

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

SABRINA FONTES DOMINGUES

**COMPORTAMENTOS HABITUAIS DE ADOLESCENTES: PADRÃO DE SONO,
PRÁTICA DE ATIVIDADE FÍSICA E TEMPO SEDENTÁRIO**

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2022**

SABRINA FONTES DOMINGUES

**COMPORTAMENTOS HABITUAIS DE ADOLESCENTES: PADRÃO DE SONO,
PRÁTICA DE ATIVIDADE FÍSICA E TEMPO SEDENTÁRIO**

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

Coorientadores: Helton de Sá Souza
Walace David Monteiro

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2022**

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

T	Domingues, Sabrina Fontes, 1982-
D671c	Comportamentos habituais de adolescentes: padrões de sono,
2022	prática de atividade física e tempo sedentário / Sabrina Fontes Domingues. - Viçosa, MG, 2022. 1 tese eletrônica (210 f.): il. (algumas color.). Texto em português e inglês. Inclui anexos. Inclui apêndices. Orientador: Paulo Roberto dos Santos Amorim Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Educação Física, 2022. Inclui bibliografia. DOI: https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2022.764 Modo de acesso: World Wide Web.
	1. Exercícios físicos; 2. Comportamento sedentário; 3. Adolescentes - Sono; 4. Acelerômetros; 5. Análise de dados; I. Amorim, Paulo Roberto dos Santos II. Universidade Federal de Viçosa.. Departamento de Educação Física. Programa de Pós- Graduação em Educação Física III. Título
	CDD 22.ed. 613.7043

SABRINA FONTES DOMINGUES

**COMPORTAMENTOS HABITUAIS DE ADOLESCENTES: PADRÃO DE SONO,
PRÁTICA DE ATIVIDADE FÍSICA E TEMPO SEDENTÁRIO**

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: 14 de outubro de 2022.

Assentimento:

Documento assinado digitalmente
 SABRINA FONTES DOMINGUES
Data: 15/12/2022 14:33:37-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Sabrina Fontes Domingues
Autora

Documento assinado digitalmente
 PAULO ROBERTO DOS SANTOS AMORIM
Data: 16/12/2022 12:13:51-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Paulo Roberto dos Santos Amorim
Orientador

**Dedico esta tese a Deus, a meus pais,
Ana Florinda e Mauro; a meu irmão,
Miguel; ao meu marido, Carlos Alberto;
aos meus sogros, Suzana e Carlos; e ao
meu orientador Paulo Amorim.**

AGRADECIMENTOS

A Deus, agradeço pela oportunidade de concluir mais uma etapa de formação profissional, por me ensinar a ser resiliente em meio aos desafios ao longo dessa trajetória e por colocar “anjos” em meu caminho, para que eu não me sentisse só em momento algum.

A minha mãe Ana Florinda, por me fazer acreditar que sou merecedora do melhor que a vida pode me oferecer e por me ensinar a resistir diante das intempéries.

Ao meu pai Mauro por acreditar em mim e me apoiar na busca dos meus sonhos.

Dedico um agradecimento muito especial ao meu marido, Carlos por me apoiar, me incentivar, me acolher, me cuidar, me resgatar, me erguer e me amar ainda mais depois de toda essa jornada.

Ao Buddy e a Glória por trazerem alegria aos meus dias do acordar ao adormecer.

A meu irmão Miguel, por ser meu esteio e minha fonte de lucidez em meio as “tempestades”.

Aos meus sobrinhos, Miguel e Izabel por serem fonte de vida em todos momentos da minha vida.

As famílias Fontes e Lago por torcerem e orarem pelo meu sucesso nesse doutorado, em especial aos meus sogros Suzana e Carlos e a Celi por cuidarem de mim enquanto eu estava longe da minha família e as minhas tias Maria Helena e Dione pelas orações diárias.

Ao meu querido orientador, professor e amigo Paulo Roberto dos Santos Amorim por apostar em mim mais uma vez, por ser fonte de inspiração, por segurar na minha mão e me mostrar o caminho, me dando liberdade mas sempre atento aos meus passos, me mantendo segura e “iluminando minha caminhada”.

A Fernanda Rocha Faria por permitir que eu tivesse um projeto de doutorado “aos 45 minutos do segundo tempo”, confiando a mim seus preciosos dados, além de me nortear e acompanhar no passo a passo da elaboração desta tese.

Ao professor Cristiano Diniz da Silva, por “se aventurar nesses mares nunca antes navegados para me salvar em meio a tempestade como um salva vidas em meio as turbulências de um mar revolto”, trazendo tranquilidade na condução da tese, se mantendo firme ao meu lado como um amigo leal, conselheiro e companheiro.

Ao professor Helton de Sá Souza, pela coorientação, ampliando as perspectivas da minha pesquisa com seu jeitinho solidário, terno e sereno de compartilhar seus conhecimentos.

Ao professor Michael Pereira da Silva por “abrir as portas” para essa parceria, acolhendo meu trabalho com muito entusiasmo e comprometimento.

Ao professor Jeffer Eidi Sasaki, pela receptividade em estar conosco contribuindo com suas experiências e expertise.

Ao Wellington Segheto, sem o qual eu sequer teria me inscrito na seleção do doutorado. Por ser um grande exemplo de determinação, por acreditar em mim e por estar sempre ao meu lado, eu sempre lhe serei grata de todo meu coração. Independente do que as “evidências” não revelem, sou sua fã, querido amigo! Você foi imprescindível nessa conquista!

Ao Vadinho, Claudinha, Lú e Thiago por me acolherem com tanto amor e por serem a torcida mais animada e otimista que eu poderia ter nesse percurso.

A Isabella, “Bella”, que me socorreu tantas vezes com sua ternura, me incentivando e compartilhando seus conhecimentos com tanta solicitude.

Ao querido “companheiro” Rômulo por me lembrar diariamente que “Papai do céu está no comando” e por isso temos que ter fé em dias melhores, pois eles sempre vêm! Obrigada por fazer parte dessa história!

A Elizângela, amiga querida, por estar comigo, por me amparar, abrandar meu coração e me impulsionar nos momentos difíceis.

Ao querido amigo Anselmo, pelo ombro amigo, pela confiança a mim ofertada e pela oportunidade de me fazer crescer como pessoa e como profissional ao seu lado.

Aos meus padrinhos Marli e Pedrinho por me mostrarem o caminho da fé e esperança, sempre!

Aos companheiros de trabalho da UNIFAGOC, que me acompanharam na busca deste sonho, em especial a Daniela, Renata, Victor, Denise, Bianca, Felipe, Leililene, Liana, Marcelo Daibert, Alisânia, Ivi, Márcia, Jéssika e Aline.

Aos indescritíveis Alexandre e Gustavo por tudo e por tanto! A motivação e torcida de vocês foram fundamentais para que eu concluísse esse doutorado.

A Roseny e Silvinha por me dar colo sempre que necessário e me mostrar o meu potencial, mesmo quando eu já não tinha forças para prosseguir. Obrigada por tanto amor e carinho!

As amigas de todas as horas Eliza, Roberta, Cyrana, Cristiane, Gabi, Sirlane, Juliana, Marcela e Paulinha por acreditarem e torcerem por mim, sempre.

As Luluzinhas por estarem comigo ATÉ PRA SEMPRE!

A Rosianny Berto, Eliane Aparecida e Dênia Paula por serem grandes exemplos pra mim e por me mostrarem o quanto a amizade sobrevive ao tempo e a distância.

A minha amiga Ednea por estar na primeira fila me assistindo, orando e torcendo por esse doutorado.

A Marinês, Elsie, Dona Martha, Dona Therezinha e Dona Maria do Carmo pelo carinho e incentivo.

A Thayná por estar tão perto, mesmo tão longe me mostrando que tenho um “porto seguro”.

Aos irmãos fraternos da Seara Espírita Caminho da Luz pelas vibrações positivas e pelo acolhimento durante os momentos difíceis.

A Maria Nena e Andrea por me ajudarem a descobrir quem eu sou, desvendando meu potencial e auxiliando a abrir os caminhos da vida.

A todos os membros do grupo de pesquisa “*Be Safe*”, pelo colaboração e oportunidade de aprendizado, em especial a Érika, Pablo, Júlia, Beatriz, Thayana, Ingrid, Natiele, Larissa e Valter.

Ao diretor, aos professores e aos servidores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Campus Ituiutaba por facilitar a logística das coletas e, aos adolescentes voluntários e seus responsáveis, pela disponibilidade, sem os quais seria impossível a realização deste trabalho.

Aos amigos e colegas do doutorado, pela troca de experiências, em especial ao Joel pelas discussões acadêmicas e oportunidades de aprendizado.

A todos os professores presentes na minha vida acadêmica, por contribuírem para o meu crescimento. Em especial, ao professor Paulo Lanes Lobato pelo estímulo em buscar a continuidade da carreira acadêmica e ao professor João Carlos Bouzas Marins, pelo aprendizado e por deixar as portas do Lapeh abertas para meus projetos, mais uma vez, com tanto carinho e confiança.

A Universidade Federal de Viçosa, em especial aos professores e funcionários do Departamento de Educação, por manterem as portas abertas a minha passagem, o que possibilitou o meu crescimento pessoal e profissional.

A Dorothea Dumuid (*University of South Australia*), a Tyman E. Stanford (*The University of Adelaide*) e a Clarice Maria de Lucena Martins (Universidade Federal da

Paraíba) pelo tempo em transferir seus conhecimentos para me auxiliar na análise estatística.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

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

BIOGRAFIA

Sabrina Fontes Domingues, filha de Mauro Saraiva Domingues e Ana Florinda Fontes, nasceu em 13 de novembro de 1982, em Viçosa – Minas Gerais.

Em março de 2001, iniciou o curso de Educação Física na Universidade Federal de Viçosa. Graduou-se em Bacharelado e Licenciatura em julho de 2005.

Em setembro de 2005 iniciou o curso de pós-graduação *Lato Sensu* em Exercício Físico Aplicado a Reabilitação Cardíaca e a Grupos Especiais na Universidade Gama Filho. Concluiu em março de 2007.

Em agosto de 2010, iniciou o curso de mestrado em Educação Física na Universidade Federal de Viçosa. Defendeu sua dissertação em março de 2013.

Em agosto de 2017, iniciou o curso de doutorado em Educação Física na Universidade Federal de Viçosa. Defendeu sua tese em outubro de 2022.

***“Um bom estoque de resignação é de suma
importância na provisão da estrada da
vida.”***

(Arthur Schopenhauer)

RESUMO

DOMINGUES, Sabrina Fontes, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2022. **Comportamentos habituais de adolescentes: padrão de sono, da prática de atividade física e tempo sedentário.** Orientador: Paulo Roberto dos Santos Amorim. Coorientadores: Helton de Sá Souza e Walace David Monteiro.

Esta tese teve como objetivo geral avaliar o uso do tempo dos comportamentos humanos habituais (CHH) em 24 horas, além de estimar possíveis alterações no índice de massa corporal (IMC) ao realocar o tempo envolvido nesses comportamentos e analisar as possíveis associações temporais e bidirecionais entre os CHH em uma amostra de adolescentes de uma instituição de período integral no Brasil. Trata-se de um estudo transversal com estudantes, entre 15 e 18 anos, de cursos técnicos integrados ao ensino médio. Aferiu-se o peso corporal e estatura para calcular o IMC. O comportamento sedentário (CS), atividade física leve (AFL), atividade física moderada a vigorosa (AFMV), o tempo total de sono (TTS), tempo acordado após o início do sono (WASO), eficiência do sono (ES), índice de fragmentação do sono (IFS), hora de deitar na cama (HDC) e hora de levantar da cama (HLC) foram medidos por acelerometria de 24 horas por sete dias consecutivos. O tempo de tela (TT), características demográficas e nível socioeconômico foram avaliados por meio de um questionário. As recomendações de sono, AVMV e TT foram alcançadas por 32,97%, 8,10% e 1,08% da amostra, respectivamente. Nenhum adolescente foi capaz de atingir as recomendações integradas. A análise composicional isotemporal indicou que a substituição de 75, 90 e 120 minutos de AVMV por AFL levou a um aumento significativo estimado em 0.75, 0.76 e 0.78 no $zIMC$, respectivamente (valor z de 0.01 a 1.49). O TTS e WASO apresentaram associação negativa com CS ($\beta = -0.33$; IC95% = -0.39;-0.26 e $\beta = -0.08$; IC95% = -0.14;-0.02) e AFL ($\beta = -0.17$; IC95% = -0.25;-0.09 e $\beta = -0.13$; IC95% = -0.20;-0.06) de maneira bidirecional ($\beta = -0.21$; IC95% = -0.26;-0.15; $\beta = -0.15$; IC95% = -0.21;-0.09; $\beta = -0.18$; IC95% = -0.25;-0.12 e $\beta = -0.08$; IC95% = -0.15;-0.02), respectivamente. Os rapazes apresentaram associação negativa mais forte entre HLC e AFL ($\beta = -0.36$; IC95% = -0.48;-0.24) do que as moças ($\beta = -0.18$; IC95% = -0.29;-0.08). Durante a semana regular (SR), observou-se associação negativa mais forte entre CS e HDC ($\beta = -0.20$; IC95% = -0.26;-0.13), o que também ocorreu entre TTS e AVMV ($\beta = -0.26$; IC95% = -0.34;-0.19) em relação ao fim de semana (FDS) ($\beta = -0.17$; IC95% = -0.26;-

0.07 e $\beta = -0.08$; IC95% = -0.20;-0.04), respectivamente. No FDS verificou-se associação positiva mais forte entre AFL e HDC ($\beta = 0.32$; IC95% = 0.21;0.42) do que na SR ($\beta = 0.13$; IC95% = 0.06;0.21), assim como verificou-se associação negativa mais forte entre AFL e TTS ($\beta = -0.28$; IC95% = -0.40;-0.16) e entre HLC e AFL ($\beta = -0.40$; IC95% = -0.53;-0.26) do que durante a SR ($\beta = -0.13$; IC95% = -0.21;-0.06 e $\beta = -0.13$; IC95% = -0.25;-0.01), respectivamente. A natureza composicional dos CHH em 24 horas nos mostra que o TTS e a rotina de dormir e levantar em horários adequados pode aprimorar a disponibilidade de tempo para a prática de AF. A AFL, por ser predominante nas atividades de vida diária, ser mais fácil de ser modificada, por apresentar menor barreira e esforço para ser iniciada, pode ser a via inicial para que os adolescentes reduzam o CS e atinjam as atuais recomendações diárias de 60 minutos de AFMV. Mediante isso, ressalta-se a importância da elaboração de políticas públicas que englobem o contexto escolar, familiar e social a fim de viabilizar alterações eficazes nos CHH dos adolescentes em prol de um estilo de vida mais saudável.

Palavras-chave: Atividade Física. Comportamento Sedentário. Sono. Acelerometria. Adolescentes. Análise composicional de dados. Análise bidirecional.

ABSTRACT

DOMINGUES, Sabrina Fontes Domingues, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, October 2022. **Habitual behaviors of adolescents: sleep pattern, physical activity and sedentary time.** Advisor: Paulo Roberto dos Santos Amorim. Co-advisors: Helton de Sá Souza and Wallace David Monteiro.

This thesis aimed to evaluate the time use of habitual human behaviors (HHB) in 24 hours, as well as to estimate possible changes in body mass index (BMI) by reallocating the time involved in these behaviors and analyze the possible temporal and bidirectional associations between the HHB in a sample of adolescents from a full-time institution in Brazil. It is a cross-sectional study with students aged 15 to 18 from technical courses integrated into high school. Body weight and height were measured to calculate BMI. Sedentary behavior (SB), light physical activity (LPA), moderate to vigorous physical activity (MVPA), total sleep time (TST), wake after sleep onset (WASO), sleep efficiency (SE), sleep fragmentation index (SFI), in bedtime (IB) and out bedtime (OB) were measured by 24-hour accelerometry for seven consecutive days. Screen time (ST), demographic characteristics, and socioeconomic status were assessed using a questionnaire. Sleep, MVPA, and ST recommendations were achieved by 32.97%, 8.10%, and 1.08% of the sample, respectively. No adolescents were able to achieve the integrated recommendations. Isotemporal compositional analysis indicated that replacing 75, 90, and 120 minutes of MVPA with LPA led to an estimated significant increase of 0.75, 0.76, and 0.78 in zBMI, respectively (z value from 0.01 to 1.49). TST and WASO showed negative association with SB ($\beta = -0.33$; 95%CI = -0.39;-0.26 and $\beta = -0.08$; 95%CI = -0.14;-0.02) and LPA ($\beta = -0.17$; 95%CI = -0.25;-0.09 and $\beta = -0.13$; 95%CI = -0.20;-0.06) bidirectionally ($\beta = -0.21$; 95%CI = -0.26;-0.15; $\beta = -0.15$; 95%CI = -0.21;-0.09; $\beta = -0.18$; 95%CI = -0.25;-0.12 and $\beta = -0.08$; 95%CI = -0.15;-0.02), respectively. Boys showed stronger negative association between OB and LPA ($\beta = -0.36$; 95%CI = -0.48;-0.24) than girls ($\beta = -0.18$; 95%CI = -0.29;-0.08). During the regular week (RW), a stronger negative association was observed between SB and IB ($\beta = -0.20$; 95%CI = -0.26;-0.13), which also occurred between TST and MVPA ($\beta = -0.26$; 95%CI = -0.34;-0.19) compared to the weekend (WD) ($\beta = -0.17$; 95%CI = -0.26;-0.07 and $\beta = -0.08$; 95%CI = -0.20;-0.04), respectively. In WD there was a stronger positive association between LPA and IB ($\beta = 0.32$; 95%CI

= 0.21;0.42) than in RW ($\beta = 0.13$; 95%CI = 0.06;0.21), as well as a stronger negative association between LPA and TST ($\beta = -0.28$; 95%CI = -0.40;-0.16) and between OB and LPA ($\beta = -0.40$; 95%CI = -0.53;-0.26) than during RW ($\beta = -0.13$; 95%CI = -0.21;-0.06 and $\beta = -0.13$; 95%CI = -0.25;-0.01), respectively. The compositional nature of HHB in 24h shows us that TST and a routine of going to bed and getting up at appropriate times can enhance the availability of time for PA practice. Because LPA is predominant in activities of daily living, it is easier to be modified. Furthermore, it presents a lower barriers and effort to be initiated. It may be the initial pathway for adolescents to reduce SB and achieve the current daily recommendations of 60 min MVPA. Therefore, the importance of developing public policies that encompasses the school, family, and social contexts is highlighted to enable effective changes in adolescents' HHB for a healthier lifestyle.

Keywords: Physical Activity. Sedentary Behavior. Sleep. Accelerometry. Adolescents. Compositional data analysis. Bidirectional analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

METODOLOGIA

Figura 1. Fluxograma de seleção amostral e coleta de dados.	50
Figura 2. Acelerômetro utilizado e posição de uso A) Acelerômetro GT3X+. B) Posicionamento do acelerômetro durante a coleta de dados.....	53
Quadro 2. Pontos de corte de acelerometria para adolescentes utilizando vetor magnitude em período de vigília.	55

ARTIGOS CIENTÍFICOS

Artigo 1

Figura 1. Composição dos comportamentos ao longo das 24 horas diárias.	78
---	----

Artigo 2

Figure 1. Sample selection flowchart.	116
Figure 2. Participants' compliance with the behavior guidelines.....	118

Artigo 3

Figura 1. Fluxograma de seleção amostral.	142
Figura 2. Associações entre o tempo envolvido em comportamentos de vigília e padrão de sono e, entre padrão de sono e comportamentos de vigília no dia seguinte.....	151

LISTA DE TABELAS

METODOLOGIA

Tabela 1 - Distribuição da população de estudantes regularmente matriculados no Instituto Federal do Triângulo Mineiro, Campus Ituiutaba, conforme sexo e ano do ensino médio.	48
---	----

ARTIGOS CIENTÍFICOS

Artigo 2

Table 1. Participant characteristics.	117
Table 2. Descriptive and compositional statistics of daily use of time in each human behavior.	118
table 3. Pair-wise log-ratio matrix of the four-part time-use composition.	119
table 4. Estimated changes in the zbmi associated with the theoretical temporal reallocation between habitual human behaviors.	120

Artigo 3

Tabela 1. Características da amostra.	148
Tabela 2. Interações do sexo e dias da semana nas associações bidirecionais entre comportamentos de vigília e padrão de sono	153
Tabela S1. Covariáveis significativas nos modelos de associação de comportamentos de vigília e padrão de sono.....	162
tabela S2. Covariáveis significativas nos modelos de associação de padrão de sono e comportamentos de vigília	163

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEP	Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACTH	Hormônio Adrenocorticotrófico
ADA	<i>American Diabetes Association</i>
AF	Atividade Física
AFL	Atividade Física Leve
AFMV	Atividade Física Moderada a Vigorosa
AIC	<i>Akaike Information Criterion</i>
<i>a.m.</i>	<i>Ante Meridiem</i>
<i>BMI</i>	<i>Body Mass Index</i>
CAAE	Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CHH	Comportamentos Humanos Habituais
<i>CI</i>	<i>Confidence Interval</i>
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
cm	Centímetros
<i>CoDA</i>	<i>Compositional Data Analysis</i>
CS	Comportamento Sedentário
DP	Desvio Padrão
<i>e.g.</i>	<i>Exempli Gratia</i>
ES	Eficiência do Sono
FDS	Fim de Semana
GH	Hormônio do Crescimento
HDC	Hora de Deitar na Cama
HDL-C	Lipoproteína de Alta-Densidade
<i>HHB</i>	<i>Habitual Human Behaviors</i>
HLC	Hora de Levantar da Cama
<i>HOMA2-S</i>	<i>Homeostatic Model Assessment</i>
<i>IAF</i>	<i>Informed Assent Form</i>
<i>IB</i>	<i>In bed</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IC	Intervalo de Confiança
ICC	Correlação Intraclasse
ICF	<i>Informed Consent Form</i>
<i>i.e.</i>	<i>Id Est</i>
IF	Instituto Federal
IFS	Índice de Fragmentação do Sono
IFTM	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro
<i>ilr</i>	<i>Isometric log-ratio</i>
IMC	Índice de Massa Corporal
kg	Quilogramas
LPA	<i>Light Physical Activity</i>
METS	Equivalentes metabólicos
MG	Minas Gerais
Min	Minutos
MVPA	<i>Moderate-to-vigorous Physical Activity</i>
N	Tamanho amostral total
NBR	Norma Técnica Brasileira
NSE	Nível Socioeconômico
OB	<i>Out bed</i>
OLS	<i>Ordinary Least Squares</i>
PA	<i>Physical Activity</i>
PENSE	Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar
<i>p.m.</i>	<i>Post Meridiem</i>
PRL	Prolactina
RW	<i>Regular Week</i>
SB	<i>Sedentary Behavior</i>
SD	<i>Standard Deviation</i>
SBP	<i>Sequential Binary Partition</i>
SES	<i>Socioeconomic Status</i>
SFI	<i>Sleep Fragmentation Index</i>
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
SR	Semana Regular
ST	<i>Screen Time</i>

<i>Stata</i>	<i>Software for Statistical and Date Science</i>
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TST	<i>Total Sleep Time</i>
TT	Tempo de Tela
TTS	Tempo Total de Sono
UFV	Universidade Federal de Viçosa
<i>VIF</i>	<i>Variance Inflation Factor</i>
<i>WASO</i>	<i>Wake After Sleep Onset</i>
<i>WD</i>	<i>Weekend</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>
<i>zBMI</i>	<i>Body Mass Index z escore</i>
zIMC	z escore do Índice de Massa Corporal
%	Percentual

ESTRUTURA DA TESE

A apresentação da tese segue as atualizações das ABNTs NBR 14724/2011 e NBR 6023/2018 que regulamentam o formato de trabalhos acadêmicos da Universidade Federal de Viçosa. Os artigos da tese foram escritos em língua portuguesa e inglesa, sendo formatados de acordo com as normas dos respectivos periódicos a que foram, ou serão, submetidos ou publicados. A tese foi estruturada nas seguintes seções:

1. **Introdução:** apresenta o tema estudado, contextualizando a necessidade de investigá-lo no cenário atual.
2. **Questões a investigar:** evidencia os problemas centrais da tese.
3. **Objetivos:** anuncia os objetivos geral e específicos da tese.
4. **Metodologia:** descreve os procedimentos, protocolos e análises utilizadas na coleta e avaliação dos dados.
5. **Artigos científicos**

Artigo 1 - Revisão. Comportamentos Humanos Habituais em crianças e adolescentes: uma revisão narrativa.

Artigo 2 - Original. Sleep, sedentary behavior, and physical activity in Brazilian adolescents: Achievement recommendations and BMI associations through compositional data analysis. (Anexo C).

Referência: DOMINGUES, S. F. et al. Sleep, sedentary behavior, and physical activity in Brazilian adolescents: Achievement recommendations and BMI associations through compositional data analysis. **PloS one**, v. 17, n. 4, p. e0266926, 2022. Fator de Impacto: 2,870. Qualis Capes: A1.

Artigo 3 - Original. Associações temporais e bidirecionais dos comportamentos de vigília e padrão de sono em uma amostra de adolescentes de uma instituição de ensino médio de período integral no Brasil.

6. Conclusões gerais: destaca as conclusões da tese mediante os objetivos propostos.

7. Considerações finais: contempla as considerações da autora mediante os resultados obtidos.

8. Apêndices: abrange os textos ou documentos elaborados pela autora da tese que complementam sua argumentação.

9. Anexos: contempla os textos ou documentos não elaborados pela autora da tese que servem de fundamentação, comprovação e ilustração.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	24
2 QUESTÕES A INVESTIGAR	45
3 OBJETIVOS.....	46
3.1 Objetivo Geral.....	46
3.2 Objetivos Específicos	46
4 METODOLOGIA	46
4.1 Aspectos Éticos	46
4.2 Delineamento do Estudo e Casuística	47
4.3 Coleta de dados	49
4.4 Análise Estatística	56
4.5 Referências.....	59
5 ARTIGOS CIENTÍFICOS	74
5.1 Artigo 1 – Revisão. Comportamentos Humanos Habituais em crianças e adolescentes: uma revisão narrativa.	74
RESUMO	74
INTRODUÇÃO.....	74
MÉTODOS.....	77
Composição do dia e mensuração dos CHH	77
Comportamentos de vigília.....	80
Atividade física	80
Comportamento sedentário.....	83
Tempo de tela	85
Sono.....	86
Abordagens estatísticas contemporâneas de análise de CHH.....	90
Importância da adequada composição de uso do tempo	91
Considerações finais.....	93
Referências	94
5.2 Artigo 2 – Original. Sleep, sedentary behavior, and physical activity in Brazilian adolescents: Achievement recommendations and BMI associations through compositional data analysis. (Anexo C)	110
Abstract.....	110
Introduction	111
Materials and methods.....	112
Study design and participants.....	112

Data collection procedures.....	113
Statistical analysis	115
Results	116
Discussion	120
Conclusions.....	123
Supplementary Material.....	124
References	124
5.3 Artigo 3 – Original. Associações temporais e bidirecionais dos comportamentos de vigília e padrão de sono em uma amostra de adolescentes de uma instituição de ensino médio de período integral no Brasil.	138
Resumo	138
Introdução	139
Materiais e métodos	141
Desenho do estudo e participantes	141
Avaliação objetiva dos comportamentos de vigília e padrão de sono	143
Covariáveis	144
Análise estatística	145
Resultados	146
Discussão	154
Conclusões	160
Material Suplementar	161
Referências	165
6 CONCLUSÕES GERAIS	171
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	173
APÊNDICES	175
Apêndice A - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido	175
Apêndice B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	176
Apêndice C - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Campus Ituiutaba, Minas Gerais, Brasil	179
Apêndice D – Questionário de Características Gerais da Amostra	182
Apêndice E – Retorno aos Participantes	184
Apêndice F – Instruções Para Uso do Acelerômetro	185
ANEXOS	186
Anexo A - Documento de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa	186
Anexo B - Critério de Classificação Econômica da Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP) – 2015	191

Anexo C – Artigo original 1 publicado	195
--	------------

1 INTRODUÇÃO

Os baixos níveis de atividade física (AF), o excesso de tempo envolvido em comportamento sedentário (CS) e sono inadequado são comportamentos-chave para danos à saúde, incluindo o aumento do risco da obesidade (TAYLOR et al., 2018, 2019) e outros indicadores desfavoráveis tais como a hipertensão, diabetes, doenças cardiovasculares, problemas psicológicos, entre outros (CARSON et al., 2016; MANYANGA et al., 2020) em crianças e adolescentes. Perante isso, o tempo envolvido em atividade física moderada a vigorosa (AFMV) tem sido foco de inúmeras investigações, uma vez que elas são essenciais para melhorar a composição corporal, a saúde cardiovascular, metabólica, musculoesquelética, mental e o desempenho acadêmico de crianças e jovens (CARSON et al., 2016).

Há de se considerar, no entanto que, a atividade física leve (AFL) também tem sido alvo de estudos recentes (MCGREGOR et al., 2019; TREMBLAY et al., 2016a) e considerada como uma alternativa eficaz na redução do CS (MOURA et al., 2019). Além disso, diversos autores tem se dedicado a compreender o próprio CS, já que este tem apresentado aumento do risco de mortalidade (MENEGUCI et al., 2015; MIELKE, 2017) e tem sido considerado um fator de risco para o desenvolvimento de várias doenças crônicas, incluindo obesidade (GÁBA et al., 2020a).

Outro fator que influencia substancialmente o *status* de saúde geral de um indivíduo e que também tem ganhado muito destaque na literatura acadêmica é o sono. O sono é essencial para a saúde e o bem-estar por ser fundamental na função cognitiva, no humor, na saúde mental, cardiovascular, cerebrovascular, e metabólica (RAMAR et al., 2021). Entretanto, o sono, quando é insuficiente, está associado ao aumento de mortalidade, às doenças cardiovasculares, diabetes, câncer e obesidade (RAMAR et al., 2021). Uma redução na duração do sono e/ou atraso na hora de dormir tem sido associado ao alto tempo de exposição a tela (HALE et al., 2018), o que pode favorecer o desenvolvimento da obesidade pois pode ocasionar o aumento da ingestão de alimentos (ROBINSON et al., 2017).

O sono saudável requer horário apropriado, boa qualidade, regularidade, ausência de perturbações e distúrbios (PARUTHI et al., 2016). No entanto, é importante ressaltar que além da duração do sono, o padrão de sono é fundamental para o desenvolvimento dos adolescentes (RAUDSEPP, 2018). Portanto, torna-se imprescindível investigar o padrão de sono, o qual inclui o tempo total de sono (TTS),

tempo acordado após o início do sono (o qual convencionalmente utiliza-se a sigla na língua inglesa: *WASO*, que significa *Wake After Sleep Onset*), hora de deitar na cama (HDC), hora de levantar da cama (HLC), eficiência do sono (ES), índice de fragmentação do sono (IFS).

Diante disso, a AF, CS e sono são os comportamentos de uso do tempo mais comumente estudados em relação à saúde (DUMUID et al., 2020), os quais são referidos na literatura como "comportamentos de movimento" (CARSON; TREMBLAY; CHASTIN, 2017; TREMBLAY et al., 2016c). Todavia, parece inadequado ou contraintuitivo usar esse termo para o CS e o sono, uma vez que esses são comportamentos em que há pouco ou nenhum movimento (TREMBLAY et al., 2016a). Perante o exposto, o termo "comportamentos humanos habituais" (CHH) (DOMINGUES et al., 2022) torna-se mais apropriado para referir a associação desses três comportamentos.

Diretrizes atuais de uso do tempo de 24 horas para adolescentes têm sido criadas de forma integrada (TREMBLAY et al., 2016a) no intuito de aprimorar as recomendações isoladas de duração do sono noturno de oito a 10 horas (HIRSHKOWITZ et al., 2015; PARUTHI et al., 2016), de prática diária de AFMV por 60 minutos ou mais (BRASIL, 2021; BULL et al., 2020; DUMITH et al., 2021; OKELY et al., 2021; WHO, 2020), e de exposição a tela, para fins recreativos, por no máximo duas horas por dia (COUNCIL ON COMMUNICATIONS AND MEDIA, 2013). Uma vez que o tempo envolvido em um comportamento interfere na composição do resto do dia devido à natureza finita de 24 horas, ou seja, um comportamento não pode mudar sem que haja alteração correspondente em um ou mais dos outros comportamentos, por serem codependentes (CHASTIN et al., 2015; DUMUID et al., 2018b, 2019), ressalta-se que os CHH não devem ser interpretados isoladamente.

Assim, a análise composicional isotemporal tem sido utilizada propondo uma abordagem integrada (CHAPUT; SAUNDERS; CARSON, 2017; PEDIŠIĆ; DUMUID; OLDS, 2017). Desse modo, a partir de um modelo teórico, é possível inferir mudanças compensatórias por meio de normalização dos dados para somar 1440 minutos (i.e., 24 horas), com efeitos de substituição; o que gera impacto sobre o desfecho de saúde avaliado em resposta das alterações ocorridas em cada comportamento (DUMUID et al., 2019, 2020).

Ademais, a avaliação de associações entre comportamentos de vigília (AFL, AFMV e CS) com padrão de sono (TTS, *WASO*, HDC, HLC, ES e IFS), e vice-versa,

tem sido amplamente investigada nas últimas décadas (ÁVILA-GARCÍA et al., 2020; CHAPUT et al., 2015; EKSTEDT et al., 2013; KIM et al., 2020; KRIETSCH et al., 2016a; LIN et al., 2018; MARTINEZ et al., 2019; MASTER et al., 2019; MCNEIL et al., 2015; PESONEN et al., 2011; SORIĆ et al., 2015; VINCENT et al., 2017), todavia os resultados são conflitantes. As discrepâncias dos resultados dessas análises podem estar atreladas as diferentes variáveis avaliadas em cada estudo, divergências na magnitude das associações (nula, positiva ou negativa) e a direção dessas associações (entre comportamento de vigília e padrão de sono, entre padrão de sono e comportamento de vigília, ou bidirecional).

Diante disso, avaliar possíveis associações da composição do uso do tempo dos CHH em 24 horas com o índice de massa corporal (IMC) além de analisar os efeitos preditivos dos comportamentos de vigília com o padrão de sono de maneira bidirecional em adolescentes se faz necessário. Sobretudo, ao considerar que a composição de uso do tempo em 24 horas, é um fator de risco modificável relevante no comportamento humano e no estilo de vida (PEDIŠIĆ; DUMUID; OLDS, 2017).

Outrossim, é valido ressaltar que a rotina diária dos adolescentes brasileiros matriculados nos Institutos Federais (IFs) é de aproximadamente nove horas no ambiente escolar; devido ao regime de tempo integral ao realizar cursos técnicos integrados ao ensino médio. Isso acarreta um acúmulo de CS em grande parte do dia, restringindo as possibilidades de realizar AF após os horário escolar e, durante o período letivo, limitada aos intervalos e horários de almoço diários e, as aulas de Educação Física (dois horários geminados uma vez por semana). Tal fato pode impactar no aumento de massa corporal dessa população, favorecendo o desenvolvimento da obesidade na adolescência, a qual pode persistir na vida adulta, aumentando o risco de desenvolver doenças crônicas ao longo da vida (DEL POZO-CRUZ et al., 2017) e favorecendo a mortalidade precoce.

Dessa forma, os achados provenientes deste estudo podem nortear possíveis intervenções direcionadas as especificidades da realidade cotidiana de adolescentes brasileiros matriculados nos IFs com foco na promoção de saúde buscando atender as recomendações de sono, AFMV e tempo de tela (TT) de forma integrada.

Referências

24 Hour Clock. Disponível em: <<https://www.militarytime.us/24-hour-clock/>>.

ABEP. Critério Brasil de Classificação Econômica.2015. **Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa**, 2015.

ACTIGRAPH. **ActiLife 6 User's Manual**.ActiGraph Software Department, , 2012.

Disponível em: <<https://actigraphcorp.com/support/manuals/actilife-6-manual/>>

ADA, A. D. A. Standards of Medical Care in Diabetes—2022 Abridged for Primary Care Providers. **Clinical Diabetes**, v. 40, n. 1, p. 10–38, 2022.

AINSWORTH, B. E. et al. 2011 compendium of physical activities: A second update of codes and MET values. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 8, p. 1575–1581, 2011.

AITCHISON, J. The Statistical Analysis of Compositional Data. **Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)**, v. 44, n. 2, p. 139–177, 1982.

ALDABAL, L.; BAHAMMAM, A. S. Metabolic, endocrine, and immune consequences of sleep deprivation. **The Open Respiratory Medicine Journal**, v. 5, p. 31–43, 2011.

ALVES, F. R. et al. Sleep duration and daytime sleepiness in a large sample of Brazilian high school adolescents. **Sleep Med**, v. 66, p. 207–215, 2020.

ANDRADE, R. D. et al. Sleep, health perception and physical activity in university adolescents. **Adolescência e Saúde**, v. 14, n. 4, p. 150–156, 2017.

ATKIN, A. J. et al. Methods of measurement in epidemiology: Sedentary behaviour. **International Journal of Epidemiology**, v. 41, n. 5, p. 1460–1471, 2012.

ATKINSON, G.; DAVENNE, D. Relationships between sleep, physical activity and human health. **Physiology and Behavior**, v. 90, n. 2–3, p. 229–235, 2007.

ÁVILA-GARCÍA, M. et al. Bidirectional associations between objective physical activity and sleep patterns in spanish school children. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 3, 2020.

AYALA, A. M. C. et al. Impact of an 8-month trial using height-adjustable desks on children's classroom sitting patterns and markers of cardio-metabolic and musculoskeletal health. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 13, n. 12, p. 1–15, 2016.

BARREIRA, T. V. et al. Identifying Children's Nocturnal Sleep Using 24-h Waist Accelerometry. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 47, n. 5, p. 937–943, maio 2015.

BARREIRA, T. V. et al. Can an automated sleep detection algorithm for waist-worn accelerometry replace sleep logs? **Applied Physiology, Nutrition, and**

Metabolism, v. 43, n. 10, p. 1027–1032, out. 2018.

BESEDOVSKY, L.; LANGE, T.; HAACK, M. The sleep-immune crosstalk in health and disease. **Physiological Reviews**, v. 99, n. 3, p. 1325–1380, 2019.

BOOGAART, K. G. VAN DEN; TOLOSANA-DELGADO, R.; BREN, M.

compositions: Compositional Data Analysis.

BRASIL. **Guia de Atividade Física. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Promoção da Saúde.** Brasília: Ministério da Saúde, 2021. Disponível em:

<https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_atividade_fisica_populacao_brasileira.pdf>.

BRINKMAN, J. E.; REDDY, V.; SHARMA, S. **Physiology of sleep.** StatPearls ed. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2022.

BRUCE, E. S.; LUNT, L.; MCDONAGH, J. E. Sleep in adolescents and young adults. **Clinical Medicine, Journal of the Royal College of Physicians of London**, v. 17, n. 5, p. 424–4228, 2017.

BULL, F. C. et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. **British Journal of Sports Medicine**, v. 54, n. 24, p. 1451–1462, dez. 2020.

CAETANO, I. T. et al. Adolescent's movement behaviors and built environment: a latent class analysis. **BMC Public Health**, v. 21, n. 1, p. 1–14, 2021.

CAIN, N.; GRADISAR, M. Electronic media use and sleep in school-aged children and adolescents: A review. **Sleep Medicine**, v. 11, n. 8, p. 735–742, 2010.

CARDON, G. et al. Sitting habits in elementary schoolchildren: A traditional versus a "Moving school". **Patient Education and Counseling**, v. 54, n. 2, p. 133–142, 2004.

CARSKADON, M. A.; ACEBO, C.; JENNI, O. G. Regulation of adolescent sleep. **Boo/ O/Z/ Bdbe/ Tdj**, v. 1021, p. 276–291, 2004.

CARSKADON, M. A.; VIEIRA, C.; ACEBO, C. Association between puberty and delayed phase preference. **Sleep**, v. 16, n. 3, p. 258–262, 1993.

CARSON, V. et al. 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–S302, jun. 2016.

CARSON, V. et al. 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, 22 jul. 2019.

CARSON, V.; TREMBLAY, M. S.; CHASTIN, S. F. M. Cross-sectional associations between sleep duration, sedentary time, physical activity, and adiposity indicators among Canadian preschool-aged children using compositional analyses. **BMC Public Health**, v. 17, n. S5, p. 848, 20 nov. 2017.

CARTER, B. et al. A meta-analysis of the effect of media devices on sleep outcomes. **JAMA Pediatr.**, v. 170, n. 12, p. 1202–1208, 2016.

CASPERSEN, C. J.; POWELL, K. E.; CHRISTENSON, G. M. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. **Public Health Rep.**, v. 100, n. 2, p. 126–31, 1985.

CHAPUT, J.-P. et al. Associations between sleep patterns and lifestyle behaviors in children: an international comparison. **International Journal of Obesity Supplements**, v. 5, n. S2, p. S59–S65, 2015.

CHAPUT, J. et al. Systematic review of the relationships between sleep duration and health indicators in school-aged children and youth. **Appl. Physiol. Nutr. Metab**, v. 41, n. June, p. S266–S282, 2016.

CHAPUT, J. P. Sleep patterns, diet quality and energy balance. **Physiology and Behavior**, v. 134, p. 86–91, 2014.

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, n. February, p. 7–14, 2017.

CHASTIN, S. et al. Joint association between accelerometry-measured daily combination of time spent in physical activity, sedentary behaviour and sleep and all-cause mortality: a pooled analysis of six prospective cohorts using compositional analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 55, n. 22, p. 1277–1285, nov. 2021.

CHASTIN, S. F. M. et al. 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, 13 out. 2015.

CHASTIN, S. F. M. et al. How does light-intensity physical activity associate with adult cardiometabolic health and mortality? Systematic review with meta-analysis of experimental and observational studies. **British Journal of Sports Medicine**, v. 53,

n. 6, p. 370–376, 2019.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2nd. ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.

CORDER, K. et al. Assessment of physical activity in youth. **Journal of Applied Physiology**, v. 105, n. 3, p. 977–987, set. 2008.

COUNCIL ON COMMUNICATIONS AND MEDIA. Children, Adolescents, and the Media. **Pediatrics**, v. 132, n. 5, p. 958–961, nov. 2013.

CROWLEY, S. J.; ACEBO, C.; CARSKADON, M. A. Sleep, circadian rhythms, and delayed phase in adolescence. **Sleep Medicine**, v. 8, n. 6, p. 602–612, 2007.

DA COSTA, B. G. G. et al. Prevalence and sociodemographic factors associated with meeting the 24-hour movement guidelines in a sample of Brazilian adolescents.

PLoS ONE, v. 15, n. 9 September, p. 1–12, 2020.

DATTILO, M. et al. Sleep and muscle recovery: Endocrinological and molecular basis for a new and promising hypothesis. **Medical Hypotheses**, v. 77, n. 2, p. 220–222, 2011.

DATTILO, M. et al. Paradoxical sleep deprivation induces muscle atrophy. **Muscle and Nerve**, v. 45, n. 3, p. 431–433, 2012.

DÁTTILO, M. et al. Effects of Sleep Deprivation on Acute Skeletal Muscle Recovery after Exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 52, n. 2, p. 507–514, 2020.

DE LUCENA, J. M. S. et al. Prevalence of excessive screen time and associated factors in adolescents. **Revista Paulista de Pediatria (English Edition)**, v. 33, n. 4, p. 407–414, dez. 2015.

DE SOUZA, S.; MARQUES, K. C.; REUTER, C. P. Screen time above recommendations in children and adolescents: analysis of the associated nutritional, behavioral and parental factors. **Journal of Human Growth and Development**, v. 30, n. 3, p. 363–370, 2020.

DEL CIAMPO, L. A. et al. Characteristics of sleep habits among adolescents living in the city of Ribeirão Preto (SP). **Journal of Human Growth and Development**, v. 27, n. 3, p. 307–314, 2017.

DEL POZO-CRUZ, B. et al. Relationships between sleep duration, physical activity and body mass index in young New Zealanders: An isotemporal substitution analysis. **PLOS ONE**, v. 12, n. 9, p. e0184472, 12 set. 2017.

DEMPSEY, P. C. et al. Sedentary behavior and chronic disease: Mechanisms and

future directions. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 17, n. 1, p. 52–61, 2020.

DHAND, R.; SOHAL, H. Good sleep, bad sleep! The role of daytime naps in healthy adults. **Current Opinion in Pulmonary Medicine**, v. 12, n. 6, p. 379–382, 2006.

DOMINGUES, S. F. et al. Influence of sex, school system and body mass index on the physical activity patterns of adolescents during the school period. **Motricidade**, v. 13, p. 21–30, 2017.

DOMINGUES, S. F. et al. Sleep, sedentary behavior, and physical activity in Brazilian adolescents: Achievement recommendations and BMI associations through compositional data analysis. **PloS one**, v. 17, n. 4, p. e0266926, 2022.

DRAPER, C. E. et al. The South African 24-Hour Movement Guidelines for Birth to 5 Years: An Integration of Physical Activity, Sitting Behavior, Screen Time, and Sleep. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 17, n. 1, p. 109–119, 2019.

DUARTE, M. F. S. Physical maturation: a review with special reference to Brazilian children. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 9, n. Suppl 1, p. 71–84, 1993.

DUMITH, S. C. et al. Physical activity change during adolescence: A systematic review and a pooled analysis. **International Journal of Epidemiology**, v. 40, n. 3, p. 685–698, 2011.

DUMITH, S. C. et al. Atividade física para crianças e jovens: Guia de Atividade Física para a População Brasileira. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 26, p. 1–9, 2021.

DUMUID, D. et al. Adiposity and the isotemporal substitution of physical activity, sedentary time and sleep among school-aged children: a compositional data analysis approach. **BMC Public Health**, v. 18, n. 1, p. 311, 2 dez. 2018a.

DUMUID, D. et al. Compositional data analysis for physical activity, sedentary time and sleep research. **Statistical Methods in Medical Research**, v. 27, n. 12, p. 3726–3738, 30 dez. 2018b.

DUMUID, D. 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, 20 mar. 2019.

DUMUID, D. et al. Compositional Data Analysis in Time-Use Epidemiology: What, Why, How. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 7, p. 2220, 26 mar. 2020.

- EGOZCUE, J. J.; PAWLOWSKY-GLAHN, V. Groups of Parts and Their Balances in Compositional Data Analysis. **Mathematical Geology**, v. 37, n. 7, p. 795–828, out. 2005.
- EKSTEDT, M. et al. Sleep, physical activity and BMI in six to ten-year-old children measured by accelerometry: A cross-sectional study. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 10, p. 1–10, 2013.
- ESLIGER, D. W. et al. Standardizing and Optimizing the Use of Accelerometer Data for Free-Living Physical Activity Monitoring. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 2, n. 3, p. 366–383, jul. 2005.
- FAIRCLOUGH, S. J. 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, n. 1, p. 64, 10 dez. 2017.
- FALCK, R. et al. A Wrinkle in Measuring Time Use for Cognitive Health: How should We Measure Physical Activity, Sedentary Behaviour and Sleep? **American Journal of Lifestyle Medicine**, 2021.
- FARIA, F. R. DE et al. 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, 22 jun. 2020.
- FAROOQ, A. et al. Longitudinal changes in moderate-to-vigorous-intensity physical activity in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. **Obesity Reviews**, v. 21, n. 1, p. 1–15, 2020.
- FOTI, K. E. et al. Sufficient sleep, physical activity, and sedentary behaviors. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 41, n. 6, p. 596–602, 2011.
- FRIEL, C. P. et al. U.S. Children Meeting Physical Activity, Screen Time, and Sleep Guidelines. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 59, n. 4, p. 513–521, 2020.
- FULL, K. M. et al. Validation of a physical activity accelerometer device worn on the hip and wrist against polysomnography. **Sleep Health**, v. 4, n. 2, p. 209–216, 2018.
- FÜZÉKI, E.; ENGEROFF, T.; BANZER, W. Health Benefits of Light-Intensity Physical Activity: A Systematic Review of Accelerometer Data of the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES). **Sports Medicine**, v. 47, n. 9, p. 1769–1793, 2017.
- GÁBA, A. et al. Sedentary behavior patterns and adiposity in children: a study based

- on compositional data analysis. **BMC Pediatrics**, v. 20, n. 1, p. 147, 2 dez. 2020a.
- GÁBA, A. et al. How do short sleepers use extra waking hours? A compositional analysis of 24-h time-use patterns among children and adolescents. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 17, n. 1, p. 104, 14 dez. 2020b.
- GALLAND, B. C. et al. Establishing normal values for pediatric nighttime sleep measured by actigraphy: a systematic review and meta-analysis. **Sleep Research Society**, v. 41, n. 4, p. 1–16, 2018.
- GARAULET, M. et al. Short sleep duration is associated with increased obesity markers in European adolescents: Effect of physical activity and dietary habits. the HELENA study. **International Journal of Obesity**, v. 35, n. 10, p. 1308–1317, 2011.
- GONZÁLEZ, S. A. et al. Prevalence and Associated Factors of Excessive Recreational Screen Time Among Colombian Children and Adolescents. **International Journal of Public Health**, v. 67, n. February, 2022.
- GOPINATH, B. et al. Physical activity and sedentary behaviors and health-related quality of life in adolescents. **Pediatrics**, v. 130, n. 1, 2012.
- GUEDES, D. P.; DESIDERÁ, R. A.; GONÇALVES, H. R. Prevalence of excessive screen time and correlates factors in Brazilian schoolchildren. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 23, p. 1–10, 2018.
- GUERRA, P. H.; DE FARIAS JÚNIOR, J. C.; FLORINDO, A. A. Sedentary behavior in Brazilian children and adolescents: a systematic review. **Revista de saude publica**, v. 50, p. 9, 2016.
- GUTHOLD, R. et al. Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1·6 million participants. **The Lancet Child & Adolescent Health**, v. 4, n. 1, p. 23–35, jan. 2020.
- HALE, L. et al. Youth screen media habits and sleep: sleep-friendly screen-behavior recommendations for clinicians, educators, and parents. **Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America**, v. 27, n. 2, p. 229–245, 2018.
- HALE, L.; GUAN, S. Screen time and sleep among school-aged children and adolescents: A systematic literature review. **Sleep Medicine Reviews**, v. 21, p. 50–58, 2015.
- HAMER, M. et al. Feasibility of measuring sedentary time using data from a thigh-worn accelerometer. **American Journal of Epidemiology**, v. 189, n. 9, p. 963–971, 2020.

HANSEN, J.; HANEWINKEL, R.; GALIMOV, A. Physical activity, screen time, and sleep: do German children and adolescents meet the movement guidelines?

European Journal of Pediatrics, v. 181, p. 1985–1995, 2022.

HINCKSON, E. et al. Standing Classrooms: Research and Lessons Learned from Around the World. **Sports Medicine**, v. 46, n. 7, p. 977–987, 2016.

HIROTSU, C.; TUFIK, S.; ANDERSEN, M. L. Interactions between sleep, stress, and metabolism: From physiological to pathological conditions. **Sleep Science**, v. 8, n. 3, p. 143–152, 2015.

HIRSHKOWITZ, M. et al. National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: methodology and results summary. **Sleep Health**, v. 1, n. 1, p. 40–43, mar. 2015.

HOEFELMANN, L. P. Fatores associados á qualidade de duração do sono em escolares do ensino médio do Estado de Santa Catarina: uma análise comparativa de dois inquéritos de corte transversal (2001 e 2011). **Universidade Federal de Santa Catarina**, 2013.

HOWARD, B. et al. Associations of Low- and High-Intensity Light Activity with Cardiometabolic Biomarkers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 47, n. 10, p. 2093–2101, 2015.

HSU, Y.-W.; CHANG, C.-P.; LIU, C.-C. Relationships between Sleep, Sedentary Behavior, and Physical Activity in Young Adults. **Obesity Research – Open Journal**, v. 6, n. 1, p. 18–24, 9 out. 2019.

HUANG, W. Y. et al. Isotemporal substitution analysis for sedentary behavior and body mass index. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 48, n. 11, p. 2135–2141, 2016.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas da população residente no Brasil e Unidades da Federação com data de referência em 1º de julho de 2018**, 2018. Disponível em:

<https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2018/estimativa_dou_2018_20181019.pdf>

JAKUBEC, L. et al. Is adherence to the 24-hour movement guidelines associated with a reduced risk of adiposity among children and adolescents ? **BMC Public Health**, v. 20, n. 1, p. 1119, 2020.

JANSSEN, I.; ROBERTS, K. C.; THOMPSON, W. Is adherence to the Canadian 24-Hour movement behaviour guidelines for children and youth associated with

improved indicators of physical, mental, and social health? **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 42, n. 7, p. 725–731, 2017.

JURAKIĆ, D.; PEDIŠIĆ, Ž. Croatian 24-hour guidelines for physical activity, sedentary behaviour, and sleep: A proposal based on a systematic review of literature. **Medicus**, v. 28, n. 2, p. 143–153, 2019.

KANSAGRA, S. Sleep disorders in adolescents. **Pediatrics**, v. 145, n. s2, p. \$204-\$209, 2020.

KHULLAR, A. The Role of Melatonin in the Circadian Rhythm Sleep-Wake Cycle. **Psychiatric Time**, v. 29, n. 7, 2012.

KIM, Y. et al. Examining the day-to-day bidirectional associations between physical activity, sedentary behavior, screen time, and sleep health during school days in adolescents. **PLoS ONE**, v. 15, n. 9 September 2020, p. 1–18, 2020.

KRIETSCH, K. N. et al. Temporal Associations Between Sleep and Physical Activity Among Overweight/Obese Youth. **Journal of Pediatric Psychology**, v. 41, n. 6, p. 680–691, 2016a.

KRIETSCH, K. N. et al. Temporal Associations Between Sleep and Physical Activity Among Overweight/Obese Youth. **Journal of pediatric psychology**, v. 41, n. 6, p. 680–691, 2016b.

KVAMSDAL, C. **Prevalence and trends in screen time from 2014- 2019 , among Norwegian adolescents**. [s.l.] Faculty of Health and Sports. Department of Public Health, Sports and Nutrition. University of Agder, 2019.

LANG, C. et al. Increased self-reported and objectively assessed physical activity predict sleep quality among adolescents. **Physiology and Behavior**, v. 120, p. 46–53, 2013.

LAURSON, K. R. et al. Concurrent Associations between Physical Activity, Screen Time, and Sleep Duration with Childhood Obesity. **ISRN Obesity**, v. 2014, p. 1–6, 2014.

LAURSON, K. R.; LEE, J. A.; EISENMANN, J. C. The Cumulative Impact of Physical Activity, Sleep Duration, and Television Time on Adolescent Obesity: 2011 Youth Risk Behavior Survey. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 12, n. 3, p. 355–360, mar. 2015.

LIN, Y. et al. Temporal and bi-directional associations between sleep duration and physical activity/sedentary time in children: An international comparison. **Preventive Medicine**, v. 111, p. 436–441, 2018.

