



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

RAFAEL MORAES SILVA DE SANTANA

**CARACTERÍSTICAS DOS COMPORTAMENTOS DE
MOVIMENTO DE 24 HORAS E SUA ASSOCIAÇÃO COM
INDICADORES DE OBESIDADE EM ADOLESCENTES:
ANÁLISE A PARTIR DE DADOS BRUTOS DE
ACELERÔMETRO**

Londrina
2026

RAFAEL MORAES SILVA DE SANTANA

**CARACTERÍSTICAS DOS COMPORTAMENTOS DE
MOVIMENTO DE 24 HORAS E SUA ASSOCIAÇÃO COM
INDICADORES DE OBESIDADE EM ADOLESCENTES:
ANÁLISE A PARTIR DE DADOS BRUTOS DE
ACELERÔMETRO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física – UEM/UEL, como requisito à obtenção ao título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Romanzini.

Londrina
2026

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

S232c de Santana, Rafael Moraes Silva.
Características dos comportamentos de movimento de 24 horas e sua associação com indicadores de obesidade em adolescentes: análise a partir de dados brutos de acelerômetro / Rafael Moraes Silva de Santana. - Londrina, 2026.
107 f. : il.

Orientador: Marcelo Romanzini.
Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Educação Física e Esportes, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2026.
Inclui bibliografia.

1. Atividade física - Tese. 2. Comportamento sedentário - Tese. 3. Sono - Tese. 4. Jovens - Tese. I. Romanzini, Marcelo. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Educação Física e Esportes. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III. Título.

CDU 796

RAFAEL MORAES SILVA DE SANTANA

**CARACTERÍSTICAS DOS COMPORTAMENTOS DE
MOVIMENTO DE 24 HORAS E SUA ASSOCIAÇÃO COM
INDICADORES DE OBESIDADE EM ADOLESCENTES:
ANÁLISE A PARTIR DE DADOS BRUTOS DE
ACELERÔMETRO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física – UEM/UEL, como requisito à obtenção ao título de Mestre em Educação Física.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Romanzini
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Jeffer Eidi Sasaki
University of Wisconsin-Madison

Prof. Dr. Danilo Rodrigues Pereira da Silva
Universidade Federal de Sergipe - UFS

Londrina, 27 de fevereiro de 2026.

DEDICATÓRIA

A Deus por todas as bênçãos derramadas em minha vida, por iluminar meus passos e estar presente em cada etapa deste processo. Pela sabedoria, força e coragem. Por me sustentar nos momentos mais difíceis e me manter com bom ânimo. Dedico à Ele este trabalho, pois somente Ele é digno de toda honra e toda glória, e nada do que foi feito se fez senão por Seu intermédio.

À minha família: meu pai, Edson Ferreira de Santana; minha mãe: Cristiana Moraes Silva de Santana; e meus irmãos: Daniel Moraes Silva de Santana e Thiago Moraes Silva de Santana. Este trabalho é dedicado a vocês, por todo apoio e incentivo em todos os momentos. Agradeço o amor, paciência e carinho, vocês são minha inspiração e meu orgulho.

Aos meus pais, Edson e Cristiana, por todo incentivo, dedicação e compreensão. Agradeço por me apoiarem em todas as decisões de minha carreira e por sempre estarem presentes tanto nos momentos mais difíceis quanto nas conquistas e alegrias. Vocês são minha inspiração, tenho muito orgulho de vocês, exemplos para toda a vida.

Aos meus irmãos, Daniel e Thiago, pelo apoio e incentivo durante toda a minha formação. Agradeço pelo amor e pela amizade que temos. Tenho muito orgulho de vocês e agradeço especialmente ao Thiago pelo auxílio técnico em etapas importantes deste trabalho.

À minha namorada, Mileny Mantovani Martins, por todo amor, carinho e paciência durante a realização deste trabalho. Agradeço por acompanhar toda a minha trajetória, sempre me incentivando e apoiando. Você é o amor da minha vida, minha companheira e futura esposa.

Aos meus amigos do Laboratório de Atividade Física e Saúde e do Projeto MovIMente, pela amizade e disponibilidade nas coletas de dados. Em especial, ao meu amigo e “irmão” de orientação, Leonardo Alex Volpato, e à minha amiga desde a graduação, Giulia Signori Lonardon, pela amizade e parceria ao longo de todo este processo. Torço muito pelo sucesso de vocês.

A todos que fizeram parte deste processo, meu sincero agradecimento!

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Londrina (UEL) e ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física UEM/UEL, pela oportunidade de uma formação pública e de qualidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida durante grande parte deste processo.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcelo Romanzini, pelo acolhimento, paciência, compreensão e incentivo nesta etapa importante de minha formação. Agradeço por todos os ensinamentos e orientações ao longo desta trajetória.

Aos professores membros da banca examinadora, Prof. Dr. Jeffer Eidi Sasaki e Prof. Dr. Danilo Rodrigues Pereira da Silva, pelas valiosas contribuições no desenvolvimento deste trabalho. Seus apontamentos e sugestões foram essenciais para a realização de um trabalho de excelência.

Aos integrantes do Projeto MoviMente e do Laboratório de Atividade Física e Saúde que, de alguma forma, contribuíram em cada etapa deste processo, auxiliando nas coletas de dados, dividindo momentos no laboratório e tornando cada etapa mais leve.

Às escolas e aos adolescentes que aceitaram participar desta pesquisa, pela disponibilidade e confiança depositada em nosso trabalho.

A todos que contribuíram com este trabalho, o meu muito obrigado!

SANTANA, Rafael Moraes Silva de. **Características dos comportamentos de movimento de 24 horas e sua associação com indicadores de obesidade em adolescentes**: análise a partir de dados brutos de acelerômetro. 2026. 107 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2026.

RESUMO

Introdução: Os comportamentos de movimento de 24 horas (atividade física, comportamento sedentário e sono) têm sido associados a diversos desfechos em saúde em adolescentes. Para além das estimativas de uso do tempo, estes comportamentos podem ser caracterizados por outras métricas obtidas a partir de acelerômetros, como indicadores da qualidade do sono, ritmo circadiano e métricas de aceleração bruta medida diretamente. No entanto, pouco se sabe sobre quais características dos comportamentos de movimento de 24 horas estão associadas à indicadores de obesidade na população pediátrica. **Objetivos:** I) Revisar sistematicamente a literatura científica sobre as principais características dos comportamentos de movimento de 24 horas obtidas a partir de dados brutos de acelerômetro e sua associação com desfechos em saúde em crianças e adolescentes; e II) Verificar se as características dos comportamentos de movimento de 24 horas obtidas a partir de dados brutos de acelerômetro estão associadas a indicadores de obesidade em adolescentes. **Métodos:** Para o atendimento do primeiro objetivo, um estudo de revisão sistemática foi conduzido conforme diretrizes específicas, a partir de uma busca sistemática nas bases de dados PubMed/MEDLINE, SCOPUS, EMBASE, SPORTDiscus, CINAHL e PsycINFO. Para o segundo objetivo, foi realizado um estudo epidemiológico transversal, envolvendo escolares do ensino médio (1° ao 3° ano) da rede pública de ensino da cidade de Londrina/PR. O índice de massa corporal (IMC) e a circunferência de cintura (CC) foram considerados como indicadores de obesidade. Os comportamentos de movimento de 24 horas foram estimados por meio de acelerômetros de pulso utilizados durante 24 h.d⁻¹. As características dos comportamentos de movimento (qualidade do sono, ritmo circadiano e métricas de aceleração bruta medida diretamente) foram obtidas por meio de um *software* de código aberto (GGIR) a partir de dados brutos de aceleração. Análises de regressão linear múltipla foram conduzidas para verificar as associações entre as características dos comportamentos de movimento de 24 horas e os indicadores de obesidade. **Resultados:** A revisão sistemática incluiu 13 estudos. Os indicadores de qualidade do sono e ritmo circadiano parecem estar associados a saúde mental, enquanto as métricas de aceleração bruta medida diretamente, associadas a saúde física e cognitiva em jovens. No artigo original, a variabilidade intradiária foi diretamente associada a CC. Nenhuma outra associação foi verificada entre as características dos comportamentos de movimento de 24 horas e os indicadores de obesidade investigados. **Conclusão:** A fragmentação do ritmo circadiano está associada a um indicador de obesidade em adolescentes.

Palavras-chave: Atividade física; Comportamento sedentário; Sono; Jovens; Excesso de peso.

SANTANA, Rafael Moraes Silva de. **Characteristics of 24-hour movement behaviors and their association with obesity indicators in adolescents**: analysis from raw accelerometer data. 2026. 107 p. Dissertation (Master in Physical Education) – State University of Londrina, Londrina, 2026.

ABSTRACT

Introduction: 24-hour movement behaviors (physical activity, sedentary behavior, and sleep) have been associated with various health outcomes in adolescents. In addition to time-use estimates, these behaviors can be characterized by other accelerometry-derived metrics, such as indicators of sleep quality, circadian rhythm, and directly measured raw acceleration metrics. However, little is known about which characteristics of 24-hour movement behaviors are associated with obesity indicators in the pediatric population. **Objectives:** I) To systematically review the scientific literature on the main characteristics of 24-hour movement behaviors obtained from raw accelerometer data and their association with health outcomes in children and adolescents; and II) To verify whether the characteristics of 24-hour movement behaviors obtained from raw accelerometer data are associated with obesity indicators in adolescents. **Methods:** To address the first objective, a systematic review study was conducted in accordance with specific guidelines, based on a systematic search of the PubMed/MEDLINE, SCOPUS, EMBASE, SPORTDiscus, CINAHL, and PsycINFO databases. For the second objective, a cross-sectional epidemiological study was conducted involving high school students (grades 1-3) from the public school system in the city of Londrina/PR. Body mass index (BMI) and waist circumference (WC) were considered as indicators of obesity. 24-hour movement behaviors were estimated using wrist-worn accelerometers for 24-hours/day. The characteristics of movement behaviors (sleep quality, circadian rhythm, and directly measured raw acceleration metrics) were obtained using an open-source software (GGIR) from raw acceleration data. Multiple linear regression analyses were conducted to verify the associations between the characteristics of 24-hour movement behaviors and obesity indicators. **Results:** The systematic review included 13 studies. Sleep quality and circadian rhythm indicators appear to be associated with mental health, while directly measured raw acceleration metrics are associated with physical and cognitive health in youth. In the original article, intradaily variability was directly associated with WC. No other associations were found between the characteristics of 24-hour movement behaviors and the investigated obesity indicators. **Conclusion:** Circadian rhythm fragmentation is associated with an obesity indicator in adolescents.

Key words: Physical activity; Sedentary behavior; Sleep; Young; Overweight.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Processo de coleta de dados.....	21
Figura 2.2 – Representação visual do modelo cosinor.....	24
Figura 3.1 – Diagrama do processo de seleção dos artigos.	34
Figura 4.1 – Fluxograma da amostra do estudo.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Descrição e interpretação das variáveis do ritmo circadiano.	25
Tabela 3.1 – Estudos que analisaram a qualidade do sono e desfechos em saúde.	37
Tabela 3.2 – Estudos que analisaram o ritmo circadiano e desfechos em saúde.	37
Tabela 3.3 – Estudos que analisaram as métricas de aceleração bruta medida diretamente e desfechos em saúde.....	40
Tabela 4.1 – Características gerais da amostra.....	62
Tabela 4.2 – Características dos comportamentos de movimento de 24 horas da amostra.	63
Tabela 4.3 – Associação entre as características dos comportamentos de movimento de 24 horas e o índice de massa corporal.	65
Tabela 4.4 – Associação entre as características dos comportamentos de movimento de 24 horas e a circunferência de cintura.	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFL	Atividade física leve
AFMV	Atividade física moderada a vigorosa
AvAcc	<i>Average acceleration</i> (Média de aceleração)
CC	Circunferência de cintura
CS	Comportamento sedentário
IG	<i>Intensity gradient</i> (Gradiente de intensidade)
IMC	Índice de massa corporal
IPVC	Idade no pico de velocidade de crescimento
IS	<i>Interdaily stability</i> (Estabilidade interdiária)
IV	<i>Intradaily variability</i> (Variabilidade intradiária)
L5	Média de atividade nas 5 horas menos ativas
M10	Média de atividade nas 10 horas mais ativas
MESOR	<i>Midline-estimating statistic of rhythm</i> (Estatística de estimativa da linha média do ritmo)
TALE	Termo de assentimento livre e esclarecido
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1	13
1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Formulação da situação problema	17
1.2	Estrutura do projeto	17
1.3	Objetivos	17
	CAPÍTULO 2	19
2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	19
2.1	Aspectos éticos da pesquisa	19
2.2	População e amostra	19
2.3	Crterios de inclusão e exclusão	20
2.4	Coleta de dados	21
2.5	Instrumentos e variáveis do estudo	22
2.6	Indicadores de obesidade	22
2.7	Comportamentos de movimento de 24 horas	22
2.8	Características dos comportamentos de movimento de 24 horas	23
2.9	Covariáveis	26
2.10	Análise estatística	26
	CAPÍTULO 3	27
3	ARTIGO DE REVISÃO SISTEMÁTICA	27
3.1	Características dos comportamentos de movimento de 24 horas e desfechos em saúde em crianças e adolescentes: uma revisão sistemática	27
3.1.1	Introdução	29
3.1.2	Métodos	30
3.1.3	Resultados	33
3.1.4	Discussão	43
3.1.5	Conclusão	47
3.1.6	Referências	48

	CAPÍTULO 4	52
4	ARTIGO ORIGINAL	52
4.1	Associação entre diferentes características dos comportamentos de movimento de 24 horas e indicadores de obesidade em adolescentes	52
4.1.1	Introdução	54
4.1.2	Métodos	56
4.1.3	Resultados	60
4.1.4	Discussão.....	67
4.1.5	Conclusão	69
4.1.6	Referências	70
	 CAPÍTULO 5	 73
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
	 REFERÊNCIAS	 74
	 APÊNDICES	 81
	APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido	82
	APÊNDICE B – Termo de assentimento livre e esclarecido	84
	APÊNDICE C – Questionário administrado	86
	APÊNDICE D – Estratégia de busca da revisão sistemática	92
	APÊNDICE E – Características dos estudos incluídos na revisão sistemática	93
	APÊNDICE F – Resultados quantitativos dos estudos incluídos na revisão sistemática	98
	APÊNDICE G – Qualidade metodológica dos estudos incluídos na revisão sistemática	101
	 ANEXOS	 102
	ANEXO A – Declaração do núcleo regional de educação	103
	ANEXO B – Parecer do comitê de ética	104

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

O excesso de peso e a obesidade em crianças e adolescentes constituem um importante problema de saúde pública em escala global (Zhang et al., 2024). Nas últimas décadas, a prevalência dessas condições aumentou de forma expressiva. De acordo com dados do *Global Burden of Disease Study*, a prevalência global de obesidade nessa população aumentou mais de 240% entre os anos de 1990 e 2021, atingindo, atualmente, aproximadamente 493 milhões de jovens (GBD, 2025). De forma preocupante, caso as tendências atuais persistam, estima-se que até 2050 cerca de 746 milhões de jovens apresentarão excesso de peso (GBD, 2025). No Brasil, estimativas indicam que aproximadamente 22% a 25% dos jovens apresentam excesso de peso corporal (Guedes; Mello, 2021), sendo as prevalências mais elevadas observadas entre os rapazes e concentradas nas regiões Sul e Sudeste do país (Pelegri et al., 2021).

