survey Companies. 2016. <http://www.abep.org/criterio-brasil> (accessed on September 10, 2017)
29. Goldberg DP. *The detection of psychiatric illness by questionnaire: a technique for the identification and assessment of non-psychotic psychiatric illness*; University Press: London, UK, 1972.
30. Mari JJ, Williams P. A comparison of the validity of two psychiatric screening questionnaires (GHQ-12 and SRQ-20) in Brazil, using Relative Operating Characteristic (ROC) analysis. *Psychol Med*. 1985, 15, 651–659. <https://doi.org/10.1017/s0033291700031500> PMID: 4048323
31. Goldberg DP, Williams P. A user's guide to the General Health Questionnaire—GHQ; Nfer-Nelson: Windsor, UK, 1988.
32. Tenório MCM, Barros MVG, Tassitano RM, Bezerra J, Tenório JM, Hallal PC. Physical activity and sedentary behavior among adolescent high school students. *Rev Bras Epidemiol*. 2010, 13, 105–117. <https://doi.org/10.1590/S1415-790X2010000100010> PMID: 20683559
33. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. *Anthropometric Standardization Reference Manual*; Human Kinetics: Champaign, USA, 1988.
34. de Onis M, Orlyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ*. 2007, 85, 660–667. <https://doi.org/10.2471/blt.07.043497> PMID: 18026621
35. World Health Organization. *Waist circumference and waist-hip ratio*. Report of a WHO Expert Consultation, World Health Organization: Geneva, 2008.
36. Gomes MAM, Nobre F, Alessi A, Feitosa AD, Coelho EB. 7th Brazilian Guideline of Arterial Hypertension: Chapter 2-Diagnosis and Classification. *Arq Bras Cardiol*. 2016, 107, 7–13. <https://doi.org/10.5935/abc.20160152> PMID: 27819381
37. R Code Team and R Development Code Team. *A Language and Environment for Statistical Computing*; R Core Team and R Development Core Team, 2014.
38. Linzer DA, Lewis JB. polLCA: An R Package for Polytomous Variable Latent Class Analysis. *J Stat Softw*. 2011, 42, 1–29. <https://doi.org/10.18637/jss.v042.i10>
39. Bakeman R. Recommended effect size statistics for repeated measures designs. *Behav Res Methods*. 2005, 37, 379–384. <https://doi.org/10.3758/BF03192707> PMID: 16405133



40. World Health Organization. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. World Health Organization: Geneva, 2009.
41. Lopes CS, Abreu Gde A, dos Santos DF, Menezes PR, de Carvalho KM, Cunha Cde F, et al. ERICA: prevalence of common mental disorders in Brazilian adolescents. *Rev Saude Publica*. 2016, 1, S14. <https://doi.org/10.1590/S01518-8787.2016050006690>
42. Liu M, Wu L, Ming Q. How Does Physical Activity Intervention Improve Self-Esteem and Self-Concept in Children and Adolescents? Evidence from a Meta-Analysis. *PLoS One*. 2015, 10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134804> PMID: 26241879

Supplementary Material 1

S1 Figure