- LISSAK, G. Adverse physiological and psychological effects of screen time on children and adolescents: Literature review and case study. **Environmental Research**, v. 164, n. October 2017, p. 149–157, 2018.
- LOHMAN, T. G. et al. Anthropometric Standardization Reference Manual. Champaign(IL). **Human Kinectis**, 1988.
- LOPRINZI, P. D.; CARDINAL, B. J. Association between objectively-measured physical activity and sleep, NHANES 2005-2006. **Mental Health and Physical Activity**, v. 4, n. 2, p. 65–69, 2011.
- LUND, L. et al. Electronic media use and sleep in children and adolescents in western countries: a systematic review. **BMC Public Health**, v. 21, n. 1598, p. 1–14, 2021.
- LUYSTER, F. S. et al. Sleep: A health imperative. **Sleep**, v. 35, n. 6, p. 727–734, 2012.
- MACKENZIE-SHALDERS, K. et al. Adiposity and the isothermal substitution of physical activity, sedentary time and sleep among school-aged children: A compositional data analysis approach. **American Journal of Human Biology**, v. 15, n. 1, p. 1–14, 2018.
- MALHEIROS, L. E. A. et al. Bidirectional Daily Associations Between Accelerometer-Measured Sleep and Physical Activity in Brazilian High School Students. **Pediatric Exercise Science**, n. 41, p. 1–7, 2022.
- MANYANGA, T. et al. Body mass index and movement behaviors among schoolchildren from 13 countries across a continuum of human development indices: A multinational cross-sectional study. **American Journal of Human Biology**, v. 32, n. 2, p. 1–13, 2020.
- MARCIANO, L.; CAMERINI, A. L. Recommendations on screen time, sleep and physical activity: associations with academic achievement in Swiss adolescents. **Public Health**, v. 198, p. 211–217, 2021.
- MARTINEZ, S. et al. Temporal associations between circadian sleep and activity patterns in Mexican American children. **Sleep Health**, v. 5, n. 2, p. 201–207, 2019.
- MARTINS, J. et al. Adolescents' perspectives on the barriers and facilitators of physical activity: A systematic review of qualitative studies. **Health Education Research**, v. 30, n. 5, p. 742–755, 2015.
- MASTER, L. et al. Bidirectional, Daily Temporal Associations between Sleep and Physical Activity in Adolescents. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 1–14, 2019.

- MATRICCIANI, L. et al. Past, present, and future: trends in sleep duration and implications for public health. **Sleep Health**, v. 3, n. 5, p. 317–323, out. 2017.
- MATRICCIANI, L.; OLDS, T.; PETKOV, J. In Search of Lost Sleep: Secular Trends in the Sleep Time of School-Aged Children and Adolescents. **Sleep Medicine Reviews**, v. 16, n. 3, p. 203–211, 2012.
- MATSUDO, V. K. R.; BELTRAN, D. C. G.; GUEDES, J. DA S. Todo passo conta ! Novas recomendações para atividade física e saúde. **Diagn Tratamento**, v. 24, n. 11, p. 21–24, 2019.
- MCGREGOR, D. E. et al. Compositional analysis of the association between mortality and 24-hour movement behaviour from NHANES. **European Journal of Preventive Cardiology**, 2019.
- MCNEIL, J. et al. Objectively-measured sleep and its association with adiposity and physical activity in a sample of Canadian children. **Journal of Sleep Research**, v. 24, n. 2, p. 131–139, 2015.
- MENEGUCI, J. et al. Comportamento sedentário : conceito, implicações fisiológicas e os procedimentos de avaliação. **Motricidade**, v. 11, p. 160–174, 2015.
- MENNA-BARRETO, L.; WEY, D. Ontogênese do sistema de temporização: a construção e as reformas dos ritmos biológicos ao longo da vida humana. **Psicologia USP**, v. 18, n. 2, p. 133–153, 2007.
- MEREDITH-JONES, K. et al. 24 h Accelerometry: impact of sleep-screening methods on estimates of sedentary behaviour and physical activity while awake. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 7, p. 679–685, 2016.
- MIELKE, G. I. Is sedentary behaviour the new tabacco ? **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 22, n. 5, p. 419–421, 2017.
- MIGUELES, J. H. et al. Accelerometer Data Collection and Processing Criteria to Assess Physical Activity and Other Outcomes: A Systematic Review and Practical Considerations. **Sports Medicine**, v. 47, n. 9, p. 1821–1845, 16 set. 2017.
- MINISTRY OF HEALTH. **Sit less, move more, sleep well active play guidelines for under-fives**. Wellington: Ministry of Health, 2017.
- MORGAN, D.; TSAI, S. C. Sleep and the Endocrine System. **Critical Care Clinics**, v. 31, n. 3, p. 403–418, 2015.
- MOURA, B. P. et al. Effects of isothermal substitution of sedentary behavior with light-intensity or moderate-to-vigorous physical activity on cardiometabolic markers in male adolescents. **PLOS ONE**, v. 14, n. 11, p. e0225856, 26 nov. 2019.

- NETHERTON, C. et al. Salivary cortisol and dehydroepiandrosterone in relation to puberty and gender. **Psychoneuroendocrinology**, v. 29, n. 2, p. 125–140, 2004.
- NEW ZEALAND MINISTRY OF HEALTH. Sit Less , Move More , Sleep Well: Physical Activity Guidelines for Children and Young People. p. 1–2, 2017.
- NG, K.; ABDRAKHMANOVA, S.; ADAYEVA, A. Physical activity and screen time among children and adolescents in Kazakhstan. **Exercise and Quality of Life**, v. 11, n. 2, p. 19–27, 2019.
- OKELY, A. D. et al. A collaborative approach to adopting/adapting guidelines - The Australian 24-Hour Movement Guidelines for the early years (Birth to 5 years): An integration of physical activity, sedentary behavior, and sleep. **BMC Public Health**, v. 17, n. Suppl 5, 2017.
- OKELY, A. D. et al. 2020 WHO guidelines on physical activity and sedentary behavior. **Sports Medicine and Health Science**, v. 3, n. 2, p. 115–118, jun. 2021.
- OLIVEIRA, L. M. F. T. DE et al. Exercise or physical activity: Which is more strongly associated with the perception of sleep quality by adolescents? **Revista Paulista de Pediatria**, v. 36, n. 3, p. 322–328, 2018.
- OLIVEIRA, G.; BATISTA DA SILVA, I.; ARAÚJO DE OLIVEIRA, E. R. Sleep in adolescence and factors associated with inadequate sleep. **Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde/Brazilian Journal of Health Research**, v. 21, n. 1, p. 135–145, 2019.
- ONIS, M. DE et al. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. **Bull World Health Organ**, v. 85, n. 9, p. 660–667, 2007.
- ORTEGA, F. B. et al. Sleep patterns in Spanish adolescents : associations with TV watching and leisure-time physical activity. **Eur J Appl Physiol**, v. 110, p. 563–573, 2010.
- OWENS, J. et al. Insufficient sleep in adolescents and young adults: An update on causes and consequences. **Pediatrics**, v. 134, n. 3, p. e921–e932, 2014.
- OWENS, J.; WEISS, M. Insufficient sleep in adolescents: causes and consequences. **Minerva Pediatr**, v. 69, p. 326–336, 2017.
- PARUTHI, S. 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. 06, p. 785–786, 15 jun. 2016.
- PATE, R. R.; O'NEILL, J. R.; LOBELO, F. The evolving definition of “sedentary”. **Exerc. Sport Sci. Rev.**, v. 36, n. 4, p. 173–178, 2008.

PATTERSON, R. et al. Sedentary behaviour and risk of all-cause, cardiovascular and cancer mortality, and incident type 2 diabetes: a systematic review and dose response meta-analysis. **European Journal of Epidemiology**, v. 33, n. 9, p. 811–829, 2018.

PEARSON, N.; SHERAR, L. B.; HAMER, M. Prevalence and Correlates of Meeting Sleep, Screen-Time, and Physical Activity Guidelines Among Adolescents in the United Kingdom. **JAMA Pediatrics**, p. E1–E2, 2019.

PEDIŠIĆ, Ž.; 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, p. 252–269, 2017.

PENSE. **Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar: 2019**. IBGE ed. Rio de Janeiro: Coordenação de População e Indicadores Sociais, 2021.

PESONEN, A. K. et al. Temporal associations between daytime physical activity and sleep in children. **PLoS ONE**, v. 6, n. 8, p. 4–9, 2011.

PIERCY, K. L. et al. The Physical Activity Guidelines for Americans. **JAMA**, v. 320, n. 19, p. 2020–2028, 2018.

PORKKA-HEISKANEN, T.; ZITTING, K.-M.; WIGREN, H.-K. Sleep, its regulation and possible mechanisms of sleep disturbances. **Acta Physiologica**, v. 208, n. 4, p. 311–328, ago. 2013.

R Core Team. R: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2018.

RAMAR, K. et al. Sleep is essential to health: An American Academy of Sleep Medicine position statement. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, v. 17, n. 10, p. 2115–2119, 2021.

RAUDSEPP, L. One-year longitudinal study found a bidirectional relationship between physical activity and sleep disturbance in teenage Estonian girls. **Acta Paediatrica**, v. 107, n. 8, p. 1433–1438, ago. 2018.

ROBERTS, K. C. et al. Meeting the Canadian 24-Hour Movement Guidelines for Children and Youth. n. 82, 2017.

ROBINSON, T. N. et al. Screen Media Exposure and Obesity in Children and Adolescents. **Pediatrics**, v. 140, n. Suppl 2, p. S97–S101, 2017.

ROLLO, S.; ANTASYGINA, O.; TREMBLAY, M. S. The whole day matters: Understanding 24-hour movement guideline adherence and relationships with health

- indicators across the lifespan. **Journal of Sport and Health Science**, v. 9, n. 6, p. 493–510, dez. 2020.
- ROMAN-VIÑAS, B. et al. Proportion of children meeting recommendations for 24-hour movement guidelines and associations with adiposity in a 12-country study. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 13, n. 1, p. 123, 25 dez. 2016.
- ROMANZINI, M. et al. Calibration of ActiGraph GT3X, Actical and RT3 accelerometers in adolescents. **European Journal of Sport Science**, v. 14, n. 1, p. 91–99, 2 jan. 2014.
- ROSENBERGER, M. E. et al. The 24-hour activity cycle: a new paradigm for physical activity. **Med Sci Sports Exerc**, v. 51, p. 454–464, 2019.
- RUBÍN, L. et al. Prevalence and correlates of adherence to the combined movement guidelines among Czech children and adolescents. **BMC Public Health**, v. 20, n. 1, p. 1–11, 2020.
- SADEH, A.; SHARKEY, M.; CARSKADON, M. A. Activity-Based Sleep-Wake Identification: An Empirical Test of Methodological Issues. **Sleep**, v. 17, n. 3, p. 201–207, maio 1994.
- SANTOS, I. K. et al. Sleep and physical activity at school level. **Adolescência e Saúde**, v. 13, n. 3, p. 25–30, 2016.
- SASAKI, J. et al. Orientações para utilização de acelerômetros no Brasil. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 22, n. 2, p. 110–126, 1 mar. 2017.
- SAUNDERS, TRAVIS J., MCISAAC, T., CAMPBELL, J., DOUILLETTE, K., JANSSEN, I., TOMASONE, JR., ROSS-WHITE, A., PRINCE, SA., CHAPUT, J. Timing of sedentary behaviour and presence of screens in the bedroom and their influence on sleep quality and duration in children and adolescents: A systematic Review. **Health Promotion and Chronic Disease Prevention in Canada. (This issue)**, v. 42, n. 4, p. 139–149, 2022.
- 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.
- SCHAAN, C. W. et al. Prevalence and correlates of screen time among Brazilian adolescents: findings from a country- wide survey. **Fisiologia Aplicada, Nutrição e Metabolismo**, v. 43, n. 7, p. 684–690, 2018.
- SCHAAN, C. W. et al. Prevalence of excessive screen time and TV viewing among

- Brazilian adolescents: a systematic review and meta-analysis. **Jornal de Pediatria**, v. 95, n. 2, p. 155–165, 2019.
- SHIMOGA, S. V.; ERLYANA, E.; REBELLO, V. Associations of Social Media Use With Physical Activity and Sleep Adequacy Among Adolescents: Cross-Sectional Survey. **Journal of Medical Internet Research**, v. 21, n. 6, p. e14290, 18 jun. 2019.
- SHRIVASTAVA, D. et al. How to interpret the results of a sleep study. **Journal of Community Hospital Internal Medicine Perspectives**, v. 4, n. 5, p. 24983, 2014.
- SHUKLA, C.; BASHEER, R. Metabolic signals in sleep regulation: recent insights. **Nature and Science of Sleep**, p. 9–20, 2016.
- SIEGEL, J. M. Clues to the functions of mammalian sleep. **Nature**, v. 437, n. 7063, p. 1264–1271, 26 out. 2005.
- SLUIJS, E. M. F. VAN et al. Physical activity behaviours in adolescence: current evidence and opportunities for intervention. **The Lancet**, v. 398, n. 10298, p. 429–442, 2021.
- SMITH, C. et al. ActiGraph GT3X+ and Actical Wrist and Hip Worn Accelerometers for Sleep and Wake Indices in Young Children Using an Automated Algorithm: Validation With Polysomnography. **Frontiers in Psychiatry**, v. 10, p. 1–12, 2020.
- SMITH, M. T. et al. Use of actigraphy for the evaluation of sleep disorders and circadian rhythm sleep-wake disorders: An American Academy of Sleep Medicine Clinical Practice Guideline. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, v. 14, n. 7, p. 1231–1237, 2018a.
- SMITH, M. T. et al. Use of Actigraphy for the Evaluation of Sleep Disorders and Circadian Rhythm Sleep-Wake Disorders - An American Academy of Sleep Medicine Systematic Review, Meta-Analysis, and GRADE Assessment. **J Clin Sleep Med**, v. 14, n. 7, p. 1209–1230, 2018b.
- SORIĆ, M. et al. Associations of objectively assessed sleep and physical activity in 11-year old children. **Annals of Human Biology**, v. 42, n. 1, p. 31–37, 2015.
- STRONG, W. B. et al. Evidence based physical activity for school-age youth. **The Journal of Pediatrics**, v. 146, n. 6, p. 732–737, 2005.
- SUDHOLZ, B. et al. The Impact and Feasibility of Introducing Height-Adjustable Desks on Adolescents' Sitting in a Secondary School Classroom. **AIMS Public Health**, v. 3, n. 2, p. 274–287, 2016.
- TALARICO, R.; JANSSEN, I. Compositional associations of time spent in sleep, sedentary behavior and physical activity with obesity measures in children.

International Journal of Obesity, v. 42, n. 8, p. 1508–1514, 5 ago. 2018.

TANAKA, C. et al. Proportion of Japanese primary school children meeting recommendations for 24-hour movement guidelines and associations with weight status. **Obesity Facts**, v. 12, n. Supplement 1, p. 230–231, 2019.

TANAKA, C. et al. Association between 24-hour movement guidelines and physical fitness in children. **Pediatrics International**, p. 3–9, 2020.

TAPIA-SERRANO, M. A. et al. Prevalence of meeting 24-Hour Movement Guidelines from pre-school to adolescence: A systematic review and meta-analysis including 387,437 participants and 23 countries. **Journal of Sport and Health Science**, v. 11, p. 427–437, 2022.

TAROKH, L. et al. Sleep in adolescence: physiology, cognition and mental health. **Neurosci Biobehav Rev.**, v. 70, p. 182–188, 2016.

TAYLOR, R. W. et al. 24-h movement behaviors from infancy to preschool: cross-sectional and longitudinal relationships with body composition and bone health.

International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, v. 15, n. 1, p. 118, 26 dez. 2018.

TAYLOR, R. W. et al. Do differences in compositional time use explain ethnic variation in the prevalence of obesity in children? Analyses using 24-hour accelerometry. **International Journal of Obesity**, v. 44, n. 1, p. 94–103, 2019.

TEMPL, M.; HRON, K.; FILZMOSER, P. **robCompositions: an R-package for robust statistical analysis of compositional data.**

TONETTI, L.; FABBRI, M.; NATALE, V. Sex difference in sleep-time preference and sleep need: A cross-sectional survey among Italian pre-adolescents, adolescents, and adults. **Chronobiology International**, v. 25, n. 5, p. 745–759, 2008.

TREMBLAY, M. S. et al. Canadian 24-Hour Movement Guidelines for Children and Youth: An Integration of Physical Activity, Sedentary Behaviour, and Sleep. **Appl. Physiol. Nutr. Metab**, v. 41, n. 6 Suppl 3, p. 311–327, 2016a.

TREMBLAY, M. S. et al. Canadian 24-Hour Movement Guidelines for Children and Youth: An Integration of Physical Activity, Sedentary Behaviour, and Sleep. **Appl. Physiol. Nutr. Metab**, v. 41, p. 311–327, 2016b.

TREMBLAY, M. S. 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–S327, jun. 2016c.

TREMBLAY, M. S. et al. Canadian 24-Hour Movement Guidelines for the Early Years (0-4 years): An Integration of Physical Activity, Sedentary Behaviour, and Sleep.

BMC Public Health, v. 17, n. June, p. 311–327, 2017a.

TREMBLAY, M. S. et al. Sedentary Behavior Research Network (SBRN) -

Terminology Consensus Project process and outcome. **International Journal of**

Behavioral Nutrition and Physical Activity, v. 14, n. 1, p. 75, 2017b.

TUDOR-LOCKE, C. et al. Fully automated waist-worn accelerometer algorithm for detecting children's sleep-period time separate from 24-h physical activity or

sedentary behaviors. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 39, n. 1, p. 53–57, jan. 2014.

TUDOR-LOCKE, C. et al. Nocturnal sleep-related variables from 24-h free-living

waist-worn accelerometry: International Study of Childhood Obesity, Lifestyle and the

Environment. **International Journal of Obesity Supplements**, v. 5, n. S2, p. S47–S52, 8 dez. 2015a.

TUDOR-LOCKE, C. et al. Improving wear time compliance with a 24-hour waist-worn accelerometer protocol in the International Study of Childhood Obesity, Lifestyle and

the Environment (ISCOLE). **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 12, n. 1, p. 11, 11 dez. 2015b.

VANHELST, J. Quantification de l'activité physique par l'accélérométrie. **Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique**, v. 67, n. 2, p. 126–134, abr. 2019.

VIDEOOUT, R.; ROBB, M. B. **The Common Sense Census: Media Use by Tweens and Teens, 2019**. San Francisco. CA: Common Sense Media, 2019.

VINCENT, G. E. et al. Temporal and bidirectional associations between physical activity and sleep in primary school-aged children. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 42, n. 3, p. 238–242, 2017.

WANG, H. et al. Prevalence of high screen time and associated factors among students: A cross-sectional study in Zhejiang, China. **BMJ Open**, v. 8, n. 6, p. 9–12, 2018.

WEISS, A. R. et al. Validity of activity-based devices to estimate sleep. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, v. 6, n. 4, p. 336–342, 2010.

WHO. **Expert Committee on Physical Status: The use and interpretation of anthropometry physical status: the use and interpretation of anthropometry: report of a WHO Expert Committee**. World Health Organization, , 1995. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/37003>>

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

Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/43342>>

WHO. **Guidelines on physical activity, sedentary behaviour and sleep for children under 5 years of age.** World Health Organization, , 2019. Disponível em:

<<https://apps.who.int/iris/handle/10665/311664>>

WHO. **WHO guidelines on physical activity, sedentary behaviour.** World Health Organization, , 2020. Disponível em:

<<https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>>

YANG, Y. et al. Sedentary behavior and sleep problems: a systematic review and meta-analysis. **International Journal of Behavioral Medicine**, v. 24, n. 4, p. 481–492, 2017.

YING, L. et al. Movement in high school: Proportion of chinese adolescents meeting 24-hour movement guidelines. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 7, 2020.

ZIMBERG, I. Z. et al. Short sleep duration and obesity: Mechanisms and future perspectives. **Cell Biochemistry and Function**, v. 30, n. 6, p. 524–529, 2012.

2 QUESTÕES A INVESTIGAR

1. Como as crianças e adolescentes utilizam suas 24 horas diárias distribuídas em CHH (comportamentos de vigília e padrão de sono)?
2. Qual a proporção de adolescentes de uma instituição de período integral no Brasil que cumprem as recomendações comportamentais de sono, AFMV e TT isoladas ou integradas?
3. Existe uma associação entre a composição de uso do tempo diário nos CHH e o IMC de adolescentes de uma instituição de período integral no Brasil?
4. Os comportamentos de vigília de adolescentes de uma instituição de período integral no Brasil podem influenciar seus comportamentos de sono na mesma noite?
5. O padrão de sono de adolescentes de uma instituição de período integral no Brasil pode influenciar seus comportamentos de vigília no dia seguinte?
6. Existem associações entre o tempo envolvido em comportamentos de vigília com o padrão de sono do mesmo dia e/ou entre padrão de sono e o tempo envolvido em comportamentos de vigília do dia seguinte de adolescentes de uma instituição de período integral no Brasil?

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

- Avaliar o uso do tempo dos CHH além de estimar possíveis alterações no IMC ao realocar o tempo envolvido em cada um desses comportamentos e analisar as possíveis associações temporais e bidirecionais entre os comportamentos de vigília e padrão de sono de uma amostra de adolescentes em uma instituição de período integral no Brasil.

3.2 Objetivos Específicos

- Realizar um levantamento na literatura sobre a composição de uso do tempo de sono, CS, AFL e AFMV em crianças e adolescentes; (**Artigo 1**)
- Verificar a proporção de adolescentes de uma instituição de período integral no Brasil que cumprem as recomendações comportamentais de sono, AFMV e TT e suas combinações; (**Artigo 2**)
- Analisar as associações entre CHH e IMC por meio de análise composicional; (**Artigo 2**)
- Estimar os efeitos teóricos da substituição isotemporal entre estes CHH e IMC; (**Artigo 2**)
- Analisar as associações entre o tempo envolvido em comportamentos de vigília com o padrão de sono do mesmo dia e/ou entre o padrão de sono e comportamentos de vigília do dia seguinte de adolescentes de uma instituição de período integral no Brasil (**Artigo 3**).

4 METODOLOGIA

4.1 Aspectos Éticos

Todos os procedimentos atenderam as normas para a realização de pesquisa em seres humanos, de acordo com a Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e com as diretrizes da Declaração de Helsinque, sendo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos da Universidade Federal de Viçosa (Certificado de Apresentação de Apreciação Ética - CAAE: 74104217.3.0000.5153, parecer nº: 2.313.053) (Anexo A).

Os voluntários menores de 18 anos de idade assinaram um Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) (Apêndice A) para participar do estudo, enquanto seus pais ou responsáveis legais e os estudantes de 18 anos de idade concordaram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice B). Esses documentos foram assinados em duas vias, e neles continham o objetivo da pesquisa, formas de avaliação, benefícios e riscos, sendo uma das vias entregue ao voluntário e a outra arquivada pela pesquisadora responsável pelo estudo.

A participação no estudo ocorreu de forma voluntária, mantendo preservadas as informações de caráter pessoal em anonimato, garantido a confidencialidade dos participantes. O adolescente e a família tiveram o direito de recusar a participar ou se retirar do estudo a qualquer momento, sem qualquer prejuízo.

4.2 Delineamento do Estudo e Casuística

Trata-se de um estudo observacional, com delineamento longitudinal de curto prazo (oito dias consecutivos). Cabe comentar que esse estudo é parte integrante de um projeto guarda-chuva intitulado: “Efeitos da AF habitual, CS e fatores associados sobre marcadores cardiometabólicos em adolescentes”. O objetivo do projeto supracitado foi avaliar a AF habitual, CS, 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.

Foram avaliados 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), Campus Ituiutaba, Minas Gerais, Brasil. A cidade de Ituiutaba, Minas Gerais, Brasil, cuja população estimada no ano de 2018 foi de 101.097 habitantes possuía o Índice de Desenvolvimento Humano de 0,739 (IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018). Maiores detalhes sobre o IFTM podem ser encontrados no Apêndice C.

A princípio, a diretoria do instituto foi informada sobre os objetivos e metodologia do projeto e, em seguida solicitou-se o consentimento para divulgar

e realizar a pesquisa em todos os cursos técnicos integrados ao ensino médio. Após autorização da diretoria, foram disponibilizadas as informações relacionadas ao número de turmas e alunos, bem como as listas de matrícula para que a seleção amostral fosse realizada.

A partir dos dados fornecidos pelo IFTM do Campus Ituiutaba, em dezembro de 2017, foram encontrados 471 alunos regularmente matriculados nos cinco cursos técnicos integrados ao ensino médio (agricultura, agronomia, eletrotécnica, informática e química) (**Tabela 1**).

Tabela 1 - Distribuição da população de estudantes regularmente matriculados no Instituto Federal do Triângulo Mineiro, Campus Ituiutaba, conforme sexo e ano do ensino médio.

Ano	N	Rapazes	Moças
1º ano	186	101	85
2º ano	161	81	80
3º ano	124	65	59
Total	471	247	224

O estudo aconteceu entre março e setembro de 2018. Os objetivos e procedimentos da pesquisa foram apresentados a todas as turmas do ensino médio do instituto. Os voluntários foram selecionados por meio de amostragem aleatória simples, respeitando a proporcionalidade entre os sexos e a distribuição entre os três anos do ensino médio. Elaborou-se uma planilha no programa Microsoft Office Excel®, versão 2013, na qual foi aplicada a função “aleatória” ao número de identificação de cada um dos voluntários para proceder o sorteio. O resultado do sorteio foi desconsiderado nos casos em que o estudante não concordou em participar do estudo, sendo realizado um novo sorteio.

4.2.1 Critérios de inclusão e exclusão

Foram considerados como critérios de inclusão:

- Ter entre 15 e 18 anos de idade;
- Estar regularmente matriculado em uma turma de curso técnico integrado ao ensino médio do IFTM;

- Ter assinado o TALE ou TCLE (quando necessário);

Considerou-se como critérios de exclusão:

- Estar grávida¹;
- Apresentar alguma deficiência física ou mental (temporária ou permanente)*;
- Para o sexo feminino, ter apresentado menarca há menos de um ano e, para o sexo masculino, não apresentar pelos nas axilas (Apêndice D);
- Participar de programa de emagrecimento*;
- Fazer uso regular de diuréticos ou anti-hipertensivos*;
- Utilizar o acelerômetro menos de três noites (duas noites de semana e uma de fim de semana) e por menos de 10 horas de registro de vigília.

4.2.2 Amostra

O tamanho da amostra foi calculado utilizando o software *EpiInfo*, versão 7.2.2.16 (Geórgia, Estados Unidos) e foi apresentado em cada um dos artigos que compõe a tese, mediante a especificidades dos propósitos de cada estudo.

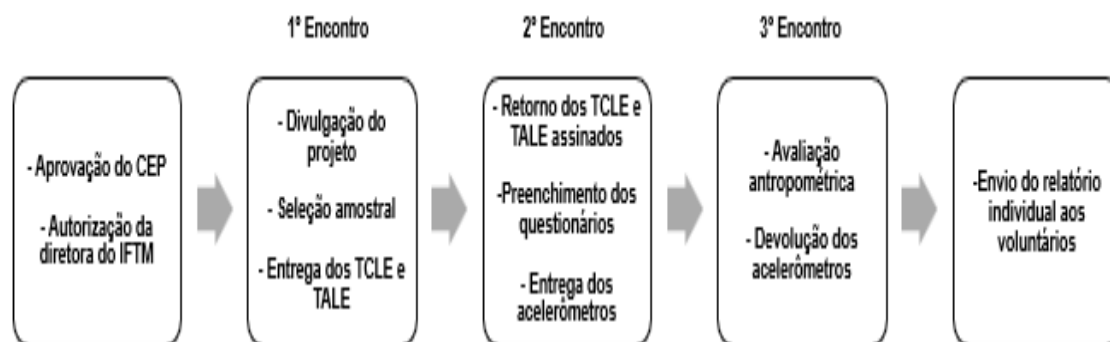
Os participantes deste estudo frequentaram as aulas do ensino médio juntamente com o ensino técnico de 7:30 horas da manhã às 16:50 horas da tarde, de segunda a sexta-feira.

4.3 Coleta de dados

A coleta de dados aconteceu em três encontros com cada participante conforme podemos observar na **Figura 1**.

¹ esses critérios foram identificados por meio de perguntas realizadas pela pesquisadora responsável pela coleta de dados, individualmente após a realização do sorteio.

Figura 1. Fluxograma de seleção amostral e coleta de dados.



Legenda: CEP – Comitê de Ética em Pesquisa; IFTM – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro; TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; TALE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.

No primeiro encontro, os adolescentes sorteados foram convidados a participar da pesquisa, informados sobre os procedimentos a serem realizados e receberam os TALE e TCLE.

No segundo encontro, os adolescentes deveriam retornar com esses termos assinados e, após receberem instruções verbais, foram orientados a sentar-se afastados um dos outros para manter sua privacidade e, preencherem os questionários da pesquisa no auditório do instituto, mantendo o ambiente silencioso. Em seguida, cada adolescente recebeu um acelerômetro.

Após oito dias consecutivos, no terceiro encontro, os acelerômetros foram recolhidos e as avaliações antropométricas foram realizadas no instituto, em uma sala privada disponibilizada pela diretoria. Todas as informações e medidas coletadas foram registradas no questionário de características gerais (Apêndice D) por uma avaliadora devidamente treinada, a qual também entregou e recolheu os acelerômetros.

Ao final da coleta de dados, a pesquisadora que avaliou os voluntários enviou a cada um, um relatório individual por e-mail ou por aplicativo de mensagem, contendo um resumo de todas as medidas avaliadas, bem como sugestões para a adoção de um estilo de vida saudável (Apêndice E). Além disso, a pesquisadora se deixou a disposição para responder a eventuais

dúvidas oriundas do relatório. Para a direção da escola foi entregue um relatório geral com os resultados dos alunos avaliados.

4.3.1 Características da amostra e avaliação maturacional

As características gerais da amostra como idade, sexo e ano escolar, foram inseridas em um questionário o qual abordou questões relativas à maturacional sexual dos avaliados (Apêndice D).

No que se refere a avaliação maturacional, as moças responderam a seguinte pergunta: “Você já apresentou menarca há pelo menos um ano?”. Para os rapazes a pergunta foi: “Você apresenta pelos nas axilas?” Os adolescentes foram classificados como púberes ao responderem “sim”, pois a menarca geralmente ocorre em um estágio avançado da maturação sexual feminina (WHO, 2005), enquanto no sexo masculino a presença de pelos nas axilas e na face ocorrem no início da puberdade (DUARTE, 1993).

4.3.2 Avaliação antropométrica

A massa corporal e a estatura foram avaliadas seguindo o protocolo determinado por Lohman, Roche e Martorell (LOHMAN et al., 1988) em uma sala específica com ambiente controlado.

Massa Corporal

A massa corporal foi mensurada individualmente com o indivíduo sem adornos metálicos, vestindo roupas leves e descalço, utilizando uma balança digital (Plenna®, modelo Ice HON-00823, São Paulo, Brasil), com capacidade máxima de 150 kg e sensibilidade de 50g; a qual foi semanalmente calibrada com peso padrão.

Estatura

A estatura foi aferida em duplicata, com o indivíduo em posição ereta, descalço, utilizando um estadiômetro portátil compacto tipo trena fixo à parede (Sanny Medical®, modelo ES-2040, São Paulo, Brasil), com extensão de 2.13 m e resolução de 0.1 cm. Considerou-se 0.5 cm como variação máxima entre as duas medidas, sendo utilizada a média como resultado final.

Índice de Massa Corporal (IMC)

O Índice de massa corporal (IMC) foi calculado através da fórmula massa corporal (kg)/estatura (m)² (WHO, 1995). A partir do valor obtido, classificou-se o estado nutricional dos adolescentes de acordo com sexo e idade, utilizando as curvas IMC/idade da Organização Mundial de Saúde (ONIS et al., 2007), cujos valores encontram-se descritos no **Quadro 1**.

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

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

Fonte: Organização Mundial de Saúde (ONIS et al., 2007).

4.3.3 Nível Socioeconômico

O nível socioeconômico (NSE) dos voluntários foi classificado por meio do preenchimento do questionário de Critério de Classificação Econômica da Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP) (ABEP, 2015) (Anexo B), a partir da pontuação final obtida pelas características domiciliares, pelo grau de escolaridade do chefe da família, e pelas condições de acesso a serviços públicos a partir. Mediante as sete categorias de classificação obtidas (A, B1, B2, C1, C2, D e E), estas foram reagrupadas em classes: alta (classes A e B1), média (B2 e C1), e baixa (C2 e D-E), sendo que quanto maior a pontuação (de 0 a 100), melhor a situação financeira e, mais alta a classificação.

4.3.4 Tempo de tela

O TT foi autorreferido e registrado no questionário de características gerais (Apêndice D) a partir da seguinte pergunta aos voluntários: “Em um dia normal, quantas horas você passa na frente de uma mídia eletrônica?” Os adolescentes foram orientados a considerar todo TT diário e foram instruídos a incluir todos os tipos de mídias eletrônicas, tais como telefones celulares, televisão, computadores, *tablets* e *videogames*.

Os voluntários que responderam menos de duas horas por dia, atingiram as recomendações de TT para fins recreativos (COUNCIL ON COMMUNICATIONS AND MEDIA, 2013).

4.3.5 Avaliação objetiva dos CHH (Atividade Física, Comportamento Sedentário e Padrão de Sono)

O padrão de sono, CS, AFL e AFMV foram avaliados por meio de acelerômetro GT3X (ActiGraph™ Corp., Pensacola, Flórida, EUA) (**Figura 2.A**), utilizado no lado direito do quadril (próximo à crista ilíaca) fixada por um cinto elástico (**Figura 2.B**). Este equipamento é compacto, com dimensões de 3.8cm x 3.7cm x 1.8cm, pesa 27 gramas e mede a aceleração triaxial (eixos x, y e z) em taxa de amostragem de 30 a 100 Hz.

Figura 2. Acelerômetro utilizado e posição de uso A) Acelerômetro GT3X+. B) Posicionamento do acelerômetro durante a coleta de dados.

A)



B)



Fontes: ActiGraph™ Corp. <https://www.actigraphcorp.com/support/activity-monitors/gt3xplus/> e <https://actigraphcorp.com/actigraph-wgt3x-bt/>.

Ao receber o acelerômetro, os adolescentes foram orientados verbalmente sobre seu uso e ganharam um folheto com essas instruções impressas contendo as informações de contato da pesquisadora responsável (Apêndice F) a fim de evitar qualquer tipo de dúvida durante a coleta (SASAKI et al., 2017).

As coletas aconteceram ao longo de 24 horas por oito dias consecutivos, incluindo o final de semana. Todas as coletas foram iniciadas às 11:59 horas.

(TUDOR-LOCKE et al., 2014). Entretanto, o primeiro dia de registro foi excluído por ser considerado um período de familiarização para evitar o Efeito *Hawthorne* (CORDER et al., 2008), sendo analisados os sete dias restantes. Foram analisados os dados dos indivíduos que apresentaram registro de pelo menos quatro dias e três noites consecutivas, incluindo uma noite de fim de semana (sexta-feira ou sábado) (TUDOR-LOCKE et al., 2015a), desde que cada dia tivesse ao menos 10 horas de registro em vigília (MIGUELES et al., 2017; SASAKI et al., 2017; VANHELST, 2019).

Todos os voluntários foram instruídos a manter sua rotina habitual e utilizar o equipamento por 24 horas, retirando-o apenas para realizar atividades em que o acelerômetro pudesse ser submergido em água (BARREIRA et al., 2015, 2018; TUDOR-LOCKE et al., 2014). Os participantes foram contactados diariamente durante o período de coleta dos dados para garantir que o acelerômetro estava sendo usado apropriadamente (SASAKI et al., 2017).

O software *ActiLife®*, versão 6.13.4 (ActiGraph, LLC, Fort Walton Beach, EUA) foi utilizado para inicializar, baixar e processar os dados. Foi utilizada a taxa de amostragem de 30 Hz, filtro normal e *epochs* de 15 segundos. O tempo de não-uso durante a vigília foi definido como pelo menos 20 minutos consecutivos de registro de zero *counts*/minuto (ESLIGER et al., 2005; FARIA et al., 2020).

Sono

No software *ActiLife®*, utilizou-se o algoritmo proposto por Sadeh (SADEH; SHARKEY; CARSKADON, 1994) para classificar cada minuto como sono ou vigília. Também utilizou-se o algoritmo automático validado por Tudor-Locke (TUDOR-LOCKE et al., 2014) para dados coletados por acelerômetros usados na cintura em 24 horas para identificar as variáveis relacionadas ao padrão de sono a partir da reintegração dos dados em *epochs* de 60 segundos.

Para avaliar o padrão de sono foram considerados o tempo total de sono (TTS) identificado em minutos; tempo acordado após o início do sono em minutos (convencionalmente para essa variável utiliza-se a sigla na língua inglês: *WASO*, que significa *Wake After Sleep Onset*); hora de deitar na cama (HDC) - horário em que o primeiro minuto de sono principal foi identificado (início do sono); hora de levantar da cama (HLC) – horário em que último minuto de sono

principal foi identificado (término do sono); eficiência do sono (ES) – calculado pelo TTS/tempo na cama x 100; índice de fragmentação do sono (IFS) – número de despertares/TTS x 100 (ACTIGRAPH., 2012; KIM et al., 2020; SHRIVASTAVA et al., 2014).

O TTS e a média semanal foram calculados usando apenas os dias em que o período total de sono acumulado foi ≥ 160 minutos (TUDOR-LOCKE et al., 2015a). Os voluntários atingiram as recomendações de sono quando a média do TTS alcançou valores entre oito e 10 horas por noite (HIRSHKOWITZ et al., 2015; PARUTHI et al., 2016); desconsiderando eventuais períodos de sono durante o dia, os quais foram computados como CS no período de vigília.

Atividade Física e Comportamento Sedentário

Após realizar as análises descritas anteriormente, os registros equivalentes ao TTS e ao tempo de não uso em vigília (BARREIRA et al., 2015) foram desconsiderados para o cálculo do CS, AFL, AFMV. O CS, AFL, AFMV foram classificados de acordo com os pontos de corte validados para adolescentes brasileiros propostos por Romazini et al (ROMANZINI et al., 2014), utilizando o vetor magnitude e *epoch* de 15 segundos, conforme os critérios apresentados abaixo (**Quadro 2**):

Quadro 2. Pontos de corte de acelerometria para adolescentes utilizando vetor magnitude em período de vigília.

Atividade	Ponto de corte
Comportamento Sedentário (CS)	0-720 <i>counts.min</i> ⁻¹
Atividade Física Leve (AFL)	721-3027 <i>counts.min</i> ⁻¹
Atividade Física Moderada a Vigorosa (AFMV)	≥ 3028 <i>counts.min</i> ⁻¹

Fonte: Adaptada de Romanzini et al (ROMANZINI et al., 2014).

Os voluntários atingiram as recomendações de prática de AF quando realizaram, em média, 60 minutos ou mais de AFMV por dia (BRASIL, 2021; BULL et al., 2020; DUMITH et al., 2021; OKELY et al., 2021; WHO, 2020).

4.4 Análise Estatística

Os bancos de dados foram elaborados no Microsoft Office Excel®, versão 2013. As análises foram conduzidas usando a linguagem de programação estatística R (versão 4.1.0; R *Foundation for Statistical Computing*, Viena, Áustria) (R Core Team. R: a language and environment for statistical computing, 2018) (**Artigo 2**) e o software *Stata MP* 14.1 (*Stata Corporation*, Tex., EUA) (**Artigo 3**). O nível alfa foi fixado em 0.05 para testes bi-caudais (**Artigo 2 e 3**).

- Estatística descritiva padrão: foi utilizada para apresentar a média $\pm$ desvio padrão (**Artigo 2 e 3**) e a mediana das variáveis idade, sexo, estatura, IMC, NSE, TT além das frequências absoluta e relativa (%) das variáveis TT, CS, AFL, AFMV e sono. (**Artigo 2**).
- Wilcoxon's Signed Rank Test: foi utilizado para realizar comparações padrões univariados entre os sexos das variáveis idade, sexo, peso, estatura, IMC, NSE, TT. (**Artigo 2**)
- Teste z: foi utilizado para comparar duas proporções independentes (numa hipótese de duas caudas) e um intervalo de confiança de 95% (IC) com base na distribuição qui-quadrado das variáveis sono, AFMV e TT. (**Artigo 2**)
- Tamanho do efeito: foi calculado pela correlação bisserial (r) com pares combinados usando 200 réplicas do *bootstrap* para calcular IC de 95% para verificar a magnitude dos efeitos observados das variáveis idade, sexo, estatura, IMC, NSE, TT. Este foi interpretado de acordo com os valores $|r| < 0,1$ “muito pequeno”; $|r| 0,1 \leq 0,3$ “pequeno”; $|r| 0,3 \leq 0,5$ “moderado”; $|r| > 0,5$ “grande” (COHEN, 1988). (**Artigo 2**)
- Análise composicional: foi utilizada para avaliar a associação entre os CHH (AFMV, AFL, CS e sono) e o IMC utilizando os pacotes *compositions* (BOOGAART; TOLOSANA-DELGADO; BREN, 2022) e *robcompositions* (TEMPL; HRON; FILZMOSER, 2011). Inicialmente, as composições individuais dos CHH (i.e., segundo a proporcionalidade dos dados originais) foram normalizados para somar 1440 minutos ou 24 horas) (CHASTIN et al., 2015). Sequencialmente, dividiu-se cada comportamento pela soma obtendo-se a matriz de dados composicional. A partir desta matriz, houve transformação dos comportamentos em coordenadas de razão logarítmica isométrica (ilr)

(CHASTIN et al., 2015), a partir de um processo de partição binária sequencial (SBP, particionando a composição) (EGOZCUE; PAWLOWSKY-GLAHN, 2005). Para isso, respeitou-se a ausência de valores zero no conjunto de dados original em qualquer parte da composição. A dispersão relativa dos dados de composição foi estimada usando a matriz de variação robusta (AITCHISON, 1982). O procedimento de detecção de *outlier* multivariado foi baseado em distâncias (robustas) *Mahalanobis* nas coordenadas *ilr* para reduzir o efeito dos desvios nos pressupostos e na estimativa do modelo. **(Artigo 2)**

- Regressão Linear Múltipla: foi utilizada para investigar os ajustes preditivos nos modelos para z-scores do IMC (zIMC). O preditor composicional (expresso como um conjunto de coordenadas *ilr*) foi utilizado considerando também as covariáveis não composicionais (sexo, idade e NSE). O método de simplificação do modelo adotado foi o critério de informação *Akaike* mais baixo (AIC) (YAMASHITA et al., 2007). O fator de inflação da variância (VIF) foi utilizado como medida para analisar a magnitude da multicolinearidade dos termos do modelo considerados satisfatórios quando inferiores a 5 (JAMES et al., 2013). Todos os outros pressupostos de modelagem (assimetria, curtose, função de ligação, e heterocedasticidade) foram assumidos (PEÑA e SLATE, 2006). **(Artigo 2)**

- Substituição composicional isotemporal: foi utilizada para quantificar como as realocações hipotéticas de tempo (ou seja, 15, 30, 45, 60, 75, 90 e 120 minutos) entre os CHH e as alterações no IMC por meio dos pacotes *compositions* (BOOGAART; TOLOSANA-DELGADO; BREN, 2022) e *robcompositions* (TEMPL; HRON; FILZMOSER, 2011). O modelo final ajustado foi usado para fins de predição. As diferenças entre as representações das coordenadas pivô da realocação hipotética e as composições médias dos CHH da linha de base foram (re) calculadas para estimar a mudança no IMC associada às realocações um-para-um (DUMUID et al., 2018b). As diferenças estimadas para o IMC foram consideradas significativas quando o IC de 95% não abrangia zero. **(Artigo 2)**

- Modelos lineares multiníveis de efeitos mistos: foram utilizados para analisar a associação bidirecional entre o tempo envolvido em comportamentos de vigília (AFMV, AFL e CS) com o padrão de sono (TTS, WASO, ES, IFS, HDC e HLC) do mesmo dia e avaliar as associações entre o

padrão de sono e comportamentos de vigília do dia seguinte de adolescentes. Utilizou-se o comando *mixed* devido à natureza longitudinal dos dados com estrutura de covariância não estruturada usando um modelo de dois níveis a saber, dia (nível 1) e indivíduo (nível 2). Para cada análise, dois modelos foram testados sendo o primeiro modelo com intercepto aleatório (Modelo 1) e o segundo intercepto aleatório (Indivíduo) com adição de inclinação aleatória para a variável independente de interesse (comportamento de vigília ou padrão de sono) (Modelo 2). O melhor modelo de ajuste foi escolhido baseado no resultado do teste qui-quadrado de razão de verossimilhança ($p < 0.05$) e nos menores valores do critério de informação de Akaike (AIC). Todas as análises foram ajustadas para sexo, idade, escore zIMC, NSE e dias da semana. Termos de interação entre as covariáveis e as variáveis de vigília e de sono foram criados quando essas variáveis apresentavam efeitos fixos significativos. Análises estratificadas foram realizadas no caso de interações significativas. A primeira etapa de análises examinou se as variáveis dos comportamentos de vigília (variável dependente) foram temporalmente associadas aos resultados das variáveis do padrão de sono na noite subsequente (variável independente) (988 observações). A segunda etapa de análises examinou as variáveis do padrão de sono (variável dependente) durante a noite estavam temporariamente associadas as variáveis dos comportamentos de vigília no dia seguinte (variável independente) (810 observações). Análises separadas foram conduzidas para as variáveis dos comportamentos de vigília e do padrão de sono para a amostra total, totalizando 18 associações em cada etapa de análise. Todas as variáveis de comportamentos de vigília e do padrão de sono foram padronizadas para facilitar a interpretação dos resultados. Isso nos permitiu comparar os tamanhos de efeito das associações temporais considerando que os coeficientes de regressão se referem a quantos desvio padrão (DP) as variáveis de resposta foram alteradas por aumento do DP na variável independente correspondente. Parâmetros de covariância estimada, incluindo variâncias inter e intra sujeitos foram usados para calcular a correlação intraclasse (ICC). ICC mais baixo indica maior variabilidade dentro do sujeito em relação a variabilidade entre sujeitos. Os parâmetros finais estimados são relatados no texto como coeficiente, intervalo de confiança de 95% (IC95%) e valor de p. **(Artigo 3)**

4.5 Referências

24 Hour Clock. Disponível em: <<https://www.militarytime.us/24-hour-clock/>>.

ABEP. Critério Brasil de Classificação Econômica.2015. **Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa**, 2015.

ACTIGRAPH. **ActiLife 6 User's Manual**.ActiGraph Software Department, , 2012. Disponível em: <<https://actigraphcorp.com/support/manuals/actilife-6-manual/>>

ADA, A. D. A. Standards of Medical Care in Diabetes—2022 Abridged for Primary Care Providers. **Clinical Diabetes**, v. 40, n. 1, p. 10–38, 2022.

AINSWORTH, B. E. et al. 2011 compendium of physical activities: A second update of codes and MET values. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 8, p. 1575–1581, 2011.

AITCHISON, J. The Statistical Analysis of Compositional Data. **Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)**, v. 44, n. 2, p. 139–177, 1982.

ALDABAL, L.; BAHAMMAM, A. S. Metabolic, endocrine, and immune consequences of sleep deprivation. **The Open Respiratory Medicine Journal**, v. 5, p. 31–43, 2011.

ALVES, F. R. et al. Sleep duration and daytime sleepiness in a large sample of Brazilian high school adolescents. **Sleep Med**, v. 66, p. 207–215, 2020.

ANDRADE, R. D. et al. Sleep, health perception and physical activity in university adolescents. **Adolescência e Saúde**, v. 14, n. 4, p. 150–156, 2017.

ATKIN, A. J. et al. Methods of measurement in epidemiology: Sedentary behaviour. **International Journal of Epidemiology**, v. 41, n. 5, p. 1460–1471, 2012.

ATKINSON, G.; DAVENNE, D. Relationships between sleep, physical activity and human health. **Physiology and Behavior**, v. 90, n. 2–3, p. 229–235, 2007.

ÁVILA-GARCÍA, M. et al. Bidirectional associations between objective physical activity and sleep patterns in spanish school children. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 3, 2020.

AYALA, A. M. C. et al. Impact of an 8-month trial using height-adjustable desks on children's classroom sitting patterns and markers of cardio-metabolic and musculoskeletal health. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 13, n. 12, p. 1–15, 2016.

BARREIRA, T. V. et al. Identifying Children's Nocturnal Sleep Using 24-h Waist Accelerometry. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 47, n. 5, p. 937–943, maio 2015.

BARREIRA, T. V. et al. Can an automated sleep detection algorithm for waist-worn accelerometry replace sleep logs? **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 43, n. 10, p. 1027–1032, out. 2018.

BESEDOVSKY, L.; LANGE, T.; HAACK, M. The sleep-immune crosstalk in health and disease. **Physiological Reviews**, v. 99, n. 3, p. 1325–1380, 2019.

BOOGAART, K. G. VAN DEN; TOLOSANA-DELGADO, R.; BREN, M. **compositions: Compositional Data Analysis**.

BRASIL. **Guia de Atividade Física. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Promoção da Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2021. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_atividade_fisica_populacao_brasileira.pdf>.

BRINKMAN, J. E.; REDDY, V.; SHARMA, S. **Physiology of sleep**. StatPearls ed. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2022.

BRUCE, E. S.; LUNT, L.; MCDONAGH, J. E. Sleep in adolescents and young adults. **Clinical Medicine, Journal of the Royal College of Physicians of London**, v. 17, n. 5, p. 424–428, 2017.

BULL, F. C. et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. **British Journal of Sports Medicine**, v. 54, n. 24, p. 1451–1462, dez. 2020.

CAETANO, I. T. et al. Adolescent's movement behaviors and built environment: a latent class analysis. **BMC Public Health**, v. 21, n. 1, p. 1–14, 2021.

CAIN, N.; GRADISAR, M. Electronic media use and sleep in school-aged children and adolescents: A review. **Sleep Medicine**, v. 11, n. 8, p. 735–742, 2010.

CARDON, G. et al. Sitting habits in elementary schoolchildren: A traditional versus a "Moving school". **Patient Education and Counseling**, v. 54, n. 2, p. 133–142, 2004.

CARSKADON, M. A.; ACEBO, C.; JENNI, O. G. Regulation of adolescent sleep. **Boo/ O/Z/ Bdbe/ Tdj**, v. 1021, p. 276–291, 2004.

CARSKADON, M. A.; VIEIRA, C.; ACEBO, C. Association between puberty and delayed phase preference. **Sleep**, v. 16, n. 3, p. 258–262, 1993.

CARSON, V. et al. 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–S302, jun. 2016.

CARSON, V. et al. 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, 22 jul. 2019.

CARSON, V.; TREMBLAY, M. S.; CHASTIN, S. F. M. Cross-sectional associations between sleep duration, sedentary time, physical activity, and adiposity indicators among Canadian preschool-aged children using compositional analyses. **BMC Public Health**, v. 17, n. S5, p. 848, 20 nov. 2017.

CARTER, B. et al. A meta-analysis of the effect of media devices on sleep

outcomes. **JAMA Pediatr.**, v. 170, n. 12, p. 1202–1208, 2016.

CASPERSEN, C. J.; POWELL, K. E.; CHRISTENSON, G. M. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. **Public Health Rep.**, v. 100, n. 2, p. 126–31, 1985.

CHAPUT, J.-P. et al. Associations between sleep patterns and lifestyle behaviors in children: an international comparison. **International Journal of Obesity Supplements**, v. 5, n. S2, p. S59–S65, 2015.

CHAPUT, J. et al. Systematic review of the relationships between sleep duration and health indicators in school-aged children and youth. **Appl. Physiol. Nutr. Metab.**, v. 41, n. June, p. S266–S282, 2016.

CHAPUT, J. P. Sleep patterns, diet quality and energy balance. **Physiology and Behavior**, v. 134, p. 86–91, 2014.

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, n. February, p. 7–14, 2017.

CHASTIN, S. et al. Joint association between accelerometry-measured daily combination of time spent in physical activity, sedentary behaviour and sleep and all-cause mortality: a pooled analysis of six prospective cohorts using compositional analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 55, n. 22, p. 1277–1285, nov. 2021.

CHASTIN, S. F. M. et al. 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, 13 out. 2015.

CHASTIN, S. F. M. et al. How does light-intensity physical activity associate with adult cardiometabolic health and mortality? Systematic review with meta-analysis of experimental and observational studies. **British Journal of Sports Medicine**, v. 53, n. 6, p. 370–376, 2019.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2nd. ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.

CORDER, K. et al. Assessment of physical activity in youth. **Journal of Applied Physiology**, v. 105, n. 3, p. 977–987, set. 2008.

COUNCIL ON COMMUNICATIONS AND MEDIA. Children, Adolescents, and the Media. **Pediatrics**, v. 132, n. 5, p. 958–961, nov. 2013.

CROWLEY, S. J.; ACEBO, C.; CARSKADON, M. A. Sleep, circadian rhythms, and delayed phase in adolescence. **Sleep Medicine**, v. 8, n. 6, p. 602–612, 2007.

DA COSTA, B. G. G. et al. Prevalence and sociodemographic factors associated with meeting the 24-hour movement guidelines in a sample of Brazilian adolescents. **PLoS ONE**, v. 15, n. 9 September, p. 1–12, 2020.

DATTILO, M. et al. Sleep and muscle recovery: Endocrinological and molecular basis for a new and promising hypothesis. **Medical Hypotheses**, v. 77, n. 2, p.

220–222, 2011.

DATTILO, M. et al. Paradoxical sleep deprivation induces muscle atrophy. **Muscle and Nerve**, v. 45, n. 3, p. 431–433, 2012.

DÁTTILO, M. et al. Effects of Sleep Deprivation on Acute Skeletal Muscle Recovery after Exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 52, n. 2, p. 507–514, 2020.

DE LUCENA, J. M. S. et al. Prevalence of excessive screen time and associated factors in adolescents. **Revista Paulista de Pediatria (English Edition)**, v. 33, n. 4, p. 407–414, dez. 2015.

DE SOUZA, S.; MARQUES, K. C.; REUTER, C. P. Screen time above recommendations in children and adolescents: analysis of the associated nutritional, behavioral and parental factors. **Journal of Human Growth and Development**, v. 30, n. 3, p. 363–370, 2020.

DEL CIAMPO, L. A. et al. Characteristics of sleep habits among adolescents living in the city of Ribeirão Preto (SP). **Journal of Human Growth and Development**, v. 27, n. 3, p. 307–314, 2017.

DEL POZO-CRUZ, B. et al. Relationships between sleep duration, physical activity and body mass index in young New Zealanders: An isotemporal substitution analysis. **PLOS ONE**, v. 12, n. 9, p. e0184472, 12 set. 2017.

DEMPSEY, P. C. et al. Sedentary behavior and chronic disease: Mechanisms and future directions. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 17, n. 1, p. 52–61, 2020.

DHAND, R.; SOHAL, H. Good sleep, bad sleep! The role of daytime naps in healthy adults. **Current Opinion in Pulmonary Medicine**, v. 12, n. 6, p. 379–382, 2006.

DOMINGUES, S. F. et al. Influence of sex, school system and body mass index on the physical activity patterns of adolescents during the school period. **Motricidade**, v. 13, p. 21–30, 2017.

DOMINGUES, S. F. et al. Sleep, sedentary behavior, and physical activity in Brazilian adolescents: Achievement recommendations and BMI associations through compositional data analysis. **PloS one**, v. 17, n. 4, p. e0266926, 2022.

DRAPER, C. E. et al. The South African 24-Hour Movement Guidelines for Birth to 5 Years: An Integration of Physical Activity, Sitting Behavior, Screen Time, and Sleep. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 17, n. 1, p. 109–119, 2019.

DUARTE, M. F. S. Physical maturation: a review with special reference to Brazilian children. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 9, n. Supl 1, p. 71–84, 1993.

DUMITH, S. C. et al. Physical activity change during adolescence: A systematic review and a pooled analysis. **International Journal of Epidemiology**, v. 40, n. 3, p. 685–698, 2011.

DUMITH, S. C. et al. Atividade física para crianças e jovens: Guia de Atividade

Física para a População Brasileira. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 26, p. 1–9, 2021.