O excesso de peso na adolescência está associado a uma série de prejuízos à saúde a curto e longo prazo, resultando em alterações cardiometabólicas, como a pressão arterial elevada, dislipidemia, diabetes do tipo 2 e síndrome metabólica (Chung; Onuzuruike; Magge, 2018), além de impactos psicossociais, como baixa autoestima e maiores indicadores de ansiedade e depressão (Sutaria et al., 2019; Morales-Suárez-Varela et al., 2025). A longo prazo, o excesso de peso é considerado um forte preditor de obesidade na vida adulta (Simmonds et al., 2016), aumentando o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares, alguns tipos de câncer e mortalidade prematura (Park et al., 2012). Somado a isso, a obesidade na população pediátrica impõe uma carga considerável sobre os sistemas de saúde e sobre a economia (Nilson et al., 2025).

Hábitos do estilo de vida, como os comportamentos de movimento, compostos pela atividade física (AF), o comportamento sedentário (CS) e o sono, são reconhecidos como fatores modificáveis associados a diversos desfechos em saúde. Reconhecendo a influência integrada destes comportamentos, o paradigma dos comportamentos de movimento de 24 horas tem sido amplamente adotado, destacando a inter-relação entre AF, CS e sono em um ciclo diário das 24 horas (Tremblay et al., 2016). Mais recentemente, no ano de 2016, foram lançadas as

primeiras diretrizes integradas dos comportamentos de movimento de 24 horas, consolidando o princípio de que “o dia inteiro importa” para a saúde. Desde então, estudos investigando a prevalência do atendimento às diretrizes dos comportamentos de movimento de 24 horas e sua relação com a saúde tem crescido nos últimos anos (Rollo; Antsygina; Tremblay, 2020; Tapia-Serrano et al., 2022), estabelecendo-se como uma área emergente e relevante na saúde pública.

Para quantificar estes comportamentos, o uso de acelerômetros por pesquisadores ao redor mundo tem aumentado significativamente desde a última década (Troiano et al., 2014), sendo os dispositivos da marca ActiGraph (*ActiGraph, Pensacola, FL, USA*) amplamente utilizados. No entanto, a falta de consenso sobre os métodos de coleta, processamento e análise dos dados, como o local de posicionamento do dispositivo, pós processamento, uso de diferentes pontos de corte e a natureza proprietária dos arquivos de saída dos acelerômetros, se constitui como um fator limitante do uso da acelerometria, impondo limitações para a comparação dos achados entre os estudos (Banda et al., 2016).

Até meados da década passada, os dados de diferentes marcas de acelerômetros eram expressos em “contagens” baseadas em algoritmos proprietários, dificultando sua comparabilidade (Rowlands, 2018). Nesse sentido, nos últimos anos, pesquisadores tem recomendado que os dados dos acelerômetros sejam coletados e analisados como sinais brutos de aceleração (Rowlands, 2018), ou seja, expressos em acelerações gravitacionais, considerando que não são resumidos pelo dispositivo, o que permite maior controle do pesquisador sobre o processamento de dados e uma maior comparabilidade entre os estudos (van Hees et al., 2013). Recentemente, diversos *softwares* de acesso aberto foram desenvolvidos permitindo o processamento destes dados de maneira idêntica, independentemente da marca (van Hees et al., 2025; Rastogi et al., 2020).

Apesar destes avanços, a categorização dos comportamentos de movimento de 24 horas em diferentes intensidades ou categorias, como é o caso da abordagem das diretrizes de movimento de 24 horas, que resulta em uma classificação binária (atendimento ou não às recomendações), leva à perda de informações sobre estes comportamentos contínuos e complexos (Troiano; Stamatakis; Bull, 2020). Dessa maneira, para além das estimativas de tempo de uso, estes comportamentos podem ser caracterizados por outras métricas derivadas dos acelerômetros, como indicadores de qualidade do sono (van Hees et al., 2018), ritmo circadiano (Neikrug et

al., 2020) e métricas de aceleração bruta medida diretamente (Rowlands et al., 2018).

A qualidade do sono inclui parâmetros como a eficiência do sono (porcentagem de tempo na cama gasto dormindo), horário de início do sono, número médio de despertares por noite, regularidade do sono, entre outros. Um estudo de revisão sistemática e meta-análise verificou que uma pior qualidade do sono parece estar associada ao sobrepeso e obesidade em jovens, sugerindo que essa relação possa ser independente da duração do sono (Fátima; Doi; Mamun, 2016). Desta forma, considerar apenas a duração do sono pode limitar a compreensão acerca da associação entre o sono e a obesidade. Em contrapartida, um outro estudo de revisão encontrou resultados inconsistentes entre a qualidade e eficiência do sono e medidas de adiposidade, destacando a necessidade de novos estudos nesta linha de investigação utilizando medidas padronizadas (Gale; Williams; Cecil, 2024).

O ritmo circadiano consiste em um padrão cíclico que envolve quatro características principais: I) um período de descanso; II) aumento da atividade pela manhã após acordar; III) um período de atividade relativamente maior durante o dia; e IV) redução da atividade à medida que o próximo período de sono se aproxima (Neikrug et al., 2020). Para caracterizar o ritmo circadiano, várias abordagens paramétricas e não paramétricas podem ser derivadas a partir de dados de acelerômetro. Modelos paramétricos envolvem métodos de cosinor simples e estendido, onde os dados são distribuídos normalmente, enquanto os não paramétricos não assumem a normalidade dos dados (Neikrug et al., 2020).

Até o momento, poucos estudos analisaram as associações entre o ritmo circadiano, derivado a partir de dados brutos de aceleração, e indicadores de obesidade em jovens. Estudos utilizando acelerômetros tem verificado uma associação inversa entre um ritmo circadiano mais robusto, representado por uma maior amplitude relativa, e a adiposidade em crianças e adolescentes (Quante et al., 2019; Qian et al., 2021). Além disso, um ritmo circadiano mais fragmentado foi associado à obesidade e adiposidade central em adolescentes (Garaulet et al., 2017). Considerando que o ritmo circadiano sofre alterações importantes durante a adolescência, como um horário mais tardio do relógio circadiano com o desenvolvimento puberal (Crowley et al., 2018), essa linha de investigação pode fornecer informações importantes acerca da relação entre os comportamentos de movimento e a obesidade em jovens.

Por último, as métricas de aceleração bruta medida diretamente são valores de

aceleração resumidos em variáveis como a média de aceleração e o gradiente de intensidade (Rowlands et al., 2018). A média de aceleração fornece uma medida do volume da atividade, enquanto o gradiente de intensidade descreve a distribuição da intensidade das acelerações. Estas métricas são padronizadas, independentes da tomada de decisão do pesquisador e não dependem de pontos de corte específicos para sexo e idade, surgindo como uma tentativa de solucionar problemas inerentes aos dados de acelerômetros, permitindo a comparação entre estudos que utilizam dados brutos de aceleração (Rowlands et al., 2018).

O uso destas métricas pode fornecer uma melhor compreensão sobre como os indivíduos acumulam os comportamentos de movimento e sua relação com desfechos em saúde, sendo adequado para comparação entre estudos que utilizam acelerômetros de punho para estimar a aceleração bruta (Rowlands et al., 2018). Até o momento, o gradiente de intensidade parece estar associado de forma independente a adiposidade de adolescentes (Rowlands et al., 2018; Rowlands et al., 2019). No entanto, os achados acerca da relação entre a média de aceleração e a adiposidade parecem inconsistentes, com estudos verificando associações inversas (Janda et al., 2023) ou nulas (Dygrýn et al., 2021).

Desta forma, as evidências atuais ainda são escassas sobre quais características dos comportamentos de movimento de 24 horas estão mais fortemente associadas aos diferentes desfechos em saúde na população pediátrica. Considerando o caráter emergente e relevante desta linha de investigação, torna-se necessário primeiramente mapear a literatura existente de maneira ampliada e sistemática, possibilitando compreender como as características dos comportamentos de movimento se associam a múltiplos desfechos em saúde em jovens, permitindo identificar lacunas existentes e um melhor direcionamento para estudos observacionais e de intervenção com foco em desfechos específicos. Tendo em vista que a maioria dos estudos envolvendo parâmetros relacionados a qualidade do sono e ritmo circadiano (obtidos a partir de dados brutos de aceleração) tem analisado desfechos da saúde mental, e que os achados em relação à média de aceleração e a obesidade parecem inconsistentes, o estudo da relação entre as características dos comportamentos de movimento, obtidos a partir de dados brutos de aceleração, e indicadores de obesidade torna-se necessário, possibilitando uma maior comparabilidade entre os estudos.

1.1 Formulação da situação problema

De acordo com o que foi exposto, o presente estudo buscou responder a seguinte questão: As características dos comportamentos de movimento de 24 horas são associadas a indicadores de obesidade em adolescentes?

1.2 Estrutura do projeto

Esta dissertação de mestrado seguiu sua estrutura no modelo alternativo (escandinavo) e foi desenvolvida a partir da redação de dois artigos científicos. A dissertação é composta por cinco capítulos, sendo eles: I) introdução geral, contendo justificativa, formulação da situação problema e objetivos do estudo; II) procedimentos metodológicos; III) artigo de revisão sistemática sobre as características dos comportamentos de movimento de 24 horas e desfechos em saúde em crianças e adolescentes; IV) artigo original acerca das associações entre as características dos comportamentos de movimento de 24 horas e indicadores de obesidade em adolescentes; e V) considerações finais. Na sequência, são apresentadas as referências bibliográficas, os apêndices e anexos. Cada artigo é apresentado de forma independente, contendo introdução, métodos, resultados, discussão e conclusão.

1.3 Objetivos

O objetivo geral da dissertação foi analisar as possíveis associações entre diferentes características dos comportamentos de movimento de 24 horas e indicadores de obesidade em adolescentes. Como a dissertação seguiu o modelo escandinavo de apresentação, esta não contém subdivisões entre objetivos gerais e específicos, apresentando apenas os objetivos de cada artigo.

Artigo de revisão sistemática

Título: Características dos comportamentos de movimento de 24 horas e desfechos em saúde em crianças e adolescentes: uma revisão sistemática.

Objetivo: Revisar sistematicamente a literatura científica sobre as principais características dos comportamentos de movimento 24 horas obtidas a partir de dados

brutos de acelerômetro e sua associação com desfechos em saúde em crianças e adolescentes.

Artigo original

Título: Associação entre diferentes características dos comportamentos de movimento de 24 horas e indicadores de obesidade em adolescentes.

Objetivo: Verificar se as características dos comportamentos de movimento de 24 horas obtidas a partir de dados brutos de acelerômetro estão associadas a indicadores de obesidade em adolescentes.

CAPÍTULO 2

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1 Aspectos éticos da pesquisa

A presente dissertação foi realizada a partir da utilização do banco de dados do projeto de pesquisa institucional cadastrado na Universidade Estadual de Londrina (UEL) intitulado “Comportamentos de 24 horas de movimento, indicadores de saúde mental e de adiposidade em adolescentes: estudo epidemiológico observacional analítico”. Trata-se de um projeto de pesquisa em andamento, tendo iniciado as coletas de dados em maio de 2025 e previsão de encerramento em julho de 2026. Os dados estão sendo coletados nas escolas estaduais da cidade de Londrina-PR, de acordo com as normas da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos. O projeto foi aprovado pelo Núcleo Regional de Educação do Município de Londrina sob o número de protocolo 23.720.430-1 (**Anexo A**), e pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina, sob o parecer nº 7.531.526 de 28/04/2025 (**Anexo B**). Todos os responsáveis pelos adolescentes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (**Apêndice A**) e os participantes, o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) (**Apêndice B**).

2.2 População e amostra

A população do estudo foi constituída por todos os adolescentes do ensino médio da rede pública de ensino do município de Londrina/PR. De acordo com os dados disponibilizados pelo Núcleo Regional de Educação do Município de Londrina no ano de 2025, a cidade possui 51 escolas com ensino médio e a população alvo do estudo foi estimada em 25.405 escolares, distribuídos proporcionalmente em cinco regiões geográficas (Centro: 32,7%; Leste: 10,5%; Oeste: 24,2%; Norte: 19,5%; Sul: 13,1%). Desta população, estudantes foram convidados a participar do estudo a partir de um processo de seleção amostral probabilístico, realizado em dois estágios. No primeiro estágio, todas as escolas estaduais de Londrina/PR que oferecem ensino médio foram listadas e alocadas em suas respectivas localizações geográficas (norte,

sul, leste, oeste e centro). Foram selecionadas duas escolas de cada região a partir de um processo aleatório e proporcional a quantidade de turmas das escolas. No segundo estágio, as turmas (conglomerados) foram selecionadas aleatoriamente em cada escola sorteada. Esse procedimento foi repetido até que cada escola alcançasse a representatividade proporcional em relação ao total de alunos da respectiva região geográfica. Todos os alunos das turmas sorteadas foram convidados a participar do estudo.

O tamanho amostral derivado do projeto de pesquisa citado anteriormente é de 1763 indivíduos, o qual foi determinado a partir de parâmetros relacionados a um outro objetivo não contemplado nesta pesquisa (analisar a associação entre o atendimento das diretrizes de movimento de 24 horas e saúde mental de escolares), a saber: a) nível de confiança de 95%; b) poder de 80%; c) relação de não expostos (não atendimento as recomendações) e expostos (atendimento integral das recomendações) = 41; d) prevalência do desfecho nos não expostos = 31,9%; e) prevalência do desfecho nos expostos = 10,4%; f) medida de efeito (*odds ratio* = 0,25) (Luo et al., 2023); g) dobro referente a análises estratificadas; h) acréscimo de 20% para perdas. Para o presente estudo, foram utilizados dados de um subamostra (aproximadamente 40% dos participantes) selecionada aleatoriamente de quatro dos dez estabelecimentos escolares sorteados e composta por adolescentes que utilizaram acelerômetros para obter as estimativas dos comportamentos de movimento. Para as análises do presente estudo, estimou-se um tamanho amostral mínimo de 134 indivíduos, considerando-se a natureza das variáveis (contínuas), os procedimentos estatísticos a serem adotados (regressão linear) e os seguintes parâmetros: a) *effect size* = 0,10; b) nível de confiança = 95%; c) poder = 80%; d) número de preditores = 5.

2.3 Critérios de inclusão e exclusão

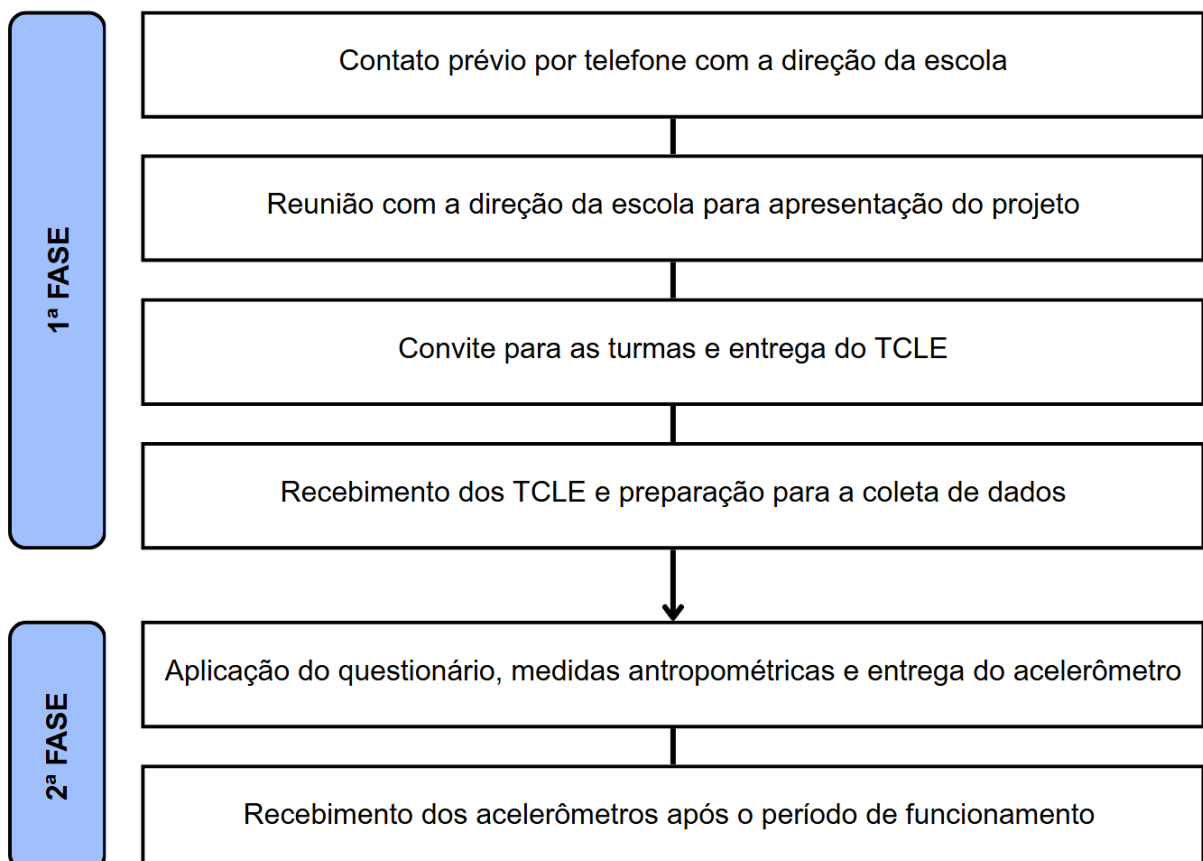
Foram incluídos os estudantes que atendessem os seguintes critérios: I) estar regularmente matriculado no 1° ao 3° ano do ensino médio; e II) possuir, no mínimo, 14 anos de idade. Foram excluídos os participantes que: I) possuíam alguma limitação física que impedisse a realização de atividades físicas; II) não entregaram o TCLE devidamente assinado pelo responsável; III) não participaram em todos os dias de

coleta de dados; e IV) não realizaram o preenchimento do questionário e/ou não apresentaram dados válidos de acelerômetro.

2.4 Coleta de dados

Todos os procedimentos de coleta de dados foram realizados nas próprias escolas, por pesquisadores previamente treinados, sendo adotadas técnicas padronizadas. Não houve qualquer custo financeiro aos participantes. A coleta de dados foi realizada em duas fases. Primeiramente, os alunos foram informados sobre os objetivos do estudo e os dados a serem coletados, além de receberem o TCLE. Os alunos que apresentaram o TCLE devidamente assinado por pais/responsáveis seguiram para a segunda fase da coleta, sendo mensuradas as informações sociodemográficas, as medidas antropométricas e os comportamentos de movimento de 24 horas. O processo de coleta de dados é apresentado na **Figura 2.1**. Informações específicas das mensurações e dos protocolos de medida serão descritas a seguir.

Figura 2.1 – Processo de coleta de dados.



2.5 Instrumentos e variáveis do estudo

Os indicadores de obesidade considerados no estudo foram o índice de massa corporal (IMC), obtido a partir de medidas antropométricas de massa e estatura corporal, e a circunferência de cintura (CC). Os comportamentos de movimento de 24 horas considerados no estudo compreenderam a atividade física leve (AFL) e moderada a vigorosa (AFMV), o comportamento sedentário (CS) e o sono, bem como suas características (qualidade do sono, ritmo circadiano e métricas de aceleração bruta medida diretamente). Procedimentos relacionados a coleta e definição operacional destas variáveis serão descritos a seguir.

2.6 Indicadores de obesidade

Foram considerados como indicadores de obesidade o índice de massa corporal (IMC) e a circunferência de cintura (CC). Foram obtidas medidas antropométricas de massa e estatura corporal utilizando uma balança portátil digital (Seca, model 813) com precisão de 0,1 kg e um estadiômetro portátil (Harpender Holtain Ltd, Crymych, Dyfed, UK) com precisão de 0,1 cm, respectivamente. A partir dessas medidas, foi realizado o cálculo do IMC, sendo convertido em unidades de escore-z de acordo com valores normativos (De Onis et al., 2007). A circunferência de cintura foi mensurada por uma fita métrica metálica da marca Sanny, seguindo procedimentos padronizados (Katzmarzyk et al., 2004), sendo convertida em unidades de escore-z (Fryar; Gu; Ogden, 2012).

2.7 Comportamentos de movimento de 24 horas

Os comportamentos de movimento de 24 horas (AF, CS e sono) foram estimados de maneira objetiva por meio de acelerômetros triaxiais ActiGraph (*ActiGraph, Pensacola, FL, USA*), modelos GT3X+ e wGT3X-BT, programados para registrar dados a uma frequência de 30 Hz. Os participantes foram instruídos a utilizarem o dispositivo no punho não dominante durante as 24 horas do dia (período de vigília e sono) por oito dias consecutivos, removendo o dispositivo somente durante atividades aquáticas. Os dados foram baixados no *software* Actilife (versão 6.13.4) no formato bruto como arquivo .gt3x. Os arquivos .gt3x foram exportados para o *software*

R (versão 4.4.2) e analisados utilizando o pacote GGIR (versão 3.2-8) (van Hees et al., 2025).

O processamento do sinal bruto de aceleração incluiu a auto calibração utilizando a gravidade local como referência (van Hees et al., 2014), detecção de valores anormalmente altos e identificação do tempo de não uso. O tempo de não uso foi imputado por padrão pelo GGIR, a partir da média em pontos de tempo semelhantes em outros dias da semana (van Hees et al., 2013). Os sinais brutos de aceleração foram convertidos em uma medida resumida de aceleração, denominada Norma Euclidiana menos 1g (ENMO - *Euclidean Norm Minus-One*), sendo expressos em unidades miligravitacionais (mg) e reduzidos em *epochs* de 5 segundos (Rowlands et al., 2018). Foram incluídos os participantes que apresentaram pelo menos quatro dias válidos de medida com pelo menos 16 horas de uso, além de um erro de pós calibração <10 mg. Todas as variáveis foram calculadas baseadas no ciclo completo de 24 horas (1440 min).

Pontos de corte ENMO específicos para adolescentes foram utilizados para classificar CS (<35,6 mg), AFL (entre 35,6 mg e 201,4 mg) e AFMV (>201,4 mg) (Hildebrand et al., 2014). A duração do sono foi estimada utilizando um algoritmo padrão do GGIR, validado por polissonografia, que analisa a distribuição de mudanças no ângulo Z (van Hees et al., 2015).

2.8 Características dos comportamentos de movimento de 24 horas

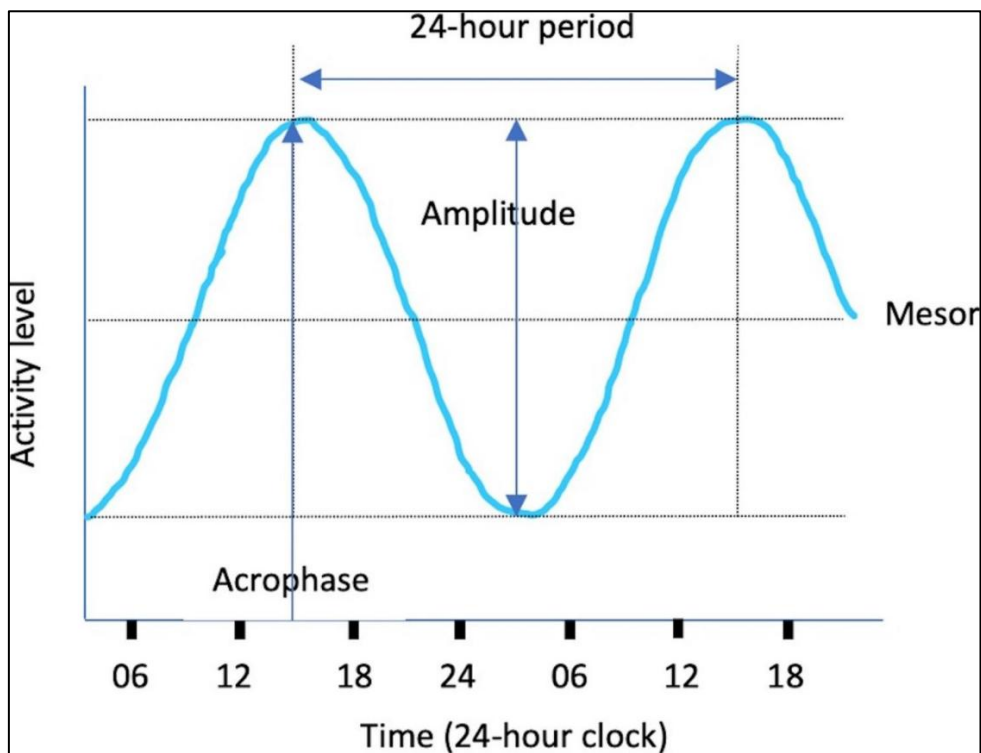
Todas as características dos comportamentos de movimento de 24 horas foram calculadas no GGIR a partir da média simples. Foram consideradas as seguintes características: a qualidade do sono, o ritmo circadiano e as métricas de aceleração bruta medida diretamente.

A qualidade do sono foi obtida a partir das métricas de eficiência do sono (percentual de tempo de sono durante o tempo na cama), horário de início do sono, número médio de despertares por noite, índice de regularidade do sono e tempo acordado após o início do sono.

Para obter as informações relacionadas ao ritmo circadiano, foram utilizadas métricas paramétricas e não paramétricas. As métricas paramétricas consideradas foram o mesor (*midline-estimating statistic of rhythm*), a amplitude (diferença entre o nível máximo e o mínimo de atividade) e tempo de acrofase (horário do pico de

atividade). As métricas não paramétricas consideradas foram: a estabilidade interdiária (IS) – invariabilidade do ritmo de 24 horas entre diferentes dias; a variabilidade intradiária (IV) – fragmentação do ritmo de atividade-reposo ao longo das 24 horas; a média de atividade (em mg) nas 10 horas mais ativas (M10); e a média de atividade (em mg) nas 5 horas menos ativas (L5) (Neikrug et al., 2020). Todas as variáveis de ritmo circadiano foram obtidas a partir do argumento *part6CR = TRUE*. A **Figura 2.2** fornece uma representação visual do modelo cosinor (métricas paramétricas) e a **Tabela 2.1** apresenta as informações sobre a descrição e interpretação destas variáveis.

Figura 2.2 – Representação visual do modelo cosinor.



Fonte: Fairclough et al., 2023.

Em relação as métricas de aceleração bruta medida diretamente, foram consideradas a média de aceleração e o gradiente de intensidade (Rowlands et al., 2018). A média de aceleração (em mg) representa o volume de atividade ao longo das 24 horas, sendo obtida a partir do argumento *do.enmo = TRUE*. O gradiente de intensidade reflete a distribuição da intensidade da aceleração ao longo das 24 horas, sendo sempre negativo, obtido por meio do argumento *iglevels = TRUE*.

Tabela 2.1 – Descrição e interpretação das variáveis do ritmo circadiano.