DUMUID, D. et al. Adiposity and the isotemporal substitution of physical activity, sedentary time and sleep among school-aged children: a compositional data analysis approach. **BMC Public Health**, v. 18, n. 1, p. 311, 2 dez. 2018a.

DUMUID, D. et al. Compositional data analysis for physical activity, sedentary time and sleep research. **Statistical Methods in Medical Research**, v. 27, n. 12, p. 3726–3738, 30 dez. 2018b.

DUMUID, D. 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, 20 mar. 2019.

DUMUID, D. et al. Compositional Data Analysis in Time-Use Epidemiology: What, Why, How. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 7, p. 2220, 26 mar. 2020.

EGOZCUE, J. J.; PAWLOWSKY-GLAHN, V. Groups of Parts and Their Balances in Compositional Data Analysis. **Mathematical Geology**, v. 37, n. 7, p. 795–828, out. 2005.

EKSTEDT, M. et al. Sleep, physical activity and BMI in six to ten-year-old children measured by accelerometry: A cross-sectional study. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 10, p. 1–10, 2013.

ESLIGER, D. W. et al. Standardizing and Optimizing the Use of Accelerometer Data for Free-Living Physical Activity Monitoring. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 2, n. 3, p. 366–383, jul. 2005.

FAIRCLOUGH, S. J. 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, n. 1, p. 64, 10 dez. 2017.

FALCK, R. et al. A Wrinkle in Measuring Time Use for Cognitive Health: How should We Measure Physical Activity, Sedentary Behaviour and Sleep? **American Journal of Lifestyle Medicine**, 2021.

FARIA, F. R. DE et al. 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, 22 jun. 2020.

FAROOQ, A. et al. Longitudinal changes in moderate-to-vigorous-intensity physical activity in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. **Obesity Reviews**, v. 21, n. 1, p. 1–15, 2020.

FOTI, K. E. et al. Sufficient sleep, physical activity, and sedentary behaviors. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 41, n. 6, p. 596–602, 2011.

FRIEL, C. P. et al. U.S. Children Meeting Physical Activity, Screen Time, and Sleep Guidelines. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 59, n. 4, p. 513–521, 2020.

FULL, K. M. et al. Validation of a physical activity accelerometer device worn on the hip and wrist against polysomnography. **Sleep Health**, v. 4, n. 2, p. 209–216, 2018.

FÜZÉKI, E.; ENGEROFF, T.; BANZER, W. Health Benefits of Light-Intensity Physical Activity: A Systematic Review of Accelerometer Data of the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES). **Sports Medicine**, v. 47, n. 9, p. 1769–1793, 2017.

GÁBA, A. et al. Sedentary behavior patterns and adiposity in children: a study based on compositional data analysis. **BMC Pediatrics**, v. 20, n. 1, p. 147, 2 dez. 2020a.

GÁBA, A. et al. How do short sleepers use extra waking hours? A compositional analysis of 24-h time-use patterns among children and adolescents. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 17, n. 1, p. 104, 14 dez. 2020b.

GALLAND, B. C. et al. Establishing normal values for pediatric nighttime sleep measured by actigraphy: a systematic review and meta-analysis. **Sleep Research Society**, v. 41, n. 4, p. 1–16, 2018.

GARAULET, M. et al. Short sleep duration is associated with increased obesity markers in European adolescents: Effect of physical activity and dietary habits. the HELENA study. **International Journal of Obesity**, v. 35, n. 10, p. 1308–1317, 2011.

GONZÁLEZ, S. A. et al. Prevalence and Associated Factors of Excessive Recreational Screen Time Among Colombian Children and Adolescents. **International Journal of Public Health**, v. 67, n. February, 2022.

GOPINATH, B. et al. Physical activity and sedentary behaviors and health-related quality of life in adolescents. **Pediatrics**, v. 130, n. 1, 2012.

GUEDES, D. P.; DESIDERÁ, R. A.; GONÇALVES, H. R. Prevalence of excessive screen time and correlates factors in Brazilian schoolchildren. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 23, p. 1–10, 2018.

GUERRA, P. H.; DE FARIAS JÚNIOR, J. C.; FLORINDO, A. A. Sedentary behavior in Brazilian children and adolescents: a systematic review. **Revista de saude publica**, v. 50, p. 9, 2016.

GUTHOLD, R. et al. Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1·6 million participants. **The Lancet Child & Adolescent Health**, v. 4, n. 1, p. 23–35, jan. 2020.

HALE, L. et al. Youth screen media habits and sleep: sleep-friendly screen-behavior recommendations for clinicians, educators, and parents. **Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America**, v. 27, n. 2, p. 229–245, 2018.

HALE, L.; GUAN, S. Screen time and sleep among school-aged children and adolescents: A systematic literature review. **Sleep Medicine Reviews**, v. 21, p. 50–58, 2015.

HAMER, M. et al. Feasibility of measuring sedentary time using data from a thigh-worn accelerometer. **American Journal of Epidemiology**, v. 189, n. 9, p. 963–971, 2020.

HANSEN, J.; HANEWINKEL, R.; GALIMOV, A. Physical activity, screen time, and sleep: do German children and adolescents meet the movement guidelines? **European Journal of Pediatrics**, v. 181, p. 1985–1995, 2022.

HINCKSON, E. et al. Standing Classrooms: Research and Lessons Learned from Around the World. **Sports Medicine**, v. 46, n. 7, p. 977–987, 2016.

HIROTSU, C.; TUFIK, S.; ANDERSEN, M. L. Interactions between sleep, stress, and metabolism: From physiological to pathological conditions. **Sleep Science**, v. 8, n. 3, p. 143–152, 2015.

HIRSHKOWITZ, M. et al. National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: methodology and results summary. **Sleep Health**, v. 1, n. 1, p. 40–43, mar. 2015.

HOEFELMANN, L. P. Fatores associados á qualidade de duração do sono em escolares do ensino médio do Estado de Santa Catarina: uma análise comparativa de dois inquéritos de corte transversal (2001 e 2011). **Universidade Federal de Santa Catarina**, 2013.

HOWARD, B. et al. Associations of Low- and High-Intensity Light Activity with Cardiometabolic Biomarkers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 47, n. 10, p. 2093–2101, 2015.

HSU, Y.-W.; CHANG, C.-P.; LIU, C.-C. Relationships between Sleep, Sedentary Behavior, and Physical Activity in Young Adults. **Obesity Research – Open Journal**, v. 6, n. 1, p. 18–24, 9 out. 2019.

HUANG, W. Y. et al. Isotemporal substitution analysis for sedentary behavior and body mass index. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 48, n. 11, p. 2135–2141, 2016.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas da população residente no Brasil e Unidades da Federação com data de referência em 1º de julho de 2018**, 2018. Disponível em: <https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2018/estimativa_dou_2018_20181019.pdf>

JAKUBEC, L. et al. Is adherence to the 24-hour movement guidelines associated with a reduced risk of adiposity among children and adolescents ? **BMC Public Health**, v. 20, n. 1, p. 1119, 2020.

JANSSEN, I.; ROBERTS, K. C.; THOMPSON, W. Is adherence to the Canadian 24-Hour movement behaviour guidelines for children and youth associated with improved indicators of physical, mental, and social health? **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 42, n. 7, p. 725–731, 2017.

JURAKIĆ, D.; PEDIŠIĆ, Ž. Croatian 24-hour guidelines for physical activity, sedentary behaviour, and sleep: A proposal based on a systematic review of literature. **Medicus**, v. 28, n. 2, p. 143–153, 2019.

KANSAGRA, S. Sleep disorders in adolescents. **Pediatrics**, v. 145, n. s2, p.

\$204-\$209, 2020.

KHULLAR, A. The Role of Melatonin in the Circadian Rhythm Sleep-Wake Cycle. **Psychiatric Time**, v. 29, n. 7, 2012.

KIM, Y. et al. Examining the day-to-day bidirectional associations between physical activity, sedentary behavior, screen time, and sleep health during school days in adolescents. **PLoS ONE**, v. 15, n. 9 September 2020, p. 1–18, 2020.

KRIETSCH, K. N. et al. Temporal Associations Between Sleep and Physical Activity Among Overweight/Obese Youth. **Journal of Pediatric Psychology**, v. 41, n. 6, p. 680–691, 2016a.

KRIETSCH, K. N. et al. Temporal Associations Between Sleep and Physical Activity Among Overweight/Obese Youth. **Journal of pediatric psychology**, v. 41, n. 6, p. 680–691, 2016b.

KVAMSDAL, C. **Prevalence and trends in screen time from 2014- 2019 , among Norwegian adolescents**. [s.l.] Faculty of Health and Sports. Department of Public Health, Sports and Nutrition. University of Agder, 2019.

LANG, C. et al. Increased self-reported and objectively assessed physical activity predict sleep quality among adolescents. **Physiology and Behavior**, v. 120, p. 46–53, 2013.

LAURSON, K. R. et al. Concurrent Associations between Physical Activity, Screen Time, and Sleep Duration with Childhood Obesity. **ISRN Obesity**, v. 2014, p. 1–6, 2014.

LAURSON, K. R.; LEE, J. A.; EISENMANN, J. C. The Cumulative Impact of Physical Activity, Sleep Duration, and Television Time on Adolescent Obesity: 2011 Youth Risk Behavior Survey. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 12, n. 3, p. 355–360, mar. 2015.

LIN, Y. et al. Temporal and bi-directional associations between sleep duration and physical activity/sedentary time in children: An international comparison. **Preventive Medicine**, v. 111, p. 436–441, 2018.

LISSAK, G. Adverse physiological and psychological effects of screen time on children and adolescents: Literature review and case study. **Environmental Research**, v. 164, n. October 2017, p. 149–157, 2018.

LOHMAN, T. G. et al. Anthropometric Standardization Reference Manual. Champaign(IL). **Human Kinectis**, 1988.

LOPRINZI, P. D.; CARDINAL, B. J. Association between objectively-measured physical activity and sleep, NHANES 2005-2006. **Mental Health and Physical Activity**, v. 4, n. 2, p. 65–69, 2011.

LUND, L. et al. Electronic media use and sleep in children and adolescents in western countries: a systematic review. **BMC Public Health**, v. 21, n. 1598, p. 1–14, 2021.

LUYSTER, F. S. et al. Sleep: A health imperative. **Sleep**, v. 35, n. 6, p. 727–734, 2012.

MACKENZIE-SHALDERS, K. et al. Adiposity and the isothermal substitution of physical activity, sedentary time and sleep among school-aged children: A compositional data analysis approach. **American Journal of Human Biology**, v. 15, n. 1, p. 1–14, 2018.

MALHEIROS, L. E. A. et al. Bidirectional Daily Associations Between Accelerometer-Measured Sleep and Physical Activity in Brazilian High School Students. **Pediatric Exercise Science**, n. 41, p. 1–7, 2022.

MANYANGA, T. et al. Body mass index and movement behaviors among schoolchildren from 13 countries across a continuum of human development indices: A multinational cross-sectional study. **American Journal of Human Biology**, v. 32, n. 2, p. 1–13, 2020.

MARCIANO, L.; CAMERINI, A. L. Recommendations on screen time, sleep and physical activity: associations with academic achievement in Swiss adolescents. **Public Health**, v. 198, p. 211–217, 2021.

MARTINEZ, S. et al. Temporal associations between circadian sleep and activity patterns in Mexican American children. **Sleep Health**, v. 5, n. 2, p. 201–207, 2019.

MARTINS, J. et al. Adolescents' perspectives on the barriers and facilitators of physical activity: A systematic review of qualitative studies. **Health Education Research**, v. 30, n. 5, p. 742–755, 2015.

MASTER, L. et al. Bidirectional, Daily Temporal Associations between Sleep and Physical Activity in Adolescents. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 1–14, 2019.

MATRICCIANI, L. et al. Past, present, and future: trends in sleep duration and implications for public health. **Sleep Health**, v. 3, n. 5, p. 317–323, out. 2017.

MATRICCIANI, L.; OLDS, T.; PETKOV, J. In Search of Lost Sleep: Secular Trends in the Sleep Time of School-Aged Children and Adolescents. **Sleep Medicine Reviews**, v. 16, n. 3, p. 203–211, 2012.

MATSUDO, V. K. R.; BELTRAN, D. C. G.; GUEDES, J. DA S. Todo passo conta! Novas recomendações para atividade física e saúde. **Diagn Tratamento**, v. 24, n. 11, p. 21–24, 2019.

MCGREGOR, D. E. et al. Compositional analysis of the association between mortality and 24-hour movement behaviour from NHANES. **European Journal of Preventive Cardiology**, 2019.

MCNEIL, J. et al. Objectively-measured sleep and its association with adiposity and physical activity in a sample of Canadian children. **Journal of Sleep Research**, v. 24, n. 2, p. 131–139, 2015.

MENEGUCI, J. et al. Comportamento sedentário : conceito, implicações fisiológicas e os procedimentos de avaliação. **Motricidade**, v. 11, p. 160–174, 2015.

MENNA-BARRETO, L.; WEY, D. Ontogênese do sistema de temporização: a construção e as reformas dos ritmos biológicos ao longo da vida humana. **Psicologia USP**, v. 18, n. 2, p. 133–153, 2007.

MEREDITH-JONES, K. et al. 24 h Accelerometry: impact of sleep-screening methods on estimates of sedentary behaviour and physical activity while awake. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 7, p. 679–685, 2016.

MIELKE, G. I. Is sedentary behaviour the new tabacco ? **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 22, n. 5, p. 419–421, 2017.

MIGUELES, J. H. et al. Accelerometer Data Collection and Processing Criteria to Assess Physical Activity and Other Outcomes: A Systematic Review and Practical Considerations. **Sports Medicine**, v. 47, n. 9, p. 1821–1845, 16 set. 2017.

MINISTRY OF HEALTH. **Sit less, move more, sleep well active play guidelines for under-fives**. Wellington: Ministry of Health, 2017.

MORGAN, D.; TSAI, S. C. Sleep and the Endocrine System. **Critical Care Clinics**, v. 31, n. 3, p. 403–418, 2015.

MOURA, B. P. et al. Effects of isotemporal substitution of sedentary behavior with light-intensity or moderate-to-vigorous physical activity on cardiometabolic markers in male adolescents. **PLOS ONE**, v. 14, n. 11, p. e0225856, 26 nov. 2019.

NETHERTON, C. et al. Salivary cortisol and dehydroepiandrosterone in relation to puberty and gender. **Psychoneuroendocrinology**, v. 29, n. 2, p. 125–140, 2004.

NEW ZEALAND MINISTRY OF HEALTH. Sit Less , Move More , Sleep Well: Physical Activity Guidelines for Children and Young People. p. 1–2, 2017.

NG, K.; ABDRAKHMANOVA, S.; ADAYEVA, A. Physical activity and screen time among children and adolescents in Kazakhstan. **Exercise and Quality of Life**, v. 11, n. 2, p. 19–27, 2019.

OKELY, A. D. et al. A collaborative approach to adopting/adapting guidelines - The Australian 24-Hour Movement Guidelines for the early years (Birth to 5 years): An integration of physical activity, sedentary behavior, and sleep. **BMC Public Health**, v. 17, n. Suppl 5, 2017.

OKELY, A. D. et al. 2020 WHO guidelines on physical activity and sedentary behavior. **Sports Medicine and Health Science**, v. 3, n. 2, p. 115–118, jun. 2021.

OLIVEIRA, L. M. F. T. DE et al. Exercise or physical activity: Which is more strongly associated with the perception of sleep quality by adolescents? **Revista Paulista de Pediatria**, v. 36, n. 3, p. 322–328, 2018.

OLIVEIRA, G.; BATISTA DA SILVA, I.; ARAÚJO DE OLIVEIRA, E. R. Sleep in adolescence and factors associated with inadequate sleep. **Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde/Brazilian Journal of Health Research**, v. 21, n. 1, p. 135–145, 2019.

ONIS, M. DE et al. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. **Bull World Health Organ**, v. 85, n. 9, p. 660–667, 2007.

ORTEGA, F. B. et al. Sleep patterns in Spanish adolescents : associations with TV watching and leisure-time physical activity. **Eur J Appl Physiol**, v. 110, p. 563–573, 2010.

OWENS, J. et al. Insufficient sleep in adolescents and young adults: An update on causes and consequences. **Pediatrics**, v. 134, n. 3, p. e921–e932, 2014.

OWENS, J.; WEISS, M. Insufficient sleep in adolescents: causes and consequences. **Minerva Pediatr**, v. 69, p. 326–336, 2017.

PARUTHI, S. 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. 06, p. 785–786, 15 jun. 2016.

PATE, R. R.; O'NEILL, J. R.; LOBELO, F. The evolving definition of “sedentary”. **Exerc. Sport Sci. Rev.**, v. 36, n. 4, p. 173–178, 2008.

PATTERSON, R. et al. Sedentary behaviour and risk of all-cause, cardiovascular and cancer mortality, and incident type 2 diabetes: a systematic review and dose response meta-analysis. **European Journal of Epidemiology**, v. 33, n. 9, p. 811–829, 2018.

PEARSON, N.; SHERAR, L. B.; HAMER, M. Prevalence and Correlates of Meeting Sleep, Screen-Time, and Physical Activity Guidelines Among Adolescents in the United Kingdom. **JAMA Pediatrics**, p. E1–E2, 2019.

PEDIŠIĆ, Ž.; 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, p. 252–269, 2017.

PENSE. **Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar: 2019**. IBGE ed. Rio de Janeiro: Coordenação de População e Indicadores Sociais, 2021.

PESONEN, A. K. et al. Temporal associations between daytime physical activity and sleep in children. **PLoS ONE**, v. 6, n. 8, p. 4–9, 2011.

PIERCY, K. L. et al. The Physical Activity Guidelines for Americans. **JAMA**, v. 320, n. 19, p. 2020–2028, 2018.

PORKKA-HEISKANEN, T.; ZITTING, K.-M.; WIGREN, H.-K. Sleep, its regulation and possible mechanisms of sleep disturbances. **Acta Physiologica**, v. 208, n. 4, p. 311–328, ago. 2013.

R Core Team. R: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2018.

RAMAR, K. et al. Sleep is essential to health: An American Academy of Sleep Medicine position statement. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, v. 17, n. 10, p. 2115–2119, 2021.

RAUDSEPP, L. One-year longitudinal study found a bidirectional relationship between physical activity and sleep disturbance in teenage Estonian girls. **Acta Paediatrica**, v. 107, n. 8, p. 1433–1438, ago. 2018.

ROBERTS, K. C. et al. Meeting the Canadian 24-Hour Movement Guidelines for

Children and Youth. n. 82, 2017.

ROBINSON, T. N. et al. Screen Media Exposure and Obesity in Children and Adolescents. **Pediatrics**, v. 140, n. Suppl 2, p. S97–S101, 2017.

ROLLO, S.; ANTASYGINA, O.; TREMBLAY, M. S. The whole day matters: Understanding 24-hour movement guideline adherence and relationships with health indicators across the lifespan. **Journal of Sport and Health Science**, v. 9, n. 6, p. 493–510, dez. 2020.

ROMAN-VIÑAS, B. et al. Proportion of children meeting recommendations for 24-hour movement guidelines and associations with adiposity in a 12-country study. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 13, n. 1, p. 123, 25 dez. 2016.

ROMANZINI, M. et al. Calibration of ActiGraph GT3X, Actical and RT3 accelerometers in adolescents. **European Journal of Sport Science**, v. 14, n. 1, p. 91–99, 2 jan. 2014.

ROSENBERGER, M. E. et al. The 24-hour activity cycle: a new paradigm for physical activity. **Med Sci Sports Exerc**, v. 51, p. 454–464, 2019.

RUBÍN, L. et al. Prevalence and correlates of adherence to the combined movement guidelines among Czech children and adolescents. **BMC Public Health**, v. 20, n. 1, p. 1–11, 2020.

SADEH, A.; SHARKEY, M.; CARSKADON, M. A. Activity-Based Sleep-Wake Identification: An Empirical Test of Methodological Issues. **Sleep**, v. 17, n. 3, p. 201–207, maio 1994.

SANTOS, I. K. et al. Sleep and physical activity at school level. **Adolescência e Saúde**, v. 13, n. 3, p. 25–30, 2016.

SASAKI, J. et al. Orientações para utilização de acelerômetros no Brasil. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 22, n. 2, p. 110–126, 1 mar. 2017.

SAUNDERS, TRAVIS J., MCISAAC, T., CAMPBELL, J., DOUILLETTE, K., JANSSEN, I., TOMASONE, JR., ROSS-WHITE, A., PRINCE, SA., CHAPUT, J. Timing of sedentary behaviour and presence of screens in the bedroom and their influence on sleep quality and duration in children and adolescents: A systematic Review. **Health Promotion and Chronic Disease Prevention in Canada. (This issue)**, v. 42, n. 4, p. 139–149, 2022.

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.

SCHAAN, C. W. et al. Prevalence and correlates of screen time among Brazilian adolescents: findings from a country- wide survey. **Fisiologia Aplicada, Nutrição e Metabolismo**, v. 43, n. 7, p. 684–690, 2018.

SCHAAN, C. W. et al. Prevalence of excessive screen time and TV viewing among Brazilian adolescents: a systematic review and meta-analysis. **Jornal de Pediatria**, v. 95, n. 2, p. 155–165, 2019.

SHIMOGA, S. V.; ERLYANA, E.; REBELLO, V. Associations of Social Media Use With Physical Activity and Sleep Adequacy Among Adolescents: Cross-Sectional Survey. **Journal of Medical Internet Research**, v. 21, n. 6, p. e14290, 18 jun. 2019.

SHRIVASTAVA, D. et al. How to interpret the results of a sleep study. **Journal of Community Hospital Internal Medicine Perspectives**, v. 4, n. 5, p. 24983, 2014.

SHUKLA, C.; BASHEER, R. Metabolic signals in sleep regulation: recent insights. **Nature and Science of Sleep**, p. 9–20, 2016.

SIEGEL, J. M. Clues to the functions of mammalian sleep. **Nature**, v. 437, n. 7063, p. 1264–1271, 26 out. 2005.

SLUIJS, E. M. F. VAN et al. Physical activity behaviours in adolescence: current evidence and opportunities for intervention. **The Lancet**, v. 398, n. 10298, p. 429–442, 2021.

SMITH, C. et al. ActiGraph GT3X+ and Actical Wrist and Hip Worn Accelerometers for Sleep and Wake Indices in Young Children Using an Automated Algorithm: Validation With Polysomnography. **Frontiers in Psychiatry**, v. 10, p. 1–12, 2020.

SMITH, M. T. et al. Use of actigraphy for the evaluation of sleep disorders and circadian rhythm sleep-wake disorders: An American Academy of Sleep Medicine Clinical Practice Guideline. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, v. 14, n. 7, p. 1231–1237, 2018a.

SMITH, M. T. et al. Use of Actigraphy for the Evaluation of Sleep Disorders and Circadian Rhythm Sleep-Wake Disorders - An American Academy of Sleep Medicine Systematic Review, Meta-Analysis, and GRADE Assessment. **J Clin Sleep Med**, v. 14, n. 7, p. 1209–1230, 2018b.

SORIĆ, M. et al. Associations of objectively assessed sleep and physical activity in 11-year old children. **Annals of Human Biology**, v. 42, n. 1, p. 31–37, 2015.

STRONG, W. B. et al. Evidence based physical activity for school-age youth. **The Journal of Pediatrics**, v. 146, n. 6, p. 732–737, 2005.

SUDHOLZ, B. et al. The Impact and Feasibility of Introducing Height-Adjustable Desks on Adolescents' Sitting in a Secondary School Classroom. **AIMS Public Health**, v. 3, n. 2, p. 274–287, 2016.

TALARICO, R.; JANSSEN, I. Compositional associations of time spent in sleep, sedentary behavior and physical activity with obesity measures in children. **International Journal of Obesity**, v. 42, n. 8, p. 1508–1514, 5 ago. 2018.

TANAKA, C. et al. Proportion of Japanese primary school children meeting recommendations for 24-hour movement guidelines and associations with weight status. **Obesity Facts**, v. 12, n. Supplement 1, p. 230–231, 2019.

TANAKA, C. et al. Association between 24-hour movement guidelines and physical fitness in children. **Pediatrics International**, p. 3–9, 2020.

TAPIA-SERRANO, M. A. et al. Prevalence of meeting 24-Hour Movement Guidelines from pre-school to adolescence: A systematic review and meta-analysis including 387,437 participants and 23 countries. **Journal of Sport and Health Science**, v. 11, p. 427–437, 2022.

TAROKH, L. et al. Sleep in adolescence: physiology, cognition and mental health. **Neurosci Biobehav Rev.**, v. 70, p. 182–188, 2016.

TAYLOR, R. W. et al. 24-h movement behaviors from infancy to preschool: cross-sectional and longitudinal relationships with body composition and bone health. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 15, n. 1, p. 118, 26 dez. 2018.

TAYLOR, R. W. et al. Do differences in compositional time use explain ethnic variation in the prevalence of obesity in children? Analyses using 24-hour accelerometry. **International Journal of Obesity**, v. 44, n. 1, p. 94–103, 2019.

TEMPL, M.; HRON, K.; FILZMOSER, P. **robCompositions: an R-package for robust statistical analysis of compositional data.**

TONETTI, L.; FABBRI, M.; NATALE, V. Sex difference in sleep-time preference and sleep need: A cross-sectional survey among Italian pre-adolescents, adolescents, and adults. **Chronobiology International**, v. 25, n. 5, p. 745–759, 2008.

TREMBLAY, M. S. et al. Canadian 24-Hour Movement Guidelines for Children and Youth: An Integration of Physical Activity, Sedentary Behaviour, and Sleep. **Appl. Physiol. Nutr. Metab**, v. 41, n. 6 Suppl 3, p. 311–327, 2016a.

TREMBLAY, M. S. et al. Canadian 24-Hour Movement Guidelines for Children and Youth: An Integration of Physical Activity, Sedentary Behaviour, and Sleep. **Appl. Physiol. Nutr. Metab**, v. 41, p. 311–327, 2016b.

TREMBLAY, M. S. 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–S327, jun. 2016c.

TREMBLAY, M. S. et al. Canadian 24-Hour Movement Guidelines for the Early Years (0-4 years): An Integration of Physical Activity, Sedentary Behaviour, and Sleep. **BMC Public Health**, v. 17, n. June, p. 311–327, 2017a.

TREMBLAY, M. S. et al. Sedentary Behavior Research Network (SBRN) - Terminology Consensus Project process and outcome. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 14, n. 1, p. 75, 2017b.

TUDOR-LOCKE, C. et al. Fully automated waist-worn accelerometer algorithm for detecting children's sleep-period time separate from 24-h physical activity or sedentary behaviors. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 39, n. 1, p. 53–57, jan. 2014.

TUDOR-LOCKE, C. et al. Nocturnal sleep-related variables from 24-h free-living waist-worn accelerometry: International Study of Childhood Obesity, Lifestyle and the Environment. **International Journal of Obesity Supplements**, v. 5, n. S2, p. S47–S52, 8 dez. 2015a.

TUDOR-LOCKE, C. et al. Improving wear time compliance with a 24-hour waist-worn accelerometer protocol in the International Study of Childhood Obesity, Lifestyle and the Environment (ISCOLE). **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 12, n. 1, p. 11, 11 dez. 2015b.

VANHELST, J. Quantification de l'activité physique par l'accélérométrie. **Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique**, v. 67, n. 2, p. 126–134, abr. 2019.

VIDEOOUT, R.; ROBB, M. B. **The Common Sense Census: Media Use by Tweens and Teens, 2019**. San Francisco. CA: Common Sense Media, 2019.

VINCENT, G. E. et al. Temporal and bidirectional associations between physical activity and sleep in primary school-aged children. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 42, n. 3, p. 238–242, 2017.

WANG, H. et al. Prevalence of high screen time and associated factors among students: A cross-sectional study in Zhejiang, China. **BMJ Open**, v. 8, n. 6, p. 9–12, 2018.

WEISS, A. R. et al. Validity of activity-based devices to estimate sleep. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, v. 6, n. 4, p. 336–342, 2010.

WHO. **Expert Committee on Physical Status: The use and interpretation of anthropometry physical status: the use and interpretation of anthropometry: report of a WHO Expert Committee**. World Health Organization, , 1995. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/37003>>

WHO. **Nutrition in adolescence - issues and challenges for the health sector: issues in adolescent health and development**. World Health Organization, , 2005. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/43342>>

WHO. **Guidelines on physical activity, sedentary behaviour and sleep for children under 5 years of age**. World Health Organization, , 2019. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/311664>>

WHO. **WHO guidelines on physical activity, sedentary behaviour**. World Health Organization, , 2020. Disponível em: <<https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>>

YANG, Y. et al. Sedentary behavior and sleep problems: a systematic review and meta-analysis. **International Journal of Behavioral Medicine**, v. 24, n. 4, p. 481–492, 2017.

YING, L. et al. Movement in high school: Proportion of chinese adolescents meeting 24-hour movement guidelines. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 7, 2020.

ZIMBERG, I. Z. et al. Short sleep duration and obesity: Mechanisms and future perspectives. **Cell Biochemistry and Function**, v. 30, n. 6, p. 524–529, 2012.

5 ARTIGOS CIENTÍFICOS

5.1 Artigo 1 – Revisão. Comportamentos Humanos Habituais em crianças e adolescentes: uma revisão narrativa.

Artigo a ser submetido no periódico Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde.

RESUMO

INTRODUÇÃO: A atividade física (AF), o comportamento sedentário (CS) e o sono são comportamentos dependentes que interagem ao longo das 24 horas e acionam diferentes processos fisiológicos que afetam a saúde. **OBJETIVO:** Apresentar os comportamentos que compõem as 24 horas, bem como suas características, benefícios, instrumentos/forma de mensuração e as recomendações de saúde de cada comportamento para crianças e adolescentes. **MÉTODOS:** Realizou-se uma revisão narrativa a partir da busca de artigos na base de dados *Pubmed* publicados acerca do tema. **RESULTADOS:** A adequada composição de uso do tempo das 24 horas diárias possibilita o cumprimento das recomendações de sono, AF e tempo de tela (TT) favorecendo diversos aspectos da saúde de crianças e adolescentes. Para isso, é importante reduzir o CS, visto que essa população passa a maior parte do tempo diário sentado na escola e, aumentar o comportamento ativo diariamente, uma vez que a AF é uma ferramenta eficaz na melhora do sono e da saúde. Ademais, é necessário reduzir o TT recreativo, sobretudo no período noturno para evitar efeitos negativos sobre a duração e a qualidade do sono. O sono adequado pode favorecer aos comportamentos ativos no dia seguinte como a prática de AF regular, minimizando o CS. Por outro lado, a privação do sono pode levar a sonolência diurna e fadiga, desencorajando crianças e adolescentes a praticarem AF no dia seguinte. **CONSIDERAÇÕES FINAIS:** Manter o equilíbrio no tempo envolvido em cada comportamento é fundamental para melhorar a saúde da população infanto-juvenil.

PALAVRAS-CHAVE: atividade física, comportamento sedentário, sono, composição das 24 horas adolescentes.

INTRODUÇÃO

A pesquisa em saúde tem um interesse crescente nas inter-relações de atividade física (AF), comportamento sedentário (CS) e sono. De maneira geral, esses

comportamentos ocupam o ciclo de 24 horas e estão associados aos diversos aspectos de saúde em todas as idades (CARSON et al., 2017; CHAPUT et al., 2014). Mais recentemente, diversos pesquisadores passaram a considerar as relações interativas e recíprocas entre AF, CS e sono (CHAPUT et al., 2017; CARSON et al., 2017; PEDIŠIĆ et al., 2017; CHASTIN Et al., 2015; TREMBLAY et al., 2016).

O termo mais conhecido e utilizado nos estudos para compilar o sono, a AF e o CS é “comportamentos de movimento”, que advém das diretrizes canadenses de 24 horas (TREMBLAY et al., 2016b). Outros termos são verificados na literatura ao se referir a esses comportamentos coletivamente, sendo que Rosenberger et al. (2019) (ROSENBERGER et al., 2019) utilizam “ciclo de atividades de 24 horas”, já Falk et al. (2021) (FALCK et al., 2021) sugerem “comportamentos de atividade de uso do tempo” e Pedišić et al. (2017) (PEDIŠIĆ; DUMUID; OLDS, 2017) adotam o termo “comportamentos de uso do tempo”. As terminologias adotadas anteriormente carregam consigo a ideia de “atividades” e/ou “tempo”, entretanto, nenhum delas consideram o caráter particular inerente ao sono.

No presente estudo, o termo “comportamentos humanos habituais” (CHH) (DOMINGUES et al., 2022) será utilizado para referir a associação desses três comportamentos. A proposição deste termo deve-se ao fato de o sono ser um comportamento ativo de inconsciência parcial (no qual o cérebro está em um estado relativo de repouso), reversível, cíclico, caracterizado pela imobilidade relativa e aumento do limiar de respostas a estímulos externos (BRINKMAN; REDDY; SHARMA, 2022; PORKKA-HEISKANEN; ZITTING; WIGREN, 2013; SIEGEL, 2005).

Devido às características inerentes a cada componente, a AF e o CS serão denominados como comportamentos de vigília (GÁBA et al., 2020b). O padrão de sono, será abordado considerando variáveis que vão para além da quantificação do tempo total de sono (TTS) – amplamente referida na literatura como duração do sono – mas, abrangendo também outros aspectos como tempo acordado após o início do sono (do termo inglês *Wake After Sleep Onset* – WASO), hora de deitar na cama (HDC), hora de levantar da cama (HLC), eficiência do sono (ES) e índice de fragmentação do sono (IFS), os quais serão descritos adiante.

Apesar dos inúmeros estudos na literatura e proposições de diversas políticas públicas, ainda têm sido observados padrões inadequados de comportamentos relacionados a AF, CS e sono em crianças e adolescentes e seus impactos na saúde (OWENS, 2014; CARSON et al., 2016a; TREMBLAY et al., 2016; LEBLANC et al.,

2017). É notória a redução do nível de AF ao longo da vida, principalmente na adolescência (DUMITH et al., 2011). Acredita-se que a rotina escolar dos adolescentes favorece ao acúmulo de CS em grande parte do dia, restringindo as possibilidades de realizar AF aos intervalos e horários de almoço diários e, as aulas de Educação Física. Isso está atrelado as crescentes demandas acadêmicas, o que faz com que os estudantes priorizem menos tempo para realizar AF e para dormir (SHIMOGA; ERLYANA; REBELLO, 2019), aumentando ainda mais o tempo envolvido em CS; além do tempo em que estes passam majoritariamente sentados na escola (AYALA et al., 2016; CARDON et al., 2004; DOMINGUES et al., 2017; HINCKSON et al., 2016; SUDHOLZ et al., 2016).

Somado a isso, os adolescentes são o público que mais utilizam as mídias sociais quando comparados as demais faixas etárias (SHIMOGA; ERLYANA; REBELLO, 2019), o que aumenta a exposição a tela, a qual é considerada a principal contribuinte para o tempo sedentário nesta população (GOPINATH et al., 2012; SAUNDERS; VALLANCE, 2017). Ademais, o tempo de tela (TT), principalmente no período noturno, pode estar associado com um risco elevado de distúrbios do sono, visto que o display retro iluminado por LED pode causar supressão significativa da melatonina² (YANG et al., 2017), o que faz com que o atraso na hora de dormir e o menor TTS sejam características comuns nos adolescentes devido ao uso excessivo de tecnologia (CAIN; GRADISAR, 2010).

Todo esse panorama pode impactar no aumento de massa corporal dessa população, favorecendo o desenvolvimento da obesidade na adolescência, a qual pode persistir na vida adulta aumentando o risco de desenvolver doenças crônicas ao longo da vida (DEL POZO-CRUZ et al., 2017) e favorecendo a mortalidade precoce. Dessa forma, é fundamental entender como esses comportamentos ocorrem, de forma isolada e integrada ao longo do período de 24 horas.

Assim, o presente estudo trata de uma revisão de literatura narrativa, cujo objetivo foi apresentar os comportamentos que compõe às 24 horas, bem como suas características, benefícios, instrumentos/forma de mensuração e as recomendações de saúde de cada comportamento, de forma isolada e integrada, voltados para à saúde de crianças e adolescentes.

² a qual é um importante marcador fisiológico do ritmo circadiano que sincroniza o ciclo ambiental claro e escuro com o ciclo sono-vigília (KHULLAR, 2012).

MÉTODOS

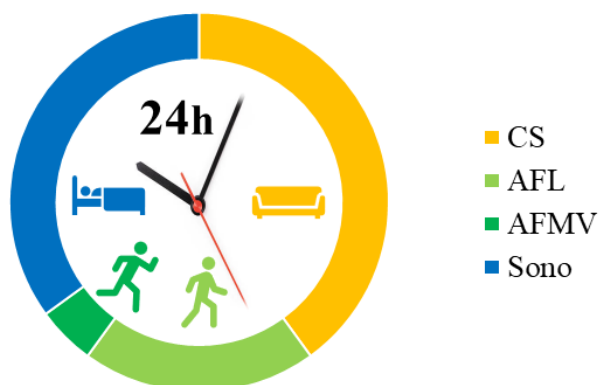
O presente estudo foi elaborado a partir de uma revisão bibliográfica, de caráter exploratório e descritivo, baseado em dados presentes em artigos científicos registrados nas bases de dados *PubMed* sobre a composição do dia, diretrizes de saúde e formas de mensuração dos CHH direcionados para a população de crianças e adolescentes. A busca dos artigos foi realizada a partir dos descritores: “*adolescent*”, “*accelerometry*”, “*physical activity*”, “*sedentary behavior*”, “*screen time*”, “*sleep*”; juntamente com os termos *booleanos*: *AND*, *OR* e *NOT*. Inicialmente, foi analisada a presença de um ou mais desses descritores nos títulos e resumos. Os estudos selecionados que se referiam a temática desta revisão foram lidos na íntegra e suas referências foram pesquisadas visando identificar documentos adicionais para inserção potencial. Foram incluídos estudos nos idiomas inglês, espanhol e português; com abordagem quantitativa e/ou qualitativa; estudos primários; revisões sistemáticas, metanálises; livros; e diretrizes, publicados ou disponibilizados até setembro de 2022. Ressalta-se que este estudo faz parte da tese de doutorado intitulada “Comportamentos habituais de adolescentes: padrão de sono, prática de atividade física e tempo sedentário” do programa de Doutorado em Educação Física da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

Composição do dia e mensuração dos CHH

A rigor cada dia possui uma fase de claro e uma fase de escuro (CROWLEY; ACEBO; CARSKADON, 2007), que determina a ritmicidade biológica, sendo que mesmo antes de nascer, enquanto feto, durante o dia verifica-se momentos de maior atividade e à noite, menor atividade (MENNA-BARRETO; WEY, 2007). Mediante isso, o período circadiano de sono/vigília tem cerca de 24,2 horas, com variação de 23,8 a 27,1 horas, de acordo com a exposição à luz ocular (KHULLAR, 2012).

Assim, o dia é convencionalmente composto de 24 horas (de meia noite à meia noite) (“24 Hour Clock”, [s.d.]). Esse tempo fixo de 24 horas é constituído de sono, CS e atividade física leve (AFL) e atividade física moderada a vigorosa (AFMV) (CARSON; TREMBLAY; CHASTIN, 2017; TREMBLAY et al., 2016c) (Figura1).

Figura 1. Composição dos comportamentos ao longo das 24 horas diárias.



Fonte: Adaptada de Pedišić (PEDIŠIĆ; DUMUID; OLDS, 2017). Legenda: h, horas; CS, comportamento sedentário; AFL, atividade física leve; AFMV, atividade física moderada a vigorosa.

Esses comportamentos têm sido avaliados por equipamentos considerados como “padrão-ouro”, sendo a polissonografia utilizada para avaliar a fisiologia do sono, sua arquitetura (para identificar os estágios do sono) (FULL et al., 2018) e distúrbios respiratórios relacionados ao sono (como apneia obstrutiva do sono e ronco) durante uma noite no centro de estudos de sono ou em domicílio (SMITH et al., 2018a) e, a água duplamente marcada para mensurar o gasto energético diário total em indivíduos em situações de vida livre (WEISS et al., 2010).

Apesar dos benefícios atribuídos aos instrumentos denominados padrão-ouro, esses têm um elevado custo, o que dificulta sua aplicação em estudos de larga escala. Todavia, é importante ressaltar que não existe um padrão de referência para avaliar o CS, por isso a identificação do CS por meio de sensores de movimento é comumente realizada com acelerômetros posicionados no quadril com ponto de corte de 100 *counts/min* (ATKIN et al., 2012). No entanto, estudos recentes com sensores de movimento posicionados na coxa tem superado aqueles usados no punho e no quadril para capturar com precisão a postura sentada, sendo viável de ser utilizado em estudos populacionais de coorte em larga escala (HAMER et al., 2020).

Os sensores de movimento apresentam custo relativamente mais baixo e sua natureza discreta de utilização tem impulsionado a adoção na aplicação deste método em estudos de larga escala para avaliação dos comportamentos ao longo das 24 horas (SMITH et al., 2020). Os sensores que mensuram a AF tem sido referidos na

literatura como acelerômetros, geralmente usados no quadril e, aqueles que avaliam o sono como dispositivos de actigrafia, normalmente posicionados no punho (SMITH et al., 2020). Estes, diferentemente da polissonografia, se propõe a avaliar parâmetros relacionados ao sono ao longo de vários dias incluindo a latência para início do sono; TTS; WASO, ES, dentre outros (SMITH et al., 2018b). Cabe comentar que para ambas as avaliações, os equipamentos são os mesmos, a rigor, um acelerômetro triaxial, porém com algoritmos diferentes para realizar análises relativas a AF ou sono.

Todavia, existe um desafio em se mensurar com precisão os comportamentos dentro de um período de 24 horas em ambientes de vida livre (CARSON; TREMBLAY; CHASTIN, 2017), uma vez que esses dispositivos frequentemente têm sido utilizados de forma isolada; seja durante o dia para analisar a AF ou somente no período noturno para avaliar o sono (SMITH et al., 2020). Uma possibilidade de estimar de forma objetiva e integrada os CHH tem sido explorada com o uso de um único acelerômetro (HSU; CHANG; LIU, 2019) posicionado na cintura no intuito de coletar dados de 24 horas de uso contínuo em vários dias (TUDOR-LOCKE et al., 2014).

Vários estudos têm utilizado essa metodologia (BARREIRA et al., 2018; CHAPUT et al., 2015; DOMINGUES et al., 2022; DUMUID et al., 2018a; LIN et al., 2018; MCNEIL et al., 2015; TUDOR-LOCKE et al., 2014, 2015b) devido a facilidade de uso, por causar menos incômodo aos participantes. Dessa forma, se minimiza os problemas ocasionados pela movimentação do dispositivo de um local para outro do corpo (TUDOR-LOCKE et al., 2015b), o que amplia as possibilidades de adesão ao protocolo. Além disso, reduz os custos de pesquisa por se utilizar de apenas um equipamento (MEREDITH-JONES et al., 2016).

As informações dos CHH provenientes dos dados da acelerometria em 24 horas têm sido investigadas e analisadas a partir de algoritmos automatizados que identificam padrões de sono noturno (SADEH; SHARKEY; CARSKADON, 1994; TUDOR-LOCKE et al., 2014), seguidos da contagem do tempo envolvido em AF e CS durante o período de vigília. No entanto, ressalta-se a importância do uso do diário de registro para compilar todas as informações relacionadas às adversidades e situações vivenciadas pelos participantes da pesquisa uma vez que as anotações de situações de retirada e colocação do acelerômetro (tais como não uso, atividade aquática ou banho) e verificação do tipo de atividade realizada (por exemplo, cochilo), auxiliam na interpretação dos dados obtidos (SASAKI et al., 2017).

Diretrizes atuais de uso do tempo de 24 horas têm sido criadas de forma integrada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) (WHO, 2019) e por alguns países como Austrália (OKELY et al., 2017; TREMBLAY et al., 2016c, 2017a), Croácia (JURAKIĆ; PEDIŠIĆ, 2019), Nova Zelândia (MINISTRY OF HEALTH, 2017; NEW ZEALAND MINISTRY OF HEALTH, 2017), África do Sul (DRAPER et al., 2019). No que se refere aos adolescentes, recomenda-se de oito a 10 horas de duração do sono (HIRSHKOWITZ et al., 2015; PARUTHI et al., 2016), 60 minutos ou mais de prática diária de AFMV (BRASIL, 2021; BULL et al., 2020; DUMITH et al., 2021; OKELY et al., 2021; WHO, 2020), e no máximo duas horas por dia de exposição a tela, para fins recreativos (COUNCIL ON COMMUNICATIONS AND MEDIA, 2013).

O cumprimento dessas diretrizes de forma integrada ocasiona importantes implicações para a saúde em todas as idades (ROLLO; ANTSGYGINA; TREMBLAY, 2020). Em crianças e jovens essas implicações estão presentes nas associações com a adiposidade, aptidão e saúde cardiometabólica, saúde mental, social e emocional (ROLLO; ANTSGYGINA; TREMBLAY, 2020).

Contudo, um estudo de revisão recente mostra uma baixa prevalência (<15%) de crianças e adolescentes que atendem as recomendações de TT (indicativo de CS), AFMV e sono concomitantemente (ROLLO; ANTSGYGINA; TREMBLAY, 2020; TAPIA-SERRANO et al., 2022). O mesmo tem sido confirmado por outros estudos observacionais realizados em diversos países como Austrália, China, Colômbia, Finlândia, Índia, Quênia, Portugal e África do Sul (ROMAN-VIÑAS et al., 2016), Japão (TANAKA et al., 2019, 2020), República Tcheca (JAKUBEC et al., 2020; RUBÍN et al., 2020), Estados Unidos (LAURSON et al., 2014; LAURSON; LEE; EISENMANN, 2015; ROMAN-VIÑAS et al., 2016), Canadá (JANSSEN; ROBERTS; THOMPSON, 2017; ROMAN-VIÑAS et al., 2016), Reino Unido (PEARSON; SHERAR; HAMER, 2019; ROMAN-VIÑAS et al., 2016) e no Brasil (DA COSTA et al., 2020; DOMINGUES et al., 2022; ROMAN-VIÑAS et al., 2016).

Comportamentos de vigília

Atividade física

AF é um comportamento que envolve qualquer movimento corporal voluntário produzido pelos músculos esqueléticos que gere gasto energético acima do nível de repouso (>1,5 equivalentes metabólicos – METS) no dia a dia das pessoas (BRASIL, 2021; CASPERSEN; POWELL; CHRISTENSON, 1985; MACKENZIE-SHALDERS et

al., 2018). Pode ser praticada em diferentes domínios, ou seja, nas tarefas domésticas, no deslocamento, no ambiente de trabalho ou estudo e, durante o tempo livre (lazer) (BRASIL, 2021; DUMITH et al., 2021), e ser classificada de acordo com a intensidade como AFL (1,6–2,9 METs), AF moderada (3–5,9 METs) e AF vigorosa (≥ 6 METs) (AINSWORTH et al., 2011).

A AF pode promover benefícios para crianças e adolescentes como por exemplo a redução da adiposidade, aprimoramento da aptidão cardiorrespiratória e muscular, aperfeiçoamento da função cognitiva e do desempenho acadêmico e, melhora da saúde cardiometabólica (auxilia no controle da pressão arterial, dislipidemia, glicose e resistência à insulina), óssea e mental (reduz os sintomas de depressão) (WHO, 2020). Além disso, melhora o humor, reduz a sensação de estresse e propicia o desenvolvimento de habilidades motoras (BRASIL, 2021). Cabe comentar que, dependendo do tipo de AF, ela ainda oportuniza uma maior socialização, aumento do bem-estar, otimiza o desempenho escolar e pode substituir parte do tempo em CS (BRASIL, 2021).

Apesar de todos esses benefícios e do desenvolvimento de políticas públicas para incentivar a prática de AF, os adolescentes não as têm praticado de forma satisfatória nos últimos anos (GUTHOLD et al., 2020). Uma revisão sistemática recente com 52 estudos longitudinais que avaliaram 220.901 crianças e adolescentes entre 3 e 18 anos sinaliza que há um declínio relativo na AFMV medida por acelerometria (FAROOQ et al., 2020). Somado a isso, há uma tendência de redução dos níveis de AF à medida que os adolescentes progridem academicamente. Isso é justificado devido as crescentes demandas acadêmicas, o que faz com que os estudantes priorizem menos tempo para realizar AF e para dormir (SHIMOGA; ERLYANA; REBELLO, 2019).

Embora não exista consenso na literatura sobre as recomendações de AFL (FARIA et al., 2020), as diretrizes para adolescentes preconizam 60 minutos ou mais de prática diária de AFMV (BRASIL, 2021; BULL et al., 2020; DUMITH et al., 2021; OKELY et al., 2021; WHO, 2020). Entretanto, um estudo recente realizado a partir de 298 estudos de base populacional oriundos de 146 países, representando 1.6 milhões de participantes, mostra que 81% dos adolescentes de 11 a 17 anos não atendem a estas recomendações (GUTHOLD et al., 2020).

Além disso, vários estudos apontam prevalências menores de 50% no alcance a essas recomendações (FRIEL et al., 2020; JAKUBEC et al., 2020; JANSSEN;

ROBERTS; THOMPSON, 2017; LAURSON et al., 2014; ROBERTS et al., 2017; ROMAN-VIÑAS et al., 2016; RUBÍN et al., 2020; YING et al., 2020) inclusive entre jovens brasileiros (DA COSTA et al., 2020). Dados nacionais recentes, apontam ainda que menos de um terço (28,1%) dos estudantes brasileiros de 13 a 17 anos atingem as recomendações de AFMV (PENSE, 2021). Esses dados são alarmantes, visto que crianças e adolescentes com níveis inadequados de AF têm uma maior chance de manter esse comportamento ao longo da vida (BRASIL, 2021; SLUIJS et al., 2021).

A forma como as pessoas utilizam o seu tempo ao longo do dia é um dos motivos que justificam o não atendimento as recomendações de AF. Por isso é recomendado “nos mover mais e sentar menos” uma vez que “todo passo conta” (MATSUDO; BELTRAN; GUEDES, 2019). Assim, tem sido observado o aumento de propostas de promoção de saúde pública, a partir de estratégias de realocação do tempo ao longo do dia no intuito de obter uma distribuição ideal de tempo para a saúde (DUMUID et al., 2019). Por exemplo, benefícios significativos como a redução da gordura corporal e resultados positivos no metabolismo (HDL-C e HOMA2-S) e em indicadores fisiológicos (pressão arterial sistólica) em adolescentes foram observados ao realocar o tempo em CS em prol de AFMV (MOURA et al., 2019).

Essas estratégias têm sido aplicadas nos ambientes escolares, domésticos e comunitários, sobretudo no intuito de substituir o tempo envolvido em CS e AFL por AFMV (FAIRCLOUGH et al., 2017). Ademais, a OMS (WHO, 2020) destaca que a prática de AF de qualquer intensidade, incluindo AFL, é fundamental na mudança de CS para ativo, causando benefícios à saúde.

A AFL tem sido favoravelmente associada à obesidade e ao metabolismo de lipídios (FÜZÉKI; ENGEROFF; BANZER, 2017), ao metabolismo de glicose e a mortalidade (CHASTIN et al., 2019; FÜZÉKI; ENGEROFF; BANZER, 2017). Além disso, indivíduos que realizam pouca ou nenhuma AFMV, ao substituir o CS por AFL, reduzem o risco de mortalidade por todas as causas, a incidência e mortalidade por doenças cardiovasculares e a incidência de diabetes tipo 2 (MATSUDO; BELTRAN; GUEDES, 2019).

A AFL pode ser a via inicial para a prática de atividades mais intensas uma vez que esta é predominante nas atividades de vida diária (CHASTIN et al., 2019) e contribui substancialmente para o aumento do gasto energético diário (HOWARD et al., 2015) em comparação a AFMV, a qual representa a menor parte do período de 24 horas (menos de 5%) (HUANG et al., 2016).

Menores são as barreiras para a prática da AFL por exigir menos esforço e motivação para ser incluída na rotina dos indivíduos, além de ser mais viável e acessível (CHASTIN et al., 2019). Neste sentido, tentativas de mudança de comportamento ao longo do período de vigília com intuito de aumentar o tempo envolvido em AFL por meio de brincadeiras ativas são estratégias mais naturais, atraentes, acessíveis e sustentáveis para crianças e jovens do que a prática regular de exercício (TREMBLAY et al., 2016b).

Comportamento sedentário

Outro integrante importante na composição das 24 horas do dia é o CS, sobretudo no que se refere a crianças e adolescentes em idade escolar, em virtude do elevado tempo sentado decorrente de suas rotinas escolares (AYALA et al., 2016; CARDON et al., 2004; DOMINGUES et al., 2017; HINCKSON et al., 2016; SUDHOLZ et al., 2016).

O CS envolve qualquer comportamento de vigília caracterizado por um gasto energético menor ou igual a 1,5 METS na posição sentada, reclinada ou deitada, presente no cotidiano das pessoas, como no contexto educacional, doméstico, comunitário e de transporte (BRASIL, 2021; PATE; O'NEILL; LOBELO, 2008; TREMBLAY et al., 2017b; WHO, 2020).

Contudo, é importante destacar que apesar do sono ter baixo gasto energético (aproximadamente 0,9 METs) (AINSWORTH et al., 2011) e ser realizado geralmente na posição deitada, ele não se caracteriza como CS por não ocorrer durante o período de vigília e, por ser considerado uma necessidade orgânica devido a suas funções restauradoras e de saúde (MENEGUCI et al., 2015; SAUNDERS; VALLANCE, 2017).

Alguns efeitos deletérios à saúde tem sido ocasionados pelo elevado CS como aumento da adiposidade e declínio da saúde cardiometabólica, do condicionamento físico, da interação social e da duração do sono (WHO, 2020). Além disso, o CS aumenta o risco de mortalidade por todas as causas, doenças cardiovasculares, câncer e eleva a incidência de diabetes tipo 2 (PATTERSON et al., 2018) assim como a possibilidade de distúrbios do sono (YANG et al., 2017).

O CS habitual contribui para o desenvolvimento de fatores de risco como hiperglicemia, dislipidemia e hipertensão, o que gera dano vascular e progressão para complicações metabólicas e cardiovasculares graves, além do agravamento de outras doenças crônicas (DEMPSEY et al., 2020). Isso ocorre devido a reduções na

demanda muscular/metabólica e fluxo sanguíneo/estresse de cisalhamento, atrofia muscular, carga de nutrientes pós-prandial, diminuição do tráfego de lipídios/oxidação e decréscimos simultâneos na sensibilidade à insulina do músculo/fígado e, na função vascular (DEMPSEY et al., 2020). Consequentemente, esse panorama favorece o desencadeamento de resistência à insulina, armazenamento de gordura ectópica, diminuição da capacidade oxidativa mitocondrial, estresse oxidativo, cascatas inflamatórias de baixo grau e sinalização metabólica interorgânica (DEMPSEY et al., 2020).

Com intuito de reduzir o tempo em CS e promover melhorias na qualidade de vida, o guia de AF para a população brasileira propõe que a cada uma hora do dia as pessoas se movimentem por pelo menos cinco minutos (BRASIL, 2021). A Associação Americana de Diabetes também sugere para todos os indivíduos, sobretudo aqueles com diabetes tipo 2, a redução do CS diário promovendo uma interrupção a cada 30 minutos de sessão prolongada nesse tipo de comportamento, a fim de melhorar a glicemia (ADA, 2022).