Variáveis	Descrição	Interpretação
<i>Midline-estimating statistic of rhythm</i> (MESOR)	Nível médio de atividade ao longo de 24 horas.	Valores mais altos indicam maior atividade média.
Amplitude	Diferença entre o nível máximo e o mínimo de atividade.	Valores mais altos indicam maior ritmicidade geral.
Tempo de acrofase	Horário do pico de atividade.	Valores mais tardios indicam um pico de atividade mais tardio e podem refletir uma fase de atividade mais atrasada.
Estabilidade interdiária (IS)	Invariabilidade do ritmo de 24 horas entre diferentes dias.	Valores mais altos indicam um ritmo de atividade-reposo diário mais consistente ao longo dos dias consecutivos.
Variabilidade intradiária (IV)	Fragmentação do ritmo de atividade-reposo ao longo das 24 horas.	Valores mais altos indicam maior fragmentação do ritmo de atividade-reposo que pode refletir a ocorrência de cochilos durante o dia e/ou despertares noturnos.
M10	Média da atividade durante as 10 horas mais ativas no período de 24 horas.	Valores mais altos indicam maior atividade durante o período acordado.
L5	Média da atividade durante as 5 horas menos ativas no período de 24 horas.	Valores mais altos indicam um sono menos repousante.

Nota: M10 = média de atividade nas 10 horas mais ativas; L5 = média de atividade nas cinco horas menos ativas.

2.9 Covariáveis

Foram incluídas como covariáveis o nível socioeconômico, a percepção de saúde e de qualidade de vida, e a satisfação com a imagem corporal. O nível socioeconômico foi mensurado utilizando um questionário desenvolvido pela Associação Brasileira de Empresas de Pesquisas – ABEP (Associação Brasileira de Empresas de Pesquisas, 2024). Informações relacionadas a percepção de saúde e de qualidade de vida foram obtidas por meio das perguntas: “De maneira geral, como você avalia a sua saúde?” e “De maneira geral, como você avalia a sua qualidade de vida?”, respectivamente. A satisfação com a imagem corporal foi determinada por meio da Escala de Silhuetas Brasileiras para Crianças (Kakeshita et al., 2009), onde os participantes deveriam responder as perguntas “Qual figura representa o seu corpo atual?” e “Qual figura representa o corpo que você gostaria de ter?” em uma escala de 11 figuras ascendentes para o sexo masculino ou feminino.

2.10 Análise estatística

Recursos da estatística descritiva em termos de média, desvio padrão e proporção, foram utilizados para apresentar as informações sociodemográficas, os indicadores de obesidade, as estimativas dos comportamentos de movimento de 24 horas, bem como as características dos comportamentos de movimento. Utilizou-se o teste t de Student para amostras independentes para verificar as eventuais diferenças entre os sexos.

Modelos de regressão linear múltipla (brutos e ajustados) foram utilizados para analisar as associações entre as características dos comportamentos de movimento de 24 horas (qualidade do sono, ritmo circadiano e métricas de aceleração bruta medida diretamente) e os indicadores de obesidade. As covariáveis foram determinadas por meio de uma matriz de correlação, sendo incluídas no modelo aquelas que apresentaram $P \leq 0,10$ (nível socioeconômico, percepção de saúde e de qualidade de vida, e satisfação com a imagem corporal). As análises envolvendo as métricas de aceleração bruta medida diretamente foram ajustadas adicionalmente para a métrica alternativa. A multicolinearidade foi verificada adotando um VIF > 5 . As análises foram realizadas no *software* IBM SPSS Statistics (IBM Corp., Armonk, United States), versão 30.0, com a significância fixada em 5%.

CAPÍTULO 3

3 ARTIGO DE REVISÃO SISTEMÁTICA

3.1 Características dos comportamentos de movimento de 24 horas e desfechos em saúde em crianças e adolescentes: uma revisão sistemática

RESUMO

Introdução: Os comportamentos de movimento de 24 horas têm sido associados a diversos desfechos de saúde em crianças e adolescentes. No entanto, são escassas as informações sobre as possíveis associações entre as características dos comportamentos de movimento de 24 horas (qualidade do sono, ritmo circadiano e métricas de aceleração bruta medida diretamente) e diferentes desfechos de saúde na população pediátrica e não há revisões que sintetizem de forma sistemática as evidências existentes. **Objetivo:** Revisar sistematicamente a literatura científica sobre as principais características dos comportamentos de movimento de 24 horas obtidas a partir de dados brutos de acelerômetro e sua associação com desfechos em saúde em crianças e adolescentes. **Métodos:** Uma busca sistemática em seis bases de dados foi realizada em maio de 2025. Foram incluídos estudos originais que verificaram a associação entre pelo menos uma das características dos comportamentos de movimento de 24 horas obtidas a partir de dados brutos de aceleração e desfechos em saúde em crianças e/ou adolescentes. A síntese dos dados foi realizada de maneira narrativa, descrevendo as características dos estudos incluídos e apresentando a sumarização geral dos resultados. **Resultados:** Um total de 13 estudos foram incluídos representando crianças e adolescentes de sete países europeus. Os desfechos analisados incluíram indicadores de saúde física, mental e cognitiva. Indicadores de qualidade do sono e do ritmo circadiano foram associados a saúde mental em crianças e adolescentes. As métricas de aceleração bruta foram associadas a indicadores de saúde física em jovens. O gradiente de intensidade foi associado a indicadores de cognição. **Conclusão:** As evidências atuais indicam que as características dos comportamentos de movimento de 24 horas, obtidas a partir de dados brutos de acelerômetro, estão associadas a desfechos da saúde mental e física em crianças e adolescentes. As evidências para a qualidade do sono e ritmo circadiano em relação a saúde mental ainda são limitadas em número de estudos, enquanto os achados entre a média de aceleração e os indicadores de adiposidade parecem inconsistentes. Estudos futuros com delineamentos longitudinais e/ou que considerem desfechos ainda pouco investigados são necessários para uma melhor compreensão da relação entre os comportamentos de movimento e a saúde em jovens.

Palavras-chave: Atividade física. Comportamento sedentário. Sono. Jovens. Saúde.

ABSTRACT

Introduction: 24-hour movement behaviors have been associated with various health outcomes in children and adolescents. However, information regarding the potential associations between characteristics of 24-hour movement behaviors (sleep quality, circadian rhythm, and directly measured raw acceleration metrics) and various health outcomes in the pediatric population remains scarce. Furthermore, there are no reviews that systematically synthesize the existing evidence. **Objective:** To systematically review the scientific literature on the main characteristics of 24-hour movement behaviors obtained from raw accelerometer data and their association with health outcomes in children and adolescents. **Methods:** A systematic search of six databases was conducted in May 2025. Original studies that verified the association between at least one of the characteristics of 24-hour movement behaviors obtained from raw acceleration data and health outcomes in children and/or adolescents were included. Data synthesis was performed narratively, describing the characteristics of the included studies and presenting a general summary of the results. **Results:** A total of 13 studies were included, representing children and adolescents from seven European countries. The outcomes analyzed included indicators of physical, mental, and cognitive health. Sleep quality indicators and circadian rhythm were associated with mental health outcomes in children and adolescents. Raw acceleration metrics were associated with physical health indicators in youth. The intensity gradient was associated with cognitive indicators. **Conclusion:** Current evidence indicates that characteristics of 24-hour movement behaviors, obtained from raw accelerometer data, are associated with mental and physical health outcomes in children and adolescents. Evidence for sleep quality and circadian rhythm regarding mental health remains limited, while findings on the association between average acceleration and adiposity indicators appear inconsistent. Future studies employing longitudinal designs and/or exploring under-investigated outcomes are needed for a better understanding of the relationship between movement behaviors and health in youth.

Key words: Physical activity. Sedentary behavior. Sleep. Young. Health.

3.1.1 Introdução

Os comportamentos de movimento de 24 horas compostos pela atividade física (AF), comportamento sedentário (CS) e sono tem sido reconhecidos como fatores modificáveis associados a diversos desfechos em saúde. Estes comportamentos são codependentes, mutualmente exclusivos do período finito das 24 horas do dia, influenciando a saúde de forma conjunta (Chastin et al., 2015). No ano de 2016, foram lançadas as primeiras diretrizes dos comportamentos de movimento de 24 horas (Tremblay et al., 2016), reconhecendo a influência integrada destes comportamentos sobre desfechos em saúde e consolidando o princípio de que “o dia inteiro importa” para a saúde. Desde então, estudos de revisão tem verificado associações entre o atendimento às recomendações dos comportamentos de movimento de 24 horas e melhores indicadores de saúde física, mental e cognitiva (López-Gil et al., 2023; Rollo; Antsygina; Tremblay, 2020; Kracht et al., 2024).

O uso de acelerômetros para quantificar estes comportamentos tem crescido na última década (Troiano et al., 2014). No entanto, a falta de comparabilidade nas variáveis de saída do acelerômetro devido a heterogeneidade nas decisões metodológicas, como o uso de diferentes modelos e marcas de dispositivos, pontos de corte, local de posicionamento, pós-processamento e a natureza proprietária dos arquivos de saída dos acelerômetros, tem dificultado a comparação dos achados entre os estudos (Banda et al., 2016). Até recentemente, os dados dos acelerômetros eram expressos em “contagens” baseadas em algoritmos proprietários. Na tentativa de superar estas limitações, especialistas têm recomendado que os dados de acelerômetros sejam analisados como sinais de brutos de aceleração (Rowlands, 2018), uma vez que não são resumidos pelo dispositivo, permitindo um controle maior do pesquisador e uma melhor comparabilidade entre os estudos (van Hees et al., 2013).

Além disso, tradicionalmente, as estimativas dos comportamentos de movimento de 24 horas se resumem ao tempo total acumulado em CS, sono e diferentes intensidades de AF. No entanto, estes comportamentos podem ser caracterizados por outras métricas obtidas por meio do uso de acelerômetros, incluindo indicadores de qualidade do sono, ritmo circadiano e métricas de aceleração bruta medida diretamente. A qualidade do sono inclui indicadores de eficiência do sono, horário de início do sono, regularidade do sono, entre outros. Enquanto isso, o

ritmo circadiano consiste em um padrão cíclico composto por um período de sono, aumento da atividade matinal, maior atividade durante o dia e diminuição da atividade à medida que o próximo período de repouso se aproxima (Neikrug et al., 2020). Estudos utilizando dados brutos de acelerômetro têm verificado associações entre diferentes parâmetros da qualidade do sono e do ritmo circadiano e indicadores de saúde mental em crianças e adolescentes (Blok et al., 2022; Fairclough et al., 2023).

As métricas de aceleração bruta medida diretamente consistem em valores de aceleração resumidos em indicadores como a média de aceleração, gradiente de intensidade (Rowlands et al., 2018) e métricas MX (Rowlands et al., 2019). A média de aceleração e o gradiente de intensidade fornecem um indicativo de volume e intensidade das acelerações ao longo das 24 horas, respectivamente, enquanto as métricas MX descrevem o valor mínimo de aceleração acima do qual os minutos mais ativos são acumulados. Estas métricas são padronizadas e demandam menores tomadas de decisão por parte do pesquisador (Rowlands et al., 2018), fornecendo uma descrição da distribuição diária do volume e intensidade ao longo das 24 horas, além de uma melhor comparação entre os estudos. Até o momento, estudos têm observado uma associação inversa entre o gradiente de intensidade e as métricas MX e diferentes indicadores de adiposidade em crianças e adolescentes (Buchan et al., 2019; Dygrýn et al., 2021), enquanto os resultados entre a média de aceleração e a adiposidade parecem inconsistentes (Rowlands et al., 2018; Janda et al., 2023).

Apesar destes achados, ainda não há nenhuma revisão que sintetize de forma sistemática as evidências acerca da relação entre as características dos comportamentos de movimento de 24 horas, obtidas a partir de dados brutos de aceleração, e diferentes desfechos em saúde na população pediátrica. Diante disso, revisar a literatura se mostra importante, para que seja possível evidenciar lacunas e orientar futuros estudos. Dessa maneira, o presente estudo teve como objetivo revisar sistematicamente a literatura científica sobre as principais características dos comportamentos de movimento de 24 horas obtidas a partir de dados brutos de acelerômetro e sua associação com desfechos em saúde em crianças e adolescentes.

3.1.2 Métodos

Protocolo e registro

Esta revisão foi registrada no *International Prospective Register of Systematic Reviews* (PROSPERO) sob registro de número CRD420251033614, e seguiu as normas do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (Moher et al., 2009).

Bases de dados e estratégia de busca

Uma busca sistemática na literatura foi realizada em 1 de maio de 2025 nas seguintes bases de dados: Pubmed/MEDLINE, SCOPUS, EMBASE, SPORTDiscus, CINAHL e PsycINFO. Foi utilizada a estratégia PICO (*Population, Intervention, Comparison e Outcome*) adaptada para o objetivo da presente revisão. Os seguintes descritores foram utilizados na busca: I) *Population*: “children”, “adolescent”, “childhood”, “child” e “youth”; II) *Intervention*: “sleep quality”, “sleep pattern”, “sleep characteristics”, “circadian rhythm”, “24 h activity rhythm”, “rest-activity”, “24-h activity profile”, “physical activity profile”, “activity profile”, “directly measured acceleration”, “accelerometer-derived metrics”, “acceleration metrics”, “accelerometer metrics”, “average acceleration” e “intensity gradient”; III) *Comparison*: “raw data”, “accelerometer*” e “raw acceleration”; e IV) *Outcome*: não especificado. Nenhuma restrição de data ou de delineamento foi empregada. A estratégia de busca é apresentada no **Apêndice D**. Após a busca nas bases de dados, os resultados foram baixados e analisados, e as duplicatas foram removidas utilizando o *software* Rayyan QCRI.

Crítérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos estudos originais que atenderam os seguintes critérios: I) população/amostra constituída por crianças e/ou adolescentes; II) verificaram a associação entre pelo menos uma das características dos comportamentos de movimento de 24 horas (qualidade do sono, ritmo circadiano e métricas de aceleração bruta medida diretamente) e desfechos em saúde; III) utilizaram dados brutos de aceleração; e IV) redigidos em língua inglesa. Foram excluídos estudos conduzidos com populações especiais/clínicas (e.g., crianças e adolescentes selecionados para tratamento de doenças específicas), estudos de casos, literatura cinzenta (e.g., teses, capítulos de livros etc.), revisões, meta-análises, comentários e estudos qualitativos.