Diversos estudos, que utilizaram de medidas objetivas apontam que os adolescentes passam a maior parte do tempo escolar diário em CS (AYALA et al., 2016; CARDON et al., 2004; DOMINGUES et al., 2017; HINCKSON et al., 2016; SUDHOLZ et al., 2016). Além disso, a Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar identificou que 21,0% dos escolares de 13 a 17 anos não tiveram aula de educação física na semana anterior à pesquisa (PENSE, 2021), o que limita ainda mais a possibilidade de redução do tempo envolvido em CS e aumento do tempo ativo nos dias letivos. Esse dado é preocupante, visto que no Brasil os recreios e as aulas de Educação Física são potenciais oportunidades de alcance das recomendações diárias de AFMV (STRONG et al., 2005) por interromperem o CS no período escolar; mesmo que o tempo destes seja limitado a poucos minutos diários e frequência de apenas duas aulas por semana, respectivamente.

Mediante isso, entender o impacto da interação entre os comportamentos de vigília sobre a saúde do adolescente é fundamental para a criação e desenvolvimento de diretrizes de saúde pública e de estratégias para aumentar a AF e reduzir o CS nessa população (MOURA et al., 2019).

Embora o excesso de CS seja prejudicial à saúde conforme mencionado anteriormente (DEMPSEY et al., 2020; PATTERSON et al., 2018; WHO, 2020; YANG et al., 2017) não existe uma diretriz específica para o tempo em CS total diário (FARIA

et al., 2020). A OMS em sua última diretriz sobre AF e CS orientou que as crianças e adolescentes de 5 a 17 anos apenas limitassem a quantidade de tempo envolvido em CS, sobretudo o TT recreativo (OKELY et al., 2021).

O “tempo total gasto em CS” é frequentemente avaliado como tempo sedentário dispendido em frente as “telas” ou “assistindo televisão” (WHO, 2020). Nesse sentido, estudos com crianças e adolescentes tem utilizado o TT autorrelatado como um indicador de avaliação do CS, por ser esse o principal contribuinte para o tempo sedentário nesta população (GOPINATH et al., 2012; SAUNDERS; VALLANCE, 2017). No entanto, esse critério possui limitações uma vez que desconsidera o tempo envolvido em outras atividades sedentárias como o tempo sentado na escola e no deslocamento, os quais também fazem parte da rotina diária dos jovens (GUERRA; DE FARIAS JÚNIOR; FLORINDO, 2016).

Tempo de tela

O TT abrange o tempo total dispendido em comportamentos em frente a qualquer tipo de mídia eletrônica para fins de entretenimento, como assistir à televisão/DVDs/vídeos, utilizar o computador de forma recreativa, jogar *videogames*, usar *smartphones* e *tablets* (seja para interagir nas mídias sociais, participar de jogos, usar aplicativos, ou outros fins) enquanto em CS (SAUNDERS; VALLANCE, 2017; TREMBLAY et al., 2017b).

O TT excessivo tem sido associado a vários aspectos prejudiciais à saúde como a redução da densidade óssea, danos na visão, sono de baixa qualidade, além de fatores de risco para doenças cardiovasculares como altos níveis de estresse (alta excitação simpática e desregulação do cortisol), hipertensão arterial, baixo colesterol HDL, obesidade e resistência à insulina (LISSAK, 2018). Outras consequências negativas decorrente do uso excessivo de tela incluem sintomas depressivos e suicidas, risco de comportamento antissocial e redução do comportamento pró-social, alterações no controle cognitivo e emocional (LISSAK, 2018).

A elevada exposição ao TT pode ser um dos fatores preponderantes a obesidade nos adolescentes, devido a adoção de comportamentos inadequados, como redução da duração do sono, aumento da ingestão de alimentos enquanto está exposto a tela; exposição à propagandas de alimentos e bebidas de baixo teor nutricional e alto teor calórico, que induz a hábitos de consumo e as preferências de compra não saudáveis (ROBINSON et al., 2017).

Os adolescentes têm adotado cada vez mais CS, o que favorece o uso de telas em suas rotinas, por se comunicarem de forma digital e se entreterem por meio de dispositivos eletrônicos (WHO, 2020). Atrelado a isso, destaca-se o fato dos adolescentes serem o público que mais utilizam as mídias sociais quando comparados as demais faixas etárias (SHIMOGA; ERLYANA; REBELLO, 2019).

O TT no período noturno pode estar associado com um risco elevado de distúrbios do sono, visto que o display retro iluminado por LED pode causar supressão significativa da melatonina³ (YANG et al., 2017). Dessa forma, o atraso na hora de dormir e o menor tempo total de sono que são características comuns nos adolescentes pode ser causado pelo uso excessivo dessa tecnologia (CAIN; GRADISAR, 2010).

Diante disso, recomenda-se como hábito saudável para os adolescentes à exposição de até duas horas diárias de tela, para fins recreativos (COUNCIL ON COMMUNICATIONS AND MEDIA, 2013). Todavia alguns estudos apontam que grande parte desta população excede essa recomendação (FRIEL et al., 2020; GONZÁLEZ et al., 2022; HANSEN; HANEWINKEL; GALIMOV, 2022; JANSSEN; ROBERTS; THOMPSON, 2017; KVAMSDAL, 2019; MARCIANO; CAMERINI, 2021; NG; ABDRAKHMANOVA; ADAYEVA, 2019; ROBERTS et al., 2017; RUBÍN et al., 2020; TANAKA et al., 2019; VIDEOOUT; ROBB, 2019; WANG et al., 2018), inclusive no Brasil (DA COSTA et al., 2020; DE LUCENA et al., 2015; DE SOUZA; MARQUES; REUTER, 2020; GUEDES; DESIDERÁ; GONÇALVES, 2018; SCHAAAN et al., 2018, 2019).

Sono

O sono é essencial para a saúde física, social e mental (MATRICCIANI et al., 2017), por ser um estado fisiológico que regula as funções de diversos órgãos, tecidos e sistemas para a sobrevivência e para a saúde das pessoas (ANDRADE et al., 2017). O sono exerce influência na regulação de vários hormônios produzidos pelo eixo hipotalâmico-hipofisário como cortisol, hormônio adrenocorticotrófico (ACTH), hormônio estimulante da tireoide, hormônio do crescimento (GH), prolactina (PRL) e na secreção de renina (MORGAN; TSAI, 2015). Entre as funções do sono também é

³ a qual é um importante marcador fisiológico do ritmo circadiano que sincroniza o ciclo ambiental claro e escuro com o ciclo sono-vigília (KHULLAR, 2012).

possível citar o ajuste dos hormônios relacionados ao apetite (leptina, grelina, cortisol) (CHAPUT, 2014; SHUKLA; BASHEER, 2016), o estímulo no equilíbrio metabólico (SHUKLA; BASHEER, 2016) e a influência no controle glicêmico (HIROTSU; TUFIK; ANDERSEN, 2015; PORKKA-HEISKANEN; ZITTING; WIGREN, 2013; SHUKLA; BASHEER, 2016).

Cabe comentar ainda que, ao sono, é atribuído a função de conservação de energia (SIEGEL, 2005), do reparo muscular, crescimento tecidual e do *turnover* proteico (BRINKMAN; REDDY; SHARMA, 2022; DATTILO et al., 2011, 2012; DÁTTILO et al., 2020), além de atuar no sistema imunológico (BESEDOVSKY; LANGE; HAACK, 2019; PORKKA-HEISKANEN; ZITTING; WIGREN, 2013). A boa qualidade do sono ainda contribui na plasticidade cerebral e na homeostase sináptica (PORKKA-HEISKANEN; ZITTING; WIGREN, 2013), no metabolismo cerebral e na neurogênese (SIEGEL, 2005), na consolidação da memória (PORKKA-HEISKANEN; ZITTING; WIGREN, 2013; SIEGEL, 2005; TAROKH et al., 2016), no aprendizado, na atenção, na cognição e no processamento das emoções (TAROKH et al., 2016).

É notório que distintas características do ciclo vigília-sono podem ser verificadas em diferentes fases da vida (ANDRADE et al., 2017). Em especial, na adolescência verifica-se alterações no padrão do sono tanto na quantidade como na qualidade (OLIVEIRA et al., 2018), sendo que alguns estudos mostram uma redução na duração do sono ao longo da infância e nos últimos anos da adolescência (GALLAND et al., 2018; MATRICCIANI et al., 2017; MATRICCIANI; OLDS; PETKOV, 2012).

Ao longo da adolescência, as alterações no ciclo vigília-sono ocasionam o atraso na fase do sono, o qual se caracteriza por horários mais tardios na hora de dormir. Isto acontece devido ao próprio processo de maturação do sistema nervoso central que, de certa maneira, gera um retardo na secreção de melatonina (CARSKADON; VIEIRA; ACEBO, 1993), postergando assim o início do sono dos jovens (BRUCE; LUNT; MCDONAGH, 2017). É importante mencionar que, os hábitos incorporados pelos adolescentes nesta fase do desenvolvimento podem provocar mudanças importantes nos processos de regulação do sono, no sistema de temporização circadiano e no sistema homeostático do sono (CROWLEY; ACEBO; CARSKADON, 2007).

Dentre os hábitos comportamentais que mais podem afetar os ritmos biológicos de um adolescente está a exposição as mídias eletrônicas durante a noite, que pode

causar um aumento da excitação mental, emocional e fisiológica, em decorrência da exposição a luz, o que ocasiona a supressão da liberação de melatonina (CAIN; GRADISAR, 2010; CROWLEY; ACEBO; CARSKADON, 2007), mencionada anteriormente.

Na mesma tendência, o horário de início das atividades escolares (ANDRADE et al., 2017; HOEFELMANN, 2013; OWENS; WEISS, 2017), excesso de atividades acadêmicas (CARSKADON; ACEBO; JENNI, 2004; HOEFELMANN, 2013; OWENS; WEISS, 2017) curriculares (DEL CIAMPO et al., 2017; OWENS; WEISS, 2017) e extra classe, tarefas domésticas, trabalho após o horário escolar (DEL CIAMPO et al., 2017), além das demais obrigações sociais ao longo do dia (CARSKADON; ACEBO; JENNI, 2004; OWENS et al., 2014) podem desencadear uma redução na duração do sono na adolescência (ANDRADE et al., 2017).

Os efeitos prejudiciais à saúde desses fatores no sono são preocupantes. O sono é um elemento-chave na saúde dos adolescentes por aprimorar o desenvolvimento maturacional, cognitivo e mental (TAROKH et al., 2016) tão importantes nesta fase de intenso aprendizado e diferenciação celular (DEL CIAMPO et al., 2017). A redução no ciclo do sono pode ocasionar ansiedade, perda da concentração, nervosismo, ideias irracionais, alucinações, maior propensão a acidentes, cansaço, fadiga, aumento da sensibilidade à dor e perda de apetite (SANTOS et al., 2016).

Outras consequências negativas disso são distúrbios do humor, aumento da ideação suicida, maior risco de uso de álcool e substâncias nocivas à saúde, aumento de acidentes de carro, lesões ocupacionais e esportivas, desatenção, redução no funcionamento executivo e baixo desempenho acadêmico (OWENS; WEISS, 2017). Deste modo, o *déficit* de sono em adolescentes torna-se um risco não só para a saúde física e emocional, mas também para o sucesso acadêmico e para sua segurança (OWENS et al., 2014). Ademais, a restrição de sono contribui para o risco de doenças cardiovasculares, diabetes, obesidade e câncer (LUYSTER et al., 2012).

Em caso de déficit ou distúrbio do sono, cochilos curtos de até 30 minutos de duração durante o dia podem restaurar a vigília e melhorar o estado emocional, o desempenho e a capacidade de aprendizado. Já os cochilos mais longos estão associados a perda de produtividade e inércia do sono (o que resulta em comprometimento do estado de alerta e desempenho por aproximadamente 30 minutos após o despertar, além de diminuir a velocidade de realização das tarefas

cognitivas), o que pode levar a efeitos adversos à saúde a longo prazo (DHAND; SOHAL, 2006).

Ante o exposto, é interessante tirar um cochilo a tarde, por volta das 15:00 horas, já que os níveis de excitação diurna diminuem nessa horários, o que pode ser considerado parte do ritmo circadiano. Ou seja, o cochilo a tarde, no ponto médio do dia, pode melhorar a capacidade de funcionamento durante o resto do dia. Ademais, parece haver poucas evidências sobre o fato de cochilos diurnos frequentes dificultarem o adormecer à noite e influenciar na qualidade do sono noturno (DHAND; SOHAL, 2006).

Embora seja notória a importância do sono suficiente na adolescência, uma revisão sistemática de estudos realizados com crianças e adolescentes de 5 a 18 anos de 20 países constatou um declínio na duração do sono autorrelatada de aproximadamente um minuto por noite; o que resulta em mais de uma hora de redução de sono por noite entre o século passado e o atual (1905 até 2008) (MATRICCIANI; OLDS; PETKOV, 2012). Essa redução na duração do sono em adolescentes foi recentemente confirmada em uma metanálise, em que verificaram um declínio de aproximadamente 10,9 minutos por ano do TTS, avaliado por acelerômetro em adolescentes entre 12 e 16 anos (GALLAND et al., 2018).

A recomendação diária de duração do sono para adolescentes são entre oito a 10 horas por noite (HIRSHKOWITZ et al., 2015; PARUTHI et al., 2016). Entretanto, alguns estudos apontam que mais da metade da população avaliada não alcançou essa recomendação (JAKUBEC et al., 2020; ROMAN-VIÑAS et al., 2016; RUBÍN et al., 2020; YING et al., 2020) incluindo jovens brasileiros (ALVES et al., 2020; CAETANO et al., 2021; DA COSTA et al., 2020; DOMINGUES et al., 2022; FARIA et al., 2020). Para adolescentes que atingem a recomendação, o sono constitui 33-42% do ciclo de 24 horas, o que representa mais de um terço do comportamento diário.

No entanto, é importante ressaltar que além da duração do sono, o padrão de sono é fundamental para o desenvolvimento dos adolescentes (RAUDSEPP, 2018). O sono saudável requer horário apropriado, boa qualidade, regularidade, ausência de perturbações e distúrbios (PARUTHI et al., 2016). Diante disso, torna-se imprescindível investigar fatores como a qualidade do sono (avaliada a partir da eficiência de permanecer dormindo), o horário apropriado (notificado pela hora de dormir/acordar), a consistência ou regularidade (analisado pela variabilidade dia-a-

dia) e a continuidade (constatada pela variabilidade na duração do sono na mesma noite) (CHAPUT et al., 2016).

Para isso, se faz necessário avaliar o padrão de sono a partir de variáveis como: TTS também apresentado como duração do sono e determinado pelo total de minutos identificados como sono; WASO que se refere ao tempo acordado após o início do sono; HDC, horário em que o primeiro minuto de sono noturno é identificado (início do sono); HLC, horário em que último minuto de sono é identificado (término do sono); ES, o qual expressa o percentual do tempo na cama que se passa dormindo, calculado como $TTS/\text{tempo na cama} \times 100$; e, IFS, definido como o percentual obtido pelo número de despertares/TTS $\times 100$ (ACTIGRAPH., 2012; KIM et al., 2020; SHRIVASTAVA et al., 2014).

Abordagens estatísticas contemporâneas de análise de CHH

É interessante destacar que os CHH são componentes mutuamente exclusivos do uso diário do tempo, os quais existem em um espaço Simplex (DUMUID et al., 2018b, 2019, 2020), sujeito a geometria de *Aitchison* (AITCHISON, 1982), sendo este restrito a soma constante de 24 horas (CHASTIN et al., 2015; DUMUID et al., 2018b, 2020). Mediante as características dos CHH, a análise composicional de dados têm sido amplamente utilizada para investigar dados de uso do tempo e sua relação com a saúde de crianças e adolescentes (CARSON et al., 2016, 2019; CARSON; TREMBLAY; CHASTIN, 2017; DEL POZO-CRUZ et al., 2017; DOMINGUES et al., 2022; DUMUID et al., 2018a, 2018b, 2020; FAIRCLOUGH et al., 2017; GÁBA et al., 2020b, 2020a; TALARICO; JANSSEN, 2018; TAYLOR et al., 2019).

Esse tipo de técnica possibilita tratar cada comportamento como um composto de um todo finito, adequando os dados a sua natureza relativa e respeitando a colinearidade e codependência entre esses comportamentos diários (CHASTIN et al., 2021, 2015; DUMUID et al., 2018a, 2019, 2020). Ou seja, ao considerar que um dia tem um período fixo de 24 horas, esse tipo de análise pressupõe que um comportamento não pode mudar sem que haja alteração correspondente em um ou mais dos outros comportamentos, por serem codependentes (CHASTIN et al., 2015; DUMUID et al., 2019).

Consequentemente, a utilização de um modelo teórico composicional de substituição isotemporal permite contabilizar o tempo envolvido em cada um dos comportamentos realizados ao longo do dia simulando uma realocação desses

comportamentos entre si (DUMUID et al., 2019, 2020; PEDIŠIĆ; DUMUID; OLDS, 2017). Isso ocorre, devido a uma mudança compensatória por meio de efeitos de substituição (DUMUID et al., 2019, 2020); o que permite estimar impactos positivos ou negativos sobre o desfecho de saúde avaliado em resposta das alterações ocorridas nesses comportamentos (MARTINEZ et al., 2019).

Ao mesmo tempo, a abordagem bidirecional é amplamente utilizada na análise de dados longitudinais de curto prazo para testar efeitos preditivos longitudinais entre variáveis do padrão do sono e dos comportamentos de vigília além de estimar a força do efeito preditivo de cada variável sobre a outra (MARTINEZ et al., 2019). Nesse tipo de análise, quando um dos comportamentos de vigília é considerado variável de desfecho (independente), assume-se uma das variáveis do padrão do sono como variável preditora (dependente) e, quando uma das variáveis do padrão do sono é considerada variável de desfecho assume-se um dos comportamentos de vigília como variável preditora (LIN et al., 2018; MASTER et al., 2019; PESONEN et al., 2011; SORIĆ et al., 2015). Modelos lineares multiníveis para dados longitudinais são comumente utilizados nessas análises, os quais levam em consideração as variabilidades individuais assumindo intercepto aleatório.

Dessa forma, avaliar as associações e a direcionalidade entre os comportamentos de vigília e o padrão de sono pode contribuir para o planejamento e execução de intervenções com o intuito de se obter benefícios recíprocos ou bidirecionais (RAUDSEPP, 2018; VINCENT et al., 2017), no intuito de melhorar a saúde e o bem-estar dos adolescentes em meio a todas as mudanças que esses indivíduos sofrem nessa fase de transição para a vida adulta.

Importância da adequada composição de uso do tempo

É importante salientar que “todo passo conta” no intuito não apenas de limitar, mas também reduzir o CS e aumentar a AF diariamente, sentando menos e se movimentando mais (MATSUDO; BELTRAN; GUEDES, 2019), uma vez que as crianças e adolescentes passam uma parte considerável do tempo diário na escola em CS (AYALA et al., 2016; CARDON et al., 2004; DOMINGUES et al., 2017; HINCKSON et al., 2016; SUDHOLZ et al., 2016).

Essa realidade é ainda mais preponderante para alunos das escolas de tempo integral, como por exemplo, os Institutos Federais, que têm aulas em dois turnos. No cotidiano desses estudantes, as oportunidades de se movimentarem durante o

período escolar são restritas aos recreios diários e as aulas de Educação Física que acontecem dois horários (100 minutos) por semana (DOMINGUES et al., 2022).

Os adolescentes usam as telas de forma demasiada ao longo do dia, nos momentos de lazer, como uma forma de se comunicar com outras pessoas, para interagir com o mundo e para se informar (WHO, 2020). Mediante isso, é importante reduzir sobretudo o TT recreativo, no tempo fora da escola, em especial no período noturno para que esse comportamento não ocasione efeitos negativos sobre a duração e a qualidade do sono em crianças e adolescentes (SAUNDERS, TRAVIS J., MCISAAC, T., CAMPBELL, J., DOUILLETTE, K., JANSSEN, I., TOMASONE, JR., ROSS-WHITE, A., PRINCE, SA., CHAPUT, 2022).

O sono adequado pode favorecer aos comportamentos ativos no dia seguinte como a prática de AF regular, uma vez que durante o sono o organismo restabelece suas energias (SIEGEL, 2005) e modula o metabolismo da glicose (HIROTSU; TUFIK; ANDERSEN, 2015), reduzindo a sensação de cansaço/fadiga, possibilitando assim, com o corpo descansado, maior disposição para a prática de AF (CHEN; WANG; JENG, 2006). Por outro lado, a privação do sono pode levar a sonolência diurna e fadiga (ALDABAL; BAHAMMAM, 2011; GARAULET et al., 2011; ZIMBERG et al., 2012), desencorajando os adolescentes a praticarem AF no dia seguinte. Dessa forma o cansaço pode ocasionar uma redução dos níveis de AF (GARAULET et al., 2011), favorecer o tempo envolvido em CS (ORTEGA et al., 2010) e, concomitantemente diminuir o gasto energético (ZIMBERG et al., 2012); o que pode favorecer o desencadeamento do sobrepeso e da obesidade.

A AF é um meio não farmacológico (LANG et al., 2013; LOPRINZI; CARDINAL, 2011) considerado como ferramenta eficaz na melhora do sono (BRASIL, 2021; BULL et al., 2020; PIERCY et al., 2018; WHO, 2020) devido a conservação de energia, restituição de tecido corporal e redução da temperatura (ATKINSON; DAVENNE, 2007). Assim, indivíduos que participam de AF regular são mais propensos a terem duração adequada e maior continuidade do sono, e menor sonolência diurna (MASTER et al., 2019).

Diante isso, sugere-se que novos estudos longitudinais, qualitativos e de intervenção possam avaliar os efeitos preditivos e causais sobre os CHH de crianças e adolescentes abordando diferentes tipos de AF, CS e TT assim como características do sono (por exemplo, eficiência, sonolência diurna, insônia, sensação de cansaço ou fadiga ao acordar). Ademais, se faz necessário analisar a adequação de TT diário a

realidade contemporânea e investigar parâmetros como comportamento alimentar, dosagens hormonais, ambiente construído, barreiras a prática de AF, tipo de transporte utilizado dentre outros que possam agregar valor as interpretações no que dizem respeito aos CHH.

Considerações finais

O presente estudo teve como propósito apresentar os comportamentos que compõe as 24 horas, bem como suas características, benefícios, instrumentos/forma de mensuração e as recomendações de saúde de cada comportamento, de forma isolada e integrada, voltados para à saúde de crianças e adolescentes. A literatura sinaliza que a adequada composição de uso do tempo ao longo das 24 horas diárias com cumprimento das recomendações de sono, AF e TT favorece diversos aspectos da saúde na população infanto-juvenil.

A AFL, predominante nas atividades de vida diária, pode ser a porta de entrada para se atingir as recomendações diárias de 60 minutos de AFMV, por ser mais fácil de ser modificada e por apresentar menor barreira e esforço para ser iniciada na rotina de crianças e adolescentes. Concomitantemente, é importante minimizar o tempo de exposição a tela, incluindo os jogos eletrônicos e *videogames*, as interações nas mídias sociais e a comunicação e entretenimento de forma digital, principalmente no período noturno, mediante o fato do excessivo TT ocasionar efeitos negativos sobre a duração e a qualidade do sono deste público. Em detrimento disso, a sensação de cansaço/fadiga e a sonolência diurna podem impactar negativamente na motivação das crianças e adolescentes a praticarem AF no dia seguinte, favorecendo o tempo envolvido em CS, o que pode favorecer o desenvolvimento da obesidade.

Diante do desafio de realizar mudanças eficientes nos CHH dos adolescentes, é necessário buscar algumas alternativas no cotidiano juvenil, tais como: realizar intervalos ativos ao longo do dia, movimentando mais e sentando menos; deslocar de forma ativa; praticar esportes e exercícios físicos preferencialmente no período diurno exposto ao sol; dormir e acordar em horários regulares; limitar o acesso aos jogos eletrônicos, *videogames* e às mídias sociais, incentivando a interação e socialização dos jovens; reduzir o TT cotidiano, sobretudo a noite antes de dormir, dentre outras.

Nesse sentido, é essencial o envolvimento das instituições de ensino, na conscientização, divulgação e promoção dessas estratégias no contexto escolar. O apoio e incentivo dos familiares e da sociedade deve ocorrer simultaneamente para

que essas estratégias possam perdurar sendo agregadas também ao cotidiano dos adolescentes além do período letivo. Além das ações conjuntas de diferentes setores da sociedade (Saúde, Educação, entre outros) na elaboração e execução de programas e políticas públicas nos níveis municipal, estadual e federal que possibilitem melhorar esse panorama.

Referências

24 Hour Clock. Disponível em: <<https://www.militarytime.us/24-hour-clock/>>.

ABEP. Critério Brasil de Classificação Econômica.2015. **Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa**, 2015.

ACTIGRAPH. **ActiLife 6 User's Manual**.ActiGraph Software Department, , 2012. Disponível em: <<https://actigraphcorp.com/support/manuals/actilife-6-manual/>>

ADA, A. D. A. Standards of Medical Care in Diabetes—2022 Abridged for Primary Care Providers. **Clinical Diabetes**, v. 40, n. 1, p. 10–38, 2022.

AINSWORTH, B. E. et al. 2011 compendium of physical activities: A second update of codes and MET values. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 8, p. 1575–1581, 2011.

AITCHISON, J. The Statistical Analysis of Compositional Data. **Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)**, v. 44, n. 2, p. 139–177, 1982.

ALDABAL, L.; BAHAMMAM, A. S. Metabolic, endocrine, and immune consequences of sleep deprivation. **The Open Respiratory Medicine Journal**, v. 5, p. 31–43, 2011.

ALVES, F. R. et al. Sleep duration and daytime sleepiness in a large sample of Brazilian high school adolescents. **Sleep Med**, v. 66, p. 207–215, 2020.

ANDRADE, R. D. et al. Sleep, health perception and physical activity in university adolescents. **Adolescência e Saúde**, v. 14, n. 4, p. 150–156, 2017.

ATKIN, A. J. et al. Methods of measurement in epidemiology: Sedentary behaviour. **International Journal of Epidemiology**, v. 41, n. 5, p. 1460–1471, 2012.

ATKINSON, G.; DAVENNE, D. Relationships between sleep, physical activity and human health. **Physiology and Behavior**, v. 90, n. 2–3, p. 229–235, 2007.

ÁVILA-GARCÍA, M. et al. Bidirectional associations between objective physical activity and sleep patterns in spanish school children. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 3, 2020.

AYALA, A. M. C. et al. Impact of an 8-month trial using height-adjustable desks on children's classroom sitting patterns and markers of cardio-metabolic and musculoskeletal health.

International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 13, n. 12, p. 1–

15, 2016.

BARREIRA, T. V. et al. Identifying Children's Nocturnal Sleep Using 24-h Waist Accelerometry. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 47, n. 5, p. 937–943, maio 2015.

BARREIRA, T. V. et al. Can an automated sleep detection algorithm for waist-worn accelerometry replace sleep logs? **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 43, n. 10, p. 1027–1032, out. 2018.

BESEDOVSKY, L.; LANGE, T.; HAACK, M. The sleep-immune crosstalk in health and disease. **Physiological Reviews**, v. 99, n. 3, p. 1325–1380, 2019.

BOOGAART, K. G. VAN DEN; TOLOSANA-DELGADO, R.; BREN, M. **compositions: Compositional Data Analysis**.

BRASIL. **Guia de Atividade Física**. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Promoção da Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2021.

Disponível em:

<https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_atividade_fisica_populacao_brasileira.pdf>.

BRINKMAN, J. E.; REDDY, V.; SHARMA, S. **Physiology of sleep**. StatPearls ed. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2022.

BRUCE, E. S.; LUNT, L.; MCDONAGH, J. E. Sleep in adolescents and young adults.

Clinical Medicine, Journal of the Royal College of Physicians of London, v. 17, n. 5, p. 424–4228, 2017.

BULL, F. C. et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. **British Journal of Sports Medicine**, v. 54, n. 24, p. 1451–1462, dez. 2020.

CAETANO, I. T. et al. Adolescent's movement behaviors and built environment: a latent class analysis. **BMC Public Health**, v. 21, n. 1, p. 1–14, 2021.

CAIN, N.; GRADISAR, M. Electronic media use and sleep in school-aged children and adolescents: A review. **Sleep Medicine**, v. 11, n. 8, p. 735–742, 2010.

CARDON, G. et al. Sitting habits in elementary schoolchildren: A traditional versus a "Moving school". **Patient Education and Counseling**, v. 54, n. 2, p. 133–142, 2004.

CARSKADON, M. A.; ACEBO, C.; JENNI, O. G. Regulation of adolescent sleep. **Boo/ O/Z/ Bdbe/ Tdj**, v. 1021, p. 276–291, 2004.

CARSKADON, M. A.; VIEIRA, C.; ACEBO, C. Association between puberty and delayed phase preference. **Sleep**, v. 16, n. 3, p. 258–262, 1993.

CARSON, V. et al. 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–S302, jun.

2016.

CARSON, V. et al. 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, 22 jul. 2019.

CARSON, V.; TREMBLAY, M. S.; CHASTIN, S. F. M. Cross-sectional associations between sleep duration, sedentary time, physical activity, and adiposity indicators among Canadian preschool-aged children using compositional analyses. **BMC Public Health**, v. 17, n. S5, p. 848, 20 nov. 2017.

CARTER, B. et al. A meta-analysis of the effect of media devices on sleep outcomes. **JAMA Pediatr.**, v. 170, n. 12, p. 1202–1208, 2016.

CASPERSEN, C. J.; POWELL, K. E.; CHRISTENSON, G. M. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. **Public Health Rep.**, v. 100, n. 2, p. 126–31, 1985.

CHAPUT, J.-P. et al. Associations between sleep patterns and lifestyle behaviors in children: an international comparison. **International Journal of Obesity Supplements**, v. 5, n. S2, p. S59–S65, 2015.

CHAPUT, J. et al. Systematic review of the relationships between sleep duration and health indicators in school-aged children and youth. **Appl. Physiol. Nutr. Metab.**, v. 41, n. June, p. S266–S282, 2016.

CHAPUT, J. P. Sleep patterns, diet quality and energy balance. **Physiology and Behavior**, v. 134, p. 86–91, 2014.

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, n. February, p. 7–14, 2017.

CHASTIN, S. et al. Joint association between accelerometry-measured daily combination of time spent in physical activity, sedentary behaviour and sleep and all-cause mortality: a pooled analysis of six prospective cohorts using compositional analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 55, n. 22, p. 1277–1285, nov. 2021.

CHASTIN, S. F. M. et al. 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, 13 out. 2015.

CHASTIN, S. F. M. et al. How does light-intensity physical activity associate with adult cardiometabolic health and mortality? Systematic review with meta-analysis of experimental and observational studies. **British Journal of Sports Medicine**, v. 53, n. 6, p. 370–376, 2019.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2nd. ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.

- CORDER, K. et al. Assessment of physical activity in youth. **Journal of Applied Physiology**, v. 105, n. 3, p. 977–987, set. 2008.
- COUNCIL ON COMMUNICATIONS AND MEDIA. Children, Adolescents, and the Media. **Pediatrics**, v. 132, n. 5, p. 958–961, nov. 2013.
- CROWLEY, S. J.; ACEBO, C.; CARSKADON, M. A. Sleep, circadian rhythms, and delayed phase in adolescence. **Sleep Medicine**, v. 8, n. 6, p. 602–612, 2007.
- DA COSTA, B. G. G. et al. Prevalence and sociodemographic factors associated with meeting the 24-hour movement guidelines in a sample of Brazilian adolescents. **PLoS ONE**, v. 15, n. 9 September, p. 1–12, 2020.
- DATTILO, M. et al. Sleep and muscle recovery: Endocrinological and molecular basis for a new and promising hypothesis. **Medical Hypotheses**, v. 77, n. 2, p. 220–222, 2011.
- DATTILO, M. et al. Paradoxical sleep deprivation induces muscle atrophy. **Muscle and Nerve**, v. 45, n. 3, p. 431–433, 2012.
- DÁTTILO, M. et al. Effects of Sleep Deprivation on Acute Skeletal Muscle Recovery after Exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 52, n. 2, p. 507–514, 2020.
- DE LUCENA, J. M. S. et al. Prevalence of excessive screen time and associated factors in adolescents. **Revista Paulista de Pediatria (English Edition)**, v. 33, n. 4, p. 407–414, dez. 2015.
- DE SOUZA, S.; MARQUES, K. C.; REUTER, C. P. Screen time above recommendations in children and adolescents: analysis of the associated nutritional, behavioral and parental factors. **Journal of Human Growth and Development**, v. 30, n. 3, p. 363–370, 2020.
- DEL CIAMPO, L. A. et al. Characteristics of sleep habits among adolescents living in the city of Ribeirão Preto (SP). **Journal of Human Growth and Development**, v. 27, n. 3, p. 307–314, 2017.
- DEL POZO-CRUZ, B. et al. Relationships between sleep duration, physical activity and body mass index in young New Zealanders: An isotemporal substitution analysis. **PLOS ONE**, v. 12, n. 9, p. e0184472, 12 set. 2017.
- DEMPSEY, P. C. et al. Sedentary behavior and chronic disease: Mechanisms and future directions. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 17, n. 1, p. 52–61, 2020.
- DHAND, R.; SOHAL, H. Good sleep, bad sleep! The role of daytime naps in healthy adults. **Current Opinion in Pulmonary Medicine**, v. 12, n. 6, p. 379–382, 2006.
- DOMINGUES, S. F. et al. Influence of sex, school system and body mass index on the physical activity patterns of adolescents during the school period. **Motricidade**, v. 13, p. 21–30, 2017.
- DOMINGUES, S. F. et al. Sleep, sedentary behavior, and physical activity in Brazilian adolescents: Achievement recommendations and BMI associations through compositional data analysis. **PloS one**, v. 17, n. 4, p. e0266926, 2022.

- DRAPER, C. E. et al. The South African 24-Hour Movement Guidelines for Birth to 5 Years: An Integration of Physical Activity, Sitting Behavior, Screen Time, and Sleep. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 17, n. 1, p. 109–119, 2019.
- DUARTE, M. F. S. Physical maturation: a review with special reference to Brazilian children. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 9, n. Supl 1, p. 71–84, 1993.
- DUMITH, S. C. et al. Physical activity change during adolescence: A systematic review and a pooled analysis. **International Journal of Epidemiology**, v. 40, n. 3, p. 685–698, 2011.
- DUMITH, S. C. et al. Atividade física para crianças e jovens: Guia de Atividade Física para a População Brasileira. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 26, p. 1–9, 2021.
- DUMUID, D. et al. Adiposity and the isotemporal substitution of physical activity, sedentary time and sleep among school-aged children: a compositional data analysis approach. **BMC Public Health**, v. 18, n. 1, p. 311, 2 dez. 2018a.
- DUMUID, D. et al. Compositional data analysis for physical activity, sedentary time and sleep research. **Statistical Methods in Medical Research**, v. 27, n. 12, p. 3726–3738, 30 dez. 2018b.
- DUMUID, D. 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, 20 mar. 2019.
- DUMUID, D. et al. Compositional Data Analysis in Time-Use Epidemiology: What, Why, How. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 7, p. 2220, 26 mar. 2020.
- EGOZCUE, J. J.; PAWLOWSKY-GLAHN, V. Groups of Parts and Their Balances in Compositional Data Analysis. **Mathematical Geology**, v. 37, n. 7, p. 795–828, out. 2005.
- EKSTEDT, M. et al. Sleep, physical activity and BMI in six to ten-year-old children measured by accelerometry: A cross-sectional study. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 10, p. 1–10, 2013.
- ESLIGER, D. W. et al. Standardizing and Optimizing the Use of Accelerometer Data for Free-Living Physical Activity Monitoring. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 2, n. 3, p. 366–383, jul. 2005.
- FAIRCLOUGH, S. J. 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, n. 1, p. 64, 10 dez. 2017.
- FALCK, R. et al. A Wrinkle in Measuring Time Use for Cognitive Health: How should We Measure Physical Activity, Sedentary Behaviour and Sleep? **American Journal of Lifestyle Medicine**, 2021.
- FARIA, F. R. DE et al. 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, 22 jun. 2020.
- FAROOQ, A. et al. Longitudinal changes in moderate-to-vigorous-intensity physical activity in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. **Obesity Reviews**, v. 21, n. 1, p. 1–15, 2020.
- FOTI, K. E. et al. Sufficient sleep, physical activity, and sedentary behaviors. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 41, n. 6, p. 596–602, 2011.
- FRIEL, C. P. et al. U.S. Children Meeting Physical Activity, Screen Time, and Sleep Guidelines. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 59, n. 4, p. 513–521, 2020.
- FULL, K. M. et al. Validation of a physical activity accelerometer device worn on the hip and wrist against polysomnography. **Sleep Health**, v. 4, n. 2, p. 209–216, 2018.
- FÜZÉKI, E.; ENGEROFF, T.; BANZER, W. Health Benefits of Light-Intensity Physical Activity: A Systematic Review of Accelerometer Data of the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES). **Sports Medicine**, v. 47, n. 9, p. 1769–1793, 2017.
- GÁBA, A. et al. Sedentary behavior patterns and adiposity in children: a study based on compositional data analysis. **BMC Pediatrics**, v. 20, n. 1, p. 147, 2 dez. 2020a.
- GÁBA, A. et al. How do short sleepers use extra waking hours? A compositional analysis of 24-h time-use patterns among children and adolescents. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 17, n. 1, p. 104, 14 dez. 2020b.
- GALLAND, B. C. et al. Establishing normal values for pediatric nighttime sleep measured by actigraphy: a systematic review and meta-analysis. **Sleep Research Society**, v. 41, n. 4, p. 1–16, 2018.
- GARAULET, M. et al. Short sleep duration is associated with increased obesity markers in European adolescents: Effect of physical activity and dietary habits. the HELENA study. **International Journal of Obesity**, v. 35, n. 10, p. 1308–1317, 2011.
- GONZÁLEZ, S. A. et al. Prevalence and Associated Factors of Excessive Recreational Screen Time Among Colombian Children and Adolescents. **International Journal of Public Health**, v. 67, n. February, 2022.
- GOPINATH, B. et al. Physical activity and sedentary behaviors and health-related quality of life in adolescents. **Pediatrics**, v. 130, n. 1, 2012.
- GUEDES, D. P.; DESIDERÁ, R. A.; GONÇALVES, H. R. Prevalence of excessive screen time and correlates factors in Brazilian schoolchildren. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 23, p. 1–10, 2018.
- GUERRA, P. H.; DE FARIAS JÚNIOR, J. C.; FLORINDO, A. A. Sedentary behavior in Brazilian children and adolescents: a systematic review. **Revista de saúde publica**, v. 50, p. 9, 2016.
- GUTHOLD, R. et al. Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a

- pooled analysis of 298 population-based surveys with 1·6 million participants. **The Lancet Child & Adolescent Health**, v. 4, n. 1, p. 23–35, jan. 2020.
- HALE, L. et al. Youth screen media habits and sleep: sleep-friendly screen-behavior recommendations for clinicians, educators, and parents. **Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America**, v. 27, n. 2, p. 229–245, 2018.
- HALE, L.; GUAN, S. Screen time and sleep among school-aged children and adolescents: A systematic literature review. **Sleep Medicine Reviews**, v. 21, p. 50–58, 2015.
- HAMER, M. et al. Feasibility of measuring sedentary time using data from a thigh-worn accelerometer. **American Journal of Epidemiology**, v. 189, n. 9, p. 963–971, 2020.
- HANSEN, J.; HANEWINKEL, R.; GALIMOV, A. Physical activity, screen time, and sleep: do German children and adolescents meet the movement guidelines? **European Journal of Pediatrics**, v. 181, p. 1985–1995, 2022.
- HINCKSON, E. et al. Standing Classrooms: Research and Lessons Learned from Around the World. **Sports Medicine**, v. 46, n. 7, p. 977–987, 2016.
- HIROTSU, C.; TUFIK, S.; ANDERSEN, M. L. Interactions between sleep, stress, and metabolism: From physiological to pathological conditions. **Sleep Science**, v. 8, n. 3, p. 143–152, 2015.
- HIRSHKOWITZ, M. et al. National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: methodology and results summary. **Sleep Health**, v. 1, n. 1, p. 40–43, mar. 2015.
- HOEFELMANN, L. P. Fatores associados á qualidade de duração do sono em escolares do ensino médio do Estado de Santa Catarina: uma análise comparativa de dois inquéritos de corte transversal (2001 e 2011). **Universidade Federal de Santa Catarina**, 2013.
- HOWARD, B. et al. Associations of Low- and High-Intensity Light Activity with Cardiometabolic Biomarkers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 47, n. 10, p. 2093–2101, 2015.
- HSU, Y.-W.; CHANG, C.-P.; LIU, C.-C. Relationships between Sleep, Sedentary Behavior, and Physical Activity in Young Adults. **Obesity Research – Open Journal**, v. 6, n. 1, p. 18–24, 9 out. 2019.
- HUANG, W. Y. et al. Isotemporal substitution analysis for sedentary behavior and body mass index. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 48, n. 11, p. 2135–2141, 2016.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas da população residente no Brasil e Unidades da Federação com data de referência em 1º de julho de 2018**, 2018. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2018/estimativa_dou_2018_20181019.pdf
- JAKUBEC, L. et al. Is adherence to the 24-hour movement guidelines associated with a reduced risk of adiposity among children and adolescents ? **BMC Public Health**, v. 20, n. 1,

p. 1119, 2020.

JANSSEN, I.; ROBERTS, K. C.; THOMPSON, W. Is adherence to the Canadian 24-Hour movement behaviour guidelines for children and youth associated with improved indicators of physical, mental, and social health? **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 42, n. 7, p. 725–731, 2017.

JURAKIĆ, D.; PEDIŠIĆ, Ž. Croatian 24-hour guidelines for physical activity, sedentary behaviour, and sleep: A proposal based on a systematic review of literature. **Medicus**, v. 28, n. 2, p. 143–153, 2019.

KANSAGRA, S. Sleep disorders in adolescents. **Pediatrics**, v. 145, n. s2, p. \$204-\$209, 2020.

KHULLAR, A. The Role of Melatonin in the Circadian Rhythm Sleep-Wake Cycle.

Psychiatric Time, v. 29, n. 7, 2012.

KIM, Y. et al. Examining the day-to-day bidirectional associations between physical activity, sedentary behavior, screen time, and sleep health during school days in adolescents. **PLoS ONE**, v. 15, n. 9 September 2020, p. 1–18, 2020.

KRIETSCH, K. N. et al. Temporal Associations Between Sleep and Physical Activity Among Overweight/Obese Youth. **Journal of Pediatric Psychology**, v. 41, n. 6, p. 680–691, 2016a.

KRIETSCH, K. N. et al. Temporal Associations Between Sleep and Physical Activity Among Overweight/Obese Youth. **Journal of pediatric psychology**, v. 41, n. 6, p. 680–691, 2016b.

KVAMSDAL, C. **Prevalence and trends in screen time from 2014- 2019 , among Norwegian adolescents**. [s.l.] Faculty of Health and Sports. Department of Public Health, Sports and Nutrition. University of Agder, 2019.

LANG, C. et al. Increased self-reported and objectively assessed physical activity predict sleep quality among adolescents. **Physiology and Behavior**, v. 120, p. 46–53, 2013.

LAURSON, K. R. et al. Concurrent Associations between Physical Activity, Screen Time, and Sleep Duration with Childhood Obesity. **ISRN Obesity**, v. 2014, p. 1–6, 2014.

LAURSON, K. R.; LEE, J. A.; EISENMANN, J. C. The Cumulative Impact of Physical Activity, Sleep Duration, and Television Time on Adolescent Obesity: 2011 Youth Risk Behavior Survey. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 12, n. 3, p. 355–360, mar. 2015.

LIN, Y. et al. Temporal and bi-directional associations between sleep duration and physical activity/sedentary time in children: An international comparison. **Preventive Medicine**, v. 111, p. 436–441, 2018.

LISSAK, G. Adverse physiological and psychological effects of screen time on children and adolescents: Literature review and case study. **Environmental Research**, v. 164, n. October 2017, p. 149–157, 2018.

LOHMAN, T. G. et al. Anthropometric Standardization Reference Manual. Champaign(IL). **Human Kinectis**, 1988.

- LOPRINZI, P. D.; CARDINAL, B. J. Association between objectively-measured physical activity and sleep, NHANES 2005-2006. **Mental Health and Physical Activity**, v. 4, n. 2, p. 65–69, 2011.
- LUND, L. et al. Electronic media use and sleep in children and adolescents in western countries: a systematic review. **BMC Public Health**, v. 21, n. 1598, p. 1–14, 2021.
- LUYSTER, F. S. et al. Sleep: A health imperative. **Sleep**, v. 35, n. 6, p. 727–734, 2012.
- MACKENZIE-SHALDERS, K. et al. Adiposity and the isothermal substitution of physical activity, sedentary time and sleep among school-aged children: A compositional data analysis approach. **American Journal of Human Biology**, v. 15, n. 1, p. 1–14, 2018.
- MALHEIROS, L. E. A. et al. Bidirectional Daily Associations Between Accelerometer-Measured Sleep and Physical Activity in Brazilian High School Students. **Pediatric Exercise Science**, n. 41, p. 1–7, 2022.
- MANYANGA, T. et al. Body mass index and movement behaviors among schoolchildren from 13 countries across a continuum of human development indices: A multinational cross-sectional study. **American Journal of Human Biology**, v. 32, n. 2, p. 1–13, 2020.
- MARCIANO, L.; CAMERINI, A. L. Recommendations on screen time, sleep and physical activity: associations with academic achievement in Swiss adolescents. **Public Health**, v. 198, p. 211–217, 2021.
- MARTINEZ, S. et al. Temporal associations between circadian sleep and activity patterns in Mexican American children. **Sleep Health**, v. 5, n. 2, p. 201–207, 2019.
- MARTINS, J. et al. Adolescents' perspectives on the barriers and facilitators of physical activity: A systematic review of qualitative studies. **Health Education Research**, v. 30, n. 5, p. 742–755, 2015.
- MASTER, L. et al. Bidirectional, Daily Temporal Associations between Sleep and Physical Activity in Adolescents. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 1–14, 2019.
- MATRICCIANI, L. et al. Past, present, and future: trends in sleep duration and implications for public health. **Sleep Health**, v. 3, n. 5, p. 317–323, out. 2017.
- MATRICCIANI, L.; OLDS, T.; PETKOV, J. In Search of Lost Sleep: Secular Trends in the Sleep Time of School-Aged Children and Adolescents. **Sleep Medicine Reviews**, v. 16, n. 3, p. 203–211, 2012.
- MATSUDO, V. K. R.; BELTRAN, D. C. G.; GUEDES, J. DA S. Todo passo conta! Novas recomendações para atividade física e saúde. **Diagn Tratamento**, v. 24, n. 11, p. 21–24, 2019.
- MCGREGOR, D. E. et al. Compositional analysis of the association between mortality and 24-hour movement behaviour from NHANES. **European Journal of Preventive Cardiology**, 2019.
- MCNEIL, J. et al. Objectively-measured sleep and its association with adiposity and physical

- activity in a sample of Canadian children. **Journal of Sleep Research**, v. 24, n. 2, p. 131–139, 2015.
- MENEGUCCI, J. et al. Comportamento sedentário : conceito, implicações fisiológicas e os procedimentos de avaliação. **Motricidade**, v. 11, p. 160–174, 2015.
- MENNA-BARRETO, L.; WEY, D. Ontogênese do sistema de temporização: a construção e as reformas dos ritmos biológicos ao longo da vida humana. **Psicologia USP**, v. 18, n. 2, p. 133–153, 2007.
- MEREDITH-JONES, K. et al. 24 h Accelerometry: impact of sleep-screening methods on estimates of sedentary behaviour and physical activity while awake. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 7, p. 679–685, 2016.
- MIELKE, G. I. Is sedentary behaviour the new tabacco ? **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 22, n. 5, p. 419–421, 2017.
- MIGUELES, J. H. et al. Accelerometer Data Collection and Processing Criteria to Assess Physical Activity and Other Outcomes: A Systematic Review and Practical Considerations. **Sports Medicine**, v. 47, n. 9, p. 1821–1845, 16 set. 2017.
- MINISTRY OF HEALTH. **Sit less, move more, sleep well active play guidelines for under-fives**. Wellington: Ministry of Health, 2017.
- MORGAN, D.; TSAI, S. C. Sleep and the Endocrine System. **Critical Care Clinics**, v. 31, n. 3, p. 403–418, 2015.
- MOURA, B. P. et al. Effects of isothermal substitution of sedentary behavior with light-intensity or moderate-to-vigorous physical activity on cardiometabolic markers in male adolescents. **PLOS ONE**, v. 14, n. 11, p. e0225856, 26 nov. 2019.
- NETHERTON, C. et al. Salivary cortisol and dehydroepiandrosterone in relation to puberty and gender. **Psychoneuroendocrinology**, v. 29, n. 2, p. 125–140, 2004.
- NEW ZEALAND MINISTRY OF HEALTH. Sit Less , Move More , Sleep Well: Physical Activity Guidelines for Children and Young People. p. 1–2, 2017.
- NG, K.; ABDRAKHMANOVA, S.; ADAYEVA, A. Physical activity and screen time among children and adolescents in Kazakhstan. **Exercise and Quality of Life**, v. 11, n. 2, p. 19–27, 2019.
- OKELY, A. D. et al. A collaborative approach to adopting/adapting guidelines - The Australian 24-Hour Movement Guidelines for the early years (Birth to 5 years): An integration of physical activity, sedentary behavior, and sleep. **BMC Public Health**, v. 17, n. Suppl 5, 2017.
- OKELY, A. D. et al. 2020 WHO guidelines on physical activity and sedentary behavior. **Sports Medicine and Health Science**, v. 3, n. 2, p. 115–118, jun. 2021.
- OLIVEIRA, L. M. F. T. DE et al. Exercise or physical activity: Which is more strongly associated with the perception of sleep quality by adolescents? **Revista Paulista de**

Pediatrics, v. 36, n. 3, p. 322–328, 2018.

OLIVEIRA, G.; BATISTA DA SILVA, I.; ARAÚJO DE OLIVEIRA, E. R. Sleep in adolescence and factors associated with inadequate sleep. **Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde/Brazilian Journal of Health Research**, v. 21, n. 1, p. 135–145, 2019.

ONIS, M. DE et al. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. **Bull World Health Organ**, v. 85, n. 9, p. 660–667, 2007.

ORTEGA, F. B. et al. Sleep patterns in Spanish adolescents : associations with TV watching and leisure-time physical activity. **Eur J Appl Physiol**, v. 110, p. 563–573, 2010.

OWENS, J. et al. Insufficient sleep in adolescents and young adults: An update on causes and consequences. **Pediatrics**, v. 134, n. 3, p. e921–e932, 2014.

OWENS, J.; WEISS, M. Insufficient sleep in adolescents: causes and consequences. **Minerva Pediatr**, v. 69, p. 326–336, 2017.

PARUTHI, S. 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. 06, p. 785–786, 15 jun. 2016.

PATE, R. R.; O'NEILL, J. R.; LOBELO, F. The evolving definition of “sedentary”. **Exerc. Sport Sci. Rev.**, v. 36, n. 4, p. 173–178, 2008.

PATTERSON, R. et al. Sedentary behaviour and risk of all-cause, cardiovascular and cancer mortality, and incident type 2 diabetes: a systematic review and dose response meta-analysis. **European Journal of Epidemiology**, v. 33, n. 9, p. 811–829, 2018.

PEARSON, N.; SHERAR, L. B.; HAMER, M. Prevalence and Correlates of Meeting Sleep, Screen-Time, and Physical Activity Guidelines Among Adolescents in the United Kingdom. **JAMA Pediatrics**, p. E1–E2, 2019.

PEDIŠIĆ, Ž.; 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, p. 252–269, 2017.

PENSE. **Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar: 2019**. IBGE ed. Rio de Janeiro: Coordenação de População e Indicadores Sociais, 2021.

PESONEN, A. K. et al. Temporal associations between daytime physical activity and sleep in children. **PLoS ONE**, v. 6, n. 8, p. 4–9, 2011.

PIERCY, K. L. et al. The Physical Activity Guidelines for Americans. **JAMA**, v. 320, n. 19, p. 2020–2028, 2018.

PORKKA-HEISKANEN, T.; ZITTING, K.-M.; WIGREN, H.-K. Sleep, its regulation and possible mechanisms of sleep disturbances. **Acta Physiologica**, v. 208, n. 4, p. 311–328, ago. 2013.

R Core Team. R: a language and environment for statistical computing. Vienna: R

Foundation for Statistical Computing, 2018.

RAMAR, K. et al. Sleep is essential to health: An American Academy of Sleep Medicine position statement. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, v. 17, n. 10, p. 2115–2119, 2021.

RAUDSEPP, L. One-year longitudinal study found a bidirectional relationship between physical activity and sleep disturbance in teenage Estonian girls. **Acta Paediatrica**, v. 107, n. 8, p. 1433–1438, ago. 2018.

ROBERTS, K. C. et al. Meeting the Canadian 24-Hour Movement Guidelines for Children and Youth. n. 82, 2017.

ROBINSON, T. N. et al. Screen Media Exposure and Obesity in Children and Adolescents. **Pediatrics.**, v. 140, n. Supl 2, p. S97–S101, 2017.

ROLLO, S.; ANTSGINA, O.; TREMBLAY, M. S. The whole day matters: Understanding 24-hour movement guideline adherence and relationships with health indicators across the lifespan. **Journal of Sport and Health Science**, v. 9, n. 6, p. 493–510, dez. 2020.

ROMAN-VIÑAS, B. et al. Proportion of children meeting recommendations for 24-hour movement guidelines and associations with adiposity in a 12-country study. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 13, n. 1, p. 123, 25 dez. 2016.

ROMANZINI, M. et al. Calibration of ActiGraph GT3X, Actical and RT3 accelerometers in adolescents. **European Journal of Sport Science**, v. 14, n. 1, p. 91–99, 2 jan. 2014.

ROSENBERGER, M. E. et al. The 24-hour activity cycle: a new paradigm for physical activity. **Med Sci Sports Exerc**, v. 51, p. 454–464, 2019.

RUBÍN, L. et al. Prevalence and correlates of adherence to the combined movement guidelines among Czech children and adolescents. **BMC Public Health**, v. 20, n. 1, p. 1–11, 2020.

SADDEH, A.; SHARKEY, M.; CARSKADON, M. A. Activity-Based Sleep-Wake Identification: An Empirical Test of Methodological Issues. **Sleep**, v. 17, n. 3, p. 201–207, maio 1994.

SANTOS, I. K. et al. Sleep and physical activity at school level. **Adolescência e Saúde**, v. 13, n. 3, p. 25–30, 2016.

SASAKI, J. et al. Orientações para utilização de acelerômetros no Brasil. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 22, n. 2, p. 110–126, 1 mar. 2017.

SAUNDERS, TRAVIS J., MCISAAC, T., CAMPBELL, J., DOUILLETTE, K., JANSSEN, I., TOMASONE, JR., ROSS-WHITE, A., PRINCE, SA., CHAPUT, J. Timing of sedentary behaviour and presence of screens in the bedroom and their influence on sleep quality and duration in children and adolescents: A systematic Review. **Health Promotion and Chronic Disease Prevention in Canada. (This issue)**, v. 42, n. 4, p. 139–149, 2022.

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.

- SCHAAN, C. W. et al. Prevalence and correlates of screen time among Brazilian adolescents: findings from a country- wide survey. **Fisiologia Aplicada, Nutrição e Metabolismo**, v. 43, n. 7, p. 684–690, 2018.
- SCHAAN, C. W. et al. Prevalence of excessive screen time and TV viewing among Brazilian adolescents: a systematic review and meta-analysis. **Jornal de Pediatria**, v. 95, n. 2, p. 155–165, 2019.
- SHIMOGA, S. V.; ERLYANA, E.; REBELLO, V. Associations of Social Media Use With Physical Activity and Sleep Adequacy Among Adolescents: Cross-Sectional Survey. **Journal of Medical Internet Research**, v. 21, n. 6, p. e14290, 18 jun. 2019.
- SHRIVASTAVA, D. et al. How to interpret the results of a sleep study. **Journal of Community Hospital Internal Medicine Perspectives**, v. 4, n. 5, p. 24983, 2014.
- SHUKLA, C.; BASHEER, R. Metabolic signals in sleep regulation: recent insights. **Nature and Science of Sleep**, p. 9–20, 2016.
- SIEGEL, J. M. Clues to the functions of mammalian sleep. **Nature**, v. 437, n. 7063, p. 1264–1271, 26 out. 2005.
- SLUIJS, E. M. F. VAN et al. Physical activity behaviours in adolescence: current evidence and opportunities for intervention. **The Lancet**, v. 398, n. 10298, p. 429–442, 2021.
- SMITH, C. et al. ActiGraph GT3X+ and Actical Wrist and Hip Worn Accelerometers for Sleep and Wake Indices in Young Children Using an Automated Algorithm: Validation With Polysomnography. **Frontiers in Psychiatry**, v. 10, p. 1–12, 2020.
- SMITH, M. T. et al. Use of actigraphy for the evaluation of sleep disorders and circadian rhythm sleep-wake disorders: An American Academy of Sleep Medicine Clinical Practice Guideline. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, v. 14, n. 7, p. 1231–1237, 2018a.
- SMITH, M. T. et al. Use of Actigraphy for the Evaluation of Sleep Disorders and Circadian Rhythm Sleep-Wake Disorders - An American Academy of Sleep Medicine Systematic Review, Meta-Analysis, and GRADE Assessment. **J Clin Sleep Med**, v. 14, n. 7, p. 1209–1230, 2018b.
- SORIĆ, M. et al. Associations of objectively assessed sleep and physical activity in 11-year old children. **Annals of Human Biology**, v. 42, n. 1, p. 31–37, 2015.
- STRONG, W. B. et al. Evidence based physical activity for school-age youth. **The Journal of Pediatrics**, v. 146, n. 6, p. 732–737, 2005.
- SUDHOLZ, B. et al. The Impact and Feasibility of Introducing Height-Adjustable Desks on Adolescents' Sitting in a Secondary School Classroom. **AIMS Public Health**, v. 3, n. 2, p. 274–287, 2016.
- TALARICO, R.; JANSSEN, I. Compositional associations of time spent in sleep, sedentary behavior and physical activity with obesity measures in children. **International Journal of Obesity**, v. 42, n. 8, p. 1508–1514, 5 ago. 2018.

- TANAKA, C. et al. Proportion of Japanese primary school children meeting recommendations for 24-hour movement guidelines and associations with weight status. **Obesity Facts**, v. 12, n. Supplement 1, p. 230–231, 2019.
- TANAKA, C. et al. Association between 24-hour movement guidelines and physical fitness in children. **Pediatrics International**, p. 3–9, 2020.
- TAPIA-SERRANO, M. A. et al. Prevalence of meeting 24-Hour Movement Guidelines from pre-school to adolescence: A systematic review and meta-analysis including 387,437 participants and 23 countries. **Journal of Sport and Health Science**, v. 11, p. 427–437, 2022.
- TAROKH, L. et al. Sleep in adolescence: physiology, cognition and mental health. **Neurosci Biobehav Rev.**, v. 70, p. 182–188, 2016.
- TAYLOR, R. W. et al. 24-h movement behaviors from infancy to preschool: cross-sectional and longitudinal relationships with body composition and bone health. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 15, n. 1, p. 118, 26 dez. 2018.
- TAYLOR, R. W. et al. Do differences in compositional time use explain ethnic variation in the prevalence of obesity in children? Analyses using 24-hour accelerometry. **International Journal of Obesity**, v. 44, n. 1, p. 94–103, 2019.
- TEMPL, M.; HRON, K.; FILZMOSE, P. **robCompositions: an R-package for robust statistical analysis of compositional data.**
- TONETTI, L.; FABBRI, M.; NATALE, V. Sex difference in sleep-time preference and sleep need: A cross-sectional survey among Italian pre-adolescents, adolescents, and adults. **Chronobiology International**, v. 25, n. 5, p. 745–759, 2008.
- TREMBLAY, M. S. et al. Canadian 24-Hour Movement Guidelines for Children and Youth: An Integration of Physical Activity, Sedentary Behaviour, and Sleep. **Appl. Physiol. Nutr. Metab**, v. 41, n. 6 Suppl 3, p. 311–327, 2016a.
- TREMBLAY, M. S. et al. Canadian 24-Hour Movement Guidelines for Children and Youth: An Integration of Physical Activity, Sedentary Behaviour, and Sleep. **Appl. Physiol. Nutr. Metab**, v. 41, p. 311–327, 2016b.
- TREMBLAY, M. S. 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–S327, jun. 2016c.
- TREMBLAY, M. S. et al. Canadian 24-Hour Movement Guidelines for the Early Years (0-4 years): An Integration of Physical Activity, Sedentary Behaviour, and Sleep. **BMC Public Health**, v. 17, n. June, p. 311–327, 2017a.
- TREMBLAY, M. S. et al. Sedentary Behavior Research Network (SBRN) - Terminology Consensus Project process and outcome. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 14, n. 1, p. 75, 2017b.

TUDOR-LOCKE, C. et al. Fully automated waist-worn accelerometer algorithm for detecting children's sleep-period time separate from 24-h physical activity or sedentary behaviors.

Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, v. 39, n. 1, p. 53–57, jan. 2014.

TUDOR-LOCKE, C. et al. Nocturnal sleep-related variables from 24-h free-living waist-worn accelerometry: International Study of Childhood Obesity, Lifestyle and the Environment.

International Journal of Obesity Supplements, v. 5, n. S2, p. S47–S52, 8 dez. 2015a.

TUDOR-LOCKE, C. et al. Improving wear time compliance with a 24-hour waist-worn accelerometer protocol in the International Study of Childhood Obesity, Lifestyle and the Environment (ISCOLE). **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 12, n. 1, p. 11, 11 dez. 2015b.

VANHELST, J. Quantification de l'activité physique par l'accélérométrie. **Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique**, v. 67, n. 2, p. 126–134, abr. 2019.

VIDEOOUT, R.; ROBB, M. B. **The Common Sense Census: Media Use by Tweens and Teens, 2019**. San Francisco. CA: Common Sense Media, 2019.

VINCENT, G. E. et al. Temporal and bidirectional associations between physical activity and sleep in primary school-aged children. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 42, n. 3, p. 238–242, 2017.

WANG, H. et al. Prevalence of high screen time and associated factors among students: A cross-sectional study in Zhejiang, China. **BMJ Open**, v. 8, n. 6, p. 9–12, 2018.

WEISS, A. R. et al. Validity of activity-based devices to estimate sleep. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, v. 6, n. 4, p. 336–342, 2010.

WHO. **Expert Committee on Physical Status: The use and interpretation of anthropometry physical status: the use and interpretation of anthropometry: report of a WHO Expert Committee**. World Health Organization, , 1995. Disponível em:

<<https://apps.who.int/iris/handle/10665/37003>>

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

<<https://apps.who.int/iris/handle/10665/43342>>

WHO. **Guidelines on physical activity, sedentary behaviour and sleep for children under 5 years of age**. World Health Organization, , 2019. Disponível em:

<<https://apps.who.int/iris/handle/10665/311664>>

WHO. **WHO guidelines on physical activity, sedentary behaviour**. World Health Organization, , 2020. Disponível em:

<<https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>>

YANG, Y. et al. Sedentary behavior and sleep problems: a systematic review and meta-analysis. **International Journal of Behavioral Medicine**, v. 24, n. 4, p. 481–492, 2017.

YING, L. et al. Movement in high school: Proportion of chinese adolescents meeting 24-hour

movement guidelines. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 7, 2020.

ZIMBERG, I. Z. et al. Short sleep duration and obesity: Mechanisms and future perspectives. **Cell Biochemistry and Function**, v. 30, n. 6, p. 524–529, 2012.

5.2 Artigo 2 – Original. Sleep, sedentary behavior, and physical activity in Brazilian adolescents: Achievement recommendations and BMI associations through compositional data analysis. (Anexo C)

Artigo publicano no periódico PLOS ONE em 11/04/2022.

Sabrina Fontes Domingues

Cristiano Diniz da Silva

Fernanda Rocha Faria

Helton de Sá Souza

Paulo Roberto dos Santos Amorim

Abstract

Physical activity, sedentary behavior (SB), and sleep are habitual human behaviors (HHB) which are modifiable throughout the different life phases. Therefore, it is necessary to analyze how the time distribution throughout the day among HHB may be associated with body mass index (BMI). These results could provide inferences which can guide interventions that trigger changes in adolescent behaviors in favor of their health. The objective of this study was to verify the proportion of adolescents who meet the recommendation of sleep, moderate to vigorous physical activity (MVPA), and screen time (ST); to analyze the associations between HHB and BMI, and to determine possible changes in BMI associated with time reallocation between different HHB. Daily HHB recommendations (yes/no) were analyzed by frequency distribution. Compositional data analyses were used to examine the association between HHB and the BMI z-score (zBMI) with covariates (sex, age, and socioeconomic status). Compositional isotemporal substitution models estimated the change in zBMI associated with HHB reallocations from 15 to 120 minutes. A total of 185 adolescents were included (15 to 18 years, 50.8% boys). Thus, total sleep time, SB, light physical activity (LPA) and MVPA were measured by 24-hour accelerometry for seven consecutive days. ST, demographic characteristics, and socioeconomic status were assessed using a questionnaire. Sleep, MVPA, and ST recommendations were achieved by 32.97%, 8.10%, and 1.08% of the sample, respectively. No adolescent was able to achieve all of the daily recommendations. Age was significantly and positively associated with zBMI ($p < 0.001$). Simply replacing 75, 90, and 120 minutes of MVPA by LPA led to an estimated significant increase in zBMI (95CI% z-value, 0.01

to 1.49). The HHB relocation estimates in 24h did not show positive effects on zBMI, nor did it increase the time engaged in MVPA, which may raise the hypothesis that other parameters related to obesity and their related interactions need to be better understood.

Keywords: Adolescents; 24-hour time-use; Accelerometry; BMI; Compositional Data Analysis; Behaviors; Isotemporal Substitution; Physical activity; Sleep; Sedentary behavior; Habitual Human Behaviors.

Introduction

“Movement behaviors” have been cited in the literature [1, 2] as encompassing physical activity (PA), sedentary behavior (SB) and sleep. They have been influenced by various interdependent factors regarding the time-lapse over a day. Therefore, they are modifiable [3] throughout the different life phases. The term habitual human behaviors (HHB) was adopted due to possible concepts counterpoints, considering the definition of sleep as a behavioral, reversible, and cyclic state characterized by relative immobility and increased threshold of responses to external stimuli [4, 5].

Adolescence is a period of life characterized by biopsychosocial, cognitive, and behavioral changes that affect the entire life of subjects [6, 7]. Among these changes, it is possible to observe a marked change in the sleep-wake cycle, with a predisposition to a later sleep-wake cycle causing a delay in the circadian rhythm by a reduction in the quality and total sleep time [8]. It is worth mentioning that sleep disorders can negatively interfere with cognition [9], mood [10], and metabolism [11], in addition to the endocrine, immune and cardiovascular systems [12].

Certainly, all of the aforementioned alterations may favor an increase in sedentary behavior [13] typically observed in adolescence. These alterations may increase the risk of cardiovascular and all-cause mortality, as well as favor the incidence of cardiovascular disease and type II diabetes [14]. The literature has shown that most adolescents do not meet daily public health recommendations, which cover a minimum of 60 minutes of moderate to vigorous PA (MVPA) practice [1,15–17], from eight to 10 hours of sleep [1, 18, 19], and a maximum of two hours of screen time (ST) [1, 20], which can all impact this population’s body mass index (BMI).

In addition, it is well-known that obesity in adolescence can negatively affect several health components [21] and may persist in adulthood, increasing the risk of developing chronic diseases throughout life [22] and favoring early mortality.

Therefore, it is necessary to analyze how the time distribution throughout the day among HHB may be associated with BMI to search for inferences which can guide interventions that trigger changes in adolescent behaviors in favor of their health.

Behaviors represent mutually exclusive components of daily time use [23, 24]. Therefore, they present data of a compositional nature [24–26] in which their constant sum results in 24 hours [27, 28]. In this sense, several studies have used compositional techniques to assess the relationships with health [22, 24, 25, 27–33], and non-conventional multivariate analysis methods are required to consider co-dependence and collinearity [25, 26].

The use of a compositional isotemporal substitution model also offers the possibility of quantifying the time spent in each behavior and relocating fixed periods between the 24-hour behavior [28], thereby allowing to verify associations and joint theoretical predictions between the 24-hour behavior and health [34]. However, a recent literature review with 51 studies [35] indicated that only one study was conducted with adolescents verifying behaviors and BMI. In addition to this gap, no study has evaluated possible BMI changes when relocating fixed periods between HHB evaluated by 24-hour accelerometry in a sample of Brazilian adolescents.

Given the above, this study aims to: i) verify the proportion of adolescents who comply with the behavioral recommendations of sleep, MVPA, and ST and their combinations; ii) analyze the associations between HHB and BMI through compositional analysis; and iii) estimate the theoretical effects of isotemporal substitution between these HHB and BMI.

Materials and methods

Study design and participants

This is an observational cross-sectional study composed of adolescent students of both sexes from the Federal Institute of the Triângulo Mineiro (IFTM), a full-time public school located in Ituiutaba city, Minas Gerais, Brazil. According to the Brazilian Institute of Geography and Statistics [36], Ituiutaba city comprised a population of 105,818 inhabitants in 2021, and the Human Development Index was 0.739. The study was conducted between March and September 2018. Adolescents under 18 years of age signed a free and informed consent form (ICF) to participate in the study, while their parents or legal guardians signed the free and informed assent form (IAF). Adolescents aged 18 years or older only received the ICF, which they had to sign. All

procedures met the guidelines of the Declaration of Helsinki, being approved by the Committee of Ethics in Research involving human beings of the Federal University of Viçosa (Presentation Certificate of Ethical Appreciation—CAAE: 74104217.3.0000.5153, report no: 2.313.053). The dataset analyzed during the current study are available in S1 File. This study is an integral part of an umbrella project that evaluates movement behavior and health outcomes in adolescents [37]. The sample size was calculated by the EpiInfo version 7.2.2.16 software program (Georgia, USA) using a formula for cross-sectional studies.

The population size was established at 471 (number of adolescents enrolled in technical courses integrated to the IFTM high school, Ituiutaba Campus). A prevalence of 26% overweight and obesity in Brazilian adolescents aged 15 to 17 years was assumed for this study [38], as well as an acceptable error of 5%, a confidence level of 95%, and a design effect of 1.0. Thus, a minimum sample of 185 adolescents was found from these configurations.

The volunteers were selected by simple random sampling, respecting sex proportionality and the high school grade. The result was disregarded in cases where the student did not agree to participate in the study, and a new selection was performed.

Students regularly enrolled in the institute's high school, between 15 and 18 years of age and not participating in weight loss programs, were included. Girls who had menarche for at least of 1 year, and boys who had axillary hair were included. Pregnant adolescents, those who had any mental or physical disabilities (temporary or permanent), who used diuretics or antihypertensives, those who had not signed the ICF or IAF forms or those who did not use the accelerometer for at least three nights (two weekdays and one weekend day) were excluded. Details of data collection procedures can be found in a previous publication by our research group [37].

Data collection procedures

Anthropometry. Bodyweight was individually measured using a digital scale (Plenna1, model Ice HON-00823, São Paulo, Brazil) and height was measured by a portable stadiometer (Sanny Medical®, model ES-2040, São Paulo, Brazil) according to Lohman, Roche, and Martorell [39] in a specific room with a controlled environment. In addition, BMI was classified by z-score according to sex and age by the World Health Organization [40].

Screen time. The adolescents were instructed to consider all types of screens when asked: “On a normal day, how many hours do you spend in front of an electronic media device?” Volunteers who responded less than two hours reached screen time recommendations [1, 20].

Habitual Human Behaviors (sleep, SB, LPA, and MVPA). The total night sleep time, SB, light PA (LPA) and MVPA were evaluated using a GT3X accelerometer (ActiGraph™ Corp., Pensacola, Florida, USA) on the right side of the hip fixed by an elastic belt, 24 hours a day. Data were collected for eight consecutive days, including on the weekend. Only valid data collected for at least three nights of proper sleep were entered in the analyses, including one weekend night (Friday or Saturday) [41]. All volunteers were instructed to maintain their usual routine and to only remove the equipment to perform activities where the accelerometer would be submerged in water [42–46]. Participants were contacted daily through a messaging application during the collection period to ensure that the accelerometer was being used appropriately [47]. The collections took place over 24 hours for at least four days. Only data collected for at least 10 hours of wakefulness [47–49] and the first day of registration was excluded because it was considered a familiarization period to avoid the *Hawthorne effect* [50]. All collections were initiated at 11:59 a.m. [46].

The *Actilife1* version 6.13.4 software program (ActiGraph, LLC, Fort Walton Beach, USA) was used to initialize, download, and process the data. A sampling rate of 30 Hz, normal filter, and 60 seconds epochs were used. The non-use time during wakefulness was defined as at least 20 consecutive minutes of zero counts/minute recording [51].

The algorithm proposed by Sadeh [52] to classify each minute as sleep or wakefulness, and the automatic algorithm validated for data collected by accelerometers used in the waist in 24 hours [47] were used in the *ActiLife1* software program to identify the total time of night sleep from the reintegration of the data into 60 seconds epochs.

The weekly total and average total daily sleep time were calculated only using the days when the total accumulated sleep period was ≥ 160 minutes [41]. The volunteers reached the sleep recommendations when the average total sleep time reached values between 8 and 10 hours per night [1, 18, 19].

After excluding the total time of night sleep and the non-use time in wakefulness [44], the time in SB, LPA, MVPA was classified according to the cut-off points validated for Brazilian adolescents as proposed by Romanzini et al. [53]. The volunteers reached the PA practice recommendations when they performed an average of more than 60 minutes of MVPA per day [1, 15–17].

Co-variables. Age and sex were self-reported. Socioeconomic status (SES) was classified through a questionnaire proposed by the Association of Research Companies [54] through the final score obtained by household characteristics, the education level of the head of the family, and the access conditions to public services.

Statistical analysis

Descriptive statistics are presented as mean $\pm$ standard deviation, median, counts, and percentage (%). HHB daily recommendations (yes/no) were analyzed by frequency distribution and reported as percentage. A z-test (in a two-tailed hypothesis) and 95% confidence interval (CI) based on the chi-squared distribution were used for comparing two independent proportions. Univariate standard comparisons between sexes were made by Wilcoxon's signed-rank test. Effect size is given by the biserial correlation (r) with matched pairs using 200 *bootstrap* replicates to calculate 95%CI. Effect size was interpreted according to the values $|r| < 0.1$ "very small"; $|r| 0.1 \geq 0.3$ "small"; $|r| 0.3 \geq 0.5$ "moderate"; and $|r| > 0.5$ "large" [55].

The compositional nature of 24-hour time-use behaviors (each part of the composition normalized to sum 1440 min) was analyzed according to the compositional data analysis (CoDa) paradigm using an isometric log-ratio (*ilr*) data transformation [25]. With the absence of zero values in the original dataset in any compositional part, the *ilr* coordinates were created using a sequential binary partition process (SBP) by partitioning the composition [56]. The relative dispersion of compositional data was robustly estimated using the variation matrix (i.e. contains all pair-wise log-ratio variances) [57], which summarizes the variability structure of data by log-ratio variances [25]. The multivariate outlier detection procedure was based on (robust) Mahalanobis distances in the *ilr* coordinates to reduce the effect of the deviations on the model assumptions and estimation. The compositional regression models were subsequently used to investigate the predictive adjustments in BMI z-scores (zBMI) models. The compositional predictor (expressed as a set of *ilr* coordinates) was used as the exploratory variable. The model simplification method adopted was both directions

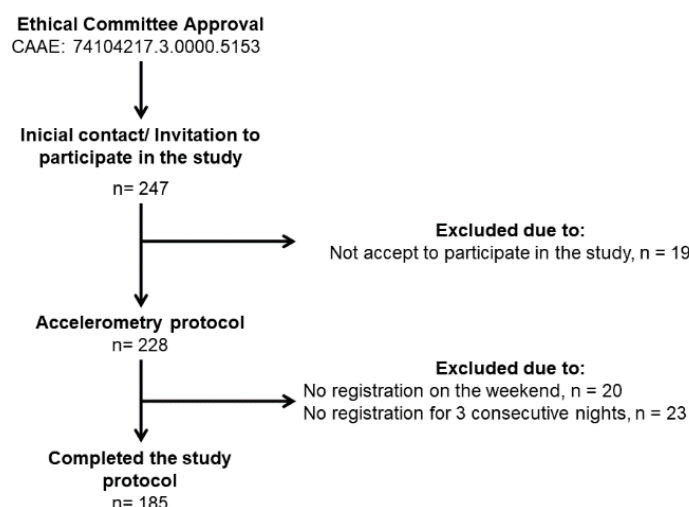
stepwise-selected lowest Akaike information criterion (AIC) [58]. The variance inflation factor (VIF) was used as measure to analyze the multicollinearity magnitude of model terms considered satisfactory when less than 5 [59]. All other modelling assumptions (skewness, kurtosis, link function, and heteroscedasticity) were assumed [60]. The final fitted model was subsequently used for prediction purposes to quantify how hypothetical time reallocations (i.e., 15, 30, 45, 60, 75, 90, and 120 min) between each HHB were associated with BMI changes. The differences between the pivot coordinate representations of the hypothetical relocation and the average compositions of baseline HHB were (re)calculated to estimate the BMI change associated with one-to-one relocations [26]. The estimated differences for BMI and their respective 95%CI were obtained by considering them significant when the 95%CI did not cover zero.

The analyses were performed with the *compositions* [61] and *robcompositions* [62] packages using the R statistical programming language (version 4.1.0; R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria) [63]. The alpha level was set at 0.05 and residual values were adjusted ($-1.96 < z < 1.96$).

Results

A total of 247 adolescents were invited to participate in the data collection. From this total, 19 did not accept to participate in the study, and 43 were excluded for not using the accelerometer for at least three nights (two weekdays and one weekend day). Thus, the sample consisted of 185 adolescents (Fig 1).

Figure 1. Sample selection flowchart.



The participants' general characteristics are presented in Table 1. The mean age of the total sample was 15.96 ± 1.02 years, and approximately half (50.8%) of the sample was male. The participants' characteristics were generally similar, except for the difference in physical attributes (body mass and height), in which boys are taller and heavier than girls (*both*, $p < 0.001$). It is noted that both girls and boys have a high percentage of the total daily screen time exposure (27% and 30%, respectively).

Table 1. Participant characteristics.

Characteristics	Boys, N = 94 ^a	Girls, N = 91 ^a	W-value ^b	p-value ^b	ES (95% CI) ^c
Age (years)	15.96 $\pm$ 1.02 (16.00)	16.13 $\pm$ 0.98 (16.00)	3843	0.214	-0.10 (-0.26, 0.07)
Weight (kg)	67.34 $\pm$ 13.60 (63.70)	59.44 $\pm$ 13.56 (56.40)	5931	<0.001	0.39 (0.24, 0.52)
Height (cm)	174.21 $\pm$ 6.61 (173.60)	162.62 $\pm$ 6.17 (162.40)	7691	<0.001	0.80 (0.73, 0.85)
BMI (kg/m ²)	22.17 $\pm$ 4.23 (20.98)	22.46 $\pm$ 4.99 (21.00)	4262	0.968	0.00 (-0.17, 0.16)
Socioeconomic score (a.u.)	32.91 $\pm$ 8.32 (32.00)	30.78 $\pm$ 8.46 (31.00)	4861	0.108	0.14 (-0.03, 0.30)
Screen-time (hours)	6.42 $\pm$ 2.97 (5.00)	7.10 $\pm$ 3.60	3751	0.146	-0.12 (-0.28, 0.04)

a. u. – arbitrary unit.

BMI - body mass index.

^a Mean $\pm$ SD (Median).

^b Wilcoxon's Signed Rank Test (W-value and correspondent exact or rounded p-value).

^c Effect size (ES) was obtained by biserial correlation (r) with matched pairs (95% IC; 200 *bootstrap* replicates) and magnitude difference.

The accelerometers were used on average for six valid days (56.2% of the sample), and the effective daily monitoring time reached $94.7 \pm 3.1\%$ per day (i.e. 1363.5 ± 45.3 min/day of the 1440 min/day possible). None of the evaluated participants, regardless of sex, simultaneously complied with all general recommendations of sleep, PA and ST in 24 h. This fact can be observed by the absence of data in the areas of union/intersection between the criteria observed in the *Venn* diagram (Fig 2A–2C). The sleep recommendation was achieved by the highest number of adolescents (N = 61; 32.97% of the total), followed by MVPA (N = 15; 8.10% of the total) and ST (N = 2; 1.08% of the total) as shown in Fig 2A. In addition, the results showed that a higher percentage of boys met the MVPA recommendations (14.89% vs. 1.09%; $Z = 3.44$, $p < 0.001$, $r = 0.84$, 95% CI [0.79, 0.87]) (Fig 2B); while a higher percentage of girls meet sleep guidelines (42.85% vs. 23.40%; $Z = 2.81$, $p < 0.01$, $r = 0.82$, 95%CI [0.77, 0.86]) (Fig 2C). There were no differences between sexes to meet ST recommendations (boys = 1.06%, girls = 1.09%; $Z = 0.02$, $p = 0.98$).

Figure 2. Participants' compliance with the behavior guidelines. (A) Overall.(B) Boys. (C) Girls.

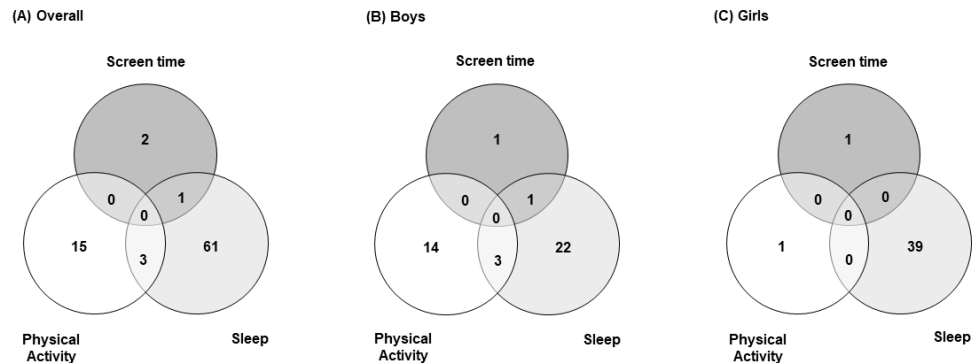


Table 2 presents the compositional statistics of the four parts of the daily time use behaviors (absolute and relative value). Standard and normalized statistics in accordance with the compositional paradigm for 1440 min/day are also presented. The normalized geometric mean for 100.0% of the time in the total sample demonstrates that an average of 34.31% of the daily time of 24 h is spent sleeping, 50.52% is destined to SB, 12.82% in LPA, and 2.35% in MVPA.

Table 2. Descriptive and compositional statistics of daily use of time in each human behavior.

Behaviors	Daily time (min/day)			Geometric Mean (%)		
	Overall (N=185)	Girls (N=91)	Boys (N=94)	Overall (N=185)	Girls (N=91)	Boys (N=94)
SB	722.13 ± 64.64	728.30 ± 58.69	716.16 ± 69.72	50.52	50.13	50.87
LPA	187.92 ± 45.94	177.05 ± 39.23	198.45 ± 49.59	12.82	13.53	12.10
MVPA	37.91 ± 18.93	31.13 ± 13.96	44.47 ± 20.78	2.35	2.79	1.96
Sleep	492.04 ± 60.13	503.53 ± 55.84	480.92 ± 62.31	34.31	33.55	35.07

SB: sedentary behavior; LPA: light physical activity; MVPA: moderate-to-vigorous physical activity. The activity behaviors in its absolute time per day and relative (% , geometric) form are presented as mean ± Standard Deviation; in the compositional perspective, the data are presented as geometric mean normalized to 100% of time (i.e. the center of compositional mean which cannot include SD) for four-part daily time-use composition (closed to total one day; i.e. 1440 min.day⁻¹).

The data variability is shown in Table 3, being represented by the matrix of variation of the composition of the HHB. The minor variation of the logarithmic ratio in pairs was identified between sleep and SB (0.03), indicating greater co-dependence between these behaviors. However, the most significant variations occurred between SB and MVPA (0.34) and sleep and MVPA (0.33), constituting pairs of behaviors with the lowest co-dependence. The robust total variance of the compositional measurement (i.e. global dispersion of a compositional sample) was equivalent to 0.28.

Table 3. Pair-wise log-ratio matrix of the four-part time-use composition.

t_{ij}	SB	LPA	MVPA	Sleep
SB		0.11	0.34	0.03
LPA			0.17	0.11
MVPA				0.33

SB: sedentary behavior; LPA: light physical activity; MVPA: moderate-to-vigorous physical activity. Data are presented as the variation matrix of the pair-wise log ratio estimate by robust procedures (i.e. *Minimum Covariance Determinant*, a highly robust estimator of multivariate location and scatter via the "Fast MCD" or "Deterministic MCD" ["DetMcd"] algorithm with number of subsets used for initial estimate nsamp= 500). To simplify, only the upper triangle is represented, omitting the first column and last row. A value approaching "0" indicates high proportionality between pairs of behaviors, while approaching "1" indicates the opposite.

The parameters of the fitted final multivariate linear model analyzed by ANOVA considered that isometric logarithmic coordinates and age could significantly predict *zBMI*. The model explains a moderate and statistically significant variance proportion ($R^2 = 0.10$, $F(4, 180) = 4.79$, $p < 0.001$, adj. $R^2 = 0.08$). The effect of age is statistically significant and positive ($\beta = 0.28$, 95% CI [0.14, 0.42] $t(180) = 3.87$, $p < 0.001$), confirming the need to control this effect of age in the context of isotemporal prediction analyses.

Theoretical estimates of isotemporal relocation were generated from this model using fixed time durations (15, 30, 45, 60, 75, 90, and 120 minutes) from one HHB to another, while the remaining behaviors were kept constant. The only changes predicted in the *zBMI* were observed for relocation of 75, 90, and 120 minutes of MVPA to LPA, associating with an increased perspective of 0.75, 0.76, and 0.78 units in the *zBMI* mean, respectively, as shown in Table 4.

Table 4. Estimated changes in the zBMI associated with the theoretical temporal reallocation between habitual human behaviors.

Behavior change	Isotemporal reallocations and estimated zBMI changes (95%CI low, high)		
	75 minutes	90 minutes	120 minutes
↑ Sleep ↓ SB	0.03 (-0.16, 0.22)	0.04 (-0.19, 0.26)	0.05 (-0.24, 0.35)
↑ Sleep ↓ LPA	-0.06 (-0.42, 0.30)	-0.07 (-0.53, 0.38)	-0.11 (-0.82, 0.59)
↑ Sleep ↓ MVPA	0.69 (-0.15, 1.53)	0.69 (-0.15, 1.54)	0.60 (-0.16, 1.55)
↑ SB ↓ Sleep	-0.03 (-0.22, 0.17)	-0.03 (-0.27, 0.21)	-0.04 (-0.36, 0.28)
↑ SB ↓ LPA	-0.09 (-0.44, 0.27)	-0.11 (-0.56, 0.35)	-0.16 (-0.86, 0.54)
↑ SB ↓ MVPA	0.66 (-0.17, 1.49)	0.65 (-0.18, 1.49)	0.65 (-0.20, 1.49)
↑ LPA ↓ Sleep	0.04 (-0.23, 0.31)	0.05 (-0.27, 0.36)	0.06 (-0.35, 0.47)
↑ LPA ↓ SB	0.07 (-0.18, 0.32)	0.08 (-0.21, 0.38)	0.11 (-0.27, 0.49)
↑ LPA ↓ MVPA	0.75 (0.01, 1.48)*	0.76 (0.03, 1.49)*	0.78 (0.07, 1.49)*
↑ MVPA ↓ Sleep	0.33 (-0.07, 0.73)	0.36 (-0.08, 0.81)	0.43 (-0.11, 0.96)
↑ MVPA ↓ SB	0.36 (-0.03, 0.75)	0.40 (-0.03, 0.83)	0.48 (-0.03, 0.99)
↑ MVPA ↓ LPA	0.27 (-0.37, 0.90)	0.29 (-0.47, 1.05)	0.31 (-0.72, 1.35)

*Considering significant when the 95% CI did not cover zero. SB: sedentary behavior; LPA: light physical activity; MVPA: moderate-to-vigorous physical activity. Estimation of change in BMI z-scores (zBMI) (low, high 95% confidence interval) when the behaviors was increased (↑) or decreased (↓) time in a combination of behavioral pairs. Analysis adjusted for age after linear model adjustment of explanatory variable elimination using ordinary least squares (OLS).

Discussion

Developing interventions to change adolescents' behavior throughout the day is necessary. Some studies [64, 65] point to the high prevalence of children and adolescents who do not meet the guidelines for behaviors in 24 hours, presenting high ST, low MVPA, and little sleep time.

Our findings confirm this observation because none of the participants simultaneously met the guidelines for ST, MVPA, and sleep, with an average of 50.52% of the daily time of these adolescents consumed in SB (722.13±64.64 minutes), 34.31% asleep (492.04±60.13 minutes), while only 12.82% in LPA practice (187.92±45.94 minutes) and 2.35% in MVPA (37.91±18.93 minutes). These results agree with studies conducted with Canadians aged 10 to 13 years [27], Americans aged six to 17 [33], and Czechs from eight to 18 years. Given this scenario, the risk of harmful health effects increases, in addition to impacting BMI, favoring overweight and obesity.

In our sample, 67.03% did not reach sleep time recommendations of 8 to 10 hours daily [1, 18, 19] for adolescents. This high prevalence may be linked to the fact that children's sleep duration and quality decrease significantly as they progress from childhood to adolescence [66] due to the delay in melatonin secretion by the pineal gland, necessary for the onset of sleep [67, 68].

Consequently, most adolescents stay up late, sleeping less on the days they go to school [69], and changes in sleep patterns may be tied to physiological, behavioral, and social changes that occur during adolescence [70]. Sleep phase delay can result from changes in the operational speed of the Circadian Timing System triggered by hormonal changes during puberty. As a result, a reduction in total sleep time and an extended endogenous period longer than 24 hours is observed, leaving individuals at this stage of life with a tendency to have nocturnal habits [71].

It is essential to highlight that sleep duration influences biological processes such as inflammation, glucose regulation, appetite, and energy expenditure [72], and the reduction of total sleep time can affect appetite for decreased leptin and increased ghrelin resulting in increased hunger and food intake; all of which may favor developing obesity [73].

In addition, high screen exposure levels at night can contribute to low sleep duration [74]. The use of electronic devices that have an illuminated screen (such as televisions, laptops, tablets, smartphones, among others) [64] emits light in the blue spectrum, which increases brain and physiological arousal, in addition to attenuating melatonin release [70]. These conditions together can slow circadian rhythmic activity in teenagers, causing delayed sleep onset [63, 68]. Therefore, considering that academic activities have fixed times to take place, this may be a possible explanation for the reduction in total sleep time observed in the present study.

In our sample, 98.92% of the adolescents did not reach ST recommendations, being exposed to the screen three times longer on average than the daily recommended time, which may be tied to the high percentage of adolescents who do not reach the sleep recommendations. This picture is worrisome because the use of the Internet, and consequently social networks and Internet games for long hours can be a risk factor for digital disorders such as nomophobia, fomo and cyberchondria that lead to various psychological disorders, especially for individuals aged 12 to 18 [75]. All evaluated students remained in the school environment from 7:30 a.m. to 4:50 p.m., attending eight classes per day. Therefore, there are few possibilities to perform PA, except the daily recess moments (20 minutes in the morning and the afternoon), lunchtimes (11:10 a.m. to 1:10 p.m.), and Physical Education classes (two consecutive class schedules once a week). This daily routine favors activities performed in SB. It validates the limited prospects of time for these adolescents to be physically active, reflecting the high time allocated to SB (approximately 12 hours) and the high

prevalence (90.3%) of inadequate daily recommendations of 60 minutes of MVPA [1, 15–17]. However, this panorama is not exclusive to Brazil. A recent study showed that 81% of the world's adolescents do not meet these recommendations [76].

Regarding the compositional analysis of the day's 24h, the behavior distribution was associated with zBMI with age as a predictor variable of the statistical model. The results indicate that for each year added to the sample, there is a perspective of a 0.28 unit increase in the zBMI mean.

This occurs due to increased growth rate, body weight, fat-free mass and mineral content during adolescence, and girls have puberty onset earlier than boys [77]. In addition, girls have a higher amount of fat mass than boys because, regardless of chronological age, pubertal development is associated with increased body fat [78]. However, boys have reduced body fat, increased shoulder length and leg-trunk length ratio, and higher growth rate peaks [77].

Regarding the isothermal substitution of 75, 90, and 120 minutes of MVPA to LPA, a possible average increase of 0.75, 0.76, and 0.78 was found in the zBMI, respectively, which was also observed by replacing 30 minutes in a study conducted with New Zealand adolescents [22]. A possible justification for the results found in our study may be the fact that the sample is very homogeneous regarding BMI (68.6% eutrophic).

The World Health Organization [78] points out that PA practice of any intensity, including LPA, is fundamental in changing from SB to active, causing health benefits. Thus, LPA could act as a gateway to more intense activities. However, MVPA recommendations should be achieved for more important metabolic impacts on adolescent health to be achieved.

Therefore, maintaining or increasing the time engaged in MVPA should be the focus of interventions or programs to prevent obesity in order to avoid significant and undesirable effects on adiposity [30]. Furthermore, such strategies should mainly be adopted in adolescence, since there is a tendency to reduce PA levels as adolescents academically progress. PA is less structured and reflects on the motivation to remain physically active in adulthood [79].

It is also emphasized that LPA has been associated with some health benefits. However, it is not as effective as MVPA in preventing and treating obesity [80], especially when replacing the SB, as verified in a study conducted with boys in another Federal Institute in Brazil [81]. On the other hand, Moura et al. [81] found positive

results in metabolic (HDL-C and HOMA2-S) and physiological (systolic blood pressure) indicators, showing that increased LPA practice is an effective alternative to reducing SB, in addition to the relocation of SB in favor of MVPA being associated with reduced body fat. These findings justify replacing time involved in SB and LPA for MVPA generally proposed in schools, domestic, and community environments [30].

This study's main strength is the use of a compositional approach to evaluate behaviors in 24 hours evaluated by means of objective measurement, as well as using a cut-off point for PA and SB developed with Brazilian adolescents. In addition, it is worth noting the participants' high adherence to the accelerometer use protocol for more than 22 hours per day, demonstrating the reliability of the data obtained.

Our study has limitations that should be considered. The main limitation is the study's cross-sectional nature, which prevents us from making causations. In addition, evaluation of ST performed by self-report may introduce interpretation bias, and removing the accelerometer during aquatic activities (i.e. bathing and swimming) may have underestimated LPA and MVPA. The absence of muscle mass evaluation and the recording of the menstrual cycle in girls may interfere in the metabolism and sleep health. Furthermore, sleep environment characteristics (snoring, light on, noises, presence of a partner) could be used as confounding factors in the analyses if they were assessed.

Conclusions

None of the evaluated patients reached the three recommendations (sleep, PA, ST) in 24 hours simultaneously, and few adolescents even achieved them in isolation.

A significant association was found between HHB composition and zBMI. The replacement of 75, 90, and 120 minutes of MVPA by LPA were associated with increased zBMI. Although this indicates a negative outlook for adolescent body composition, this would only occur over long periods (greater than 75 minutes).

The HHB relocation estimates over the day's 24 hours did not show positive effects on zBMI, nor did it increase the time engaged in MVPA, which may raise the hypothesis that other parameters related to obesity as well as the interaction of these factors need to be better understood.

Further studies evaluating parameters such as eating behavior, girls' menstrual period, and hormonal dosages which may add value to the association between the evaluated HHB and BMI are necessary. In addition, qualitative, longitudinal and

intervention studies, which are essential to assess the causality between HHB and BMI, investigating the time proportion spent in different forms of LPA and SB (e.g., recreational ST, classroom time, social media exposure) and other qualitative sleep characteristics (e.g., efficiency, daytime sleepiness, insomnia, feeling tired or fatigued upon awakening) as components of adolescents' day and their relationship with obesity would be useful.

Supplementary Material S1

Acknowledgments

Gratitude to all volunteers and their parents or legal guardians who participated in the study, to the teachers and principal who allowed this research to be conducted.

The authors would like to thank Dorothea Dumuid (University of South Australia), Tyman E. Stanford (The University of Adelaide), and Clarice Maria de Lucena Martins (Federal University of Paraíba) for their time in transferring their knowledge to enable the statistical analysis.

References

1. Tremblay MS, 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. *Appl Physiol Nutr Metab* [Internet]. 2016 Jun; 41(6 (Suppl. 3)): S311–27. Available from: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/apnm-2016-0151>.
2. Carson V, Tremblay MS, Chastin SFM. Cross-sectional associations between sleep duration, sedentary time, physical activity, and adiposity indicators among Canadian preschool-aged children using compositional analyses. *BMC Public Health* [Internet]. 2017 Nov 20; 17(S5):848. Available from: <https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-017-4852-0> PMID: 29219077
3. Hsu Y-W, Chang C-P, Liu C-C. Relationships between Sleep, Sedentary Behavior, and Physical Activity in Young Adults. *Obes Res–Open J* [Internet]. 2019 Oct 9;

6(1):18–24. Available from: <https://openventio.org/wp-content/uploads/Relationships-between-Sleep-Sedentary-Behavior-and-Physical-Activity-in-Young-Adults-OROJ-6-138.pdf>

4. Siegel JM. Clues to the functions of mammalian sleep. *Nature* [Internet]. 2005 Oct 26; 437(7063):1264–71. Available from: <http://www.nature.com/articles/nature04285>

5. Porkka-Heiskanen T, Zitting K-M, Wigren H-K. Sleep, its regulation and possible mechanisms of sleep disturbances. *Acta Physiol* [Internet]. 2013 Aug; 208(4):311–28. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/apha.12134>

6. Legnani RFS, Legnani E, Da Silva Gasparotto G, Bacil EDA, Da Silva MP, De Campos W. Hábitos de sono e prática habitual da atividade física em escolares: uma revisão sistemática. *Rev da Educ Fis* [Internet]. 2015; 26(1):147–56. Available from: <https://www.scielo.br/j/refuem/a/FBw3QF3cXP4BBH4QmFGC3rt/?format=pdf&lang=pt>

7. Lang C, Brand S, Feldmeth AK, Holsboer-Trachsler E, Pu¨hse U, Gerber M. Increased self-reported and objectively assessed physical activity predict sleep quality among adolescents. *Physiol Behav* [Internet]. 2013; 120:46–53. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.07.001> PMID: 23851332

8. Kansagra S. Sleep disorders in adolescents. *Pediatrics*. 2020; 145(s2):\$204–\$209. <https://doi.org/10.1542/peds.2019-20561> PMID: 32358212

9. de Bruin EJ, van Run C, Staaks J, Meijer AM. Effects of sleep manipulation on cognitive functioning of adolescents: A systematic review. *Sleep Med Rev* [Internet]. 2017; 32:45–57. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.smr.2016.02.006> PMID: 27039223

10. Lofthouse N, Gilchrist R, Splaingard M. Mood-related Sleep Problems in Children and Adolescents. *Child Adolesc Psychiatr Clin N Am* [Internet]. 2009; 18(4):893–916. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19836695/>. <https://doi.org/10.1016/j.chc.2009.04.007> PMID: 19836695

- 11.** Leproult R, Cauter E Van. Role of sleep and sleep loss in hormonal release and metabolism. *Endocr Dev* [Internet]. 2010; 17:11–21. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3065172/pdf/nihms-280752.pdf>.

- 12.** Aldabal L, Bahammam AS. Metabolic, endocrine, and immune consequences of sleep deprivation. *Open Respir Med J* [Internet]. 2011; 5:31–43. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3132857/pdf/TORMJ-5-31.pdf>.

- 13.** Yang Y, Shin JC, Li D, An R. Sedentary behavior and sleep problems: a systematic review and metaanalysis. *Int J Behav Med* [Internet]. 2017; 24(4):481–92. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12529-016-9609-0> PMID: 27830446

- 14.** Owen N, Healy GN, Dempsey PC, Salmon J, Timperio A, Clark BK, et al. Sedentary behavior and public health: Integrating the evidence and identifying potential solutions. *Annu Rev Public Health* [Internet]. 2020; 41:265–87. Available from: <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev-publhealth-040119-094201>. PMID: 31913771

- 15.** Brasil. Guia de Atividade Física. [Internet]. Vol. Brasília:, Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Promoção da Saúde. Brasília: Ministério da Saúde; 2021. Available from: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_atividade_fisica_populacao_brasileira.pdf.

- 16.** Okely AD, Kontsevaya A, Ng J, Abdeta C. 2020 WHO guidelines on physical activity and sedentary behavior. *Sport Med Heal Sci* [Internet]. 2021 Jun; 3(2):115–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.smhs.2021.05.001>.

- 17.** Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, Borodulin K, Buman MP, Cardon G, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med* [Internet]. 2020 Dec; 54 (24):1451–62. Available from: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2020-102955>.

- 18.** 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* [Internet]. 2016 Jun 15; 12(06):785–6. Available from: <http://jcsm.aasm.org/doi/10.5664/jcsm.5866>. PMID: 27250809

- 19.** Hirshkowitz M, Whiton K, Albert SM, Alessi C, Bruni O, DonCarlos L, et al. National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: methodology and results summary. *Sleep Heal* [Internet]. 2015 Mar; 1(1):40–3. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2014.12.010> PMID: 29073412

- 20.** Council on Communications and Media. Children, Adolescents, and the Media. *Pediatrics* [Internet]. 2013 Nov; 132(5):958–61. Available from: <https://publications.aap.org/pediatrics/article/132/5/958-961/31699>.

- 21.** Laurson KR, Lee JA, Eisenmann JC. The Cumulative Impact of Physical Activity, Sleep Duration, and Television Time on Adolescent Obesity: 2011 Youth Risk Behavior Survey. *J Phys Act Heal* [Internet]. 2015 Mar; 12(3):355–60. Available from: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/jpah/12/3/article-p355.xml>.

- 22.** del Pozo-Cruz B, Gant N, del Pozo-Cruz J, Maddison R. Relationships between sleep duration, physical activity and body mass index in young New Zealanders: An isotemporal substitution analysis. Harezlak J, editor. *PLoS One* [Internet]. 2017 Sep 12; 12(9):e0184472. Available from: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0184472>.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184472> PMID: 28898295

- 23.** Dumuid D, Pedisčić Z, Palarea-Albaladejo J, Martín-Fernández JA, Hron K, Olds T. Compositional Data Analysis in Time-Use Epidemiology: What, Why, How. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2020 Mar 26; 17(7):2220. Available from: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/7/2220>.

- 24.** Dumuid D, Pedisčić Z, Stanford TE, Martín-Fernández J-A, Hron K, Maher CA, 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. *Stat Methods Med Res* [Internet]. 2019 Mar 20; 28(3):846–57. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0962280217737805>. PMID: 29157152

25. Chastin SFM, Palarea-Albaladejo J, Dontje ML, Skelton DA. 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. Devaney J, editor. *One PLoS* [Internet]. 2015 Oct 13; 10(10): e0139984. Available from: <https://doi.org/http%3A//dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0139984> PMID: 26461112

26. Dumuid D, Stanford TE, Martín-Fernández J-A, PedisˆicZˆ, Maher CA, Lewis LK, et al. Compositional data analysis for physical activity, sedentary time and sleep research. *Stat Methods Med Res* [Internet]. 2018 Dec 30; 27(12):3726–38. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0962280217710835>. PMID: 28555522

27. Talarico R, Janssen I. Compositional associations of time spent in sleep, sedentary behavior and physical activity with obesity measures in children. *Int J Obes* [Internet]. 2018 Aug 5; 42(8):1508–14. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41366-018-0053-x>.

28. Dumuid D, Stanford TE, PedisˆicZˆ, Maher C, Lewis LK, Martín-Fernández J-A, et al. Adiposity and the isothermal substitution of physical activity, sedentary time and sleep among school-aged children: a compositional data analysis approach. *BMC Public Health* [Internet]. 2018 Dec 2; 18(1):311. Available from: <https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-018-5207-1>. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5207-1> PMID: 29499689

29. Carson V, Tremblay MS, Chaput J-P, Chastin SFM. Associations between sleep duration, sedentary time, physical activity, and health indicators among Canadian children and youth using compositional analyses. *Appl Physiol Nutr Metab* [Internet]. 2016 Jun; 41(6 (Suppl. 3)): S294–302. Available from: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/apnm-2016-0026>. PMID: 27306435

- 30.** Fairclough SJ, 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. *Int J Behav Nutr Phys Act* [Internet]. 2017 Dec 10; 14(1):64. Available from: <http://ijbnpa.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12966-017-0521-z>. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0521-z> PMID: 28486972
- 31.** Gába A, Pedisčíř Z, Štefelová N, Dygrýn J, Hron K, Dumuid D, et al. Sedentary behavior patterns and adiposity in children: a study based on compositional data analysis. *BMC Pediatr* [Internet]. 2020 Dec 2; 20(1):147. Available from: <https://bmcpediatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12887-020-02036-6>. <https://doi.org/10.1186/s12887-020-02036-6> PMID: 32241269
- 32.** Taylor RW, Haszard JJ, Meredith-Jones KA, Galland BC, Heath A-LM, Lawrence J, et al. 24-h movement behaviors from infancy to preschool: cross-sectional and longitudinal relationships with body composition and bone health. *Int J Behav Nutr Phys Act* [Internet]. 2018 Dec 26; 15(1):118. Available from: <https://ijbnpa.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12966-018-0753-6>. <https://doi.org/10.1186/s12966-018-0753-6> PMID: 30477518
- 33.** Carson V, Tremblay MS, 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. Bergman P, editor. *PLoS One* [Internet]. 2019 Jul 22; 14(7):e0220009. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220009> PMID: 31329609
- 34.** Chastin S, McGregor D, Palarea-Albaladejo J, Diaz KM, Hagströmer M, Hallal PC, et al. Joint association between accelerometry-measured daily combination of time spent in physical activity, sedentary behaviour and sleep and all-cause mortality: a pooled analysis of six prospective cohorts using compositional analysis. *Br J Sports Med* [Internet]. 2021 Nov; 55(22):1277–85. Available from: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2020-102345>. PMID: 34006506

- 35.** Rollo S, Antsygina O, Tremblay MS. The whole day matters: Understanding 24-hour movement guideline adherence and relationships with health indicators across the lifespan. *J Sport Heal Sci* [Internet]. 2020 Dec; 9(6):493–510. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.07.004> PMID: 32711156

- 36.** IBGE. Estimativas da população residente no Brasil e Unidades da Federação com data de referência em 1o de julho de 2021. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). [Internet]. 2021. Available from: https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2021/estimativa_dou_2021.pdf.

- 37.** Faria FR de, Neves Miranda VP, Howe CA, Sasaki JE, dos Santos Amorim PR. Behavioral classes related to physical activity and sedentary behavior on the evaluation of health and mental outcomes among Brazilian adolescents. *Erwin*, editor. *PLoS One* [Internet]. 2020 Jun 22; 15(6):e0234374. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234374> PMID: 32569320

- 38.** IBGE. Pesquisa Nacional de Saúde: 2019: Atenção Primária à Saúde e Informações Antropométricas: Brasil. [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento; 2020. 66 p. Available from: <https://abeso.org.br/wp-content/uploads/2021/07/Pesquisa-Nacional-de-Saude-2019.pdf>.

- 39.** Lohman TG, Roche AF, Martorell R, Lohman T Roche, A Martorell R. Anthropometric Standardization Reference Manual. Champaign(IL)Title. Hum Kinectis. 1988.

- 40.** Onis M de, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Heal Organ*. 2007; 85(9):660–7. <https://doi.org/10.2471/blt.07.043497> PMID: 18026621

- 41.** Tudor-Locke C, Mire EF, Barreira TV V, Schuna JM, Chaput J-P, Fogelholm M, et al. Nocturnal sleep related variables from 24-h free-living waist-worn accelerometry: International Study of Childhood Obesity, Lifestyle and the Environment. *Int J Obes*

Suppl [Internet]. 2015 Dec 8; 5(S2):S47–52. Available from:
<http://www.nature.com/articles/ijosup201519>.

42. Barreira T V., Redmond JG, Brutsaert TD, Schuna JM, Mire EF, Katzmarzyk PT, et al. Can an automated sleep detection algorithm for waist-worn accelerometry replace sleep logs? *Appl Physiol Nutr Metab* [Internet]. 2018 Oct; 43(10):1027–32. Available from: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/apnm-2017-0860>. PMID: 29701486

43. Barreira T V., Schuna JM, Mire EF, Katzmarzyk PT, Chaput J-P, Leduc G, et al. Identifying Children's Nocturnal Sleep Using 24-h Waist Accelerometry. *Med Sci Sport Exerc* [Internet]. 2015 May; 47 (5):937–43. Available from: <https://journals.lww.com/00005768-201505000-00007>. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000486> PMID: 25202840

44. Barreira T V., Schuna JM, Tudor-Locke C, Chaput J-P, Church TS, Fogelholm M, et al. Reliability of accelerometer-determined physical activity and sedentary behavior in school-aged children: a 12-country study. *Int J Obes Suppl* [Internet]. 2015 Dec 8; 5(S2):S29–35. Available from: <http://www.nature.com/articles/ijosup201516>. <https://doi.org/10.1038/ijosup.2015.16> PMID: 27152181

45. Tudor-Locke C, Barreira T V., Schuna JMJJMJ, Mire EF, Chaput J-PP, Fogelholm M, et al. Improving wear time compliance with a 24-hour waist-worn accelerometer protocol in the International Study of Childhood Obesity, Lifestyle and the Environment (ISCOLE). *Int J Behav Nutr Phys Act* [Internet]. 2015 Dec 11; 12(1):11. Available from: <https://ijbnpa.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12966-015-0172-x>.

46. Tudor-Locke C, Barreira T V., Schuna JM, Mire EF, Katzmarzyk PT. Fully automated waist-worn accelerometer algorithm for detecting children's sleep-period time separate from 24-h physical activity or sedentary behaviors. *Appl Physiol Nutr Metab* [Internet]. 2014 Jan; 39(1):53–7. Available from: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/apnm-2013-0173>. PMID: 24383507

- 47.** Sasaki J, Coutinho A, Santos C, Bertuol C, Minatto G, Berria J, et al. Orientações para utilização de acelerômetros no Brasil. *Rev Bras Atividade Física Saúde* [Internet]. 2017 Mar 1; 22(2):110–26. Available from: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/RBAFS/article/view/7452>.