Seleção dos artigos

Dois revisores independentes (RMSS e LAV) realizaram a seleção e avaliação dos artigos. Discrepâncias foram resolvidas com um terceiro revisor (MR), quando necessário. Primeiramente, os artigos foram selecionados mediante leitura do título e resumo. Em seguida, foi realizada a leitura completa dos artigos de forma independente por dois avaliadores (RMSS e LAV), com as discrepâncias resolvidas entre os revisores e, caso persistissem, discutidas juntamente com um terceiro revisor (MR). Após a inclusão, foi realizada a extração dos dados e a leitura das listas de referências dos artigos incluídos para identificar estudos adicionais.

Extração dos dados

As seguintes informações foram extraídas dos artigos selecionados: I) dados gerais - autor, ano de publicação, delineamento do estudo, população investigada, tamanho amostral e localização geográfica do estudo; II) acelerometria - tipo, marca e modelo do acelerômetro, duração do *epoch*, local de posicionamento do dispositivo no corpo e número de dias de coleta de dados; III) processamento e interpretação dos dados - pontos de corte utilizados para categorizar os comportamentos de movimento, *software* ou algoritmo utilizado para análise dos dados, características dos comportamentos de movimento analisadas (e.g., qualidade do sono, ritmo circadiano e/ou métricas de aceleração bruta medida diretamente); IV) análises realizadas - desfechos analisados, variáveis de ajuste e associação entre as características dos comportamentos de movimento de 24 horas e desfechos em saúde (e.g., adiposidade, saúde mental etc.). Caso o estudo apresentasse múltiplos modelos estatísticos, os resultados foram extraídos a partir do modelo mais ajustado.

Avaliação da qualidade metodológica

A qualidade metodológica dos estudos foi avaliada utilizando a lista de verificação de avaliação crítica do *Joanna Briggs Institute* (JBI), tanto para os estudos transversais quanto para os longitudinais. Dois revisores independentes (RMSS e LAV) avaliaram os estudos por meio de uma lista de verificação contendo oito (para estudos transversais) ou onze itens (para estudos longitudinais), com respostas

categorizadas como "sim", "não", "pouco claro" ou "não aplicável". Desacordos entre os revisores foram resolvidos por consenso mútuo e, caso persistissem, um terceiro revisor (MR) foi consultado. A pontuação total variou de zero a oito para estudos transversais e de zero a 11 para estudos longitudinais. Como as listas de verificação não fornecem um ponto de corte para classificar o risco de viés, uma pontuação foi atribuída com base no número de critérios classificados como "sim". Portanto, quanto maior a pontuação, maior a qualidade metodológica dos estudos.

Síntese dos dados

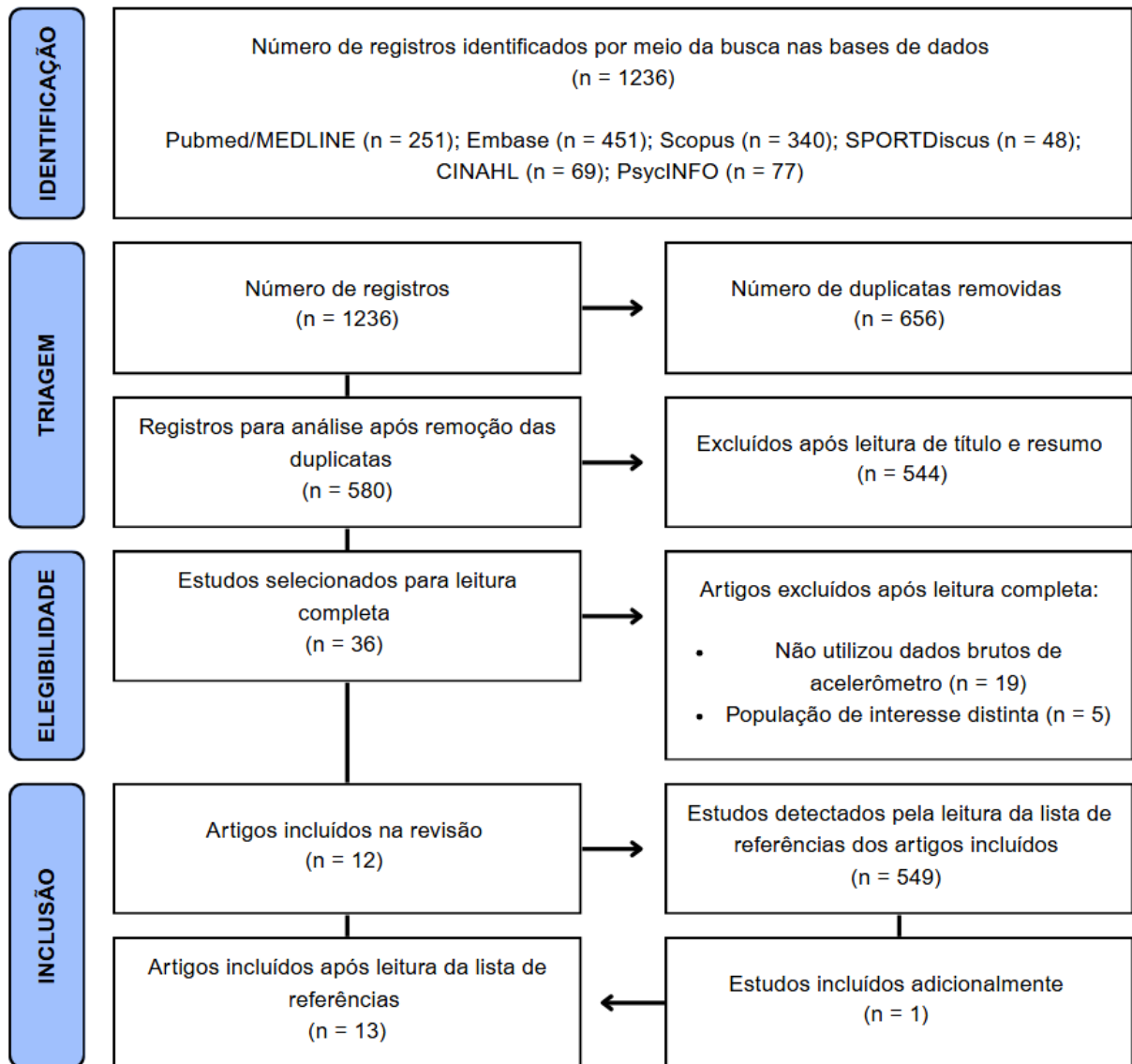
A síntese dos dados foi realizada de maneira narrativa para todas as características dos comportamentos de movimento de 24 horas. Para cada característica dos comportamentos de movimento de 24 horas (qualidade do sono, ritmo circadiano e métricas de aceleração bruta medida diretamente), os resultados foram sintetizados separadamente, descrevendo as características dos estudos incluídos e apresentando a sumarização geral dos resultados, ou seja, as associações entre cada característica dos comportamentos de movimento de 24 horas e os diferentes desfechos em saúde analisados, com o objetivo de mapear a literatura existente.

3.1.3 Resultados

Seleção dos estudos

Um total de 1236 estudos foram identificados por meio da busca nas diferentes bases de dados. Após a remoção das duplicatas, 580 estudos permaneceram. A triagem dos títulos e resumos resultou em 36 artigos selecionados para leitura completa do texto, dos quais, 12 atenderam aos critérios de inclusão. Foram detectados 549 registros pela leitura da lista de referências dos estudos incluídos, sendo incluído um estudo na presente revisão. Dessa forma, um total de 13 estudos foram incluídos na revisão. O processo de seleção dos estudos, bem como os motivos para a exclusão dos artigos, são representados na **Figura 3.1**.

Figura 3.1 – Diagrama do processo de seleção dos artigos.



Características dos estudos

Dos 13 artigos incluídos, 12 apresentaram delineamento transversal e um longitudinal (Fairclough et al., 2019). Os estudos incluíram um total de 8.660 participantes (6.271 de amostras únicas), variando de 90 (Donnelly et al., 2022) a 1.814 participantes (Rowlands et al., 2019). Todos os estudos foram conduzidos no continente europeu, sendo Reino Unido (n = 4), Inglaterra (n = 3), República Tcheca (n = 2), e Holanda, Escócia, Portugal e Nova Gales do Sul (n = 1 cada). Em relação ao grupo etário da amostra, cinco estudos incluíram somente crianças (Buchan et al., 2019; Chaput et al., 2024; Donnelly et al., 2022; Fairclough et al., 2019; Fairclough et al., 2020), cinco estudos crianças e adolescentes (Blok et al., 2022; Dygrýn et al.,

2021; Fairclough et al., 2023; Janda et al., 2023; Rowlands et al., 2019) e três estudos somente adolescentes (Pindus et al., 2023; Rowlands et al., 2018; Williams et al., 2022).

Para a mensuração dos comportamentos de movimento de 24 horas, dois estudos utilizaram somente acelerômetros GENEActiv, 10 estudos utilizaram exclusivamente acelerômetros ActiGraph em seus modelos GT3X+ (n = 2), wGT3X-BT (n = 4) e/ou GT9X (n = 7), e um estudo utilizou tanto ActiGraph quanto GENEActiv (Rowlands et al., 2019). Dos 13 estudos, 12 utilizaram acelerômetros posicionados no punho não dominante e um no quadril direito (Williams et al., 2022). Para o processamento dos dados brutos de acelerômetro, todos utilizaram o *software* GGIR (van Hees et al., 2025) em diferentes versões, e adotaram *epochs* de 5 segundos (n = 11) ou não especificaram (n = 2). Em relação às características dos comportamentos de movimento de 24 horas, a qualidade do sono foi avaliada em três estudos (Blok et al., 2022; Chaput et al., 2024; Fairclough et al., 2023), o ritmo circadiano em dois estudos (Blok et al., 2022; Fairclough et al., 2023) e as métricas de aceleração bruta medida diretamente em 11 estudos (Buchan et al., 2019; Donnelly et al., 2022; Dygrýn et al., 2021; Fairclough et al., 2019; Fairclough et al., 2020; Fairclough et al., 2023; Janda et al., 2023; Pindus et al., 2023; Rowlands et al., 2018; Rowlands et al., 2019; Williams et al., 2022). As características detalhadas dos 13 estudos são apresentadas no **Apêndice E**.

Síntese dos resultados

Qualidade do sono

Três estudos analisaram as associações entre a qualidade do sono e desfechos em saúde, sendo todos transversais (Blok et al., 2022; Chaput et al., 2024; Fairclough et al., 2023). As variáveis relacionadas à qualidade do sono incluíram o horário de início do sono, latência do início do sono, eficiência do sono, número médio de despertares por noite, total de despertares após o início do sono e o índice de regularidade do sono. Os indicadores de saúde investigados compreenderam a internalização, externalização e perfil de desregulação (Blok et al., 2022), habilidades motoras fundamentais (Chaput et al., 2024), problemas internalizantes e externalizantes, e saúde mental geral (Fairclough et al., 2023).

Entre os estudos que investigaram as associações entre a qualidade do sono e indicadores de saúde mental, o início do sono foi inversamente associado a problemas de internalização em uma amostra de crianças (Blok et al., 2022), enquanto a eficiência do sono foi inversamente associada à saúde mental geral e a problemas externalizantes em crianças e adolescentes (Fairclough et al., 2023). Por último, o estudo de Chaput et al., (2024), verificou que as crianças com maior índice de regularidade do sono apresentaram menores chances de proficiência em habilidades motoras fundamentais. Na **Tabela 3.1** são apresentados os resultados dos estudos que analisaram as associações entre a qualidade do sono e desfechos em saúde.

Ritmo circadiano

Dois estudos analisaram transversalmente as associações entre o ritmo circadiano e desfechos em saúde (Blok et al., 2022; Fairclough et al., 2023). As variáveis do ritmo circadiano compreenderam o mesor, amplitude, tempo de acrofase, estabilidade interdiária (IS), variabilidade intradiária (IV), média de atividade nas 10 horas mais ativas (M10) e nas cinco horas menos ativas (L5), e início do período das cinco horas menos ativas (início de L5). Ambos os estudos investigaram desfechos relacionados à saúde mental, sendo eles: a internalização, externalização e perfil de desregulação (Blok et al., 2022), problemas internalizantes e externalizantes, e saúde mental geral (Fairclough et al., 2023).

Entre os achados, a variabilidade intradiária foi diretamente associada ao perfil de desregulação em crianças (Blok et al., 2022). A amplitude foi diretamente associada à saúde mental geral e problemas externalizantes em crianças e adolescentes, enquanto a IS foi inversamente associada (Fairclough et al., 2023). As informações sobre os resultados dos estudos que investigaram as associações entre o ritmo circadiano e desfechos em saúde são apresentadas na **Tabela 3.2**.

Tabela 3.1 – Estudos que analisaram a qualidade do sono e desfechos em saúde.

Estudo	Amostra	Qualidade do sono	Desfecho	Resultados
Blok et al., 2022	10-11 anos (n = 788) e 13-14 anos (n = 344)	Início do sono	Problemas de internalização	Início do sono inversamente associado a problemas de internalização aos 10-11 anos.
Chaput et al., 2024	6-10 anos (n = 996)	Índice de regularidade do sono	Habilidades motoras fundamentais	Índice de regularidade do sono associado a menores chances de proficiência em habilidades motoras fundamentais.
Fairclough et al., 2023	9-13 anos (n = 301)	Eficiência do sono	Saúde mental geral e problemas externalizantes	Eficiência do sono inversamente associada à saúde mental geral e problemas externalizantes.

Tabela 3.2 – Estudos que analisaram o ritmo circadiano e desfechos em saúde.

Estudo	Amostra	Ritmo circadiano	Desfecho	Resultados
Blok et al., 2022	10-11 anos (n = 788) e 13-14 anos (n = 344)	IV	Perfil de desregulação	IV diretamente associada ao perfil de desregulação aos 10-11 anos.
Fairclough et al., 2023	9-13 anos (n = 301)	Amplitude e IS	Saúde mental geral e problemas externalizantes	Amplitude diretamente associada à saúde mental geral e problemas externalizantes, enquanto IS inversamente associada.

Nota: IV = variabilidade intradiária; IS = estabilidade interdiária.