- 48.** Migueles JH, Cadenas-Sanchez C, Ekelund U, Delisle Nyström C, Mora-Gonzalez J, Lo f M, et al. Accelerometer Data Collection and Processing Criteria to Assess Physical Activity and Other Outcomes: A Systematic Review and Practical Considerations. *Sport Med* [Internet]. 2017 Sep 16; 47(9):1821–45. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s40279-017-0716-0>. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0716-0> PMID: 28303543

- 49.** Vanhelst J. Quantification de l'activité physique par l'accélérométrie. *Rev Epidemiol Sante Publique* [Internet]. 2019 Apr; 67(2):126–34. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0398762018314858>.

- 50.** Corder K, Ekelund U, Steele RM, Wareham NJ, Brage S. Assessment of physical activity in youth. *J Appl Physiol* [Internet]. 2008 Sep; 105(3):977–87. Available from: <http://jap.physiology.org/cgi/doi/10.1152/jappphysiol.00094.2008>. PMID: 18635884

- 51.** Esliger DW, Copeland JL, Barnes JD, Tremblay MS. Standardizing and Optimizing the Use of Accelerometer Data for Free-Living Physical Activity Monitoring. *J Phys Act Heal* [Internet]. 2005 Jul; 2(3):366–83. Available from: <http://journals.humankinetics.com/doi/10.1123/jpah.2.3.366>.

- 52.** Sadeh A, Sharkey M, Carskadon MA. Activity-Based Sleep-Wake Identification: An Empirical Test of Methodological Issues. *Sleep* [Internet]. 1994 May; 17(3):201–7. Available from: <https://academic.oup.com/sleep/article-lookup/doi/10.1093/sleep/17.3.201>. PMID: 7939118

- 53.** Romanzini M, Petroski EL, Ohara D, Dourado AC, Reichert FF. Calibration of ActiGraph GT3X, Actical and RT3 accelerometers in adolescents. *Eur J Sport Sci* [Internet]. 2014 Jan 2; 14(1):91–9. Available from:

<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17461391.2012.732614>. PMID: 24533499

54. ABEP. Critério Brasil de Classificação Econômica. 2015. Assoc Bras Empres Pesqui [Internet]. 2015; Available from: www.abep.org/criterio-brasil.

55. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 1988.

56. Egozcue JJ, Pawlowsky-Glahn V. Groups of Parts and Their Balances in Compositional Data Analysis. *Math Geol* [Internet]. 2005 Oct; 37(7):795–828. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s11004-005-7381-9>.

57. Aitchison J. The Statistical Analysis of Compositional Data. *J R Stat Soc Ser B* [Internet]. 1982; 44(2):139–77. Available from: <http://links.jstor.org/sici?sici=0035-9246%281982%2944%3A2%3C139%3ATSAOCD%3E2.0.CO%3B2->.

58. Yamashita T, Yamashita K, Kamimura R. A stepwise AIC method for variable selection in linear regression. *Commun Stat—Theory Methods* [Internet]. 2007; 36(13):2395–403. Available from: <https://doi.org/10.1080/03610920701215639>.

59. James G, Witten D, Hastie T, Tibshirani R. An introduction to statistical learning: with applications in R. New York: Springer; 2013.

60. Peña EA, Slate EH. Global validation of linear model assumptions. *J Am Stat Assoc* [Internet]. 2006;101(473):341–54. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2820257/pdf/nihms2365.xml.fixed.pdf>. <https://doi.org/10.1198/016214505000000637> PMID: 20157621

61. Boogaart KG van den, Tolosana-Delgado R, Bren M. compositions: Compositional Data Analysis. R package version 2.0–4. <https://CRAN.R-project.org/package=compositions>. 2022.

- 62.** Templ M, Hron K, Filzmoser P. robCompositions: an R-package for robust statistical analysis of compositional data. R package version 2.3.1. <https://CRAN.R-project.org/package=robcompositions>. 2011.
- 63.** R Core Team. R: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2018.
- 64.** Roman-Viñas B, Chaput J-PP, Katzmarzyk PT, Fogelholm M, Lambert E V., Maher C, et al. Proportion of children meeting recommendations for 24-hour movement guidelines and associations with adiposity in a 12-country study. *Int J Behav Nutr Phys Act* [Internet]. 2016 Dec 25; 13(1):123. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12966-016-0449-8>.
- 65.** Chaput JP, Barnes JD, Tremblay MS, Fogelholm M, Hu G, Lambert E V., et al. Inequality in physical activity, sedentary behaviour, sleep duration and risk of obesity in children: a 12-country study. *Obes Sci Pract* [Internet]. 2018 Jun; 4(3):229–37. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/osp4.271>. PMID: 29951213
- 66.** Greever CJ, Ahmadi M, Sirard J, Alhassan S. Associations among physical activity, screen time, and sleep in low socioeconomic status urban girls. *Prev Med Reports* [Internet]. 2017 Mar; 5:275–8. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2211335517300141>
- 67.** Raudsepp L. One-year longitudinal study found a bidirectional relationship between physical activity and sleep disturbance in teenage Estonian girls. *Acta Paediatr* [Internet]. 2018 Aug; 107(8):1433–8. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/apa.14279>. PMID: 29455460
- 68.** Schäfer AA, Domingues MR, Dahly DL, Meller FO, Gonçalves H, Wehrmeister FC, et al. Correlates of self-reported weekday sleep duration in adolescents: the 18-year follow-up of the 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study. *Sleep Med* [Internet]. 2016 Jul; 23:81–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2016.02.013> PMID: 27692281

- 69.** Schäfer AA. Duração do sono e gordura corporal na adolescência [Internet]. Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.; 2016. Available from: <http://www.epidemio-ufpel.org.br/uploads/teses/Tese AAS final.pdf>.
- 70.** Silva AO da, Oliveira LMFT de, Santos MAM dos, t RM. Tempo de tela, percepção da qualidade de sono e episódios de parassonia em adolescentes. Rev Bras Med do Esporte [Internet]. 2017 Sep; 23 (5):375–9. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-86922017000500375&lng=pt&tlng=pt.
- 71.** Louzada FM, Da Silva AGT, Peixoto CAT, Menna-Barreto L. The adolescence sleep phase delay: Causes, consequences and possible interventions. Sleep Sci [Internet]. 2008; 1(1):49–53. Available from: <https://sleepscience.org.br/details/162/en-US>.
- 72.** Matricciani L, Bin YS, Lallukka T, Kronholm E, Dumuid D, Paquet C, et al. Past, present, and future: trends in sleep duration and implications for public health. Sleep Heal [Internet]. 2017 Oct; 3(5):317–23. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sleh.2017.07.006>.
- 73.** Crispim CA, Zalcman I, Dáttilo M, Padilha HG, Tufik S, Mello MT de. Relação entre sono e obesidade: uma revisão da literatura. Arq Bras Endocrinol Metabol [Internet]. 2007 Oct; 51(7):1041–9. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27302007000700004&lng=pt&tlng=pt.
- 74.** Gába A, Dygrýn J, Štefelová N, Rubín L, Hron K, Jakubec L, et al. How do short sleepers use extra waking hours? A compositional analysis of 24-h time-use patterns among children and adolescents. Int J Behav Nutr Phys Act [Internet]. 2020 Dec 14; 17(1):104. Available from: <https://ijbnpa.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12966-020-01004-8>.

- 75.** Betoncu O, Ozdamli F. The disease of 21st Century: Digital disease. TEM J [Internet]. 2019; 8(2):598–603. Available from: https://www.temjournal.com/content/82/TEMJournalMay2019_598_603.pdf.
- 76.** Guthold R, Stevens GA, Riley LM, Bull FC. Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1.6 million participants. Lancet Child Adolesc Heal [Internet]. 2020 Jan; 4(1):23–35. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S2352-4642\(19\)30323-2](http://dx.doi.org/10.1016/S2352-4642(19)30323-2).
- 77.** Rodríguez G, Moreno LA, Blay MG, Blay VA, Garagorri JM, Sarría A, et al. Body composition in adolescents: measurements and metabolic aspects. Int J Obes [Internet]. 2004 Nov 15; 28(S3):S54–8. Available from: <http://www.nature.com/articles/0802805>. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0802805> PMID: 15543220
- 78.** WHO. World Health Organization. WHO guidelines on physical activity, sedentary behaviour [Internet]. 2020. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>.
- 79.** Shimoga S V., Erlyana E, Rebello V. Associations of Social Media Use With Physical Activity and Sleep Adequacy Among Adolescents: Cross-Sectional Survey. J Med Internet Res [Internet]. 2019 Jun 18; 21 (6):e14290. Available from: <http://www.jmir.org/2019/6/e14290/>. <https://doi.org/10.2196/14290> PMID: 31215512
- 80.** Tremblay MS, Carson V, Chaput J-P. Introduction to the Canadian 24-Hour Movement Guidelines for Children and Youth: An Integration of Physical Activity, Sedentary Behaviour, and Sleep. Appl Physiol Nutr Metab [Internet]. 2016 Jun; 41(6 (Suppl. 3)):iii–iv. Available from: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/apnm-2016-0203>.
- 81.** Moura BP, Rufino RL, Faria RC, Amorim PRS. Effects of isothermal substitution of sedentary behavior with light-intensity or moderate-to-vigorous physical activity on cardiometabolic markers in male adolescents. Senechal M, editor. PLoS One

[Internet]. 2019 Nov 26; 14(11):e0225856. Available from:
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225856> PMID: 31770423

5.3 Artigo 3 – Original. Associações temporais e bidirecionais dos comportamentos de vigília e padrão de sono em uma amostra de adolescentes de uma instituição de ensino médio de período integral no Brasil.

Artigo a ser submetido no periódico *The Journal of Sport and Health Science*.

Resumo

Este estudo analisou as associações temporais e bidirecionais entre os comportamentos de vigília (comportamento sedentário [CS], atividade física leve [AFL], atividade física moderada a vigorosa [AFMV]) e o tempo total de sono (TTS), *Wake After Sleep Onset* (WASO), eficiência do sono (ES), índice de fragmentação do sono (IFS), hora de deitar na cama (HDC) e hora de levantar da cama (HLC). Foram avaliados 178 adolescentes (15-18 anos; 50,56% moças), utilizando acelerometria (24 horas por sete dias consecutivos). Foram construídos modelos lineares multiníveis de efeitos mistos para dados longitudinais, ajustando todas as análises para sexo, idade, índice de massa corporal, nível socioeconômico e dias da semana. O TTS e WASO apresentaram associação negativa com CS ($p<0.001$ e $p=0.016$) e AFL ($p<0.001$ e $p<0.001$) de maneira bidirecional ($p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$ e $p=0.015$). Os rapazes apresentaram associação negativa mais forte entre HLC e AFL ($p<0.001$) do que as moças. Durante a semana observou-se associação negativa mais forte entre CS e HDC ($p<0.001$), o que também ocorreu entre TTS e AFMV ($p<0.001$) em relação ao fim de semana (FDS). No FDS verificou-se associação positiva mais forte entre AFL e HDC ($p<0.001$), assim como verificou-se associação negativa mais forte entre AFL e TTS ($p<0.001$) e entre HLC e AFL ($p<0.001$) do que durante a semana. A natureza composicional dos comportamentos em 24 horas nos mostra que a AFL pode ser a via inicial para que os adolescentes reduzam o CS e atinjam as recomendações diárias de 60 minutos de AFMV.

Palavras-chave: acelerometria, atividade física, comportamento sedentário, sono, adolescentes.

Introdução

Ao longo da vida há uma redução do nível de atividade física (AF), principalmente na adolescência (DUMITH et al., 2011). Isso está atrelado as crescentes demandas acadêmicas, o que faz com que os estudantes priorizem menos tempo para realizar AF e para dormir (SHIMOGA; ERLYANA; REBELLO, 2019), aumentando o tempo envolvido em comportamento sedentário (CS); além do tempo em que estes passam majoritariamente sentados na escola (AYALA et al., 2016; CARDON et al., 2004; DOMINGUES et al., 2017; HINCKSON et al., 2016; SUDHOLZ et al., 2016).

Somado a isso, os adolescentes são o público que mais utilizam as mídias sociais quando comparados as demais faixas etárias (SHIMOGA; ERLYANA; REBELLO, 2019), o que aumenta ainda mais a exposição a tela; o qual é considerado o principal contribuinte para o tempo em CS nesta população (GOPINATH et al., 2012; SAUNDERS; VALLANCE, 2017). Ademais, o tempo de tela (TT), principalmente no período noturno, pode estar associado com um risco elevado de distúrbios do sono, visto que o display retro iluminado por LED pode causar supressão significativa da melatonina⁴ (YANG et al., 2017). Isso faz com que o atraso na hora de dormir e o menor tempo total de sono (TTS) sejam características comuns nos adolescentes devido ao uso excessivo de tecnologia (CAIN; GRADISAR, 2010).

Mediante essas alterações nos comportamentos de estilo de vida dos adolescentes, torna-se necessário avaliar as associações entre os comportamentos de vigília, os quais abrangem CS e AF (GÁBA *et al.*, 2020b) e o padrão do sono, visto que a AF é considerada uma das principais estratégias relacionadas a melhora da qualidade de sono (BRASIL, 2021; BULL et al., 2020; PIERCY et al., 2018; WHO, 2020), sendo indicada, inclusive, como um dos comportamentos da higiene do sono.

O sono adequado pode propiciar condições favoráveis aos comportamentos ativos no dia subsequente uma vez que durante o sono o organismo restabelece suas energias (SIEGEL, 2005) e modula o metabolismo da glicose (HIROTSU; TUFIK; ANDERSEN, 2015). Em contrapartida, a privação

⁴ a qual é um importante marcador fisiológico do ritmo circadiano que sincroniza o ciclo ambiental claro e escuro com o ciclo sono-vigília (KHULLAR, 2012).

do sono está associada ao aumento da sonolência diurna e fadiga (ALDABAL; BAHAMMAM, 2011), o que desencoraja os adolescentes a praticarem AF no dia seguinte aumentando a suscetibilidade de se envolver em CS (ORTEGA et al., 2010).

Vários estudos observacionais têm investigado as associações temporais e bidirecionais entre comportamentos de vigília e o padrão de sono, por meio de medida objetiva em crianças e adolescentes em idade escolar, todavia os resultados são conflitantes (ÁVILA-GARCÍA et al., 2020; CHAPUT et al., 2015; EKSTEDT et al., 2013; KIM et al., 2020; KRIETSCH et al., 2016a; LIN et al., 2018; MARTINEZ et al., 2019; MASTER et al., 2019; MCNEIL et al., 2015; PESONEN et al., 2011; SORIĆ et al., 2015; VINCENT et al., 2017). As discrepâncias dos resultados dessas análises podem estar atreladas as diferentes variáveis avaliadas sendo que poucos estudos avaliam simultaneamente o CS, a atividade física leve (AFL) e atividade física moderada a vigorosa (AFMV) (LIN et al., 2018; MARTINEZ et al., 2019) e variáveis do padrão do sono, como *Wake After Sleep Onset (WASO)* – tempo acordado após o início do sono (LANG et al., 2013) e o índice de fragmentação do sono (IFS) (KIM et al., 2020; PESONEN et al., 2011).

Outras circunstâncias podem favorecer essas divergências como a magnitude das associações [nula (VINCENT et al., 2017), positiva e/ou negativa (ÁVILA-GARCÍA et al., 2020; CHAPUT et al., 2015; EKSTEDT et al., 2013; KIM et al., 2020; KRIETSCH et al., 2016b; LIN et al., 2018; MARTINEZ et al., 2019; MASTER et al., 2019; MCNEIL et al., 2015; PESONEN et al., 2011; SORIĆ et al., 2015)] e a direção dessas associações [unidirecional, entre comportamento de vigília e padrão de sono ou entre padrão de sono e comportamento de vigília (CHAPUT et al., 2015; EKSTEDT et al., 2013; KIM et al., 2020; KRIETSCH et al., 2016a; SORIĆ et al., 2015), ou bidirecional (ÁVILA-GARCÍA et al., 2020; LIN et al., 2018; MARTINEZ et al., 2019; MASTER et al., 2019; MCNEIL et al., 2015; PESONEN et al., 2011)].

Até onde sabemos, apenas um estudo (MALHEIROS et al., 2022) avaliou as associações bidirecionais entre os comportamentos de vigília e o padrão de sono em adolescentes do ensino médio, sobretudo os que também realizam cursos técnicos integrados nos Institutos Federais brasileiros; o que os submete a uma carga horária escolar em dois turnos. Contudo essa carga horária é

habitual no cotidiano de diversos países europeus, Austrália e USA. Essa extensa rotina escolar favorece o acúmulo de CS em grande parte do dia, restringindo as possibilidades de realizar AF aos intervalos e horários de almoço diários e, as aulas de Educação Física (dois horários geminados uma vez por semana). Assim, o tempo destinado a vida social e recreativa se tornam limitados para a prática de AF após os dois turnos de aula.

Diante disso, avaliar as associações e a direcionalidade entre os comportamentos de vigília e as variáveis que compõe o padrão de sono [TTS; WASO; hora de deitar na cama (HDC); hora de levantar da cama (HLC); eficiência do sono (ES) e/ou IFS], pode contribuir para o planejamento e execução de intervenções com o intuito de se obter benefícios recíprocos ou bidirecionais (RAUDSEPP, 2018; VINCENT et al., 2017). Dessa forma, almeja-se melhorar a saúde e o bem-estar dos adolescentes em meio a todas as mudanças que esses indivíduos sofrem nessa fase de transição para a vida adulta.

Assim, este estudo tem dois objetivos que se complementam, o primeiro foi analisar as associações entre os comportamentos de vigília com o padrão de sono do mesmo dia e, o segundo, avaliar as associações entre o padrão de sono e os comportamentos de vigília do dia seguinte de uma amostra de adolescentes de uma instituição de ensino médio de período integral no Brasil.

Materiais e métodos

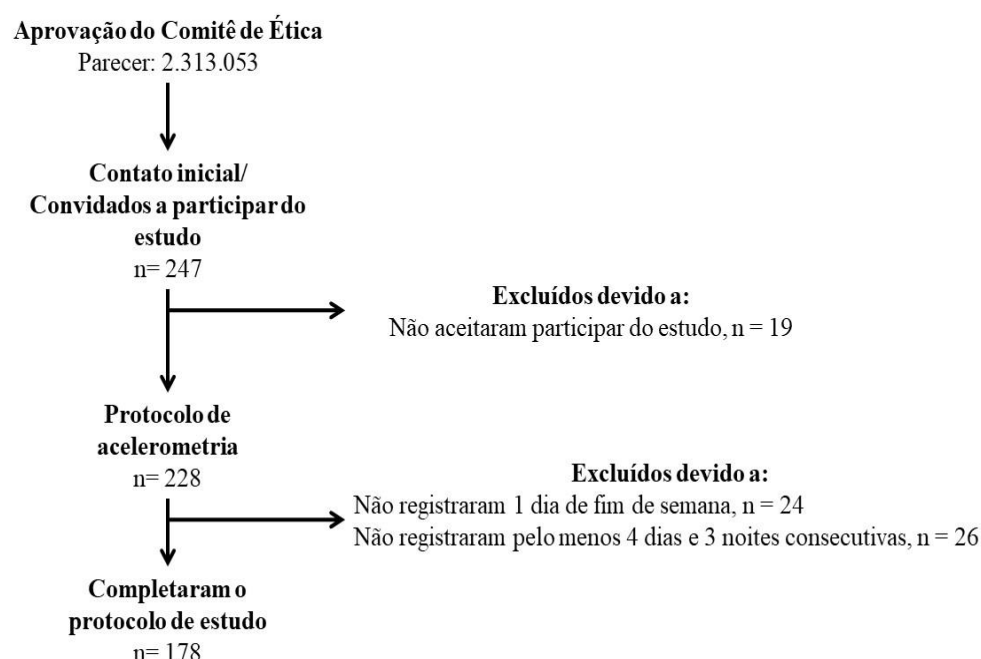
Desenho do estudo e participantes

Trata-se de um estudo observacional, com delineamento longitudinal de curto prazo (oito dias consecutivos), a partir de uma estrutura de dados em painel. A amostra foi composta por adolescentes de ambos os sexos estudantes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM), escola pública de tempo integral, localizada na cidade de Ituiutaba, Minas Gerais, Brasil e cuja população estimada no ano de 2018 foi de 101.097 habitantes e o Índice de Desenvolvimento Humano de 0,739 (IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018). Os participantes deste estudo frequentam as aulas do ensino médio juntamente com o ensino técnico de 7:30 horas da manhã às 16:50 horas da tarde, de segunda a sexta-feira.

Todos os voluntários menores de 18 anos de idade assinaram um Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) para participar do estudo, enquanto seus pais ou responsáveis legais e os estudantes de 18 anos de idade concordaram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Todos os procedimentos atenderam as diretrizes da Declaração de Helsinque e foram aprovados pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal de Viçosa (Certificado de Apresentação de Apreciação Ética - CAAE: 74104217.3.0000.5153, parecer nº: 2.313.053). O banco de dados analisado durante o estudo atual está disponível no arquivo S1.

O tamanho populacional foi estabelecido em 471 (número de adolescentes matriculados nos cinco cursos técnicos integrados ao ensino médio do IFTM, Campus Ituiutaba) dos quais 178 compuseram a amostra final conforme mostrado na figura 1.

Figura 1. Fluxograma de seleção amostral.



Os voluntários foram selecionados por meio de amostragem aleatória simples, respeitando a proporcionalidade de sexo e a série do ensino médio. O resultado do sorteio foi desconsiderado nos casos em que o estudante não concordou em participar do estudo, sendo realizado um novo sorteio.

Foram incluídos estudantes, de ambos os sexos, regularmente matriculados no ensino médio do IFTM, com idade entre 15 e 18 anos de idade desde que as moças já tivessem passado pela menarca há, ao menos, um ano e os rapazes apresentassem pelos axilares. Adolescentes grávidas; que participassem de programas de emagrecimento; que apresentassem alguma deficiência mental ou física (temporária ou permanente); que fizessem uso de diuréticos ou anti-hipertensivos; que não assinassem o TCLE ou TALE ou que não usassem o acelerômetro ao menos por três noites consecutivas (sendo pelo menos uma noite de fim de semana) e por mais de 10 horas de registro de vigília foram excluídos (Figura 1). Detalhes dos procedimentos de coleta de dados podem ser encontrados em publicação anterior do nosso grupo de pesquisa (FARIA et al., 2020).

Avaliação objetiva dos comportamentos de vigília e padrão de sono

Os comportamentos de vigília (CS, AFL e AFMV) e o padrão de sono, foram avaliados por meio de acelerômetro GT3X (ActiGraph™ Corp., Pensacola, Flórida, EUA), utilizado no lado direito do quadril fixado por um cinto elástico. Todas as coletas foram iniciadas às 11:59h. (TUDOR-LOCKE et al., 2014).

Os dados foram coletados por oito dias consecutivos, inclusive no fim de semana. O primeiro dia de registro foi excluído por ser considerado um período de familiarização para evitar o Efeito *Hawthorne* (CORDER et al., 2008), sendo analisados os sete dias restantes. As coletas ocorreram ao longo de 24 horas por pelo menos quatro dias e três noites consecutivas, incluindo uma noite de fim de semana (sexta-feira ou sábado) (TUDOR-LOCKE et al., 2015a), desde que cada dia tivesse ao menos 10 horas de registro em vigília (MIGUELES et al., 2017; SASAKI et al., 2017; VANHELST, 2019).

Todos os voluntários foram instruídos a manter sua rotina habitual e utilizar o equipamento por 24 horas, retirando-o apenas para realizar atividades em que o acelerômetro pudesse ser submergido em água (BARREIRA et al., 2015, 2018; TUDOR-LOCKE et al., 2014). Os participantes foram contactados diariamente durante o período de coleta dos dados para garantir que o acelerômetro estava sendo usado apropriadamente (SASAKI et al., 2017).

O software *ActiLife@*, versão 6.13.4 (*ActiGraph*, LLC, Fort Walton Beach, EUA), foi usado para inicializar, baixar e processar os dados. Foi utilizada a taxa

de amostragem de 30 Hz, filtro normal e *epochs* de 15 segundos para determinar o tempo envolvido em CS, AFL e AFMV. O tempo de não-uso durante a vigília foi definido como pelo menos 20 minutos consecutivos de registro de zero *counts*/minuto (ESLIGER et al., 2005; FARIA et al., 2020).

O algoritmo proposto por Sadeh (SADEH; SHARKEY; CARSKADON, 1994) para classificar cada minuto como sono ou vigília e o algoritmo automático validado por Tudor-Locke (TUDOR-LOCKE et al., 2014) para dados coletados por acelerômetros usados na cintura em 24 horas foram utilizados para identificar as variáveis relacionadas ao sono a partir da reintegração dos dados em *epochs* de 60 segundos.

Para avaliar o padrão de sono foram consideradas as variáveis: TTS identificado em minutos; WASO em minutos; HDC - horário em que o primeiro minuto de sono principal foi identificado (início do sono); HLC – horário em que último minuto de sono principal foi identificado (término do sono); ES – calculado pelo TTS/tempo na cama x 100; IFS – número de despertares/TTS x 100 (ACTIGRAPH., 2012; KIM et al., 2020; SHRIVASTAVA et al., 2014).

O TTS diário foi calculado usando apenas os dias em que o período total de sono acumulado foi ≥ 160 minutos (TUDOR-LOCKE et al., 2015a). Após identificar o TTS e o tempo de não uso em vigília (BARREIRA et al., 2015), utilizou-se os pontos de corte validados para adolescentes brasileiros propostos por Romazini et al (ROMANZINI et al., 2014) para classificar o CS (≤ 720 *counts.min*⁻¹), AFL (721-3027 *counts.min*⁻¹) e AFMV (≥ 3028 *counts.min*⁻¹).

Covariáveis

Sexo, idade, índice de massa corporal (IMC), nível socioeconômico (NSE) e dias da semana foram incluídos como covariáveis nos modelos estatísticos. A idade e o sexo foram autorreferidos em um questionário. O peso corporal foi medido individualmente por meio de uma balança digital (Plenna®, modelo Ice HON-00823, São Paulo, Brasil) e a estatura foi aferida por um estadiômetro portátil (Sanny Medical®, modelo ES-2040, São Paulo, Brasil) de acordo com Lohman, Roche e Martorell (LOHMAN et al., 1988) em uma sala específica com ambiente controlado. O IMC foi calculado e classificado por escore z de acordo com o sexo e a idade pela Organização Mundial de Saúde (ONIS et al., 2007). O NSE foi classificado por meio de um questionário proposto pela Associação

das Empresas de Pesquisa (ABEP, 2015) a partir da pontuação final obtida pelas características domiciliares, escolaridade do chefe da família e condições de acesso a serviços públicos. Para a análise do sono, foram considerados noites de fim de semana (FDS) sexta e sábado (TUDOR-LOCKE et al., 2015a).

Análise estatística

As análises estatísticas foram conduzidas usando o software Stata MP 14.1 (Stata Corporation, Tex., EUA). Inicialmente os dados foram testados para normalidade usando histogramas e gráficos de probabilidade. As estatísticas descritivas (média $\pm$ DP) foram calculadas para todas as variáveis avaliadas. Para examinar as diferenças das características da amostra de acordo com o sexo foram realizados testes *t* independentes. Para analisar a associação bidirecional entre os comportamentos de vigília e o padrão de sono foram construídos modelos lineares multiníveis de efeitos mistos para dados longitudinais (comando *mixed*) com estrutura de covariância não estruturada usando um modelo de dois níveis a saber, dia (nível 1) e indivíduo (nível 2). Para cada análise, dois modelos foram testados sendo o primeiro modelo com intercepto aleatório (Modelo 1) e o segundo intercepto aleatório (Indivíduo) com adição de inclinação aleatória para a variável independente de interesse (comportamento de vigília ou padrão de sono) (Modelo 2). O melhor modelo de ajuste foi escolhido baseado no resultado do teste qui-quadrado de razão de verossimilhança ($p < 0.05$) e nos menores valores do critério de informação de Akaike (AIC). A estimativa de máxima verossimilhança foi usada para o parâmetro estimação a partir dos modelos finais de ajuste para as covariáveis do estudo. Todas as análises foram ajustadas para sexo, idade, escore zIMC, NSE e dias da semana. Termos de interação entre as covariáveis e as variáveis de vigília e sono foram criados quando essas variáveis apresentavam efeitos fixos significativos. Análises estratificadas foram realizadas no caso de interações significativas.

A primeira etapa de análises examinou se os comportamentos de vigília (variável dependente) foram temporalmente associados aos resultados de padrão de sono na noite subsequente (variável independente) (988 observações). A segunda etapa de análises examinou se o padrão de sono (variável dependente) durante a noite estava temporariamente associado aos

comportamentos de vigília no dia seguinte (variável independente) (810 observações). Análises separadas foram conduzidas para cada comportamento de vigília e para o padrão de sono para a amostra total, totalizando 18 associações em cada etapa de análise.

Todas as variáveis de comportamentos de vigília e de padrão de sono foram padronizadas a partir da transformação em escore Z para facilitar a interpretação dos resultados. Isso nos permitiu comparar os tamanhos de efeito das associações temporais considerando que os coeficientes dos modelos de regressão se referem a quantos desvio padrão (DP) da variável de resposta se modificam com a alteração nos escores padronizados da variável dependente.

Parâmetros de covariância estimada, incluindo variâncias inter e intra sujeitos foram usados para calcular a correlação intraclasse (ICC), que representa a variabilidade diária das variáveis de estudo entre os dias de monitoramento calculando a razão da variabilidade entre os sujeitos entre a variância total de cada variável de estudo. ICC mais baixo indica maior variabilidade dentro do sujeito em relação a variabilidade entre sujeitos.

Os parâmetros finais estimados são relatados no texto como coeficiente, intervalo de confiança de 95% (IC95%) e valor de p. A significância estatística foi estabelecida em $p < 0.05$.

Resultados

A Tabela 1 descreve as características dos participantes deste estudo. A maioria da amostra era do sexo masculino (50.56%). A média da idade da amostra foi de 16.0 ± 1.0 anos, sendo que, em média, os rapazes são mais novos (0.3 anos) do que as moças ($p = 0.04$). O escore z médio do IMC foi de 0.3 ± 1.2 (eutrofia) e a média do NSE foi de 32.0 ± 8.6 (classe B2).

O tempo médio envolvido em CS, AFL, AFMV foi 684.7 ± 71.5 , 179.2 ± 46.2 e 36.2 ± 18.6 minutos/dia, respectivamente, sendo que, em média, os rapazes eram mais ativos que as moças tanto em AFL (22.5 minutos) como em AFMV (13.2 minutos) ($p < 0.01$ e $p < 0.01$, respectivamente). A média de TTS e de WASO foi de 469.8 ± 62.2 e 20.1 ± 8.4 minutos/noite, respectivamente sendo que, em média, os rapazes apresentaram menor duração do sono (23.4 minutos) ($p = 0.01$). A média da ES foi de $96.1 \pm 1.6\%$ e do IFS $21.1 \pm 7.1\%$ sendo que, em média, os rapazes apresentaram menor ES (6.2 minutos) e maior IFS

(3.8 minutos) em comparação as moças ($p<0.01$ e $p<0.01$, respectivamente). Os adolescentes foram dormir, em média, às 23:20 $\pm$ 00:58 h e acordaram, em média, 07:36 $\pm$ 00:53 h. Os acelerômetros foram utilizados, em média, por 5.6 $\pm$ 1.1 dias consecutivos, por 1385.0 $\pm$ 47.8 minutos/dia avaliado (Tabela 1).

Tabela 1. Características da amostra.

	Total (n = 178)	Rapazes (n = 90)	Moças (n = 88)	
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Valor de p
Idade (anos)	16.0 ± 1.0	15.8 ± 0.9	16.1 ± 1.0	0.04
IMC (kg/m ²)	22.2 ± 4.6	22.1 ± 4.2	22.3 ± 5.0	0.85
z_IMC	0.3 ± 1.2	0.4 ± 1.2	0.2 ± 1.2	0.27
NSE (u. a.)	32.0 ± 8.6	33.3 ± 8.5	30.8 ± 8.5	0.05
CS (minutos/dia)	684.7 ± 71.5	682.9 ± 72.4	686.4 ± 70.9	0.74
AFL (minutos/dia)	179.2 ± 46.2	190.5 ± 49.6	168.0 ± 38.9	<0.01
AFMV (minutos/dia)	36.2 ± 18.6	42.8 ± 20.0	29.6 ± 14.3	<0.01
TTS (minutos/noite)	469.8 ± 62.2	458.1 ± 62.5	481.5 ± 60.1	0.01
WASO (minutos/noite)	20.1 ± 8.4	20.3 ± 8.7	20.0 ± 8.2	0.81
ES (porcentagem)	96.1 ± 1.6	90.0 ± 1.6	96.2 ± 1.5	<0.01
IFS (porcentagem)	21.1 ± 7.1	23.0 ± 7.1	19.2 ± 6.6	<0.01
HDC (tempo, hh:mm)	23:20 ± 00:58	23:31 ± 01:03	23:10 ± 00:54	0.15
HLC (tempo, hh:mm)	07:36 ± 00:53	07:43 ± 00:57	07:30 ± 00:48	0.31
Tempo de uso (minutos/dia avaliado)	1385.0 ± 47.8	1390.7 ± 41.4	1379.3 ± 52.6	0.11
Dias avaliados	5.6 ± 1.1	5.7 ± 1.2	5.8 ± 1.1	0.49

Legenda: DP: desvio padrão; kg: quilogramas; cm: centímetros; IMC: índice de massa corporal; z_IMC: escore z IMC; NSE: nível socioeconômico; u. a.: unidade arbitrária; CS: comportamento sedentário; AFL: atividade física leve; AVMF: atividade física moderada a vigorosa; TTS: tempo total de sono; WASO: *Wake After Sleep Onset*; ES: eficiência de sono; IFS: índice de fragmentação do sono; HDC: hora de deitar na cama; hh: hora; mm: minutos; HLC: hora de levantar da cama.

Os resultados das alterações verificadas nos DPs dos modelos multiníveis que avaliaram as associações temporais e bidirecionais entre o tempo envolvido em comportamentos de vigília e padrão de sono, ajustados para covariáveis e associações interpessoais são apresentados na Figura 2.

Nos dias em que os adolescentes apresentaram maior CS, estes dormiram mais tarde ($\beta = 0.30$; IC95% = 0.24;0.36, $p=0.001$), por menos tempo ($\beta = -0.21$; IC95% = -0.26;-0.15, $p<0.001$), mantiveram-se acordado após início do sono por um tempo menor ($\beta = -0.15$; IC95% = -0.21;-0.09, $p<0.001$) e, tiveram o sono mais eficiente ($\beta = 0.10$; IC95% = 0.04;0.16, $p=0.001$) e menos fragmentado ($\beta = -0.07$; IC95% = -0.13;-0.01, $p=0.021$). Resultados semelhantes foram observados nos dias em que os adolescentes foram mais ativos fisicamente em intensidade leve, em que estes dormiram mais tarde ($\beta = 0.25$; IC95% = 0.17;0.32, $p<0.001$), por menos tempo ($\beta = -0.18$; IC95% = -0.25;-0.12, $p<0.001$) e mantiveram-se acordado após início do sono por um tempo menor ($\beta = -0.08$; IC95% = -0.15;-0.02, $p=0.015$).

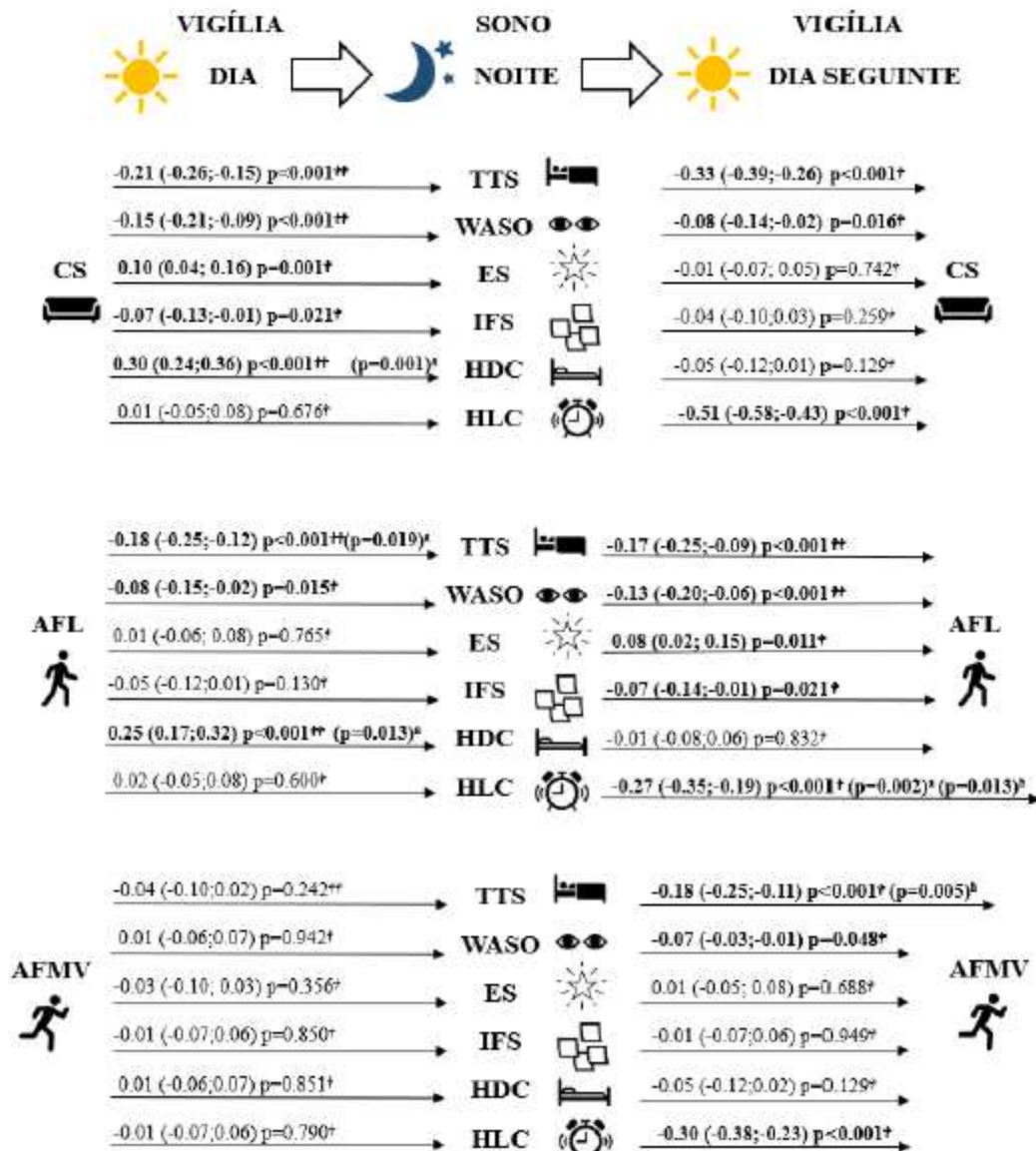
Por outro lado, após as noites em que os adolescentes dormiram mais, estes apresentaram menor tempo envolvido em CS ($\beta = -0.33$; IC95% = -0.39;-0.26, $p<0.001$) e foram menos ativos tanto em intensidade leve ($\beta = -0.17$; IC95% = -0.25;-0.09, $p<0.001$) como em intensidade moderada a vigorosa ($\beta = -0.18$; IC95% = -0.25;-0.11, $p<0.001$) no dia seguinte. Da mesma forma, após as noites em que os adolescentes mantiveram-se acordado após início do sono por mais tempo, estes tiveram menor tempo envolvido em CS ($\beta = -0.08$; IC95% = -0.14;-0.02, $p=0.016$) e foram menos ativos tanto em intensidade leve ($\beta = -0.13$; IC95% = -0.20;-0.06, $p<0.001$) como em intensidade moderada a vigorosa ($\beta = -0.07$; IC95% = -0.13;-0.01, $p=0.048$) no dia subsequente.

Ademais, nos dias em que os adolescentes levantaram da cama mais tarde, os resultados apontam que os mesmos se envolveram menos tempo em CS ($\beta = -0.51$; IC95% = -0.58;-0.43, $p<0.001$), assim como em AFL ($\beta = -0.27$; IC95% = -0.35;-0.19, $p<0.001$) e AFMV ($\beta = -0.30$; IC95% = -0.38;-0.23, $p<0.001$). Também foi possível verificar que após as noites em que o sono foi mais eficiente ($\beta = 0.08$; IC95% = 0.02;0.15, $p=0.011$) e menos fragmentado ($\beta = -0.07$; IC95% = -0.14;-0.01, $p=0.021$), os adolescentes realizaram mais AFL.

É importante destacar que as associações entre CS e TTS, WASO e HDC, entre AFL, TTS e HDC e, entre TTS, WASO e AFL (Figura 2) foram mais bem

ajustadas no modelo 2, em que o intercepto aleatório (indivíduo) foi adicionado a inclinação aleatória para a variável independente de interesse (comportamento de vigília ou padrão de sono), ou seja, nesses casos além da variação entre os dias da semana, houve variação entre os indivíduos.

Figura 2. Associações entre o tempo envolvido em comportamentos de vigília e padrão de sono e, entre padrão de sono e comportamentos vigília no dia seguinte.



[†] Modelo 1: Intercepto aleatório. ^{††} Modelo 2: Intercepto + inclinação aleatórias.

^a: dias da semana; ^b: sexo.

β : coeficiente de regressão; IC: intervalo de confiança; CS (minutos/dia): comportamento sedentário; AFL (minutos/dia): atividade física leve; AFMV (minutos/dia): atividade física moderada e vigorosa; TTS (minutos): tempo total de sono; WASO (minutos): *Wake After Sleep Onset*; ES (porcentagem): eficiência de sono; IFS (porcentagem): índice de fragmentação do sono; HDC (tempo, hh:mm): hora de deitar na cama; HLC (tempo, hh:mm): hora de levantar da cama. Valores significativos estão destacados em negrito.

OBS: A mudança da unidade DP refere-se à mudança na variável dependente de acordo com o aumento de uma unidade de DP na média do comportamento de vigília avaliado.

As associações temporais e bidirecionais entre os comportamentos de vigília e padrão de sono, com efeitos fixos das covariáveis sexo, idade, NSE, IMC e dias da semana se encontram disponíveis na Tabela S1 e S2, respectivamente.

A partir dessas constatações, as interações com cada uma das covariáveis foi testada novamente para verificarmos suas associações temporais e bidirecionais com comportamentos de vigília e padrão de sono (Figura 2).

Houve interação significativa com o sexo, demonstrando que nos dias em que os adolescentes levantaram da cama mais tarde, estes realizaram menos AFL no dia seguinte, sinalizando um efeito mais forte no sexo masculino ($\beta = -0.36$; IC95% = -0.48 ; -0.24 , $p < 0.001$) em relação ao sexo feminino ($\beta = -0.18$; IC95% = -0.29 ; -0.08 , $p = 0.001$).

Os dias da semana também apresentaram interação significativa, mostrando que nos dias em que os adolescentes apresentaram maior CS, os mesmos foram dormir mais cedo, sendo que um efeito mais forte foi observado na SR ($\beta = -0.20$; IC95% = -0.26 ; -0.13 , $p < 0.001$) quando comparado ao FDS ($\beta = -0.17$; IC95% = -0.26 ; -0.07 , $p = 0.001$), assim como após a noite em que os adolescentes dormiram por mais tempo verificou-se menor prática de AFMV no dia seguinte sendo que um efeito mais forte foi observado na SR ($\beta = -0.26$; IC95% = -0.34 ; -0.19 , $p < 0.001$). Além disso, nos dias em que os adolescentes levantaram da cama mais tarde, eles praticaram menos AFL no dia seguinte, sendo que um efeito mais forte foi constatado no FDS ($\beta = -0.40$; IC95% = -0.53 ; -0.26 , $p < 0.001$) em relação a SR ($\beta = -0.13$; IC95% = -0.25 ; -0.01 , $p = 0.028$). Por fim, nos dias em que os adolescentes realizaram mais AFL, estes dormiram por menos tempo ($\beta = -0.28$; IC95% = -0.40 ; -0.16 , $p < 0.001$ e $\beta = -0.13$; IC95% = -0.21 ; -0.06 , $p < 0.001$) e deitaram na cama mais tarde ($\beta = 0.32$; IC95% = 0.21 ; 0.42 , $p < 0.001$ e $\beta = 0.13$; IC95% = 0.06 ; 0.21 , $p = 0.001$), sendo que um efeito mais forte foi identificado no FDS em relação a SR, respectivamente.

Tabela 1. Interações do sexo e dias da semana nas associações bidirecionais entre comportamentos de vigília e padrão de sono

	CS → HDC	AFL → TTS	AFL → HDC	HLC → AFL	TTS → AFMV
	□ (95% IC)	□ (95% IC)	□ (95% IC)	□ (95% IC)	□ (95% IC)
Sexo					
Masculino	-	-	-	-0.36 (-0.48; -0.24) p<0.001	-
Feminino	-	-	-	-0.18 (-0.29; -0.08) p=0.001	-
Dias da semana					
Semana regular	-0.20 (-0.26; -0.13) p<0.001	-0.13 (-0.21; -0.06) p<0,001	0.13 (0.06; 0.21) p=0.001	-0.13 (-0.25; -0.01) p=0.028	-0.26 (-0.34; -0.19) p<0.001
Fim de semana	-0.17 (-0.26; -0.07) p=0.001	-0.28 (-0.40; -0.16) p<0.001	0.32 (0.21; 0.42) p<0.001	-0.40 (-0.53; -0.26) p<0.001	-0.08 (-0.20; 0.04) p=0.624

Legenda: β: coeficiente de regressão; IC: intervalo de confiança; CS (minutos/dia): comportamento sedentário; HDC (tempo, hh:mm): hora de deitar na cama; AFL (minutos/dia): atividade física leve; TTS (minutos): tempo total de sono; HLC (tempo, hh:mm): hora de levantar da cama; AFMV (minutos/dia): atividade física moderada a vigorosa. Valores significativos estão destacados em negrito.

Discussão

Este estudo analisou as associações temporais e bidirecionais entre comportamentos de vigília e padrão de sono e as associações entre o padrão de sono e comportamentos vigília do dia seguinte em uma amostra de adolescentes de uma instituição de período integral no Brasil usando medida objetiva.

Os principais achados deste estudo apontam que os dias em que os adolescentes apresentaram maior CS e AFL foram associados a menor duração do sono e tempo acordado após início do sono, sendo essa relação bidirecional. Nos dias em que houve maior CS os adolescentes acordaram mais tarde. Nas noites em que os adolescentes acordaram mais tarde, dormiram por mais tempo e tiveram maior tempo acordado após início do sono, estes apresentaram menor tempo envolvido nos comportamentos de vigília no dia posterior. Além disso, noites de sono mais eficientes e menos fragmentadas foram associadas a maior AFL no próximo dia.

A associação negativa aqui apresentada entre CS e TTS demonstrada em outros estudos (LIN et al., 2018; MASTER et al., 2019; MCNEIL et al., 2015) e a associação positiva entre CS e HDC, também observada em estudos anteriores (EKSTEDT et al., 2013; MASTER et al., 2019) podem ser atribuídas ao uso de mídias eletrônicas antes de dormir (CARTER et al., 2016; FOTI et al., 2011; HALE et al., 2018; HALE; GUAN, 2015; LUND et al., 2021).

Por ser um dos contextos comportamentais de CS que influenciam a saúde do sono em adolescentes (FOTI et al., 2011), o uso excessivo de mídias eletrônicas acarreta uma redução na duração e na qualidade do sono, podendo influenciar a ritmicidade biológica em adolescentes causando um distúrbio cronobiológico conhecido como atraso de fase (CARTER et al., 2016; CROWLEY; ACEBO; CARSKADON, 2007; KANSAGRA, 2020). Isso se deve ao entretenimento excessivo, ao aumento da excitação (CARTER et al., 2016) e pela supressão de melatonina induzida pela exposição a luz da tela à noite que pode levar um sujeito a dormir mais tarde que o habitual (HALE et al., 2018; LUND et al., 2021).

Uma das consequências do atraso de fase, para aquelas pessoas que seguem uma rotina fixa de horários ao longo do dia, como é o caso dos adolescentes avaliados neste estudo, pode ser sonolência diurna e cansaço excessivo ou até mesmo à

insônia, causando redução da eficiência cognitiva e, conseqüentemente, do desempenho acadêmico (OLIVEIRA; BATISTA DA SILVA; ARAÚJO DE OLIVEIRA, 2019). Isso é preocupante sobretudo para adolescentes dos IFs no Brasil, por terem uma extensa rotina diária no ambiente escolar. Além disso, tais conseqüências minimizam o interesse para a prática de AF, aumentando ainda o CS, na tentativa de se recuperar ao longo do dia.

O CS foi associado positivamente a ES como relatado por outros autores (MASTER et al., 2019; MCNEIL et al., 2015) e negativamente ao WASO e ao IFS, o que pode ter ocorrido devido ao uso do acelerômetro no quadril. Esse resultado é considerado inusitado, afinal esperava-se que a AF fosse associada a um sono melhor (mais eficiente, menos fragmentado e com menor WASO) e não ao CS, como no presente estudo, uma vez que o aumento da AF é favoravelmente associado a restauração do sono (LANG et al., 2013).

Até os dias atuais, a hipótese mais aceita é que a prática regular de AF ou exercício físico pode melhorar a duração e a qualidade do sono por meio da conservação de energia, restituição de tecido corporal e redução da temperatura (ATKINSON; DAVENNE, 2007). Todavia, os adolescentes que aumentaram o tempo envolvido em AFL dormiram mais tarde, por menos tempo e apresentaram menor WASO.

Além disso, nenhuma associação foi observada entre AFMV e o padrão de sono avaliados, em consonância com vários estudos realizados na última década (CHAPUT et al., 2015; KIM et al., 2020; KRIETSCH et al., 2016a; MARTINEZ et al., 2019; SORIĆ et al., 2015; VINCENT et al., 2017). Tal resultado não era esperado, visto que o aumento de AFMV teoricamente poderia auxiliar os adolescentes a deitarem na cama mais cedo, prolongar a duração do sono e aumentar sua eficiência melhorando a qualidade do sono (MASTER et al., 2019).

Acredita-se que a estrutura educacional das escolas brasileiras de tempo integral diminui as chances de os estudantes realizarem AF pois a extensa rotina escolar dos avaliados os induz a permanecerem sentados a maior parte do tempo. Dessa forma, limita-se a prática de AFMV a poucos momentos ativos durante a SR na escola em momentos como os recreios e as aulas de Educação Física, além dos adolescentes terem pouco tempo de lazer após o duplo turno escolar dos IFs. Isso

pode ser constatado a partir da média de tempo relativamente baixa envolvido em AFMV diária (36 minutos) aqui encontrada sendo que apenas 11,2% da amostra atinge as recomendações de prática de 60 minutos diários de AFMV para adolescentes (BRASIL, 2021; BULL et al., 2020; DUMITH et al., 2021; OKELY et al., 2021; TREMBLAY et al., 2016c).

No que se refere a quantidade de sono, assim como em outros estudos, noites de sono mais longas foram seguidas de menor tempo envolvido em CS (CHAPUT et al., 2015; KIM et al., 2020; LIN et al., 2018; MASTER et al., 2019; MCNEIL et al., 2015), AFL (ÁVILA-GARCÍA et al., 2020; MARTINEZ et al., 2019; MCNEIL et al., 2015) e AFMV (CHAPUT et al., 2015; KRIETSCH et al., 2016a; MARTINEZ et al., 2019; MASTER et al., 2019; PESONEN et al., 2011; SORIĆ et al., 2015). Dessa forma, é possível notar a natureza composicional dos comportamentos circadianos uma vez que o tempo disponível no dia posterior para qualquer atividade se torna limitado (CHAPUT et al., 2015; LIN et al., 2018; MASTER et al., 2019).

Por convenção é assumido que um dia possui um tempo fixo (24 horas) e, por isto, o tempo envolvido em CS, AFL, AFMV ou sono desloca a quantidade de tempo restante para outro destes comportamentos (MARTINEZ et al., 2019), por serem relacionados entre si (MASTER et al., 2019). Ou seja, um alto TTS está sempre associado a um baixo tempo total de vigília e vice-versa (SHRIVASTAVA et al., 2014).

Ademais, o sono saudável requer além da duração adequada, horário apropriado, boa qualidade, regularidade e ausência de perturbações e distúrbios (PARUTHI et al., 2016). Ao considerar a ES do sono como um parâmetro de estimativa da qualidade do sono (SHRIVASTAVA et al., 2014), assim como o IFS, constatamos que, noites de sono de má qualidade, menor ES e maior IFS foram seguidas de dias subsequentes com menor tempo envolvido em AFL. Isso pode ser causado por reposicionamento frequente, levantar da cama durante a noite, inquietação ou maior WASO. Devido a possibilidade do sono inadequado levar à redução de AF no dia seguinte ocasionando aumento das percepções de sonolência e cansaço (LIN et al., 2018), acredita-se que diante de uma noite de sono de má qualidade, tem-se menor disposição para se realizar AF no dia seguinte, mesmo que esta seja de intensidade leve.

Conforme apontado em outro estudo (MARTINEZ et al., 2019), os adolescentes apresentaram maior tempo envolvido em CS durante a SR devido ao longo tempo sentado durante a rotina escolar; a qual é ainda mais extensa nas escolas de tempo integral como nos IFs. Associado a isso, eles dormiram mais cedo nas noites durante a SR em relação as noites de FDS possivelmente devido a rigidez do horário de despertar para o início das atividades escolares.

Apesar da literatura apontar o atraso de fase do início de sono na adolescência (CARTER et al., 2016; CROWLEY; ACEBO; CARSKADON, 2007; KANSAGRA, 2020), os adolescentes do presente estudo tiveram uma maior duração do sono e realizaram menos AFMV no dia seguinte durante a SR, ao contrário do que se esperava. Nas noites em que os adolescentes dormiram por um tempo maior acreditava-se que esses tivessem mais vigor para realizarem mais AFMV depois da rotina escolar. Porém, durante a SR os adolescentes possuem uma rotina estável composta, em sua maioria, por atividades sedentárias no contexto educacional, além de outros CS no contexto social, cultural, transporte passivo e tempo em tela recreativo. Tal fato pode explicar os resultados visualizados nesse estudo, visto que a natureza composicional das 24 horas diárias assume que o aumento de um comportamento acarreta a redução de outro comportamento diário.

Durante o FDS os adolescentes apresentam um maior tempo envolvido em AFL e uma menor duração do sono e maior HDC em relação as outras noites durante a SR. O fato de não terem que permanecer sentados por tanto tempo em sala de aula possibilita maior tempo para prática de AFL ao longo do FDS, mas também pode ocasionar um menor tempo de sono por efeito de substituição na composição do dia. A maior liberdade de escolha na realização das atividades realizadas em vigília de intensidade leve e na hora de deitar na cama no FDS podem justificar essas associações.

Os padrões de vigília-sono variam durante a semana devido ao hábito de dormir mais tarde nos FDS (CROWLEY; ACEBO; CARSKADON, 2007; DEL CIAMPO et al., 2017; MARTINEZ et al., 2019). Isso se deve possivelmente pela ausência de preocupação com a HLC para ir para aula no dia seguinte e as saídas noturnas para participar de eventos sociais, muito comum nesta fase da vida; o que gera cansaço

físico, resultando em menor disposição para realização de AF no dia seguinte, mesmo que essa seja de intensidade leve.

É importante destacar ainda que possíveis barreiras e aspectos facilitadores podem ser determinantes na prática de AF por adolescentes tais como a atitude em relação à AF, a motivação, as percepções de competência e imagem corporal, a diversão, a influência de amigos, familiares e professores de Educação Física e as oportunidades ambientais de AF (MARTINS et al., 2015). Diante disso, a composição do tempo envolvido em AF assim como a intensidade desta pode variar em prol dos fatores supracitados.