Métricas de aceleração bruta medida diretamente e desfechos em saúde

Onze estudos investigaram as associações entre as métricas de aceleração bruta medida diretamente e diferentes desfechos em saúde, sendo 10 transversais e um longitudinal (Fairclough et al., 2019). As métricas de aceleração bruta compreenderam a média de aceleração (AvAcc), o gradiente de intensidade (IG) e as métricas MX (M2, M5, M15, M30, M60, M120, M1/3_{DIA} e M30_{CONT}).

Foram investigados desfechos relacionados à obesidade, aptidão física, saúde cardiovascular e cognição. Em relação aos indicadores de obesidade, foram utilizados o escore-z do índice de massa corporal (IMC) (Buchan et al., 2019; Donnelly et al., 2022), escore-z do IMC, percentual de massa gorda (%MG) e tecido adiposo visceral (TAV) (Dygrýn et al., 2021), escore-z do IMC, razão cintura-estatura (RCE), escore de síndrome metabólica (Fairclough et al., 2019), IMC, RCE (Fairclough et al., 2020), escore-z do IMC, %MG, índice de massa gorda (IMG), TAV (Janda et al., 2023), escore-z do IMC e %MG (Rowlands et al., 2018; Rowlands et al., 2019). Para aptidão física, foi utilizado o VO_{2pico} (Fairclough et al., 2019) e aptidão cardiorrespiratória (ACR) (Fairclough et al., 2020). Em relação as variáveis de saúde cardiovascular, foram utilizados a pressão arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD) e média (PAM), glicose sanguínea, insulina plasmática, HOMA-IR (*Homeostatic Model Assessment of Insulin Resistance*) e interleucinas (Williams et al., 2022). Por último, a cognição foi avaliada por meio do tempo de reação (RT), desvio padrão do tempo de reação (SDRT) e coeficiente de variação do tempo de reação (CVRT) congruentes e incongruentes, discriminação do sinal, precisão com e sem alvo (Pindus et al., 2023), RT e precisão congruentes e incongruentes, e BDNF (*Brain-Derived Neurotrophic Factor*) (Williams et al., 2022).

Em crianças, resultados de estudos transversais demonstraram que o IG foi inversamente associado ao escore-z do IMC (Buchan et al., 2019; Fairclough et al., 2019; Rowlands et al., 2019), RCE e escore de síndrome metabólica, e diretamente associado a ACR (Fairclough et al., 2019). Em dias letivos, o IG foi inversamente ao IMG e TAV, enquanto a AvAcc ao %MG, IMG e TAV (Janda et al., 2023). Em dias de final de semana, a AvAcc foi diretamente associada ao escore-z do IMC, IMG e TAV (Janda et al., 2023). Nos demais estudos, o IG e a AvAcc não foram associados a indicadores de adiposidade (Donnelly et al., 2022; Dygrýn et al., 2021) e de saúde mental (Fairclough et al., 2023). As métricas MX (M2, M5, M15 e M30) foram

inversamente associadas ao %MG e TAV, e as métricas M60 e M120 somente ao TAV (Dygrýn et al., 2021). Além disso, diferentes limiares da métrica M30 durante o dia escolar foram associados ao IMC, RCE e ACR em meninos e meninas (Fairclough et al., 2020). Em termos longitudinais, o IG foi inversamente associado a RCE e risco de síndrome metabólica medidos oito semanas depois (Fairclough et al., 2019).

Em adolescentes, o IG foi inversamente associado ao escore-z do IMC (Rowlands et al., 2018), %MG (Dygrýn et al., 2021; Rowlands et al., 2018; Rowlands et al., 2019), TAV (Dygrýn et al., 2021), PAS e PAM (Williams et al., 2022), enquanto a AvAcc foi inversamente associada à pressão arterial (Williams et al., 2022) e diretamente associada ao escore-z do IMC (Rowlands et al., 2018), %MG (Rowlands et al., 2019) e qualidade de vida relacionada à saúde (QVRS) (Fairclough et al., 2019). De maneira combinada e nas moças, o IG foi inversamente associado ao SDRT e CVRT incongruentes, e somente nas moças, associado ao d' (Pindus et al., 2023). Em dias de final de semana, o IG foi inversamente associado ao %MG e IMG, enquanto a AvAcc ao %MG (Janda et al., 2023). Em um estudo não foram observadas associações entre o IG e AvAcc e indicadores de saúde mental (Fairclough et al., 2023). Por último, as métricas MX (M2, M5, M15, M30, M60 e M120) foram inversamente associadas ao %MG e TAV (Dygrýn et al., 2021). Nenhum estudo investigou longitudinalmente as associações entre as métricas de aceleração bruta medida diretamente e desfechos em saúde em adolescentes.

Na **Tabela 3.3** são apresentados os resultados dos estudos que analisaram as associações entre as métricas de aceleração bruta medida diretamente e desfechos em saúde.

Qualidade metodológica dos estudos

A qualidade metodológica dos estudos transversais incluídos na presente revisão variou de cinco a sete, com a pontuação média de 6,5 na lista de verificação de avaliação crítica do *Joanna Briggs Institute* (JBI). Em relação ao estudo longitudinal, a pontuação foi de sete (7). As pontuações da qualidade metodológica para cada um dos estudos transversais e do estudo longitudinal são apresentadas no **Apêndice G**.

Tabela 3.3 – Estudos que analisaram as métricas de aceleração bruta medida diretamente e desfechos em saúde.

Estudo	Amostra	Métrica de aceleração bruta	Desfecho	Resultados
Buchan et al., 2019	8-12 anos (n = 246)	IG	IMC (escore-z)	IG inversamente associado ao IMC.
Donnelly et al., 2022	4-11 anos (n = 90)	IG e AvAcc	IMC (escore-z)	Não foram observadas associações entre o IG ou a AvAcc e o IMC.
Dygrýn et al., 2021	8-13 anos (n = 382) e 14-18 anos (n = 338)	IG e métricas MX (M2, M5, M15, M30, M60 e M120)	%MG e TAV	Em crianças: métricas M2, M5, M15 e M30 inversamente associadas ao %MG e TAV, enquanto as métricas M60 e M120 inversamente associadas ao TAV. Em adolescentes: IG e métricas M2, M5, M15, M30, M60 e M120 inversamente associadas a %MG e TAV.
Fairclough et al., 2019	9-10 anos (n = 145)	IG e AvAcc	IMC (escore-z), QVRS, RCE, VO _{2pico} e risco de síndrome metabólica	<i>Baseline:</i> IG inversamente associado ao IMC, RCE e risco de síndrome metabólica, e diretamente associado ao VO _{2pico} . AvAcc diretamente associada a QVRS. Indicadores de saúde 8 semanas depois: IG inversamente associado a RCE e risco de síndrome metabólica.

Fairclough et al., 2020	9-10 anos (n = 296)	M30 _{ACC}	IMC, RCE e ACR	Nas meninas: limiares da métrica M30 _{ACC} foram associados ao IMC (213 mg), RCE (206 mg) e ACR (269 mg). Nos meninos: limiares da métrica M30 _{ACC} foram associados ao IMC (234 mg), RCE (230 mg) e ACR (327 mg).
Fairclough et al., 2023	9-13 anos (n = 301)	IG e AvAcc	Problemas internalizantes, problemas externalizantes e saúde mental geral.	Não foram observadas associações entre o IG ou a AvAcc e os indicadores de saúde mental.
Janda et al., 2023	8-13 anos (n = 382) e 14-18 anos (n = 338)	IG e AvAcc	IMC (escore-z), %MG, IMG e TAV	Em crianças: AvAcc em dias letivos inversamente associada ao %MG, IMG e TAV. IG em dias letivos inversamente associado ao IMG e TAV. AvAcc em dias de final de semana diretamente associada ao IMC, IMG e TAV. Em adolescentes: AvAcc em dias de final de semana inversamente associada ao %MG. IG em dias de final semana inversamente associado ao %MG e IMG.
Pindus et al., 2023	média de idade de	IG	SDRT e CVRT incongruentes e d' (memória	IG inversamente associado ao SDRT e CVRT incongruentes, de maneira

	16,5 anos (n = 418)		de trabalho)	combinada e nas moças. IG associado ao d' (2-back) somente nas moças.
Rowlands et al., 2018	11-14 anos (n = 1669)	IG e AvAcc	IMC (escore-z) e %MG	IG inversamente associado ao %MG e IMC, enquanto AvAcc diretamente associada ao IMC.
Rowlands et al., 2019	9-10 anos (n = 145) e 11-14 anos (n = 1669)	IG e AvAcc	IMC (crianças) e %MG (moças de 11-14 anos)	IG inversamente associado ao IMC e %MG. AvAcc diretamente associada ao %MG em moças (13-14 anos).
Williams et al., 2022	11-12 anos (n = 70) e 14-15 anos (n = 43)	IG e AvAcc	PAS, PAD e PAM	IG inversamente associado a PAS e PAM. AvAcc inversamente associada a PAS, PAD e PAM.

Nota: IG = gradiente de intensidade; AvAcc = média de aceleração; IMC = índice de massa corporal; %MG = percentual de massa gorda; TAV = tecido adiposo visceral; RCE = razão cintura-estatura; ACR = aptidão cardiorrespiratória; QVRS = qualidade de vida relacionada à saúde; SDRT = desvio padrão do tempo de reação; CVRT = coeficiente de variação do tempo de reação; d' = discriminação do sinal; PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; PAM = pressão arterial média.

3.1.4 Discussão

Até onde sabemos, esta é a primeira revisão sistemática que examinou as associações entre diferentes características dos comportamentos de movimento de 24 horas (obtidas a partir de dados brutos de aceleração) e desfechos em saúde em crianças e adolescentes. Os indicadores de saúde mais analisados em relação as características dos comportamentos de movimento envolveram medidas de adiposidade e de saúde mental. Os achados sugerem que os indicadores de qualidade do sono e ritmo circadiano parecem estar associados a saúde mental, enquanto as métricas de aceleração bruta, a indicadores de saúde física em crianças e adolescentes.

Qualidade do sono

Em nossos achados, a eficiência do sono foi inversamente associada a saúde mental e a problemas de externalização em crianças e adolescentes, estando de acordo com estudos prévios que investigaram as associações entre a qualidade do sono e a saúde mental em jovens (Rubens et al., 2017; Wang et al., 2022). A eficiência do sono é influenciada pelo número de despertares noturnos, o qual foi associado a diversos desfechos de saúde mental em uma amostra de adolescentes do *Millennium Cohort Study* (Qiu; Morales-Muñoz, 2022). Um estudo utilizando acelerômetros observou que as trajetórias de eficiência do sono previram sintomas internalizantes e externalizantes da infância à adolescência (Thompson et al., 2024). Apesar disso, outro achado da presente revisão verificou que dormir mais cedo foi associado a problemas de internalização em crianças, contrariando estudos anteriores que verificaram que dormir mais tarde ou a preferência pelo período noturno foram associados a diversos transtornos mentais em adolescentes (Kuula et al., 2022; Shimizu et al., 2020; Zhang et al., 2018). Por último, uma revisão sistemática sugeriu que a relação entre a qualidade do sono e problemas externalizantes pode ser bidirecional (Liu et al., 2022), destacando a necessidade de que intervenções estejam voltadas tanto para a melhoria da saúde mental quanto da qualidade do sono. Outro achado diz respeito a associação entre a regularidade do sono e menores chances de proficiência em habilidades motoras fundamentais em crianças, estando na direção oposta da esperada. Um estudo de revisão sistemática recente envolvendo

intervenções, concluiu que o sono pode ser importante para a aprendizagem motora de crianças, ressaltando sua importância na formação da memória procedimental e aquisição de habilidades motoras (Marques Filho et al., 2025). É importante destacar que somente três estudos analisaram as associações entre os indicadores de qualidade do sono e desfechos em saúde nesta revisão, sendo todos transversais. Mais estudos são necessários, utilizando dados brutos de aceleração e empregando delineamentos longitudinais, para confirmar nossos achados e contribuir para uma melhor compreensão da relação entre sono e saúde em crianças e adolescentes.

Ritmo circadiano

Em relação ao ritmo circadiano, a IV foi diretamente associada ao perfil de desregulação em crianças, enquanto a IS foi inversamente associada a saúde mental e problemas externalizantes em crianças e adolescentes. Embora poucos estudos tenham investigado a relação entre ritmo circadiano e saúde mental em jovens, estes achados estão de acordo com um estudo envolvendo adultos, que verificou que valores mais altos de IV estavam associados a um maior risco de depressão, enquanto maiores valores de IS foram inversamente associados a este desfecho (Liao et al., 2025). A IS é um indicador de sincronização do ritmo circadiano com os *zeitgebers* externos, como a luminosidade e a temperatura, enquanto a IV corresponde a fragmentação do ritmo circadiano, podendo indicar a ocorrência de cochilos diurnos e/ou despertares noturnos (Neikrug et al., 2020). Estudos prévios têm observado uma relação entre padrões de sono inadequados, como um maior número de despertares noturnos e horários de dormir irregulares, e a saúde mental de jovens (Qiu; Morales-Muñoz, 2022; Zhang et al., 2018), podendo indicar uma maior fragmentação e menor sincronização do ritmo circadiano.

Em outro achado desta revisão, a amplitude do ritmo circadiano foi diretamente associada a saúde mental e problemas externalizantes, apresentando uma direção oposta àquela esperada. Valores mais altos de amplitude do ritmo circadiano indicam maior ritmicidade geral, ou seja, maior atividade durante o dia e menor atividade durante a noite. Em uma amostra de adultos, Liao et al., (2025) verificaram que os participantes no tercil mais alto de amplitude relativa apresentaram menor risco de depressão quando comparados ao tercil mais baixo. Dessa forma, mais estudos são necessários para confirmar os achados da presente revisão, considerando que

somente dois estudos investigando o ritmo circadiano foram incluídos. Além disso, para uma melhor compreensão acerca da relação entre o ritmo circadiano, obtido a partir de dados brutos de aceleração, e diferentes desfechos em saúde, são necessários estudos longitudinais que permitam estabelecer relações causais.