No FDS, ao levantarem da cama mais tarde os adolescentes realizaram menos AFL, devido à ausência da rotina escolar. Diante disso, existe uma possibilidade de se ter maior liberdade de escolha com relação ao horário de acordar, se isentando do deslocamento para a escola e entre as aulas, além da participação nas aulas de Educação Física (MASTER et al., 2019) e durante os recreios, dentre as quais, em grande parte, os adolescentes se envolvem em atividades de intensidade leve.

Além disso, a interação entre os sexos para essas mesmas variáveis apresentou um efeito mais forte no sexo masculino mostrando que os rapazes levantaram da cama mais tarde e realizaram menos AFL do que as moças ao longo do dia. Isso pode estar atrelado a fatores biológicos vinculados a hormônios sexuais influenciarem na modulação da preferência do tempo de sono sendo que as moças, em seus anos reprodutivos, mostraram-se mais matutinas do que os rapazes (TONETTI; FABBRI; NATALE, 2008). As moças apresentam níveis mais elevados de cortisol matinal, provavelmente relacionados a alterações gonadais advindas do desenvolvimento puberal (NETHERTON et al., 2004). Diante disso, os níveis de cortisol podem afetar na modulação do ciclo vigília-sono, sendo determinantes na propensão ao sono (HIROTSU; TUFIK; ANDERSEN, 2015) ou até mesmo no despertar.

Um fato importante de ser considerado é um predomínio maior dos rapazes em terem computador ou televisão no quarto o que aumenta o uso de *videogames* (EKSTEDT et al., 2013). Mediante isso o atraso de fase do início de sono devido a exposição a tela e uso de equipamentos eletrônicos (CARTER et al., 2016; HALE et al., 2018; HALE; GUAN, 2015; LUND et al., 2021) pode ser mais suscetível de ocorrer

entre eles, desencadeando um despertar mais tardio. Dessa forma, ao levantarem mais tarde da cama os rapazes têm menor disposição no dia-dia para se envolverem em comportamentos de vigília de forma ativa, incluindo AFL, principalmente se estes se envolverem durante longos períodos em jogos de *videogames* tradicionais, os quais são caracterizados em sua maioria com o CS.

Alguns pontos fortes devem ser destacados neste estudo como a utilização de medida objetiva para avaliar os comportamentos de vigília e padrão de sono em um ambiente de vida livre, a partir de algoritmos previamente validados (ROMANZINI et al., 2014; SADEH; SHARKEY; CARSKADON, 1994; TUDOR-LOCKE et al., 2014). Destaca-se ainda a natureza da análise temporal do presente estudo que nos permite afirmar as direções encontradas da relação entre comportamentos de vigília e padrão de sono, e vice-versa. Ressalta-se também a alta adesão dos participantes ao protocolo de uso do acelerômetro por mais de 23 horas por dia, demonstrando a confiabilidade dos dados obtidos.

No entanto, os resultados precisam ser interpretados à luz de algumas limitações. Embora este estudo se baseie em métodos de avaliação objetiva do padrão de sono e comportamentos de vigília de forma ecologicamente válida, esses não são métodos de critério. Os acelerômetros podem ser limitados em sua capacidade de distinguir adequadamente entre padrão de sono e comportamentos de vigília, uma vez que são baseados principalmente em análise de movimento (CHAPUT et al., 2015; MCNEIL et al., 2015; SORIĆ et al., 2015). Diante disso, o posicionamento do aparelho, a frequência de amostragem utilizada, a duração dos *epochs*, o algoritmo utilizado para calcular tempo de uso e não uso e os parâmetros de classificação influenciam na obtenção e análise dos resultados (MIGUELES et al., 2017). As divergências nos resultados podem também estar atreladas a escolha do acelerômetro, o tipo de filtro utilizado, ao número de dias e horas de coleta e a criação de diário de registro (SASAKI et al., 2017).

Contudo apesar dessas limitações estudos anteriores utilizando metodologia similar (BARREIRA et al., 2018; CHAPUT et al., 2015; DUMUID et al., 2018a; LIN et al., 2018; MCNEIL et al., 2015; TUDOR-LOCKE et al., 2014, 2015b) tem sido verificado na literatura, principalmente pela praticidade de se utilizar um instrumento único por 24 horas fixado no quadril para se medir concomitantemente a AF em suas

distintas intensidades, o CS e o sono causando menos incômodo para os participantes do estudo, ampliando assim as possibilidades de adesão ao protocolo.

Apesar das limitações expostas, os resultados são promissores por possibilitarem o entendimento e a influência bidirecional do sono e padrões de intensidade da AF e do CS. A amostra deste estudo limitou-se a alunos que frequentam a mesma escola e localização geográfica, o que pode atribuir a variabilidade relativamente baixa das variáveis do estudo; possivelmente devido à semelhança das rotinas diárias durante os dias letivos. Sempre há a possibilidade de confusão residual em estudos observacionais devido a variáveis não mensuradas. Ademais, as características do ambiente de sono (ronco, luz acesa, ruídos, presença de parceiro) poderiam ter sido utilizadas como fatores de confusão nas análises se fossem avaliados. Por fim, as relações de causa e efeito não podem ser inferidos a partir das associações temporais com dados transversais (CHAPUT et al., 2015; MCNEIL et al., 2015).

Conclusões

A duração do sono e a rotina de dormir e levantar em horários adequados pode aprimorar a disponibilidade de tempo para a prática de AF reduzindo o tempo envolvido em CS devido à natureza composicional dos CHH (sono e vigília). Após as noites de sono de melhor qualidade, em que os adolescentes apresentaram maior ES e menor IFS, estes praticaram mais AFL no dia seguinte.

Isso se torna ainda mais relevante para os adolescentes fisicamente inativos pois a natureza composicional dos comportamentos em 24 horas nos mostra que a AFL pode ser a via inicial para que os adolescentes reduzam o CS e atinjam as recomendações diárias de 60 minutos de AFMV.

Os resultados ainda demonstram isso de forma mais expressiva no FDS devido a maior liberdade que os jovens têm de escolher como despender seu tempo com sono e com os comportamentos de vigília por não terem as limitações da rotina e tarefas dos dias letivos.

Pesquisas futuras devem considerar estudos longitudinais, bem como desenhos experimentais para avaliar os efeitos preditivos e causais sobre os comportamentos de vigília e o padrão de sono.

Material Suplementar

Tabela S1

Tabela S2

Tabela S1. Covariáveis significativas nos modelos de associação de comportamentos de vigília e padrão de sono

	CS											
	TTS**		WASO**		ES*		IFS*		HDC**		HLC*	
	□ (IC95%)	p	□ (IC95%)	p	□ (IC95%)	p	□ (IC95%)	p	□ (IC95%)	p	□ (IC95%)	p
Sexo (feminino)	0.17(0.04;0.30)	0.011	-0.09(-0.24; 0.06)	0.258	0.11(-0.06; 0.27)	0.193	-0.30(-0.44; -0.15)	<0.001	-0.16(-0.32; 0.01)	0.062	-0.06(-0.19;0.06)	0.335
Idade*	-0.01(-0.07; 0.06)	0.777	0.04(-0.03; 0.12)	0.250	-0.05(-0.13; 0.03)	0.249	-0.02(-0.09;0.06)	0.640	0.07(-0.02;0.15)	0.118	0.03(-0.03;0.09)	0.363
IMC*	0.01(-0.05; 0.06)	0.888	0.01(-0.05; 0.07)	0.732	-0.03(-0.10;0.03)	0.334	-0.04(-0.10;0.02)	0.183	0.02(-0.05;0.08)	0.646	0.05(-0.01;0.10)	0.063
NSE*	-0.04(-0.11; 0.02)	0.199	-0.07(-0.15;0.01)	0.055	0.07(-0.01; 0.15)	0.095	-0.05(-0.12; 0.03)	0.194	0.06(-0.03;0.14)	0.183	0.01(-0.05;0.08)	0.657
Dia da semana (SR)	0.82(0.71;0.93)	<0.001	0.46(0.34; 0.58)	<0.001	-0.21(-0.33; -0.09)	0.001	0.23(0.10; 0.35)	<0.001	0.52(0.41; 0.62)	<0.001	0.05(-0.08;0.18)	0.460
CS*	-0.21(-0.26; -0.15)	<0.001	-0.15(-0.21; -0.09)	<0.001	0.10(0.04; 0.16)	0.001	-0.07(-0.13; -0.01)	0.021	0.30(0.24; 0.36)	<0.001	0.01(-0.05;0.8)	0.676
Constante	-0.37(-0.47; -0.26)	<0.001	-0.11(-0.23; 0.01)	0.057	0.02(-0.10;0.15)	0.720	0.09(-0.03;0.20)	0.144	-0.09(-0.22;0.03)	0.152	-0.01(-0.10;0.10)	0.983
	AFL											
	TTS**		WASO*		ES*		IFS*		HDC**		HLC*	
	□ (IC95%)	p	□ (IC95%)	p	□ (IC95%)	p	□ (IC95%)	p	□ (IC95%)	p	□ (IC95%)	p
Sexo (feminino)	0.10(-0.03;0.23)	0.118	-0.09(-0.24;0.07)	0.274	0.12(-0.05;0.28)	0.172	-0.31(-0.46; -0.16)	0.000	-0.04(-0.22;0.13)	0.623	-0.06(-0.19;0.07)	0.385
Idade*	-0.03(-0.10;0.04)	0.368	0.05(-0.03;0.12)	0.229	-0.05(-0.13;0.03)	0.248	-0.02(-0.10;0.05)	0.570	0.08(-0.01;0.17)	0.078	0.03(-0.03;0.09)	0.341
IMC*	0.01(-0.05;0.06)	0.842	0.02(-0.04;0.09)	0.458	-0.03(-0.10;0.03)	0.336	-0.04(-0.10;0.03)	0.214	-0.01(-0.09;0.06)	0.745	0.05(-0.01;0.10)	0.068
NSE*	-0.04(-0.10;0.03)	0.280	-0.07(-0.15;0.01)	0.062	0.07(-0.01;0.15)	0.099	-0.05(-0.12;0.03)	0.210	0.06(-0.03;0.15)	0.187	0.01(-0.05;0.08)	0.667
Dia da semana (SR)	0.91(0.80; 1.02)	<0.001	0.51 (0.39; 0.63)	<0.001	-0.24(-0.36; -0.11)	<0.001	0.25(0.13;0.38)	<0.001	0.38(0.27; 0.48)	<0.001	0.04(-0.10;0.18)	0.528
AFL*	-0.18(-0.25; -0.12)	<0.001	-0.08(-0.15; -0.02)	0.015	0.01(-0.06;0.08)	0.765	-0.05(-0.12;0.01)	0.130	0.25(0.17;0.32)	<0.001	0.02(-0.05;0.08)	0.600
Constante	-0.37(-0.47; -0.27)	<0.001	-0.13(-0.25; -0.02)	0.025	0.03(-0.10;0.15)	0.673	0.09(-0.03;0.20)	0.147	-0.08(-0.22;0.05)	0.213	-0.01(-0.10;0.10)	0.981
	AFMV											
	TTS**		WASO*		ES*		IFS*		HDC*		HA*	
	□ (IC95%)	p	□ (IC95%)	p	□ (IC95%)	p	□ (IC95%)	p	□ (IC95%)	p	□ (IC95%)	p
Sexo (feminino)	0.14(-0.01;0.28)	0.059	-0.06(-0.21;0.10)	0.458	0.010(-0.07; 0.27)	0.246	-0.30(-0.45; 0.15)	<0.001	-0.11(-0.30;0.07)	0.236	-0.07(-0.20;0.06)	0.321
Idade*	-0.01(-0.07;0.07)	0.901	0.05(-0.02;0.13)	0.167	-0.05(-0.13;0.03)	0.219	-0.02(-0.09;0.06)	0.647	0.05(-0.04;0.15)	0.239	-0.03(-0.03;0.09)	0.376
IMC*	-0.01(-0.06;0.05)	0.868	0.02(-0.04;0.08)	0.561	-0.03(-0.10;0.04)	0.378	-0.04(-0.10;0.02)	0.188	0.12(-0.06;0.09)	0.761	0.05(-0.01;0.10)	0.060
NSE*	-0.04(-0.11;0.03)	0.291	-0.07(-0.15;0.01)	0.060	0.07(-0.01;0.15)	0.107	-0.05(-0.12;0.03)	0.201	0.06(-0.03;0.15)	0.170	0.01(-0.05;0.08)	0.671
Dia da semana (SR)	0.87(0.76;0.98)	<0.001	0.49(0.37;0.61)	<0.001	-0.23(-0.35; -0.11)	<0.001	0.24(0.12;0.37)	<0.001	0.45(0.34;0.56)	<0.001	0.05(-0.08;0.18)	0.479
AFMV*	-0.04(-0.10;0.02)	0.242	0.01(-0.06;0.07)	0.942	-0.03(-0.10;0.03)	0.356	-0.01(-0.07;0.06)	0.850	0.01(-0.06;0.07)	0.851	-0.01(-0.07;0.06)	0.790
Constante	0.37(-0.48; -0.26)	<0.001	-0.14(-0.25; -0.02)	0.021	0.03(-0.09; 0.16)	0.609	0.08(-0.03;0.20)	0.160	-0.10(-0.24;0.04)	0.150	0.01(-0.10;0.10)	0.982

Legenda: TTS: tempo total de sono; WASO: *Wake After Sleep Onset*; ES: eficiência de sono; IFS: índice de fragmentação do sono; HDC: hora de deitar na cama; HLC: hora de levantar da cama; □: coeficiente de regressão, IC: intervalo de confiança; IMC: índice de massa corporal, NSE: nível socioeconômico; SR: semana regular; CS: comportamento sedentário; AFL: atividade física leve; AFMV: atividade física moderada a vigorosa.

Tabela S2. Covariáveis significativas nos modelos de associação de padrão de sono e comportamentos de vigília

		CS*		AFL**		AFMV*	
		□(IC95%)	p	□(IC95%)	p	□(IC95%)	p
TTS	Sexo (feminino)	0.06(-0.08;0.20)	0.379	-0.29(-0.48; -0.10)	0.003	-0.41(-0.59; -0.24)	<0.001
	Idade*	-0.01(-0.08;0.06)	0.710	-0.11(-0.21; -0.02)	0.020	-0.07(-0.16;0.02)	0.115
	IMC*	0.01(-0.06;0.06)	0.984	0.07(-0.01;0.15)	0.100	0.07(-0.01;0.14)	0.055
	NSE*	-	0.899	0.01(-0.9;0.10)	0.989	-0.05(-0.14;0.03)	0.210
	Dia da semana (SR)	-0.56(-0.69; -0.42)	<0.001	0.02(-0.11;0.15)	0.762	-0.32(-0.46; -0.19)	<0.001
	TTS*	-0.33(-0.39; -0.26)	<0.001	-0.17(-0.25; -0.09)	<0.001	-0.18(-0.25; -0.11)	<0.001
	Constante	0.17(0.06;0.28)	0.003	0.11(-0.03;0.26)	0.126	0.31(0.17;0.44)	<0.001
WASO	CS*		AFL**		AFMV*		
	□(IC95%)	p	□(IC95%)	p	□(IC95%)	p	
	Sexo (feminino)	0.01(-0.14;0.17)	0.884	-0.31(-0.50; -0.11)	0.002	-0.44(-0.62; -0.27)	<0.001
	Idade*	-0.01(-0.09;0.07)	0.832	-0.10(-0.20; -0.01)	0.047	-0.07(-0.15;0.02)	0.145
	IMC*	0.01(-0.06;0.07)	0.846	0.07(-0.01;0.15)	0.101	0.07(0.01;0.15)	0.047
	NSE*	-0.01(-0.08;0.07)	0.952	0.01(-0.09;0.11)	0.887	-0.06(-0.15;0.03)	0.219
	Dia da semana (SR)	-0.80(-0.93; -0.68)	<0.001	-0.07(-0.19;0.05)	0.229	-0.45(-0.57; -0.32)	<0.001
	WASO*	-0.08(-0.14; -0.02)	0.016	-0.13(-0.20; -0.06)	<0.001	-0.07(-0.13; -0.01)	0.048
	Constante	0.29(0.17;0.41)	<0.001	0.15(0.01;0.30)	0.047	0.37(0.23;0.50)	<0.001
ES	CS*		AFL*		AFMV*		
	□(IC95%)	p	□(IC95%)	p	□(IC95%)	p	
	Sexo (feminino)	0.02(-0.14;0.17)	0.815	-0.34(-0.54; -0.13)	0.001	-0.44(-0.62; -0.26)	<0.001
	Idade*	-0.01(-0.09;0.06)	0.737	-0.11(-0.21; -0.01)	0.038	-0.07(-0.16; -0.02)	0.130
	IMC*	0.01(-0.06;0.68)	0.902	0.07(-0.01;0.16)	0.080	0.07(-0.01;0.15)	0.052
	NSE*	0.01(-0.07;0.08)	0.919	0.01(-0.09;0.11)	0.836	-0.05(-0.14;0.04)	0.251
	Dia da semana (SR)	0.85(-0.97; -0.72)	<0.001	-0.11(-0.23;0.01)	0.057	-0.48(-0.60; -0.36)	<0.001
	ES*	-0.01(-0.07;0.05)	0.742	0.08(0.02; 0.15)	0.011	0.01(-0.05;0.08)	0.688
	Constante	0.30(0.18;0.42)	<0.001	0.19(0.04;0.34)	0.015	0.38(0.24;0.51)	<0.001
IFS	CS*		AFL*		AFMV*		
	□(IC95%)	p	□(IC95%)	p	□(IC95%)	p	
	Sexo (feminino)	0.01(-0.15;0.16)	0.942	-0.35(-0.55; -0.15)	0.001	-0.44(-0.62; -0.26)	<0.001
	Idade*	-0.01(-0.10;0.06)	0.727	-0.11(-0.21; -0.01)	0.028	-0.07(-0.16;0.02)	0.126
	IMC*	0.01(-0.06;0.07)	0.936	0.07(-0.02; 0.15)	0.114	0.07(-0.01;0.15)	0.054
	NSE*	0.01(-0.08;0.08)	0.986	0.01(-0.09;0.11)	0.814	-0.05(-0.14;0.04)	0.259
	Dia da semana (SR)	-0.84(-0.96; -0.71)	<0.001	-0.12(-0.24;0.01)	0.050	-0.48(-0.60; -0.36)	<0.001
	IFS*	-0.04(-0.10;0.03)	0.259	-0.07(-0.14; -0.01)	0.021	-0.01(-0.07;0.06)	0.949
	Constante	0.30(0.18;0.42)	<0.001	0.20(0.05;0.34)	0.011	0.38(0.24;0.51)	<0.001

Tabela S2 (continuação): Covariáveis significativas nos modelos de associação de padrão de sono e comportamentos de vigília

	CS*		AFL*		AFMV*		
	□(IC95%)	p	□(IC95%)	p	□(IC95%)	p	
HDC	Sexo (feminino)	0.01(-0.14;0.17)	0.865	-0.33(-0.53; -0.12)	0.002	-0.44(-0.62; -0.26)	<0.001
	Idade*	-0.01(-0.09;0.07)	0.831	-0.11(-0.21; -0.01)	0.033	-0.07(-0.15;0.02)	0.152
	IMC*	0.01(-0.06;0.07)	0.883	0.07(-0.01;0.15)	0.096	0.07(-0.01;0.15)	0.053
	NSE*	0.01(-0.07;0.09)	0.864	0.02(-0.08;0.12)	0.735	-0.05(-0.14;0.04)	0.296
	Dia da semana (SR)	-0.82(-0.95;-0.69)	<0.001	-0.13(-0.26; -0.01)	0.030	-0.46(-0.58; -0.33)	<0.001
	HDC*	-0.05(-0.12;0.01)	0.129	-0.01(-0.08;0.06)	0.832	-0.05(-0.12;0.02)	0.129
	Constante	0.29(0.17;0.41)	<0.001	0.19(0.04;0.34)	0.015	0.37(0.23;0.50)	<0.001
	CS*		AFL*		AFMV*		
	□(IC95%)	p	□(IC95%)	p	□(IC95%)	p	
HLC	Sexo (feminino)	0.05(-0.10;0.21)	0.493	-0.31(-0.50; -0.11)	0.002	-0.42(-0.59; -0.25)	<0.001
	Idade*	0.02(-0.06;0.10)	0.615	-0.09(-0.19;0.01)	0.063	-0.05(-0.14;0.04)	0.253
	IMC*	0.01(-0.06;0.07)	0.930	0.07(-0.01;0.15)	0.092	0.07(0.01; 0.14)	0.047
	NSE*	0.01(-0.06;0.09)	0.716	0.02(-0.08;0.12)	0.655	-0.04(-0.13;0.04)	0.302
	Dia da semana (SR)	-0.19(-0.33; -0.05)	0.009	-0.21(0.05; 0.36)	0.008	-0.09(-0.25;0.06)	0.243
	HLC*	-0.51(-0.58; -0.43)	<0.001	-0.27(-0.35; -0.19)	<0.001	-0.30(-0.38; -0.23)	<0.001
	Constante	0.04(-0.09;0.16)	0.567	0.05(-0.10;0.20)	0.507	0.22(0.09;0.36)	0.001

Legenda: CS: comportamento sedentário; AFL: atividade física leve; AFMV: atividade física moderada a vigorosa; TTS: tempo total de sono; WASO: *Wake After Sleep Onset*; ES: eficiência de sono; IFS: índice de fragmentação do sono; HDC: hora de deitar na cama; HLC: hora de levantar da cama; β : coeficiente de regressão, IC: intervalo de confiança; IMC: índice de massa corporal, NSE: nível socioeconômico; SR: semana regular.

Conflito de interesse

Os autores do estudo declaram não haver conflito de interesses.

Financiamento

Este estudo teve o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

- ABEP. Critério Brasil de Classificação Econômica.2015. **Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa**, 2015.
- ACTIGRAPH. **ActiLife 6 User's Manual**.ActiGraph Software Department, , 2012. Disponível em: <<https://actigraphcorp.com/support/manuals/actilife-6-manual/>>
- ALDABAL, L.; BAHAMMAM, A. S. Metabolic, endocrine, and immune consequences of sleep deprivation. **The Open Respiratory Medicine Journal**, v. 5, p. 31–43, 2011.
- ATKINSON, G.; DAVENNE, D. Relationships between sleep, physical activity and human health. **Physiology and Behavior**, v. 90, n. 2–3, p. 229–235, 2007.
- ÁVILA-GARCÍA, M. et al. Bidirectional associations between objective physical activity and sleep patterns in spanish school children. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 3, 2020.
- AYALA, A. M. C. et al. Impact of an 8-month trial using height-adjustable desks on children's classroom sitting patterns and markers of cardio-metabolic and musculoskeletal health. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 13, n. 12, p. 1–15, 2016.
- BARREIRA, T. V. et al. Identifying Children's Nocturnal Sleep Using 24-h Waist Accelerometry. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 47, n. 5, p. 937–943, maio 2015.
- BARREIRA, T. V. et al. Can an automated sleep detection algorithm for waist-worn accelerometry replace sleep logs? **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 43, n. 10, p. 1027–1032, out. 2018.
- BRASIL. **Guia de Atividade Física.Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Promoção da Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2021. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_atividade_fisica_populacao_brasil_eira.pdf>.
- BULL, F. C. et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. **British Journal of Sports Medicine**, v. 54, n. 24, p. 1451–

1462, dez. 2020.

CAIN, N.; GRADISAR, M. Electronic media use and sleep in school-aged children and adolescents: A review. **Sleep Medicine**, v. 11, n. 8, p. 735–742, 2010.

CARDON, G. et al. Sitting habits in elementary schoolchildren: A traditional versus a “Moving school”. **Patient Education and Counseling**, v. 54, n. 2, p. 133–142, 2004.

CARTER, B. et al. A meta-analysis of the effect of media devices on sleep outcomes. **JAMA Pediatr.**, v. 170, n. 12, p. 1202–1208, 2016.

CHAPUT, J.-P. et al. Associations between sleep patterns and lifestyle behaviors in children: an international comparison. **International Journal of Obesity Supplements**, v. 5, n. S2, p. S59–S65, 2015.

CORDER, K. et al. Assessment of physical activity in youth. **Journal of Applied Physiology**, v. 105, n. 3, p. 977–987, set. 2008.

CROWLEY, S. J.; ACEBO, C.; CARSKADON, M. A. Sleep, circadian rhythms, and delayed phase in adolescence. **Sleep Medicine**, v. 8, n. 6, p. 602–612, 2007.

DEL CIAMPO, L. A. et al. Characteristics of sleep habits among adolescents living in the city of Ribeirão Preto (SP). **Journal of Human Growth and Development**, v. 27, n. 3, p. 307–314, 2017.

DOMINGUES, S. F. et al. Influence of sex, school system and body mass index on the physical activity patterns of adolescents during the school period. **Motricidade**, v. 13, p. 21–30, 2017.

DUMITH, S. C. et al. Physical activity change during adolescence: A systematic review and a pooled analysis. **International Journal of Epidemiology**, v. 40, n. 3, p. 685–698, 2011.

DUMITH, S. C. et al. Atividade física para crianças e jovens: Guia de Atividade Física para a População Brasileira. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 26, p. 1–9, 2021.

DUMUID, D. et al. Adiposity and the isothermal substitution of physical activity, sedentary time and sleep among school-aged children: a compositional data analysis approach. **BMC Public Health**, v. 18, n. 1, p. 311, 2 dez. 2018.

EKSTEDT, M. et al. Sleep, physical activity and BMI in six to ten-year-old children measured by accelerometry: A cross-sectional study. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 10, p. 1–10, 2013.

ESLIGER, D. W. et al. Standardizing and Optimizing the Use of Accelerometer Data for Free-Living Physical Activity Monitoring. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 2, n. 3, p. 366–383, jul. 2005.

FARIA, F. R. DE et al. 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, 22 jun. 2020.

FOTI, K. E. et al. Sufficient sleep, physical activity, and sedentary behaviors.

American Journal of Preventive Medicine, v. 41, n. 6, p. 596–602, 2011.

GÁBA, A. et al. How do short sleepers use extra waking hours? A compositional analysis of 24-h time-use patterns among children and adolescents. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 17, n. 1, p. 104, 14 dez. 2020.

GOPINATH, B. et al. Physical activity and sedentary behaviors and health-related quality of life in adolescents. **Pediatrics**, v. 130, n. 1, 2012.

HALE, L. et al. Youth screen media habits and sleep: sleep-friendly screen-behavior recommendations for clinicians, educators, and parents. **Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America**, v. 27, n. 2, p. 229–245, 2018.

HALE, L.; GUAN, S. Screen time and sleep among school-aged children and adolescents: A systematic literature review. **Sleep Medicine Reviews**, v. 21, p. 50–58, 2015.

HINCKSON, E. et al. Standing Classrooms: Research and Lessons Learned from Around the World. **Sports Medicine**, v. 46, n. 7, p. 977–987, 2016.

HIROTSU, C.; TUFIK, S.; ANDERSEN, M. L. Interactions between sleep, stress, and metabolism: From physiological to pathological conditions. **Sleep Science**, v. 8, n. 3, p. 143–152, 2015.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas da população residente no Brasil e Unidades da Federação com data de referência em 1º de julho de 2018**, 2018. Disponível em:

<https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2018/estimativa_dou_2018_20181019.pdf>

KANSAGRA, S. Sleep disorders in adolescents. **Pediatrics**, v. 145, n. s2, p. \$204-\$209, 2020.

KHULLAR, A. The Role of Melatonin in the Circadian Rhythm Sleep-Wake Cycle. **Psychiatric Time**, v. 29, n. 7, 2012.

KIM, Y. et al. Examining the day-to-day bidirectional associations between physical activity, sedentary behavior, screen time, and sleep health during school days in adolescents. **PLoS ONE**, v. 15, n. 9 September 2020, p. 1–18, 2020.

KRIETSCH, K. N. et al. Temporal Associations Between Sleep and Physical Activity Among Overweight/Obese Youth. **Journal of Pediatric Psychology**, v. 41, n. 6, p. 680–691, 2016a.

KRIETSCH, K. N. et al. Temporal Associations Between Sleep and Physical Activity Among Overweight/Obese Youth. **Journal of pediatric psychology**, v. 41, n. 6, p. 680–691, 2016b.

LANG, C. et al. Increased self-reported and objectively assessed physical activity predict sleep quality among adolescents. **Physiology and Behavior**, v. 120, p. 46–53, 2013.

- LIN, Y. et al. Temporal and bi-directional associations between sleep duration and physical activity/sedentary time in children: An international comparison. **Preventive Medicine**, v. 111, p. 436–441, 2018.
- LOHMAN, T. G. et al. Anthropometric Standardization Reference Manual. Champaign(IL). **Human Kinectis**, 1988.
- LUND, L. et al. Electronic media use and sleep in children and adolescents in western countries: a systematic review. **BMC Public Health**, v. 21, n. 1598, p. 1–14, 2021.
- MALHEIROS, L. E. A. et al. Bidirectional Daily Associations Between Accelerometer-Measured Sleep and Physical Activity in Brazilian High School Students. **Pediatric Exercise Science**, n. 41, p. 1–7, 2022.
- MARTINEZ, S. et al. Temporal associations between circadian sleep and activity patterns in Mexican American children. **Sleep Health**, v. 5, n. 2, p. 201–207, 2019.
- MARTINS, J. et al. Adolescents' perspectives on the barriers and facilitators of physical activity: A systematic review of qualitative studies. **Health Education Research**, v. 30, n. 5, p. 742–755, 2015.
- MASTER, L. et al. Bidirectional, Daily Temporal Associations between Sleep and Physical Activity in Adolescents. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 1–14, 2019.
- MCNEIL, J. et al. Objectively-measured sleep and its association with adiposity and physical activity in a sample of Canadian children. **Journal of Sleep Research**, v. 24, n. 2, p. 131–139, 2015.
- MIGUELES, J. H. et al. Accelerometer Data Collection and Processing Criteria to Assess Physical Activity and Other Outcomes: A Systematic Review and Practical Considerations. **Sports Medicine**, v. 47, n. 9, p. 1821–1845, 16 set. 2017.
- NETHERTON, C. et al. Salivary cortisol and dehydroepiandrosterone in relation to puberty and gender. **Psychoneuroendocrinology**, v. 29, n. 2, p. 125–140, 2004.
- OKELY, A. D. et al. 2020 WHO guidelines on physical activity and sedentary behavior. **Sports Medicine and Health Science**, v. 3, n. 2, p. 115–118, jun. 2021.
- OLIVEIRA, G.; BATISTA DA SILVA, I.; ARAÚJO DE OLIVEIRA, E. R. Sleep in adolescence and factors associated with inadequate sleep. **Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde/Brazilian Journal of Health Research**, v. 21, n. 1, p. 135–145, 2019.
- ONIS, M. DE et al. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. **Bull World Health Organ**, v. 85, n. 9, p. 660–667, 2007.
- ORTEGA, F. B. et al. Sleep patterns in Spanish adolescents : associations with TV watching and leisure-time physical activity. **Eur J Appl Physiol**, v. 110, p. 563–573, 2010.
- PARUTHI, S. 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. 06, p. 785–786, 15 jun. 2016.

PESONEN, A. K. et al. Temporal associations between daytime physical activity and sleep in children. **PLoS ONE**, v. 6, n. 8, p. 4–9, 2011.

PIERCY, K. L. et al. The Physical Activity Guidelines for Americans. **JAMA**, v. 320, n. 19, p. 2020–2028, 2018.

RAUDSEPP, L. One-year longitudinal study found a bidirectional relationship between physical activity and sleep disturbance in teenage Estonian girls. **Acta Paediatrica**, v. 107, n. 8, p. 1433–1438, ago. 2018.

ROMANZINI, M. et al. Calibration of ActiGraph GT3X, Actical and RT3 accelerometers in adolescents. **European Journal of Sport Science**, v. 14, n. 1, p. 91–99, 2 jan. 2014.

SADEH, A.; SHARKEY, M.; CARSKADON, M. A. Activity-Based Sleep-Wake Identification: An Empirical Test of Methodological Issues. **Sleep**, v. 17, n. 3, p. 201–207, maio 1994.

SASAKI, J. et al. Orientações para utilização de acelerômetros no Brasil. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 22, n. 2, p. 110–126, 1 mar. 2017.

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.

SHIMOGA, S. V.; ERLYANA, E.; REBELLO, V. Associations of Social Media Use With Physical Activity and Sleep Adequacy Among Adolescents: Cross-Sectional Survey. **Journal of Medical Internet Research**, v. 21, n. 6, p. e14290, 18 jun. 2019.

SHRIVASTAVA, D. et al. How to interpret the results of a sleep study. **Journal of Community Hospital Internal Medicine Perspectives**, v. 4, n. 5, p. 24983, 2014.

SIEGEL, J. M. Clues to the functions of mammalian sleep. **Nature**, v. 437, n. 7063, p. 1264–1271, 26 out. 2005.

SORIĆ, M. et al. Associations of objectively assessed sleep and physical activity in 11-year old children. **Annals of Human Biology**, v. 42, n. 1, p. 31–37, 2015.

SUDHOLZ, B. et al. The Impact and Feasibility of Introducing Height-Adjustable Desks on Adolescents' Sitting in a Secondary School Classroom. **AIMS Public Health**, v. 3, n. 2, p. 274–287, 2016.

TONETTI, L.; FABBRI, M.; NATALE, V. Sex difference in sleep-time preference and sleep need: A cross-sectional survey among Italian pre-adolescents, adolescents, and adults. **Chronobiology International**, v. 25, n. 5, p. 745–759, 2008.

TREMBLAY, M. S. 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–S327, jun. 2016.

TUDOR-LOCKE, C. et al. Fully automated waist-worn accelerometer algorithm for

detecting children's sleep-period time separate from 24-h physical activity or sedentary behaviors. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 39, n. 1, p. 53–57, jan. 2014.

TUDOR-LOCKE, C. et al. Nocturnal sleep-related variables from 24-h free-living waist-worn accelerometry: International Study of Childhood Obesity, Lifestyle and the Environment. **International Journal of Obesity Supplements**, v. 5, n. S2, p. S47–S52, 8 dez. 2015a.

TUDOR-LOCKE, C. et al. Improving wear time compliance with a 24-hour waist-worn accelerometer protocol in the International Study of Childhood Obesity, Lifestyle and the Environment (ISCOLE). **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 12, n. 1, p. 11, 11 dez. 2015b.

VANHELST, J. Quantification de l'activité physique par l'accélérométrie. **Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique**, v. 67, n. 2, p. 126–134, abr. 2019.

VINCENT, G. E. et al. Temporal and bidirectional associations between physical activity and sleep in primary school-aged children. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 42, n. 3, p. 238–242, 2017.

WHO. **WHO guidelines on physical activity, sedentary behaviour**. World Health Organization, , 2020. Disponível em:
<<https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>>

YANG, Y. et al. Sedentary behavior and sleep problems: a systematic review and meta-analysis. **International Journal of Behavioral Medicine**, v. 24, n. 4, p. 481–492, 2017.

6 CONCLUSÕES GERAIS

Esta tese teve como objetivo geral avaliar o uso do tempo em AF, CS e sono em 24 horas além de estimar possíveis alterações no IMC ao realocar o tempo envolvido nesses comportamentos e analisar suas possíveis associações temporais e bidirecionais, em uma amostra de adolescentes de uma instituição de período integral no Brasil.

A literatura aponta um grande desafio dos adolescentes para alcançar as recomendações diárias de sono (de oito a 10 horas), AFMV (pelo menos 60 minutos) e TT (no máximo duas horas) por permanecerem um longo tempo do dia em CS na escola. Isso se deve ao fato de o período escolar apresentar poucas possibilidades dos estudantes se movimentarem, limitando as oportunidades de eles permanecerem ativos exclusivamente durante os recreios diários e nas aulas de Educação Física duas vezes por semana. Esse panorama é ainda alarmante em escolas de tempo integral como os IFs em que as aulas são realizadas em dois turnos (manhã e tarde).

É notório que o elevado tempo de exposição a tela, mediante as interações nas mídias sociais e pela comunicação e entretenimento de forma digital, principalmente no período noturno, pode ocasionar efeitos negativos sobre a duração e a qualidade do sono dos adolescentes. A partir disso, a sensação de cansaço/fadiga e a sonolência diurna podem impactar negativamente na motivação dos adolescentes a praticarem AF no dia seguinte, favorecendo o tempo envolvido em CS.

A análise composicional dos CHH diários verificou que nenhum dos avaliados atingiu as três recomendações de forma integrada, sendo que as recomendações isoladas de sono, AFMV e TT foram alcançadas por apenas 33%, 8% e 1% dos adolescentes avaliados. Ademais, a análise composicional isotemporal mostrou que a substituição de AFMV por AFL apresenta uma perspectiva de aumento do $zIMC$, o que pode favorecer o desenvolvimento da obesidade; ainda que isso ocorra em períodos superiores a 75 minutos.

A partir da avaliação das associações temporais e bidirecionais entre os comportamentos de vigília e padrão de sono foi possível observar que após as noites de maior duração e maior tempo acordado após início do sono os adolescentes se envolveram por um tempo menor em CS e em AFL ao longo do dia; sendo essa

relação bidirecional. Também se nota que após as noites de sono de melhor qualidade, em que os adolescentes apresentaram maior ES e menor IFS, estes foram mais ativos fisicamente em intensidade leve no dia seguinte.

Além disso, os resultados apontam que associações mais fortes foram constatadas entre os rapazes que levantaram mais tarde realizando menos AFL no dia seguinte do que entre as moças. E, houve associação mais forte entre os dias da SR em que os adolescentes se envolveram em mais CS, deitando na cama mais cedo e, entre as noites da SR em que os adolescentes dormiram mais, sendo menos ativos em intensidade moderada a vigorosa no dia seguinte; em relação ao FDS. Também houve associação mais forte entre os dias de FDS em que os adolescentes realizaram mais AFL, dormindo mais tarde e por menos tempo e, entre os dias de FDS em que eles levantaram da cama mais tarde e realizaram menos AFL ao longo do dia; em relação aos dias da SR.

Por fim, é possível constatar que a duração do sono e uma adequada rotina de sono pode favorecer a disponibilidade de tempo para que os adolescentes se tornem mais ativos e menos sedentários mediante a natureza composicional dos CHH (vigília e sono).

Nesse contexto, a AFL, predominante nas atividades de vida diária, pode ser a porta de entrada para se atingir as recomendações diárias de 60 minutos de AFMV, por ser mais fácil de ser modificada e por apresentar menor barreira e esforço para ser iniciada na rotina juvenil. Destacando que o FDS não apresenta tantas limitações na rotina e nas tarefas cotidianas como os dias letivos, o que possibilita aos adolescentes serem mais ativos por terem maior liberdade de escolha em suas 24 horas do dia.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar dos inúmeros benefícios advindos do sono adequado e da prática de AF, sobretudo no que diz respeito a AFMV, e dos efeitos deletérios ocasionados pelo elevado CS, vários estudos realizados em todo o mundo confirmam que a população infanto juvenil tem apresentado uma predominância do CS ao longo de 24 horas. Tal panorama advém do tempo sentado durante o período escolar, sobretudo em escolas de tempo integral como os IFs, e também do uso excessivo de telas em suas rotinas, prejudicando o padrão de sono e favorecendo a redução da prática de AF ao longo do dia.

Nesse contexto, os resultados aqui apresentados enfatizam a necessidade de refletirmos sobre a recomendação de, no máximo, duas horas diárias em TT para crianças e adolescentes, uma vez que o alcance desta tem se tornado cada vez menos factível. Isso se deve a revolução tecnológica vivida nos últimos anos, a qual favoreceu o acesso a dispositivos inovadores (jogos eletrônicos, *videogames*, telas sensíveis ao toque, *tablets*, *smartphones*) e a comunicação através das mídias sociais, o que resultou em um aumento de exposição a tela.

Os resultados dessa tese ressaltam a importância da elaboração de políticas públicas não só para o ambiente escolar, mas também para o contexto familiar e social a fim de viabilizar alterações eficazes não só nas questões relacionadas ao TT e ao CS, mas também ao sono e AF dos adolescentes em prol de um estilo de vida mais saudável. Diante do desafio de realizar mudanças eficientes nos CHH dos adolescentes é necessário buscar algumas alternativas no cotidiano juvenil, tais como: realizar intervalos ativos ao longo do dia, movimentando mais e sentando menos; deslocar de forma ativa; praticar esportes e exercícios físicos preferencialmente no período diurno exposto ao sol; dormir e acordar em horários regulares; limitar o acesso os jogos eletrônicos, *videogames* e às mídias sociais, incentivando a interação e socialização dos jovens; reduzir o TT cotidiano, sobretudo a noite antes de dormir, dentre outras.

Nesse sentido, é essencial o envolvimento das instituições de ensino, na conscientização, divulgação e promoção de estratégias em que os professores de Educação Física podem se tornar mediadores no desenvolvimento de

comportamentos mais ativos e menos sedentários durante a rotina escolar. O apoio e incentivo dos familiares e da sociedade deve ocorrer simultaneamente para que essas estratégias possam perdurar sendo agregadas ao cotidiano dos adolescentes além do período letivo. Entretanto, é essencial destacar que a execução destas alternativas de forma integrada as torna ainda mais eficazes na obtenção de benefícios ao se adotar um estilo de vida mais saudável.

Sugere-se que novos estudos longitudinais, qualitativos e de intervenção possam avaliar os efeitos preditivos e causais sobre os CHH e o IMC dos adolescentes abordando diferentes tipos de AFL e CS assim como características do sono (por exemplo, eficiência, sonolência diurna, insônia, sensação de cansaço ou fadiga ao acordar). Ademais, se faz necessário analisar a adequação de TT diário a realidade contemporânea e investigar parâmetros como ambiente construído, barreiras a prática de AF, tipo de transporte utilizado dentre outros que possam agregar valor as interpretações no que dizem respeito aos CHH, além de avaliar comportamento alimentar, período menstrual das moças e dosagens hormonais que possam agregar valor as interpretações das variáveis avaliadas.

APÊNDICES

Apêndice A - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

INFORMAÇÕES AOS PARTICIPANTES E TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
Efeitos da atividade física habitual, comportamento sedentário e fatores associados sobremarcadores cardiometabólicos em adolescentes

Contato da equipe de pesquisa
Doutoranda: Fernanda Rocha de Faria – Tel.: (31) 99256-5516 /e-mail: projetosaudedoadolescente@gmail.com
Professor Orientador: 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 B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

INFORMAÇÕES AOS PARTICIPANTES E TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	
Efeitos da atividade física habitual, comportamento sedentário e fatores associados sobremarcadores cardiometabólicos em adolescentes	
Contatos da equipe de pesquisa	
Doutoranda: Fernanda Rocha de Faria – Tel.: (31) 99256-5516 e-mail: projetosaudedoadolescente@gmail.com	
Professor Orientador: 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 74104218.3.0000.5153, 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;
- Concorde com a participação do seu filho(a) no projeto, ou para maiores de 18 anos, concorde voluntariamente em participar da pesquisa.

Nome _____ **do**

Responsável: _____

Assinatura _____ **do**

Responsável: _____

Cidade/Estado: _____

Telefone: _____

Data: _____ / _____ / _____

Apêndice C - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Campus Ituiutaba, Minas Gerais, Brasil

O Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM), criado pela Lei nº 11.892 de 2008¹, é constituído por uma Reitoria e 11 *Campi*², sendo que 8 destes apresentam cursos técnicos integrados ao ensino médio², dentre os quais está incluído o Campus de Ituiutaba.

A cidade de Ituiutaba, Minas Gerais, Brasil, cuja população estimada no ano de 2018 foi de 101.097 habitantes possuía o Índice de Desenvolvimento Humano de 0,739 (IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018). O IFTM da referida cidade oferece educação técnica de nível médio, especialmente na forma de cursos integrados¹, através de ensino, pesquisa e extensão desenvolvendo a sociedade de forma inclusiva e democrática³.

Os alunos ingressam nos cursos técnicos integrados ao ensino médio por meio de um processo seletivo que abrange os conhecimentos do Ensino Fundamental. Os cursos técnicos são diurnos e o número de disciplinas depende do catálogo nacional de cada curso técnico⁴. Porém todos os cursos técnicos, possuem as seguintes disciplinas do currículo da base nacional comum: artes, artes, biologia, educação física, espanhol, filosofia, física, geografia, história, inglês, matemática, português, química e sociologia.

Em 2018, cada ano do ensino médio do IFTM Campus Ituiutaba possuía uma turma dos cursos técnicos de agricultura, agronomia, eletrotécnica, informática e química, totalizando 15 turmas. Cada turma possuía, em média, 17 disciplinas curriculares obrigatórias, distribuídas em oito horários por dia, sendo que a Educação Física contava com dois horários geminados uma vez por semana. O horário escolar era de 7:30 horas da manhã às 16:50 horas da tarde, de segunda a sexta-feira.

O IFTM Campus Ituiutaba se localiza em uma área afastada do perímetro urbano a aproximadamente sete quilômetros de distância do centro da cidade, por esse motivo muitos alunos utilizavam transporte público para chegar e sair do Instituto. Além destes alunos, vários outros também utilizavam de transporte escolar para o Instituto por serem oriundos de cidades vizinhas como Campina Verde, Canápolis, Capinópolis e Santa Vitória.

Devido a sua localização, os estudantes permaneciam nas dependências do Instituto durante todo o horário escolar, ou seja, aproximadamente 9 horas. Durante o horário de almoço (entre 11:10 e 13:10 horas), os alunos realizavam atividades 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. O Campus dispõe de salas de aulas, sala de professores, salas administrativas, laboratórios específicos dos cursos técnicos, auditório, uma quadra poliesportiva, uma lanchonete, e um refeitório.

No ano de 2018, o refeitório do Campus manteve-se fechado devido a falência da empresa vencedora da licitação. Poucos estudantes utilizavam o refeitório para fazer suas refeições devido ao custo-benefício desfavorável. Diante disso, muitos optavam pela compra de marmitex de restaurantes externos ao Instituto. Outra opção para se alimentar era obter produtos alimentícios comercializados na lanchonete do Instituto; a qual seguia as recomendações do cardápio da alimentação escolar para ensino médio integral e integrado do estado de Minas Gerais⁵, porém, no ano de 2018, devido ao afastamento da nutricionista do Instituto para aprofundar seus estudos na pós-graduação, ofertou outros produtos alimentícios como: refrigerantes, bebidas energéticas, sorvetes, açaís, chocolates, balas, salgados fritos faziam parte do cardápio.

Referências

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/l11892.htm. Acesso em: 17 de dezembro de 2021.

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: 17 de dezembro de 2022.

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.

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. Acesso em: 17 de dezembro de 2021.

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: 17 de dezembro de 2021

Apêndice D – Questionário de Características Gerais da Amostra

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)			

Avaliação Clínica	1ª medida	2ª medida	3ª medida
Pressão Arterial (mmHg)			

Apêndice E – 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:		
AVALIAÇÕES		
Peso:	Altura:	IMC:
Avaliação:		
Cintura:	Quadril:	Cintura/Quadril:
Avaliação:		
Percentual de gordura corporal:		
Avaliação:		
Pressão arterial média:		
Avaliação:		
Tempo de Sono:	Tempo de Tela:	
Avaliação:		
Atividade Física:		
Alimentação:		
Consumos de Álcool e Tabaco:		
Saúde Mental:		

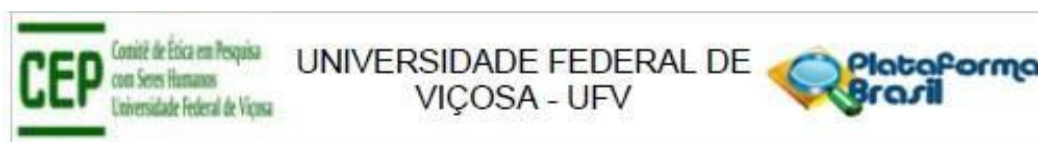
Apêndice F – Instruções Para Uso do Acelerômetro

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, recoloque 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).

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

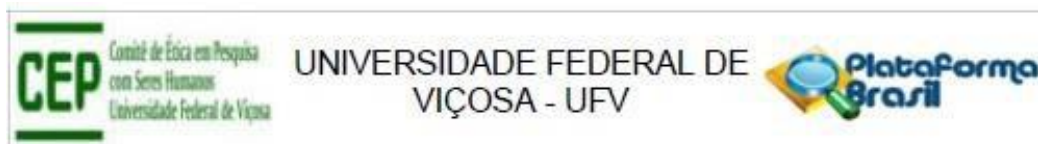
DADOS DO PARECER

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)3699-2492 **E-mail:** cep@ufv.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
VIÇOSA - UFV



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:

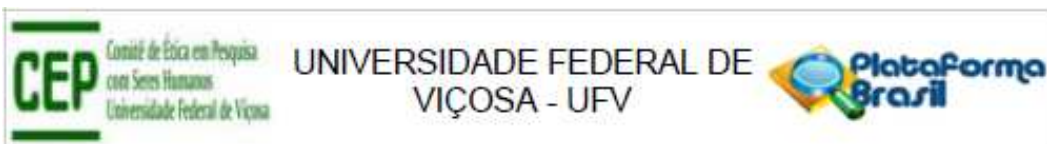
Riscos: O estudo inclui o risco de vazamento das informações relacionadas aos participantes. Entretanto, serão tomados todos os cuidados necessários a fim de manter em sigilo todas as informações de caráter pessoal, de forma que apenas o pesquisador tenha acesso a esse conteúdo. Alguns questionários 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 Referência a UFV do cabeçalho do TCLE.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

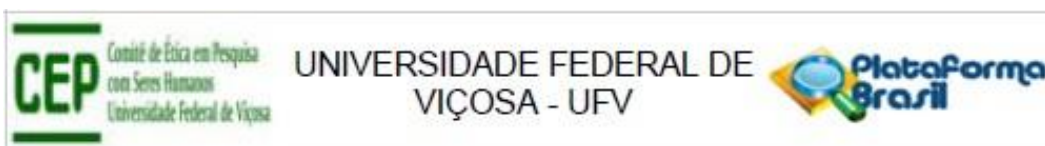
Ao término da pesquisa é necessário apresentar, via notificação, o Relatório Final (modelo disponível no site www.cep.ufv.br). Após ser emitido o Parecer Consubstanciado de aprovação do Relatório Final, deve ser encaminhado, via notificação, o Comunicado de Término dos Estudos para encerramento de todo 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_BASICAS_DO_PROJETO_058064.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	Orcamento.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 - Critério de Classificação Econômica da Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP) – 2015

Agora vou fazer algumas perguntas sobre itens do domicílio para efeito de classificação econômica.

Todos os itens de eletroeletrônicos que vou citar devem estar funcionando, incluindo os que estão guardados.

Caso não estejam funcionando, considere apenas se tiver intenção de consertar ou repor nos próximos seis meses.

INSTRUÇÃO:

Todos os itens devem ser perguntados pelo entrevistador e respondidos pelo entrevistado. Vamos começar? No domicílio tem _____ (LEIA CADA ITEM)

ITENS DE CONFORTO	NÃO POSSUI	QUANTIDADE QUE POSSUI			
		1	2	3	4+
Quantidade de automóveis de passeio exclusivamente para uso particular					
Quantidade de empregados mensalistas, considerando apenas os que trabalham pelo menos cinco dias por semana					
Quantidade de máquinas de lavar roupa, excluindo tanquinho					
Quantidade de banheiros					
DVD, incluindo qualquer dispositivo que leia DVD e desconsiderando DVD de automóvel					
Quantidade de geladeiras					
Quantidade de <i>freezers</i> independentes ou parte da geladeira duplex					
Quantidade de microcomputadores, considerando computadores de mesa, laptops, notebooks e netbooks e desconsiderando tablets, palms ou smartphones					
Quantidade de lavadora de louças					
Quantidade de fornos de micro-ondas					
Quantidade de motocicletas, desconsiderando as usadas exclusivamente para uso profissional					
Quantidade de máquinas secadoras de roupas, considerando lava e seca					

A água utilizada neste domicílio é proveniente de?	
1	Rede geral de distribuição
2	Poço ou nascente
3	Outro meio

Considerando o trecho da rua do seu domicílio, você diria que a rua é:	
1	Asfaltada/Pavimentada
2	Terra/Cascalho

Qual é o grau de instrução do chefe da família? Considere como chefe da família a pessoa que contribui com a maior parte da renda do domicílio.

Nomenclatura atual	Nomenclatura anterior
Analfabeto / Fundamental I incompleto	Analfabeto/Primário Incompleto
Fundamental I completo / Fundamental II incompleto	Primário Completo/Ginásio Incompleto
Fundamental completo/Médio incompleto	Ginásio Completo/Colegial Incompleto
Médio completo/Superior incompleto	Colegial Completo/Superior Incompleto
Superior completo	Superior Completo

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) suite(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, coqueiras, 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.

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 louça	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

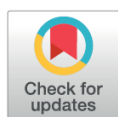
Classe	Pontos
A	45 - 100
B1	38 - 44
B2	29 - 37
C1	23 - 28
C2	17 - 22
D-E	0 - 16

Anexo C – Artigo original 1 publicado

PLOS ONE

RESEARCH ARTICLE

Sleep, sedentary behavior, and physical activity in Brazilian adolescents: Achievement recommendations and BMI associations through compositional data analysis

Sabrina Fontes Domingues^{1*}, Cristiano Diniz da Silva², Fernanda Rocha Faria³, Helton de Sá Souza¹, Paulo Roberto dos Santos Amorim¹¹ Department of Physical Education, Federal University of Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brazil, ² Department of Physical Education, Federal University of Juiz de Fora—Advanced Campus Governador Valadares, Governador Valadares, Minas Gerais, Brazil, ³ Federal Institute of Education, Science and Technology of Triângulo Mineiro, Ituiutaba, Minas Gerais, Brazil* fontes.sabrina@yahoo.com.br

OPEN ACCESS

Citation: Domingues SF, Diniz da Silva C, Faria FR, de Sá Souza H, dos Santos Amorim PR (2022) Sleep, sedentary behavior, and physical activity in Brazilian adolescents: Achievement recommendations and BMI associations through compositional data analysis. PLoS ONE 17(4): e0266926. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266926>

Editor: Federica Provini, IRCCS Istituto Delle Scienze Neurologiche di Bologna, ITALY

Received: December 15, 2021

Accepted: March 29, 2022

Published: April 11, 2022

Copyright: © 2022 Domingues 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: All relevant data are within the paper and its [Supporting Information](#) files.

Funding: SFD The Coordination of the Improvement of Higher Education Personnel <https://www.gov.br/capes/pt-br>. This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001. NO - Include

Abstract

Physical activity, sedentary behavior (SB), and sleep are habitual human behaviors (HHB) which are modifiable throughout the different life phases. Therefore, it is necessary to analyze how the time distribution throughout the day among HHB may be associated with body mass index (BMI). These results could provide inferences which can guide interventions that trigger changes in adolescent behaviors in favor of their health. The objective of this study was to verify the proportion of adolescents who meet the recommendation of sleep, moderate to vigorous physical activity (MVPA), and screen time (ST); to analyze the associations between HHB and BMI, and to determine possible changes in BMI associated with time reallocation between different HHB. Daily HHB recommendations (yes/no) were analyzed by frequency distribution. Compositional data analyses were used to examine the association between HHB and the BMI z-score (zBMI) with covariates (sex, age, and socioeconomic status). Compositional isotemporal substitution models estimated the change in zBMI associated with HHB reallocations from 15 to 120 minutes. A total of 185 adolescents were included (15 to 18 years, 50.8% boys). Thus, total sleep time, SB, light physical activity (LPA) and MVPA were measured by 24-hour accelerometry for seven consecutive days. ST, demographic characteristics, and socioeconomic status were assessed using a questionnaire. Sleep, MVPA, and ST recommendations were achieved by 32.97%, 8.10%, and 1.08% of the sample, respectively. No adolescent was able to achieve all of the daily recommendations. Age was significantly and positively associated with zBMI ($p < 0.001$). Simply replacing 75, 90, and 120 minutes of MVPA by LPA led to an estimated significant increase in zBMI (95%CI z-value, 0.01 to 1.49). The HHB relocation estimates in 24h did not show positive effects on zBMI, nor did it increase the time engaged in MVPA, which may raise the hypothesis that other parameters related to obesity and their related interactions need to be better understood.

this sentence at the end of your statement: The funders had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

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

Introduction

"Movement behaviors" have been cited in the literature [1, 2] as encompassing physical activity (PA), sedentary behavior (SB) and sleep. They have been influenced by various interdependent factors regarding the time-lapse over a day. Therefore, they are modifiable [3] throughout the different life phases. The term habitual human behaviors (HHB) was adopted due to possible concepts counterpoints, considering the definition of sleep as a behavioral, reversible, and cyclic state characterized by relative immobility and increased threshold of responses to external stimuli [4, 5].

Adolescence is a period of life characterized by biopsychosocial, cognitive, and behavioral changes that affect the entire life of subjects [6, 7]. Among these changes, it is possible to observe a marked change in the sleep-wake cycle, with a predisposition to a later sleep-wake cycle causing a delay in the circadian rhythm by a reduction in the quality and total sleep time [8]. It is worth mentioning that sleep disorders can negatively interfere with cognition [9], mood [10], and metabolism [11], in addition to the endocrine, immune and cardiovascular systems [12].

Certainly, all of the aforementioned alterations may favor an increase in sedentary behavior [13] typically observed in adolescence. These alterations may increase the risk of cardiovascular and all-cause mortality, as well as favor the incidence of cardiovascular disease and type II diabetes [14]. The literature has shown that most adolescents do not meet daily public health recommendations, which cover a minimum of 60 minutes of moderate to vigorous PA (MVPA) practice [1, 15–17], from eight to 10 hours of sleep [1, 18, 19], and a maximum of two hours of screen time (ST) [1, 20], which can all impact this population's body mass index (BMI).

In addition, it is well-known that obesity in adolescence can negatively affect several health components [21] and may persist in adulthood, increasing the risk of developing chronic diseases throughout life [22] and favoring early mortality. Therefore, it is necessary to analyze how the time distribution throughout the day among HHB may be associated with BMI to search for inferences which can guide interventions that trigger changes in adolescent behaviors in favor of their health.

Behaviors represent mutually exclusive components of daily time use [23, 24]. Therefore, they present data of a compositional nature [24–26] in which their constant sum results in 24 hours [27, 28]. In this sense, several studies have used compositional techniques to assess the relationships with health [22, 24, 25, 27–33], and non-conventional multivariate analysis methods are required to consider co-dependence and collinearity [25, 26].

The use of a compositional isotemporal substitution model also offers the possibility of quantifying the time spent in each behavior and relocating fixed periods between the 24-hour behavior [28], thereby allowing to verify associations and joint theoretical predictions between the 24-hour behavior and health [34]. However, a recent literature review with 51 studies [35] indicated that only one study was conducted with adolescents verifying behaviors and BMI. In addition to this gap, no study has evaluated possible BMI changes when relocating fixed periods between HHB evaluated by 24-hour accelerometry in a sample of Brazilian adolescents.

Given the above, this study aims to: i) verify the proportion of adolescents who comply with the behavioral recommendations of sleep, MVPA, and ST and their combinations; ii) analyze the associations between HHB and BMI through compositional analysis; and iii) estimate the theoretical effects of isotemporal substitution between these HHB and BMI.

Materials and methods

Study design and participants

This is an observational cross-sectional study composed of adolescent students of both sexes from the Federal Institute of the Triângulo Mineiro (IFTM), a full-time public school located

in Ituiutaba city, Minas Gerais, Brazil. According to the Brazilian Institute of Geography and Statistics [36], Ituiutaba city comprised a population of 105,818 inhabitants in 2021, and the Human Development Index was 0.739. The study was conducted between March and September 2018. Adolescents under 18 years of age signed a free and informed consent form (ICF) to participate in the study, while their parents or legal guardians signed the free and informed assent form (IAF). Adolescents aged 18 years or older only received the ICF, which they had to sign. All procedures met the guidelines of the Declaration of Helsinki, being approved by the Committee of Ethics in Research involving human beings of the Federal University of Viçosa (Presentation Certificate of Ethical Appreciation—CAAE: 74104217.3.0000.5153, report no: 2.313.053). The dataset analyzed during the current study are available in [S1 File](#). This study is an integral part of an umbrella project that evaluates movement behavior and health outcomes in adolescents [37]. The sample size was calculated by the EpiInfo version 7.2.2.16 software program (Georgia, USA) using a formula for cross-sectional studies.

The population size was established at 471 (number of adolescents enrolled in technical courses integrated to the IFTM high school, Ituiutaba Campus). A prevalence of 26% overweight and obesity in Brazilian adolescents aged 15 to 17 years was assumed for this study [38], as well as an acceptable error of 5%, a confidence level of 95%, and a design effect of 1.0. Thus, a minimum sample of 185 adolescents was found from these configurations.

The volunteers were selected by simple random sampling, respecting sex proportionality and the high school grade. The result was disregarded in cases where the student did not agree to participate in the study, and a new selection was performed.

Students regularly enrolled in the institute's high school, between 15 and 18 years of age and not participating in weight loss programs, were included. Girls who had menarche for at least of 1 year, and boys who had axillary hair were included. Pregnant adolescents, those who had any mental or physical disabilities (temporary or permanent), who used diuretics or anti-hypertensives, those who had not signed the ICF or IAF forms or those who did not use the accelerometer for at least three nights (two weekdays and one weekend day) were excluded.

Details of data collection procedures can be found in a previous publication by our research group [37].

Data collection procedures

Anthropometry. Bodyweight was individually measured using a digital scale (Plenna[®], model Ice HON-00823, São Paulo, Brazil) and height was measured by a portable stadiometer (Sanny Medical[®], model ES-2040, São Paulo, Brazil) according to Lohman, Roche, and Martorell [39] in a specific room with a controlled environment. In addition, BMI was classified by z-score according to sex and age by the World Health Organization [40].

Screen time. The adolescents were instructed to consider all types of screens when asked: "On a normal day, how many hours do you spend in front of an electronic media device?" Volunteers who responded less than two hours reached screen time recommendations [1, 20].

Habitual human behaviors (sleep, SB, LPA, and MVPA). The total night sleep time, SB, light PA (LPA) and MVPA were evaluated using a GT3X accelerometer (ActiGraph[™] Corp., Pensacola, Florida, USA) on the right side of the hip fixed by an elastic belt, 24 hours a day. Data were collected for eight consecutive days, including on the weekend. Only valid data collected for at least three nights of proper sleep were entered in the analyses, including one weekend night (Friday or Saturday) [41]. All volunteers were instructed to maintain their usual routine and to only remove the equipment to perform activities where the accelerometer would be submerged in water [42–46]. Participants were contacted daily through a messaging

application during the collection period to ensure that the accelerometer was being used appropriately [47].

The collections took place over 24 hours for at least four days. Only data collected for at least 10 hours of wakefulness [47–49] and the first day of registration was excluded because it was considered a familiarization period to avoid the *Hawthorne effect* [50]. All collections were initiated at 11:59 a.m. [46].

The Actilife[®] version 6.13.4 software program (ActiGraph, LLC, Fort Walton Beach, USA) was used to initialize, download, and process the data. A sampling rate of 30 Hz, normal filter, and 60 seconds epochs were used. The non-use time during wakefulness was defined as at least 20 consecutive minutes of zero counts/minute recording [51].

The algorithm proposed by Sadeh [52] to classify each minute as sleep or wakefulness, and the automatic algorithm validated for data collected by accelerometers used in the waist in 24 hours [47] were used in the ActiLife[®] software program to identify the total time of night sleep from the reintegration of the data into 60 seconds epochs.

The weekly total and average total daily sleep time were calculated only using the days when the total accumulated sleep period was ≥ 160 minutes [41]. The volunteers reached the sleep recommendations when the average total sleep time reached values between 8 and 10 hours per night [1, 18, 19].

After excluding the total time of night sleep and the non-use time in wakefulness [44], the time in SB, LPA, MVPA was classified according to the cut-off points validated for Brazilian adolescents as proposed by Romanzini et al. [53]. The volunteers reached the PA practice recommendations when they performed an average of more than 60 minutes of MVPA per day [1, 15–17].

Co-variables. Age and sex were self-reported. Socioeconomic status (SES) was classified through a questionnaire proposed by the Association of Research Companies [54] through the final score obtained by household characteristics, the education level of the head of the family, and the access conditions to public services.

Statistical analysis

Descriptive statistics are presented as mean $\pm$ standard deviation, median, counts, and percentage (%). HHB daily recommendations (yes/no) were analyzed by frequency distribution and reported as percentage. A z-test (in a two-tailed hypothesis) and 95% confidence interval (CI) based on the chi-squared distribution were used for comparing two independent proportions. Univariate standard comparisons between sexes were made by Wilcoxon's signed-rank test. Effect size is given by the biserial correlation (r) with matched pairs using 200 *bootstrap* replicates to calculate 95%CI. Effect size was interpreted according to the values $|r| < 0.1$ "very small"; $|r| 0.1 \leq 0.3$ "small"; $|r| 0.3 \leq 0.5$ "moderate"; and $|r| > 0.5$ "large" [55].

The compositional nature of 24-hour time-use behaviors (each part of the composition normalized to sum 1440 min) was analyzed according to the compositional data analysis (CoDa) paradigm using an isometric log-ratio (*ilr*) data transformation [25]. With the absence of zero values in the original dataset in any compositional part, the *ilr* coordinates were created using a sequential binary partition process (SBP) by partitioning the composition [56]. The relative dispersion of compositional data was robustly estimated using the variation matrix (i.e. contains all pair-wise log-ratio variances) [57], which summarizes the variability structure of data by log-ratio variances [25]. The multivariate outlier detection procedure was based on (robust) Mahalanobis distances in the *ilr* coordinates to reduce the effect of the deviations on the model assumptions and estimation.

The compositional regression models were subsequently used to investigate the predictive adjustments in BMI *z*-scores (zBMI) models. The compositional predictor (expressed as a set of *ilr* coordinates) was used as the exploratory variable. The model simplification method adopted was both directions stepwise-selected lowest Akaike information criterion (AIC) [58]. The variance inflation factor (VIF) was used as measure to analyze the multicollinearity magnitude of model terms considered satisfactory when less than 5 [59]. All other modelling assumptions (skewness, kurtosis, link function, and heteroscedasticity) were assumed [60]. The final fitted model was subsequently used for prediction purposes to quantify how hypothetical time reallocations (i.e., 15, 30, 45, 60, 75, 90, and 120 min) between each HHB were associated with BMI changes. The differences between the pivot coordinate representations of the hypothetical relocation and the average compositions of baseline HHB were (re)calculated to estimate the BMI change associated with one-to-one relocations [26]. The estimated differences for BMI and their respective 95% CIs were obtained by considering them significant when the 95% CI did not cover zero.

The analyses were performed with the *compositions* [61] and *robcompositions* [62] packages using the R statistical programming language (version 4.1.0; R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria) [63]. The alpha level was set at 0.05 and residual values were adjusted ($-1.96 < z < 1.96$).

Results

A total of 247 adolescents were invited to participate in the data collection. From this total, 19 did not accept to participate in the study, and 43 were excluded for not using the accelerometer for at least three nights (two weekdays and one weekend day). Thus, the sample consisted of 185 adolescents (Fig 1).

The participants' general characteristics are presented in Table 1. The mean age of the total sample was 15.96 ± 1.02 years, and approximately half (50.8%) of the sample was male. The participants' characteristics were generally similar, except for the difference in physical attributes (body mass and height), in which boys are taller and heavier than girls (*both*, $p < 0.001$). It is noted that both girls and boys have a high percentage of the total daily screen time exposure (27% and 30%, respectively).

The accelerometers were used on average for six valid days (56.2% of the sample), and the effective daily monitoring time reached $94.7 \pm 3.1\%$ per day (i.e. 1363.5 ± 45.3 min/day of the 1440 min/day possible). None of the evaluated participants, regardless of sex, simultaneously complied with all general recommendations of sleep, PA and ST in 24 h. This fact can be

Table 1. Participant characteristics.

Characteristics	Boys, N = 94 ^a	Girls, N = 91 ^a	W-value ^b	p-value ^b	ES (95% CI) ^c
Age (years)	15.96 $\pm$ 1.02 (16.00)	16.13 $\pm$ 0.98 (16.00)	3843	0.214	-0.10 (-0.26, 0.07)
Weight (kg)	67.34 $\pm$ 13.60 (63.70)	59.44 $\pm$ 13.56 (56.40)	5931	<0.001	0.39 (0.24, 0.52)
Height (cm)	174.21 $\pm$ 6.61 (173.60)	162.62 $\pm$ 6.17 (162.40)	7691	<0.001	0.80 (0.73, 0.85)
BMI (kg/m ²)	22.17 $\pm$ 4.23 (20.98)	22.46 $\pm$ 4.99 (21.00)	4262	0.968	0.00 (-0.17, 0.16)
Socioeconomic score (a.u.)	32.91 $\pm$ 8.32 (32.00)	30.78 $\pm$ 8.46 (31.00)	4861	0.108	0.14 (-0.03, 0.30)
Screen-time (hours)	6.42 $\pm$ 2.97 (5.00)	7.10 $\pm$ 3.60	3751	0.146	-0.12 (-0.28, 0.04)

a. u.—arbitrary unit; BMI, body mass index.

^a Mean $\pm$ SD (Median).

^b Wilcoxon's Signed Rank Test (W-value and correspondent exact or rounded p-value).

^c Effect size (ES) was obtained by biserial correlation (r) with matched pairs (95% CI; 200 bootstrap replicates) and magnitude difference.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266926.t001>

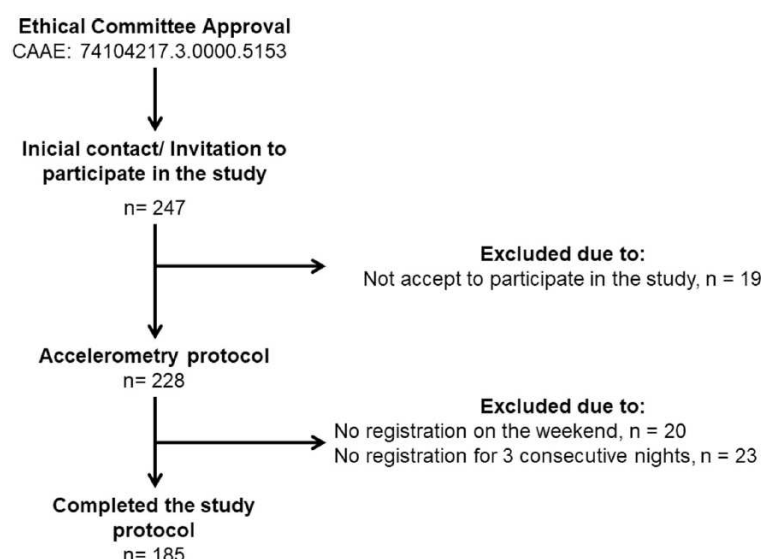


Fig 1. Sample selection flowchart.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266926.g001>

observed by the absence of data in the areas of union/intersection between the criteria observed in the *Venn* diagram (Fig 2A–2C). The sleep recommendation was achieved by the highest number of adolescents ($N = 61$; 32.97% of the total), followed by MVPA ($N = 15$; 8.10% of the total) and ST ($N = 2$; 1.08% of the total) as shown in Fig 2A. In addition, the results showed that a higher percentage of boys met the MVPA recommendations (14.89% vs. 1.09%; $Z = 3.44$, $p < 0.001$, $r = 0.84$, 95% CI [0.79, 0.87]) (Fig 2B); while a higher percentage of girls meet sleep guidelines (42.85% vs. 23.40%; $Z = 2.81$, $p < 0.01$, $r = 0.82$, 95% CI [0.77, 0.86]) (Fig 2C). There were no differences between sexes to meet ST recommendations (boys = 1.06%, girls = 1.09%; $Z = 0.02$, $p = 0.98$).

Table 2 presents the compositional statistics of the four parts of the daily time use behaviors (absolute and relative value). Standard and normalized statistics in accordance with the compositional paradigm for 1440 min/day are also presented. The normalized geometric mean for

Table 2. Descriptive and compositional statistics of daily use of time in each human behavior.

Behaviors	Daily time (min/day)			Geometric Mean (%)		
	Overall (N = 185)	Girls (N = 91)	Boys (N = 94)	Overall (N = 185)	Girls (N = 91)	Boys (N = 94)
SB	722.13 ± 64.64	728.30 ± 58.69	716.16 ± 69.72	50.52	50.13	50.87
LPA	187.92 ± 45.94	177.05 ± 39.23	198.45 ± 49.59	12.82	13.53	12.10
MVPA	37.91 ± 18.93	31.13 ± 13.96	44.47 ± 20.78	2.35	2.79	1.96
Sleep	492.04 ± 60.13	503.53 ± 55.84	480.92 ± 62.31	34.31	33.55	35.07

SB: sedentary behavior; LPA: light physical activity; MVPA: moderate-to-vigorous physical activity. The activity behaviors in its absolute time per day and relative (% geometric) form are presented as mean ± Standard Deviation; in the compositional perspective, the data are presented as geometric mean normalized to 100% of time (i.e. the center of compositional mean which cannot include SD) for four-part daily time-use composition (closed to total one day; i.e. 1440 min.day⁻¹).

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266926.t002>

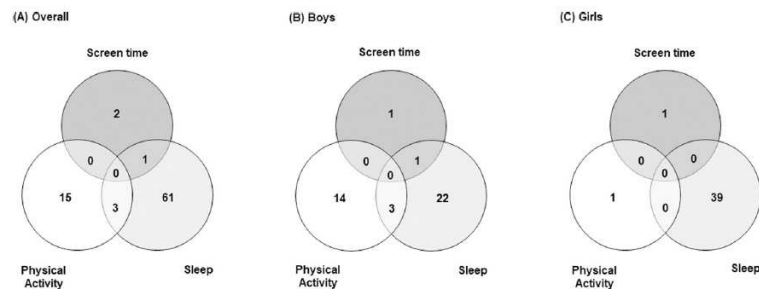


Fig 2. Participants' compliance with the behavior guidelines. (A) Overall. (B) Boys. (C) iGirls.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266926.g002>

100.0% of the time in the total sample demonstrates that an average of 34.31% of the daily time of 24 h is spent sleeping, 50.52% is destined to SB, 12.82% in LPA, and 2.35% in MVPA.

The data variability is shown in Table 3, being represented by the matrix of variation of the composition of the HHB. The minor variation of the logarithmic ratio in pairs was identified between sleep and SB (0.03), indicating greater co-dependence between these behaviors. However, the most significant variations occurred between SB and MVPA (0.34) and sleep and MVPA (0.33), constituting pairs of behaviors with the lowest co-dependence. The robust total variance of the compositional measurement (i.e. global dispersion of a compositional sample) was equivalent to 0.28.

The parameters of the fitted final multivariate linear model analyzed by ANOVA considered that isometric logarithmic coordinates and age could significantly predict *zBMI*. The model explains a moderate and statistically significant variance proportion ($R^2 = 0.10$, $F(4, 180) = 4.79$, $p < 0.001$, adj. $R^2 = 0.08$). The effect of age is statistically significant and positive ($\beta = 0.28$, 95% CI [0.14, 0.42] $t(180) = 3.87$, $p < 0.001$), confirming the need to control this effect of age in the context of isotemporal prediction analyses.

Theoretical estimates of isotemporal relocation were generated from this model using fixed time durations (15, 30, 45, 60, 75, 90, and 120 minutes) from one HHB to another, while the remaining behaviors were kept constant. The only changes predicted in the *zBMI* were observed for relocation of 75, 90, and 120 minutes of MVPA to LPA, associating with an increased perspective of 0.75, 0.76, and 0.78 units in the *zBMI* mean, respectively, as shown in Table 4.

Table 3. Pair-wise log-ratio matrix of the four-part time-use composition.

t_{ij}	SB	LPA	MVPA	Sleep
SB		0.11	0.34	0.03
LPA			0.17	0.11
MVPA				0.33

SB: sedentary behavior; LPA: light physical activity; MVPA: moderate-to-vigorous physical activity. Data are presented as the variation matrix of the pair-wise log ratio estimate by robust procedures (i.e. *Minimum Covariance Determinant*, a highly robust estimator of multivariate location and scatter via the "Fast MCD" or "Deterministic MCD" ["DetMcd"] algorithm with number of subsets used for initial estimate nsamp = 500). To simplify, only the upper triangle is represented, omitting the first column and last row. A value approaching "0" indicates high proportionality between pairs of behaviors, while approaching "1" indicates the opposite.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266926.t003>

Table 4. Estimated changes in the zBMI associated with the theoretical temporal reallocation between habitual human behaviors.

Behavior change	Isotemporal reallocations and estimated zBMI changes (95%CI low, high)		
	75 minutes	90 minutes	120 minutes
↑ Sleep ↓ SB	0.03 (-0.16, 0.22)	0.04 (-0.19, 0.26)	0.05 (-0.24, 0.35)
↑ Sleep ↓ LPA	-0.06 (-0.42, 0.30)	-0.07 (-0.53, 0.38)	-0.11 (-0.82, 0.59)
↑ Sono ↓ MVPA	0.69 (-0.15, 1.53)	0.69 (-0.15, 1.54)	0.60 (-0.16, 1.55)
↑ SB ↓ Sleep	-0.03 (-0.22, 0.17)	-0.03 (-0.27, 0.21)	-0.04 (-0.36, 0.28)
↑ SB ↓ LPA	-0.09 (-0.44, 0.27)	-0.11 (-0.56, 0.35)	-0.16 (-0.86, 0.54)
↑ SB ↓ MVPA	0.66 (-0.17, 1.49)	0.65 (-0.18, 1.49)	0.65 (-0.20, 1.49)
↑ LPA ↓ Sleep	0.04 (-0.23, 0.31)	0.05 (-0.27, 0.36)	0.06 (-0.35, 0.47)
↑ LPA ↓ SB	0.07 (-0.18, 0.32)	0.08 (-0.21, 0.38)	0.11 (-0.27, 0.49)
↑ LPA ↓ MVPA	0.75 (0.01, 1.48)*	0.76 (0.03, 1.49)*	0.78 (0.07, 1.49)*
↑ MVPA ↓ Sleep	0.33 (-0.07, 0.73)	0.36 (-0.08, 0.81)	0.43 (-0.11, 0.96)
MVPA ↓ SB	0.36 (-0.03, 0.75)	0.40 (-0.03, 0.83)	0.48 (-0.03, 0.99)
↑ MVPA ↓ LPA	0.27 (-0.37, 0.90)	0.29 (-0.47, 1.05)	0.31 (-0.72, 1.35)

* Considering significant when the 95% CI did not cover zero. SB: sedentary behavior; LPA: light physical activity; MVPA: moderate-to-vigorous physical activity. Estimation of change in BMI z-scores (zBMI) (low, high 95% confidence interval) when the behaviors was increased (↑) or decreased (↓) time in a combination of behavioral pairs. Analysis adjusted for age after linear model adjustment of explanatory variable elimination using ordinary least squares (OLS).

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266926.t004>

Discussion

Developing interventions to change adolescents' behavior throughout the day is necessary. Some studies [64, 65] point to the high prevalence of children and adolescents who do not meet the guidelines for behaviors in 24 hours, presenting high ST, low MVPA, and little sleep time.

Our findings confirm this observation because none of the participants simultaneously met the guidelines for ST, MVPA, and sleep, with an average of 50.52% of the daily time of these adolescents consumed in SB (722.13±64.64 minutes), 34.31% asleep (492.04±60.13 minutes), while only 12.82% in LPA practice (187.92±45.94 minutes) and 2.35% in MVPA (37.91±18.93 minutes). These results agree with studies conducted with Canadians aged 10 to 13 years [27], Americans aged six to 17 [33], and Czechs from eight to 18 years. Given this scenario, the risk of harmful health effects increases, in addition to impacting BMI, favoring overweight and obesity.

In our sample, 67.03% did not reach sleep time recommendations of 8 to 10 hours daily [1, 18, 19] for adolescents. This high prevalence may be linked to the fact that children's sleep duration and quality decrease significantly as they progress from childhood to adolescence [66] due to the delay in melatonin secretion by the pineal gland, necessary for the onset of sleep [67, 68].

Consequently, most adolescents stay up late, sleeping less on the days they go to school [69], and changes in sleep patterns may be tied to physiological, behavioral, and social changes that occur during adolescence [70]. Sleep phase delay can result from changes in the operational speed of the Circadian Timing System triggered by hormonal changes during puberty. As a result, a reduction in total sleep time and an extended endogenous period longer than 24 hours is observed, leaving individuals at this stage of life with a tendency to have nocturnal habits [71].

It is essential to highlight that sleep duration influences biological processes such as inflammation, glucose regulation, appetite, and energy expenditure [72], and the reduction of total sleep time can affect appetite for decreased leptin and increased ghrelin resulting in increased hunger and food intake; all of which may favor developing obesity [73].

In addition, high screen exposure levels at night can contribute to low sleep duration [74]. The use of electronic devices that have an illuminated screen (such as televisions, laptops, tablets, smartphones, among others) [64] emits light in the blue spectrum, which increases brain and physiological arousal, in addition to attenuating melatonin release [70]. These conditions together can slow circadian rhythmic activity in teenagers, causing delayed sleep onset [63, 68]. Therefore, considering that academic activities have fixed times to take place, this may be a possible explanation for the reduction in total sleep time observed in the present study.

In our sample, 98.92% of the adolescents did not reach ST recommendations, being exposed to the screen three times longer on average than the daily recommended time, which may be tied to the high percentage of adolescents who do not reach the sleep recommendations. This picture is worrisome because the use of the Internet, and consequently social networks and Internet games for long hours can be a risk factor for digital disorders such as nomophobia, fomo and cyberchondria that lead to various psychological disorders, especially for individuals aged 12 to 18 [75]. All evaluated students remained in the school environment from 7:30 a.m. to 4:50 p.m., attending eight classes per day. Therefore, there are few possibilities to perform PA, except the daily recess moments (20 minutes in the morning and the afternoon), lunchtimes (11:10 a.m. to 1:10 p.m.), and Physical Education classes (two consecutive class schedules once a week). This daily routine favors activities performed in SB. It validates the limited prospects of time for these adolescents to be physically active, reflecting the high time allocated to SB (approximately 12 hours) and the high prevalence (90.3%) of inadequate daily recommendations of 60 minutes of MVPA [1, 15–17]. However, this panorama is not exclusive to Brazil. A recent study showed that 81% of the world's adolescents do not meet these recommendations [76].

Regarding the compositional analysis of the day's 24h, the behavior distribution was associated with zBMI with age as a predictor variable of the statistical model. The results indicate that for each year added to the sample, there is a perspective of a 0.28 unit increase in the zBMI mean.

This occurs due to increased growth rate, body weight, fat-free mass and mineral content during adolescence, and girls have puberty onset earlier than boys [77]. In addition, girls have a higher amount of fat mass than boys because, regardless of chronological age, pubertal development is associated with increased body fat [78]. However, boys have reduced body fat, increased shoulder length and leg-trunk length ratio, and higher growth rate peaks [77].

Regarding the isotemporal substitution of 75, 90, and 120 minutes of MVPA to LPA, a possible average increase of 0.75, 0.76, and 0.78 was found in the zBMI, respectively, which was also observed by replacing 30 minutes in a study conducted with New Zealand adolescents [22]. A possible justification for the results found in our study may be the fact that the sample is very homogeneous regarding BMI (68.6% eutrophic).

The World Health Organization [78] points out that PA practice of any intensity, including LPA, is fundamental in changing from SB to active, causing health benefits. Thus, LPA could act as a gateway to more intense activities. However, MVPA recommendations should be achieved for more important metabolic impacts on adolescent health to be achieved.

Therefore, maintaining or increasing the time engaged in MVPA should be the focus of interventions or programs to prevent obesity in order to avoid significant and undesirable effects on adiposity [30]. Furthermore, such strategies should mainly be adopted in

adolescence, since there is a tendency to reduce PA levels as adolescents academically progress. PA is less structured and reflects on the motivation to remain physically active in adulthood [79].

It is also emphasized that LPA has been associated with some health benefits. However, it is not as effective as MVPA in preventing and treating obesity [80], especially when replacing the SB, as verified in a study conducted with boys in another Federal Institute in Brazil [81]. On the other hand, Moura et al. [81] found positive results in metabolic (HDL-C and HOMA2-S) and physiological (systolic blood pressure) indicators, showing that increased LPA practice is an effective alternative to reducing SB, in addition to the relocation of SB in favor of MVPA being associated with reduced body fat. These findings justify replacing time involved in SB and LPA for MVPA generally proposed in schools, domestic, and community environments [30].

This study's main strength is the use of a compositional approach to evaluate behaviors in 24 hours evaluated by means of objective measurement, as well as using a cut-off point for PA and SB developed with Brazilian adolescents. In addition, it is worth noting the participants' high adherence to the accelerometer use protocol for more than 22 hours per day, demonstrating the reliability of the data obtained.

Our study has limitations that should be considered. The main limitation is the study's cross-sectional nature, which prevents us from making causations. In addition, evaluation of ST performed by self-report may introduce interpretation bias, and removing the accelerometer during aquatic activities (i.e. bathing and swimming) may have underestimated LPA and MVPA. The absence of muscle mass evaluation and the recording of the menstrual cycle in girls may interfere in the metabolism and sleep health. Furthermore, sleep environment characteristics (snoring, light on, noises, presence of a partner) could be used as confounding factors in the analyses if they were assessed.

Conclusions

None of the evaluated patients reached the three recommendations (sleep, PA, ST) in 24 hours simultaneously, and few adolescents even achieved them in isolation.

A significant association was found between HHB composition and zBMI. The replacement of 75, 90, and 120 minutes of MVPA by LPA were associated with increased zBMI. Although this indicates a negative outlook for adolescent body composition, this would only occur over long periods (greater than 75 minutes).

The HHB relocation estimates over the day's 24 hours did not show positive effects on zBMI, nor did it increase the time engaged in MVPA, which may raise the hypothesis that other parameters related to obesity as well as the interaction of these factors need to be better understood.

Further studies evaluating parameters such as eating behavior, girls' menstrual period, and hormonal dosages which may add value to the association between the evaluated HHB and BMI are necessary. In addition, qualitative, longitudinal and intervention studies, which are essential to assess the causality between HHB and BMI, investigating the time proportion spent in different forms of LPA and SB (e.g., recreational ST, classroom time, social media exposure) and other qualitative sleep characteristics (e.g., efficiency, daytime sleepiness, insomnia, feeling tired or fatigued upon awakening) as components of adolescents' day and their relationship with obesity would be useful.

Supporting information

S1 File.
(XLSX)

Acknowledgments

Gratitude to all volunteers and their parents or legal guardians who participated in the study, to the teachers and principal who allowed this research to be conducted.

The authors would like to thank Dorothea Dumuid (University of South Australia), Tyman E. Stanford (The University of Adelaide), and Clarice Maria de Lucena Martins (Federal University of Paraíba) for their time in transferring their knowledge to enable the statistical analysis.

Author Contributions

Conceptualization: Paulo Roberto dos Santos Amorim.

Data curation: Sabrina Fontes Domingues, Fernanda Rocha Faria.

Formal analysis: Sabrina Fontes Domingues, Cristiano Diniz da Silva.

Investigation: Fernanda Rocha Faria.

Methodology: Sabrina Fontes Domingues, Cristiano Diniz da Silva, Fernanda Rocha Faria, Paulo Roberto dos Santos Amorim.

Project administration: Paulo Roberto dos Santos Amorim.

Supervision: Cristiano Diniz da Silva, Fernanda Rocha Faria, Helton de Sá Souza, Paulo Roberto dos Santos Amorim.

Writing – original draft: Sabrina Fontes Domingues.

Writing – review & editing: Sabrina Fontes Domingues, Cristiano Diniz da Silva, Fernanda Rocha Faria, Helton de Sá Souza, Paulo Roberto dos Santos Amorim.

References

1. Tremblay MS, 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. *Appl Physiol Nutr Metab* [Internet]. 2016 Jun; 41(6 (Suppl. 3)):S311–27. Available from: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/apnm-2016-0151>.
2. Carson V, Tremblay MS, Chastin SFM. Cross-sectional associations between sleep duration, sedentary time, physical activity, and adiposity indicators among Canadian preschool-aged children using compositional analyses. *BMC Public Health* [Internet]. 2017 Nov 20; 17(S5):848. Available from: <https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-017-4852-0> PMID: 29219077
3. Hsu Y-W, Chang C-P, Liu C-C. Relationships between Sleep, Sedentary Behavior, and Physical Activity in Young Adults. *Obes Res–Open J* [Internet]. 2019 Oct 9; 6(1):18–24. Available from: <https://openventio.org/wp-content/uploads/Relationships-between-Sleep-Sedentary-Behavior-and-Physical-Activity-in-Young-Adults-OROJ-6-138.pdf>
4. Siegel JM. Clues to the functions of mammalian sleep. *Nature* [Internet]. 2005 Oct 26; 437(7063):1264–71. Available from: <http://www.nature.com/articles/nature04285>
5. Porkka-Heiskanen T, Zitting K-M, Wigren H-K. Sleep, its regulation and possible mechanisms of sleep disturbances. *Acta Physiol* [Internet]. 2013 Aug; 208(4):311–28. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/apha.12134>
6. Legnani RFS, Legnani E, Da Silva Gasparotto G, Bacil EDA, Da Silva MP, De Campos W. Hábitos de sono e prática habitual da atividade física em escolares: uma revisão sistemática. *Rev da Educ Fis* [Internet]. 2015; 26(1):147–56. Available from: <https://www.scielo.br/j/refuem/a/FBw3QF3cXP4BBH4QmFGC3rt/?format=pdf&lang=pt>
7. Lang C, Brand S, Feldmeth AK, Holsboer-Trachsler E, Pühse U, Gerber M. Increased self-reported and objectively assessed physical activity predict sleep quality among adolescents. *Physiol Behav* [Internet]. 2013; 120:46–53. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.07.001> PMID: 23851332
8. Kansagra S. Sleep disorders in adolescents. *Pediatrics*. 2020; 145(s2):\$204–\$209. <https://doi.org/10.1542/peds.2019-2056> PMID: 32358212

9. de Bruin EJ, van Run C, Staaks J, Meijer AM. Effects of sleep manipulation on cognitive functioning of adolescents: A systematic review. *Sleep Med Rev* [Internet]. 2017; 32:45–57. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2016.02.006> PMID: 27039223
10. Lofthouse N, Gilchrist R, Splaingard M. Mood-related Sleep Problems in Children and Adolescents. *Child Adolesc Psychiatr Clin N Am* [Internet]. 2009; 18(4):893–916. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19836695/>. <https://doi.org/10.1016/j.chc.2009.04.007> PMID: 19836695
11. Leproult R, Cauter E Van. Role of sleep and sleep loss in hormonal release and metabolism. *Endocr Dev* [Internet]. 2010; 17:11–21. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3065172/pdf/nihms-280752.pdf>.
12. Aldabal L, Bahammam AS. Metabolic, endocrine, and immune consequences of sleep deprivation. *Open Respir Med J* [Internet]. 2011; 5:31–43. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3132857/pdf/TORMJ-5-31.pdf>.
13. Yang Y, Shin JC, Li D, An R. Sedentary behavior and sleep problems: a systematic review and meta-analysis. *Int J Behav Med* [Internet]. 2017; 24(4):481–92. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12529-016-9609-0> PMID: 27830446
14. Owen N, Healy GN, Dempsey PC, Salmon J, Timperio A, Clark BK, et al. Sedentary behavior and public health: Integrating the evidence and identifying potential solutions. *Annu Rev Public Health* [Internet]. 2020; 41:265–87. Available from: <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev-publhealth-040119-094201>. PMID: 31913771
15. Brasil. Guia de Atividade Física. [Internet]. Vol. Brasília.; Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Promoção da Saúde. Brasília: Ministério da Saúde; 2021. Available from: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_atividade_fisica_populacao_brasileira.pdf.
16. Okely AD, Kontsevaya A, Ng J, Abdeta C. 2020 WHO guidelines on physical activity and sedentary behavior. *Sport Med Heal Sci* [Internet]. 2021 Jun; 3(2):115–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.smhs.2021.05.001>.
17. Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, Borodulin K, Buman MP, Cardon G, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med* [Internet]. 2020 Dec; 54(24):1451–62. Available from: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2020-102955>.
18. 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* [Internet]. 2016 Jun 15; 12(06):785–6. Available from: <http://jcsn.aasm.org/doi/10.5664/jcsn.5866>. PMID: 27250809
19. Hirshkowitz M, Whiton K, Albert SM, Alessi C, Bruni O, DonCarlos L, et al. National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: methodology and results summary. *Sleep Heal* [Internet]. 2015 Mar; 1(1):40–3. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2014.12.010> PMID: 29073412
20. Council on Communications and Media. Children, Adolescents, and the Media. *Pediatrics* [Internet]. 2013 Nov; 132(5):958–61. Available from: <https://publications.aap.org/pediatrics/article/132/5/958-961/31699>.
21. Laurson KR, Lee JA, Eisenmann JC. The Cumulative Impact of Physical Activity, Sleep Duration, and Television Time on Adolescent Obesity: 2011 Youth Risk Behavior Survey. *J Phys Act Heal* [Internet]. 2015 Mar; 12(3):355–60. Available from: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/jpah/12/3/article-p355.xml>.
22. del Pozo-Cruz B, Gant N, del Pozo-Cruz J, Maddison R. Relationships between sleep duration, physical activity and body mass index in young New Zealanders: An isomorph substitution analysis. Harezlak J, editor. *PLoS One* [Internet]. 2017 Sep 12; 12(9):e0184472. Available from: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0184472>. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184472> PMID: 28898295
23. Dumuid D, Pedišić Ž, Palarea-Albaladejo J, Martín-Fernández JA, Hron K, Olds T. Compositional Data Analysis in Time-Use Epidemiology: What, Why, How. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2020 Mar 26; 17(7):2220. Available from: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/7/2220>.
24. Dumuid D, Pedišić Ž, Stanford TE, Martín-Fernández J-A, Hron K, Maher CA, et al. The compositional isomorph substitution model: A method for estimating changes in a health outcome for reallocation of time between sleep, physical activity and sedentary behaviour. *Stat Methods Med Res* [Internet]. 2019 Mar 20; 28(3):846–57. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0962280217737805>. PMID: 29157152
25. Chastin SFM, Palarea-Albaladejo J, Dontje ML, Skelton DA. 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. Devaney J, editor. *One PLoS* [Internet]. 2015 Oct 13; 10(10):e0139984. Available from: <https://doi.org/http%3A/dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0139984> PMID: 26461112

26. Dumuid D, Stanford TE, Martín-Fernández J-A, Pedišić Ž, Maher CA, Lewis LK, et al. Compositional data analysis for physical activity, sedentary time and sleep research. *Stat Methods Med Res* [Internet]. 2018 Dec 30; 27(12):3726–38. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0962280217710835>. PMID: 28555522
27. Talarico R, Janssen I. Compositional associations of time spent in sleep, sedentary behavior and physical activity with obesity measures in children. *Int J Obes* [Internet]. 2018 Aug 5; 42(8):1508–14. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41366-018-0053-x>.
28. Dumuid D, Stanford TE, Pedišić Ž, Maher C, Lewis LK, Martín-Fernández J-A, et al. Adiposity and the isothermal substitution of physical activity, sedentary time and sleep among school-aged children: a compositional data analysis approach. *BMC Public Health* [Internet]. 2018 Dec 2; 18(1):311. Available from: <https://bmcpublihealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-018-5207-1>. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5207-1> PMID: 29499689
29. Carson V, Tremblay MS, Chaput J-P, Chastin SFM. Associations between sleep duration, sedentary time, physical activity, and health indicators among Canadian children and youth using compositional analyses. *Appl Physiol Nutr Metab* [Internet]. 2016 Jun; 41(6 (Suppl. 3)):S294–302. Available from: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/apnm-2016-0026>. PMID: 27306435
30. Fairclough SJ, 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. *Int J Behav Nutr Phys Act* [Internet]. 2017 Dec 10; 14(1):64. Available from: <http://ijbnpa.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12966-017-0521-z>. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0521-z> PMID: 28486972
31. Gába A, Pedišić Ž, Štefelová N, Dygrýn J, Hron K, Dumuid D, et al. Sedentary behavior patterns and adiposity in children: a study based on compositional data analysis. *BMC Pediatr* [Internet]. 2020 Dec 2; 20(1):147. Available from: <https://bmcpediatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12887-020-02036-6>. <https://doi.org/10.1186/s12887-020-02036-6> PMID: 32241269
32. Taylor RW, Haszard JJ, Meredith-Jones KA, Galland BC, Heath A-LM, Lawrence J, et al. 24-h movement behaviors from infancy to preschool: cross-sectional and longitudinal relationships with body composition and bone health. *Int J Behav Nutr Phys Act* [Internet]. 2018 Dec 26; 15(1):118. Available from: <https://ijbnpa.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12966-018-0753-6>. <https://doi.org/10.1186/s12966-018-0753-6> PMID: 30477518
33. Carson V, Tremblay MS, 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. Bergman P, editor. *PLoS One* [Internet]. 2019 Jul 22; 14(7):e0220009. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220009> PMID: 31329609
34. Chastin S, McGregor D, Palarea-Albaladejo J, Diaz KM, Hagströmer M, Hallal PC, et al. Joint association between accelerometry-measured daily combination of time spent in physical activity, sedentary behaviour and sleep and all-cause mortality: a pooled analysis of six prospective cohorts using compositional analysis. *Br J Sports Med* [Internet]. 2021 Nov; 55(22):1277–85. Available from: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2020-102345>. PMID: 34006506
35. Rollo S, Antsygina O, Tremblay MS. The whole day matters: Understanding 24-hour movement guideline adherence and relationships with health indicators across the lifespan. *J Sport Heal Sci* [Internet]. 2020 Dec; 9(6):493–510. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.07.004> PMID: 32711156
36. IBGE. Estimativas da população residente no Brasil e Unidades da Federação com data de referência em 1o de julho de 2021. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). [Internet]. 2021. Available from: https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2021/estimativa_dou_2021.pdf.
37. Faria FR de, Neves Miranda VP, Howe CA, Sasaki JE, dos Santos Amorim PR. Behavioral classes related to physical activity and sedentary behavior on the evaluation of health and mental outcomes among Brazilian adolescents. Erwin, editor. *PLoS One* [Internet]. 2020 Jun 22; 15(6):e0234374. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234374> PMID: 32569320
38. IBGE. Pesquisa Nacional de Saúde: 2019: Atenção Primária à Saúde e Informações Antropométricas: Brasil. [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento; 2020. 66 p. Available from: <https://abeso.org.br/wp-content/uploads/2021/07/Pesquisa-Nacional-de-Saude-2019.pdf>.
39. Lohman TG, Roche AF, Martorell R, Lohman T Roche, A Martorell R. Anthropometric Standardization Reference Manual. Champaign(IL) Title. Hum Kinectis. 1988.
40. Onis M de, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Heal Organ*. 2007; 85(9):660–7. <https://doi.org/10.2471/BLT.07.043497> PMID: 18026621
41. Tudor-Locke C, Mire EF, Barreira TV V, Schuna JM, Chaput J-P, Fogelholm M, et al. Nocturnal sleep-related variables from 24-h free-living waist-worn accelerometry: International Study of Childhood

- Obesity, Lifestyle and the Environment. *Int J Obes Suppl* [Internet]. 2015 Dec 8; 5(S2):S47–52. Available from: <http://www.nature.com/articles/ijosup201519>.
42. Barreira T V., Redmond JG, Brutsaert TD, Schuna JM, Mire EF, Katzmarzyk PT, et al. Can an automated sleep detection algorithm for waist-worn accelerometry replace sleep logs? *Appl Physiol Nutr Metab* [Internet]. 2018 Oct; 43(10):1027–32. Available from: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/apnm-2017-0860>. PMID: 29701486
 43. Barreira T V., Schuna JM, Mire EF, Katzmarzyk PT, Chaput J-P, Leduc G, et al. Identifying Children's Nocturnal Sleep Using 24-h Waist Accelerometry. *Med Sci Sport Exerc* [Internet]. 2015 May; 47(5):937–43. Available from: <https://journals.lww.com/00005768-201505000-00007>. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000486> PMID: 25202840
 44. Barreira T V., Schuna JM, Tudor-Locke C, Chaput J-P, Church TS, Fogelholm M, et al. Reliability of accelerometer-determined physical activity and sedentary behavior in school-aged children: a 12-country study. *Int J Obes Suppl* [Internet]. 2015 Dec 8; 5(S2):S29–35. Available from: <http://www.nature.com/articles/ijosup201516>. <https://doi.org/10.1038/ijosup.2015.16> PMID: 27152181
 45. Tudor-Locke C, Barreira T V., Schuna JM, Mire EF, Chaput J-P, Fogelholm M, et al. Improving wear time compliance with a 24-hour waist-worn accelerometer protocol in the International Study of Childhood Obesity, Lifestyle and the Environment (ISCOLE). *Int J Behav Nutr Phys Act* [Internet]. 2015 Dec 11; 12(1):11. Available from: <https://ijbnpa.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12966-015-0172-x>.
 46. Tudor-Locke C, Barreira T V., Schuna JM, Mire EF, Katzmarzyk PT. Fully automated waist-worn accelerometer algorithm for detecting children's sleep-period time separate from 24-h physical activity or sedentary behaviors. *Appl Physiol Nutr Metab* [Internet]. 2014 Jan; 39(1):53–7. Available from: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/apnm-2013-0173>. PMID: 24383507
 47. Sasaki J, Coutinho A, Santos C, Bertuol C, Minatto G, Berria J, et al. Orientações para utilização de acelerômetros no Brasil. *Rev Bras Atividade Física Saúde* [Internet]. 2017 Mar 1; 22(2):110–26. Available from: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/RBAFS/article/view/7452>.
 48. Migueles JH, Cadenas-Sanchez C, Ekelund U, Delisle Nyström C, Mora-Gonzalez J, Löff M, et al. Accelerometer Data Collection and Processing Criteria to Assess Physical Activity and Other Outcomes: A Systematic Review and Practical Considerations. *Sport Med* [Internet]. 2017 Sep 16; 47(9):1821–45. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s40279-017-0716-0>. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0716-0> PMID: 28303543
 49. Vanhelst J. Quantification de l'activité physique par l'accélérométrie. *Rev Epidemiol Sante Publique* [Internet]. 2019 Apr; 67(2):126–34. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0398762018314858>.
 50. Corder K, Ekelund U, Steele RM, Wareham NJ, Brage S. Assessment of physical activity in youth. *J Appl Physiol* [Internet]. 2008 Sep; 105(3):977–87. Available from: <http://jap.physiology.org/cgi/doi/10.1152/japphysiol.00094.2008>. PMID: 18635884
 51. Esliger DW, Copeland JL, Barnes JD, Tremblay MS. Standardizing and Optimizing the Use of Accelerometer Data for Free-Living Physical Activity Monitoring. *J Phys Act Heal* [Internet]. 2005 Jul; 2(3):366–83. Available from: <http://journals.humankinetics.com/doi/10.1123/jpah.2.3.366>.
 52. Sadeh A, Sharkey M, Carskadon MA. Activity-Based Sleep-Wake Identification: An Empirical Test of Methodological Issues. *Sleep* [Internet]. 1994 May; 17(3):201–7. Available from: <https://academic.oup.com/sleep/article-lookup/doi/10.1093/sleep/17.3.201>. PMID: 7939118
 53. Romanzini M, Petroski EL, Ohara D, Dourado AC, Reichert FF. Calibration of ActiGraph GT3X, Actical and RT3 accelerometers in adolescents. *Eur J Sport Sci* [Internet]. 2014 Jan 2; 14(1):91–9. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17461391.2012.732614>. PMID: 24533499
 54. ABEP. Critério Brasil de Classificação Econômica. 2015. Assoc Bras Empresas Pesqui [Internet]. 2015; Available from: www.abep.org/criterio-brasil.
 55. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 1988.
 56. Egozcue JJ, Pawłowsky-Glahn V. Groups of Parts and Their Balances in Compositional Data Analysis. *Math Geol* [Internet]. 2005 Oct; 37(7):795–828. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s11004-005-7381-9>.
 57. Aitchison J. The Statistical Analysis of Compositional Data. *J R Stat Soc Ser B* [Internet]. 1982; 44(2):139–77. Available from: <http://links.jstor.org/sici?sici=0035-9246%281982%2944%3A2%3C139%3ATSACD%3E2.0.CO%3B2->.
 58. Yamashita T, Yamashita K, Kamimura R. A stepwise AIC method for variable selection in linear regression. *Commun Stat—Theory Methods* [Internet]. 2007; 36(13):2395–403. Available from: <https://doi.org/10.1080/03610920701215639>.

59. James G, Witten D, Hastie T, Tibshirani R. An introduction to statistical learning: with applications in R. New York: Springer; 2013.
60. Peña EA, Slate EH. Global validation of linear model assumptions. *J Am Stat Assoc* [Internet]. 2006; 101(473):341–54. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2820257/pdf/nihms2365.xml.fixed.pdf>. <https://doi.org/10.1198/01621450500000637> PMID: 20157621
61. Boogaart KG van den, Tolosana-Delgado R, Bren M. compositions: Compositional Data Analysis. R package version 2.0–4. <https://CRAN.R-project.org/package=compositions>. 2022.
62. Templ M, Hron K, Filzmoser P. robCompositions: an R-package for robust statistical analysis of compositional data. R package version 2.3.1. <https://CRAN.R-project.org/package=robcompositions>. 2011.
63. R Core Team. R: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2018.
64. Roman-Viñas B, Chaput J-PP, Katzmarzyk PT, Fogelholm M, Lambert E V., Maher C, et al. Proportion of children meeting recommendations for 24-hour movement guidelines and associations with adiposity in a 12-country study. *Int J Behav Nutr Phys Act* [Internet]. 2016 Dec 25; 13(1):123. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12966-016-0449-8>.
65. Chaput JP, Barnes JD, Tremblay MS, Fogelholm M, Hu G, Lambert E V., et al. Inequality in physical activity, sedentary behaviour, sleep duration and risk of obesity in children: a 12-country study. *Obes Sci Pract* [Internet]. 2018 Jun; 4(3):229–37. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/osp4.271>. PMID: 29951213
66. Greever CJ, Ahmadi M, Sirard J, Alhassan S. Associations among physical activity, screen time, and sleep in low socioeconomic status urban girls. *Prev Med Reports* [Internet]. 2017 Mar; 5:275–8. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2211335517300141>
67. Raudsepp L. One-year longitudinal study found a bidirectional relationship between physical activity and sleep disturbance in teenage Estonian girls. *Acta Paediatr* [Internet]. 2018 Aug; 107(8):1433–8. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/apa.14279>. PMID: 29455460
68. Schäfer AA, Domingues MR, Dahly DL, Meller FO, Gonçalves H, Wehrmeister FC, et al. Correlates of self-reported weekday sleep duration in adolescents: the 18-year follow-up of the 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study. *Sleep Med* [Internet]. 2016 Jul; 23:81–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2016.02.013> PMID: 27692281
69. Schäfer AA. Duração do sono e gordura corporal na adolescência [Internet]. Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.; 2016. Available from: http://www.epidemiologia-fpdpel.br/uploads/teses/Tese_AAS_final.pdf.
70. Silva AO da, Oliveira LMFT de, Santos MAM dos, t RM. Tempo de tela, percepção da qualidade de sono e episódios de parassonia em adolescentes. *Rev Bras Med do Esporte* [Internet]. 2017 Sep; 23(5):375–9. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-86922017000500375&lng=pt&tlng=pt.
71. Louzada FM, Da Silva AGT, Peixoto CAT, Menna-Barreto L. The adolescence sleep phase delay: Causes, consequences and possible interventions. *Sleep Sci* [Internet]. 2008; 1(1):49–53. Available from: <https://sleepscience.org.br/details/162/en-US>.
72. Matricciani L, Bin YS, Lallukka T, Kronholm E, Dumuid D, Paquet C, et al. Past, present, and future: trends in sleep duration and implications for public health. *Sleep Heal* [Internet]. 2017 Oct; 3(5):317–23. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sleh.2017.07.006>.
73. Crispim CA, Zalcman I, Dáttilo M, Padilha HG, Tufik S, Mello MT de. Relação entre sono e obesidade: uma revisão da literatura. *Arq Bras Endocrinol Metabol* [Internet]. 2007 Oct; 51(7):1041–9. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27302007000700004&lng=pt&tlng=pt.
74. Gába A, Dygrýn J, Štefelová N, Rubín L, Hron K, Jakubec L, et al. How do short sleepers use extra waking hours? A compositional analysis of 24-h time-use patterns among children and adolescents. *Int J Behav Nutr Phys Act* [Internet]. 2020 Dec 14; 17(1):104. Available from: <https://ijbnpa.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12966-020-01004-8>.
75. Betoncu O, Ozdamli F. The disease of 21st Century: Digital disease. *TEM J* [Internet]. 2019; 8(2):598–603. Available from: https://www.temjournal.com/content/82/TEMJournalMay2019_598_603.pdf.
76. Guthold R, Stevens GA, Riley LM, Bull FC. Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1.6 million participants. *Lancet Child Adolesc Heal* [Internet]. 2020 Jan; 4(1):23–35. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S2352-4642\(19\)30323-2](http://dx.doi.org/10.1016/S2352-4642(19)30323-2).
77. Rodríguez G, Moreno LA, Blay MG, Blay VA, Garagorri JM, Sarria A, et al. Body composition in adolescents: measurements and metabolic aspects. *Int J Obes* [Internet]. 2004 Nov 15; 28(S3):S54–8. Available from: <http://www.nature.com/articles/0802805>. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0802805> PMID: 15543220

78. WHO. World Health Organization. WHO guidelines on physical activity, sedentary behaviour [Internet]. 2020. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>.
79. Shimoga S V., Ertlyana E, Rebello V. Associations of Social Media Use With Physical Activity and Sleep Adequacy Among Adolescents: Cross-Sectional Survey. *J Med Internet Res* [Internet]. 2019 Jun 18; 21(6):e14290. Available from: <http://www.jmir.org/2019/6/e14290/>. <https://doi.org/10.2196/14290> PMID: 31215512
80. Tremblay MS, Carson V, Chaput J-P. Introduction to the Canadian 24-Hour Movement Guidelines for Children and Youth: An Integration of Physical Activity, Sedentary Behaviour, and Sleep. *Appl Physiol Nutr Metab* [Internet]. 2016 Jun; 41(6 (Suppl. 3)):iii–iv. Available from: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/apnm-2016-0203>.
81. Moura BP, Rufino RL, Faria RC, Amorim PRS. Effects of isometric substitution of sedentary behavior with light-intensity or moderate-to-vigorous physical activity on cardiometabolic markers in male adolescents. Senechal M, editor. *PLoS One* [Internet]. 2019 Nov 26; 14(11):e0225856. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225856> PMID: 31770423