Métricas de aceleração bruta medida diretamente

As métricas de aceleração bruta medida diretamente foram associadas de maneiras distintas a diversos desfechos de saúde, de modo que somente dois entre onze estudos não observaram associações entre estas variáveis (Donnelly et al., 2022; Fairclough et al., 2023). O IG e as métricas MX foram favoravelmente associados a diferentes desfechos da saúde física. Estes achados reforçam a importância da atividade física de maior intensidade para a saúde de crianças e adolescentes, podendo conferir benefícios adicionais (Ekelund et al., 2024). O IG foi associado a saúde cognitiva, corroborando com meta-análises anteriores que verificaram que a atividade física foi associada a uma melhor função executiva (Li et al., 2025; Mao et al., 2024). Além disso, a AvAcc foi diretamente associada a qualidade de vida, independentemente do IG, sugerindo que o volume da atividade pode ser mais importante para a qualidade de vida (Fairclough et al., 2019). Resultados inconsistentes foram observados entre a AvAcc e a adiposidade, com estudos observando associações diretas (Rowlands et al., 2018; Rowlands et al., 2019), inversas (Janda et al., 2023) ou nulas (Donnelly et al., 2022). No entanto, como a AvAcc representa a média diária de atividade, esta métrica pode ser influenciada pela aceleração dispendida em outros comportamentos, como o comportamento sedentário e atividade física leve, o que pode explicar a inconsistência das associações.

Um estudo analisou as associações entre as métricas de aceleração bruta e indicadores de saúde mental e não observou associações significantes entre estas variáveis. Revisões anteriores investigando o atendimento as recomendações dos comportamentos de movimento de 24 horas verificaram que a atividade física foi favoravelmente associada a uma melhor saúde mental em jovens (Groves et al., 2024; Bourke et al., 2025a). Nesse sentido, ressaltamos a importância de que futuros estudos investiguem a relação entre as métricas de aceleração bruta e diferentes desfechos relacionados a saúde mental e cognitiva, que permanecem pouco

exploradas até o momento. O uso destas métricas permite investigar os efeitos independentes e interativos entre volume e intensidade sobre diferentes indicadores de saúde e oferecerem uma oportunidade de superar as limitações relacionadas ao uso de pontos de corte específicos, pois são independentes de protocolo e população, facilitando as comparações entre estudos e populações (Rowlands et al., 2018). No entanto, a interpretação e aplicação destas métricas pode ser aprimorada por meio do estabelecimento de faixas normativas de aceleração que representem atividades comumente realizadas por crianças e adolescentes (Fairclough et al., 2020).

Pontos fortes e limitações

Os pontos fortes desta revisão compreendem a investigação de uma área de estudo recente na literatura e a abrangência de diversos indicadores de saúde. No entanto, algumas limitações devem ser reconhecidas. A maioria dos estudos incluídos possuíam delineamento transversal, impedindo qualquer inferência causal entre as características dos comportamentos de movimento e os desfechos em saúde. Estudos longitudinais são necessários para confirmar nossos achados. Além disso, a maioria dos estudos se concentrou em avaliar as métricas de aceleração bruta medida diretamente, sendo necessários mais estudos envolvendo indicadores da qualidade do sono e ritmo circadiano, obtidos a partir de dados brutos de aceleração, e desfechos em saúde. Os achados desta revisão são derivados de amostras de países de alto desenvolvimento econômico e foram restritos somente a população de crianças e adolescentes. Portanto, os resultados devem ser interpretados com cautela e não podem ser generalizados para países de baixa ou média renda, e para outras populações, como adultos e idosos. Por fim, somente estudos publicados em língua inglesa foram incluídos, possibilitando a existência de um viés de seleção.

Direções futuras

Estudos futuros investigando as características dos comportamentos de movimento de 24 horas são necessários para aprimorar nossa compreensão sobre como os comportamentos de movimento se associam a diferentes desfechos em saúde. Esta linha de investigação pode auxiliar na formulação e desenvolvimento de políticas públicas que visem a adoção de hábitos saudáveis para a melhoria da saúde

em diferentes populações. Verificamos uma predominância de estudos investigando desfechos relacionados a saúde física, de modo que a saúde mental e cognitiva permanece pouco explorada.

Investigações futuras devem empregar delineamentos longitudinais para uma melhor compreensão acerca das relações causais entre as características dos comportamentos de movimento e os diferentes desfechos em saúde, tendo em vista a predominância de estudos transversais incluídos nesta revisão. Além disso, estudos sugerem que pode existir uma relação bidirecional entre indicadores de qualidade do sono e a saúde mental, o que pode ser confirmado por estudos que possibilitem que os participantes sejam acompanhados ao longo do tempo.

Por fim, esta revisão teve o objetivo de sintetizar as informações relacionadas as características dos comportamentos de movimento e diferentes desfechos em saúde voltadas as populações de crianças e adolescentes. Mais estudos são necessários considerando outras faixas etárias (e.g. adultos e idosos) e populações específicas. Devido à heterogeneidade dos dados e ao caráter predominantemente observacional dos estudos, não foi possível realizar meta-análises, no entanto, revisões futuras devem considerar a sua realização para a obtenção de uma estimativa única e mais precisa acerca da relação entre as características dos comportamentos de movimento e os indicadores de saúde.

3.1.5 Conclusão

Os resultados desta revisão indicam que diferentes características dos comportamentos de movimento de 24 horas, obtidas a partir de dados brutos de aceleração, estão associadas a diversos desfechos em saúde em crianças e adolescentes. Investigações empregando delineamentos longitudinais e experimentais são necessários para confirmar os achados predominantemente transversais dos estudos incluídos em nossa revisão e ampliar nossa compreensão acerca da relação entre os comportamentos de movimento e a saúde. Com exceção das métricas de aceleração bruta medida diretamente, as evidências para as demais características dos comportamentos de movimento são limitadas pelo número de estudos. Além disso, as evidências da relação entre as características dos comportamentos de movimento e diversos desfechos em saúde ainda precisam ser sintetizadas em outras faixas etárias e população específicas.

3.1.6 Referências

- BANDA, J. A. et al. Effects of varying epoch lengths, wear time algorithms, and activity cut-points on estimates of child sedentary behavior and physical activity from accelerometer data. **PLOS one**, v. 11, n. 3, p. e0150534, 2016.
- BLOK, E. et al. Sleep and mental health in childhood: a multi-method study in the general pediatric population. **Child and adolescent psychiatry and mental health**, v. 16, n. 1, p. 11, 2022.
- BOURKE, M. et al. Association Between 24-h Movement Behaviors and Mental Health in Children and Adolescents: A Systematic Review and Compositional Data Meta-Analysis. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 35, n. 8, p. e70120, 2025a.
- BUCHAN, D. S. et al. The use of the intensity gradient and average acceleration metrics to explore associations with BMI z-score in children. **Journal of Sports Sciences**, v. 37, n. 23, p. 2751-2758, 2019.
- CHAPUT, J. et al. Sleep and fundamental movement skills in primary schoolchildren: The REACT project. **American Journal of Human Biology**, v. 36, n. 7, p. e24019, 2024.
- 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, 2015.
- DONNELLY, S. et al. Relationship between parent and child physical activity using novel acceleration metrics. **Research quarterly for exercise and sport**, v. 93, n. 1, p. 180-188, 2022.
- DYGRÝN, J. et al. Associations of novel 24-h accelerometer-derived metrics with adiposity in children and adolescents. **Environmental Health and Preventive Medicine**, v. 26, n. 1, p. 66, 2021.
- EKELUND, U. et al. Dose–response associations, physical activity intensity and mortality risk: a narrative review. **Journal of sport and health science**, v. 13, n. 1, p. 24-29, 2024.
- FAIRCLOUGH, S. J. et al. Average acceleration and intensity gradient of primary school children and associations with indicators of health and well-being. **Journal of sports sciences**, v. 37, n. 18, p. 2159-2167, 2019.
- FAIRCLOUGH, S. J. et al. Characteristics of 24-hour movement behaviours and their associations with mental health in children and adolescents. **Journal of activity, sedentary and sleep behaviors**, v. 2, n. 1, p. 11, 2023.

- FAIRCLOUGH, S. J. et al. Cut-point-free accelerometer metrics to assess children's physical activity: An example using the school day. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 30, n. 1, p. 117-125, 2020.
- GROVES, C. I. et al. Associations between 24-h movement behaviors and indicators of mental health and well-being across the lifespan: a systematic review. **Journal of Activity, Sedentary and Sleep Behaviors**, v. 3, n. 1, p. 1-51, 2024.
- JANDA, D. et al. A 24-h activity profile and adiposity among children and adolescents: Does the difference between school and weekend days matter?. **PLOS One**, v. 18, n. 5, p. e0285952, 2023.
- KRACHT, C. L. et al. 24-hour movement behavior adherence and associations with health outcomes: an umbrella review. **Journal of Activity, Sedentary and Sleep Behaviors**, v. 3, n. 1, p. 25, 2024.
- KUULA, L. et al. Adolescent circadian patterns link with psychiatric problems: a multimodal approach. **Journal of psychiatric research**, v. 150, p. 219-226, 2022.
- LIAO, Y. et al. Associations between rest–activity/light-exposure rhythm characteristics and depression in United States adults: A population-based study. **Journal of Affective Disorders**, v. 369, p. 1004-1012, 2025.
- LI, J. et al. Effects of physical activity on executive function in children and adolescents: A Bayesian dose-response network meta-analysis. **Complementary Therapies in Clinical Practice**, p. 102016, 2025.
- LIU, J. et al. The bidirectional relationship between sleep and externalizing behavior: a systematic review. **Sleep epidemiology**, v. 2, p. 100039, 2022.
- LÓPEZ-GIL, J. F. et al. Are 24-hour movement recommendations associated with obesity-related indicators in the young population? A meta-analysis. **Obesity**, v. 31, n. 11, p. 2727-2739, 2023.
- MAO, F. et al. Effects of cognitively engaging physical activity interventions on executive function in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. **Frontiers in Psychology**, v. 15, p. 1454447, 2024.
- MARQUES FILHO, J. M. V. et al. Influence of sleep on motor skill acquisition in children: a systematic review. **Journal of Sleep Research**, v. 34, n. 2, p. e14309, 2025.
- MOHER, D. et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **Journal of integrative medicine**, v. 7, n. 9, p. 889-896, 2009.
- NEIKRUG, A. B. et al. Characterizing behavioral activity rhythms in older adults using actigraphy. **Sensors**, v. 20, n. 2, p. 549, 2020.

PINDUS, D. M. et al. Sex moderates the associations between physical activity intensity and attentional control in older adolescents. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 33, n. 5, p. 737-753, 2023.

QIU, J.; MORALES-MUÑOZ, I. Associations between sleep and mental health in adolescents: results from the UK millennium cohort study. **International journal of environmental research and public health**, v. 19, n. 3, p. 1868, 2022.

ROLLO, S.; ANTSYGINA, 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, 2020.

ROWLANDS, A. V. et al. Activity Intensity, Volume, and Norms: Utility and Interpretation of Accelerometer Metrics. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 51, n. 11, p. 2410-2422, 2019.

ROWLANDS, A. V. et al. Beyond Cut Points: Accelerometer Metrics that Capture the Physical Activity Profile. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 50, n. 6, p. 1323-1332, 2018.

ROWLANDS, A. V. Moving forward with accelerometer-assessed physical activity: two strategies to ensure meaningful, interpretable, and comparable measures. **Pediatric exercise science**, v. 30, n. 4, p. 450-456, 2018.

RUBENS, S. L. et al. Self-reported time in bed and sleep quality in association with internalizing and externalizing symptoms in school-age youth. **Child Psychiatry & Human Development**, v. 48, n. 3, p. 455-467, 2017.

SHIMIZU, M. et al. Linear and nonlinear associations between sleep and adjustment in adolescence. **Behavioral sleep medicine**, v. 18, n. 5, p. 690-704, 2020.

THOMPSON, M. J. et al. Trajectories of actigraphy-derived sleep duration, quality, and variability from childhood to adolescence: downstream effects on mental health. **Sleep**, v. 47, n. 8, p. zsa112, 2024.

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, p. S311-S327, 2016.

TROIANO, R. P. et al. Evolution of accelerometer methods for physical activity research. **British journal of sports medicine**, v. 48, n. 13, p. 1019-1023, 2014.

VAN HEES, V. T. et al. Package 'GGIR'. 2025.

VAN HEES, V. T. et al. Separating movement and gravity components in an acceleration signal and implications for the assessment of human daily physical activity. **PloS one**, v. 8, n. 4, p. e61691, 2013.

WANG, C. et al. Investigating the association between sleep and aspects of mental health in children: findings from the Canadian health survey on children and youth. **Health Promotion and Chronic Disease Prevention in Canada**, v. 42, n. 11/12, 2022.

WILLIAMS, R. A. et al. Physical fitness, physical activity and adiposity: associations with risk factors for cardiometabolic disease and cognitive function across adolescence. **BMC pediatrics**, v. 22, n. 1, p. 75, 2022.

ZHANG, J. et al. Sleep habits, sleep problems, sleep hygiene, and their associations with mental health problems among adolescents. **Journal of the American Psychiatric Nurses Association**, v. 24, n. 3, p. 223-234, 2018.

CAPÍTULO 4

4 ARTIGO ORIGINAL

4.1 Associação entre diferentes características dos comportamentos de movimento de 24 horas e indicadores de obesidade em adolescentes

RESUMO

Introdução: Os comportamentos de movimento de 24 horas têm sido associados a diversos desfechos em saúde. No entanto, a relação entre as características dos comportamentos de movimento de 24 horas (qualidade do sono, ritmo circadiano e métricas de aceleração bruta medida diretamente) e indicadores de obesidade na população pediátrica ainda é pouco investigada. **Objetivos:** Verificar se as características dos comportamentos de movimento de 24 horas obtidas a partir de dados brutos de acelerômetro estão associadas a indicadores de obesidade em adolescentes. **Métodos:** Estudo epidemiológico transversal envolvendo 236 adolescentes (16,8 anos) que utilizaram acelerômetros no punho não dominante por 24 horas durante 8 dias consecutivos. O índice de massa corporal (IMC) e a circunferência de cintura (CC) foram considerados como indicadores de obesidade e expressos em unidades de escore-z. Os parâmetros de qualidade do sono, ritmo circadiano e métricas de aceleração bruta medida diretamente foram obtidas por meio de um *software* de código aberto (GGIR) a partir de dados brutos de aceleração. Análises de regressão linear múltipla (ajustadas por nível socioeconômico, percepção de saúde, percepção de qualidade de vida e satisfação com a imagem corporal) foram conduzidas para verificar as associações entre as características dos comportamentos de movimento de 24 horas e os indicadores de obesidade. **Resultados:** Os indicadores de qualidade do sono e as métricas de aceleração bruta medida diretamente não foram associados aos indicadores de obesidade. Em relação ao ritmo circadiano, a variabilidade intradiária foi diretamente associada a circunferência de cintura ($\beta = 0,361$ [IC 95% = 0,000; 0,721]). **Conclusão:** Um ritmo circadiano mais fragmentado está associado a um indicador de obesidade central em adolescentes.

Palavras-chave: Atividade física. Comportamento sedentário. Sono. Jovens. Saúde.

ABSTRACT

Introduction: 24-hour movement behaviors have been associated with various health outcomes. However, the relationship between characteristics of 24-hour movement behaviors (sleep quality, circadian rhythm, and directly measured raw acceleration metrics) and obesity indicators in the pediatric population remains under-investigated. **Objective:** To verify whether the characteristics of 24-hour movement behaviors obtained from raw accelerometer data are associated with obesity indicators in adolescents. **Methods:** A cross-sectional epidemiological study involving 236 adolescents (16.8 years) who wore accelerometers on their non-dominant wrist for 24-hours/day over 8 consecutive days. Body mass index (BMI) and waist circumference (WC) were considered as indicators of obesity and expressed in z-score units. Sleep quality parameters, circadian rhythm, and directly measured raw acceleration metrics were obtained using open-source software (GGIR) from raw acceleration data. Multiple linear regression analyses (adjusted for socioeconomic level, perceived health, perceived quality of life, and body image satisfaction) were conducted to verify the associations between the characteristics of 24-hour movement behaviors and obesity indicators. **Results:** Sleep quality indicators and directly measured raw acceleration metrics were not associated with obesity indicators. Regarding circadian rhythm, intradaily variability was directly associated with waist circumference ($\beta = 0.361$ [95% CI = 0.000; 0.721]). **Conclusion:** A more fragmented circadian rhythm is associated with an indicator of central obesity in adolescents.

Key words: Physical activity. Sedentary behavior. Sleep. Young. Health.

4.1.1 Introdução

O excesso de peso e a obesidade durante a adolescência estão associados a diversos desfechos em saúde, como alterações cardiometabólicas (Chung; Onuzuruike; Magge, 2018) e impactos psicossociais (Sutaria et al., 2019; Morales-Suárez-Varela et al., 2025), sendo considerados fortes preditores de obesidade na vida adulta (Simmonds et al., 2016). De acordo com o *Global Burden of Disease Study*, a prevalência global de obesidade nessa população aumentou mais de 240% entre os anos de 1990 e 2021, e acredita-se que cerca de 746 milhões de jovens apresentarão excesso de peso até 2050 (GBD, 2025). Dessa forma, identificar fatores modificáveis que possam impactar favoravelmente a adiposidade de adolescentes se mostra importante.

Nas últimas décadas, os comportamentos de movimento, compostos pela atividade física (AF), o comportamento sedentário (CS) e o sono tem sido reconhecidos como fatores modificáveis relacionados a diversos desfechos em saúde. Considerando que estes comportamentos são codependentes, o paradigma dos comportamentos de movimento tem sido amplamente adotado, reconhecendo a influência integrada entre AF, CS e sono em um ciclo diário das 24 horas (Tremblay et al., 2016). A partir desta perspectiva, no ano de 2016, foram publicadas as diretrizes integradas dos comportamentos de movimento de 24 horas (Tremblay et al., 2016), reconhecendo o impacto conjunto destes comportamentos e consolidando o princípio de que “o dia inteiro importa” para a saúde. Nesse sentido, meta-análises recentes têm verificado que o atendimento as recomendações, ou seja, maiores níveis de atividade física moderada a vigorosa (AFMV), limitar o tempo sedentário e o sono adequado estão favoravelmente associados à adiposidade em jovens (López-Gil et al., 2023; Bourke et al., 2025b).

No entanto, a simplificação destes comportamentos em diferentes intensidades ou categorias, leva à perda de informações importantes sobre estes comportamentos contínuos e complexos (Troiano; Stamatakis; Bull, 2020). Uma nova abordagem no processamento de dados permite a obtenção de novas métricas contínuas a partir de dados brutos de aceleração, ampliando o controle do pesquisador sobre o processamento de dados e contribuindo para uma melhor comparação entre os estudos (van Hees et al., 2013). Estas métricas incluem indicadores de qualidade do sono (van Hees et al., 2018), ritmo circadiano (Neikrug et al., 2020) e métricas de

aceleração bruta medida diretamente (Rowlands et al., 2018).

A qualidade do sono envolve parâmetros como a eficiência do sono, hora de início do sono, número médio de despertares por noite, regularidade do sono, entre outros. Uma revisão sistemática envolvendo múltiplos desfechos do sono verificou que indicadores pré-sono, como a higiene do sono, horário de dormir, variabilidade da hora de dormir e do início do sono, foram associados ao aumento da adiposidade em adolescentes, enquanto os parâmetros durante o sono, como a eficiência do sono, apresentaram resultados mistos (Gale; Williams; Cecil, 2024). Um estudo utilizando acelerômetros verificou que a latência prolongada do sono foi associada ao aumento da adiposidade em adolescentes, destacando a necessidade de investigações adicionais acerca da relação entre as características multidimensionais do sono e a saúde (Wang et al., 2024).

O ritmo circadiano ou ritmo de repouso-atividade consiste em um padrão cíclico de aproximadamente 24 horas caracterizado por um período de descanso, aumento da atividade pela manhã, atividade relativamente maior durante o dia e redução da atividade à medida que o próximo período de sono se aproxima (Neikrug et al., 2020). Estudos prévios têm verificado que a amplitude relativa, um indicador de ritmo circadiano mais robusto, está inversamente associada a indicadores de adiposidade (Quante et al., 2019). Por outro lado, um ritmo circadiano mais fragmentado, representado por uma maior variabilidade intradiária, foi diretamente associado a obesidade e adiposidade central em adolescentes (Garaulet et al., 2017). Esta linha de investigação pode fornecer informações importantes para a compreensão das relações entre os comportamentos de movimento de 24 horas e a obesidade em jovens, sobretudo porque o ritmo circadiano sofre mudanças significativas durante a adolescência, como um atraso da fase circadiana com o avançar da puberdade (Crowley et al., 2018).

As métricas de aceleração bruta medida diretamente são valores de aceleração resumidos em variáveis como a média de aceleração e o gradiente de intensidade (Rowlands et al., 2018). A média de aceleração descreve o volume total de atividade, enquanto o gradiente de intensidade caracteriza a distribuição das intensidades das acelerações ao longo das 24 horas do dia. Estas métricas são padronizadas e aplicáveis apenas a dados brutos de acelerômetro, sendo independentes da tomada de decisão do pesquisador e de pontos de corte, permitindo a comparação entre os estudos (Rowlands et al., 2018). Até o momento, o gradiente de intensidade parece

estar inversamente associado a diferentes indicadores de adiposidade em adolescentes, independentemente da média de aceleração (Dygrýn et al., 2021; Rowlands et al., 2018). No entanto, resultados inconsistentes foram observados entre a média de aceleração e a adiposidade, sendo verificadas associações diretas (Rowlands et al., 2018; Rowlands et al., 2019) e inversas (Janda et al., 2023).

Apesar destes achados, a qualidade do sono e o ritmo circadiano, obtidos a partir de dados brutos de acelerômetro, raramente foram estudados em relação à obesidade em jovens, e os estudos envolvendo as métricas de aceleração bruta medida diretamente tem verificado associações inconsistentes. Compreender como as características dos comportamentos de movimento de 24 horas se associam aos indicadores de obesidade em jovens pode favorecer o desenvolvimento de estratégias e intervenções eficazes de saúde pública para melhorar os indicadores de saúde em adolescentes. Diante disto, o presente estudo teve como objetivo verificar se as características dos comportamentos de movimento de 24 horas (qualidade do sono, ritmo circadiano e métricas de aceleração bruta medida diretamente) obtidas a partir de dados brutos de acelerômetro estão associadas a indicadores de obesidade em adolescentes.

4.1.2 Métodos

Seleção amostral e delineamento do estudo

Estudo epidemiológico transversal envolvendo adolescentes de quatro escolas do Ensino Médio da rede pública de ensino da cidade de Londrina-PR. Os dados do presente estudo foram coletados entre maio e dezembro de 2025 e todos os procedimentos do estudo foram aprovados pelo comitê de ética local. A seleção amostral foi realizada a partir de um processo probabilístico em dois estágios. Inicialmente, quatro escolas de diferentes regiões geográficas foram selecionadas por meio de um processo aleatório e proporcional ao tamanho das escolas. Na sequência, turmas foram selecionadas aleatoriamente em cada escola até atingir a representatividade proporcional de alunos da região geográfica. Todos os alunos das turmas sorteadas foram convidados a participar do estudo.

Os seguintes critérios de inclusão foram adotados: I) estar regularmente matriculado no 1° ao 3° ano do ensino médio; e II) possuir, no mínimo, 14 anos de

idade. Participantes que possuíam alguma limitação física que impedisse a realização de atividades físicas, não entregaram o TCLE devidamente assinado pelo responsável, não participaram em todos os dias de coleta de dados e não realizaram o preenchimento do questionário e/ou não apresentaram dados válidos de acelerômetro foram excluídos do estudo.

Indicadores de obesidade

Foram considerados como indicadores de obesidade o índice de massa corporal (IMC) e a circunferência de cintura (CC). As medidas antropométricas de massa e estatura corporal foram obtidas utilizando uma balança portátil digital (Seca, model 813) com precisão de 0,1 kg e um estadiômetro portátil (Harpندن Holtain Ltd, Crymych, Dyfed, UK) com precisão de 0,1 cm, respectivamente. A partir destas medidas, efetuou-se o cálculo do IMC, sendo convertido em unidades de escore-z com base em valores normativos (De Onis et al., 2007). A circunferência de cintura foi mensurada utilizando uma fita métrica metálica da marca Sanny seguindo procedimentos padronizados (Katzmarzyk et al., 2004) e sendo convertida em unidades de escore-z (Fryar; Gu; Ogden, 2012).

Comportamentos de movimento de 24 horas

Os comportamentos de movimento de 24 horas foram obtidos de maneira objetiva utilizando acelerômetros triaxiais da marca ActiGraph (*ActiGraph, Pensacola, FL, USA*) em seus modelos GT3X+ e wGT3X-BT, programados para registrar dados em uma frequência de 30 Hz. Os participantes foram instruídos a utilizarem o dispositivo no punho não dominante durante as 24 horas do dia por oito dias consecutivos, removendo o dispositivo somente durante atividades aquáticas. Após a coleta dos dados, os dados foram baixados utilizando o *software* Actilife (versão 6.13.4) no formato bruto (.gt3x), exportados para o *software* R (versão 4.4.2) e analisados utilizando o pacote GGIR (versão 3.2-8) (van Hees et al., 2025).

O processamento do sinal bruto de aceleração incluiu a auto calibração utilizando a gravidade local como referência (van Hees et al., 2014), a detecção de valores anormalmente altos e identificação do tempo de não uso. O tempo de não uso foi imputado por padrão pelo GGIR, a partir da média em pontos de tempo

semelhantes em outros dias da semana (van Hees et al., 2013). Utilizou-se uma medida resumida de aceleração (ENMO - *Euclidean Norm Minus-One*) expressa em unidades miligravitacionais e reduzida em *epochs* de 5 segundos (Rowlands et al., 2018). Para validar os dados, foram necessários pelo menos quatro dias válidos de medida com pelo menos 16 horas de uso e um erro de pós calibração <10 mg. As variáveis foram calculadas considerando o ciclo completo de 24 horas (1440 min).

Para classificar o tempo gasto em CS e AF, foram utilizados pontos de corte específicos para adolescentes, a saber: CS (<35,6 mg), AFL (entre 35,6 mg e 201,4 mg) e AFMV (>201,4 mg) (Hildebrand et al., 2014). O período de sono foi determinado por meio do algoritmo heurístico que analisa a distribuição de mudanças no ângulo Z (van Hees et al., 2015).

Características dos comportamentos de movimento de 24 horas

As características dos comportamentos de movimento de 24 horas envolveram variáveis relacionadas à qualidade do sono, ritmo circadiano e métricas de aceleração bruta medida diretamente. A qualidade do sono foi obtida a partir de métricas de eficiência do sono (percentual de tempo de sono durante o tempo na cama), horário de início do sono, número médio de despertares por noite, índice de regularidade do sono e tempo acordado após o início do sono. Informações relacionadas ao ritmo circadiano foram obtidas a partir de métricas paramétricas (cosinor estendido) e não paramétricas. As métricas paramétricas compreenderam o mesor (*midline-estimating statistic of rhythm*), a amplitude (diferença entre o nível máximo e o mínimo de atividade) e o tempo de acrofase (horário do pico de atividade). As métricas não paramétricas envolveram a estabilidade interdiária (IS – invariabilidade do ritmo entre diferentes dias), variabilidade intradiária (IV – fragmentação do ritmo ao longo das 24 horas), média de atividade (em mg) nas 10 horas mais ativas (M10) e nas 5 horas menos ativas (L5) (Neikrug et al., 2020). As variáveis do ritmo circadiano foram obtidas a partir do argumento *part6CR = TRUE*.

As métricas de aceleração bruta medida diretamente compreenderam a média de aceleração (volume de atividade ao longo das 24 horas) e o gradiente de intensidade (distribuição da intensidade da aceleração ao longo das 24 horas) (Rowlands et al., 2018). A média de aceleração (em mg) foi obtida utilizando o argumento *do.enmo = TRUE*, enquanto o gradiente de intensidade, *iglevels = TRUE*.

Covariáveis

Nível socioeconômico, percepção de saúde, percepção de qualidade de vida e satisfação com a imagem corporal foram adotados como covariáveis. O nível socioeconômico foi determinado por meio de um questionário desenvolvido pela Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa, 2024), onde pontuações mais altas indicam maior poder econômico. A percepção de saúde e de qualidade de vida foram obtidas por meio das perguntas “De maneira geral, como você avalia a sua saúde?” e “De maneira geral, como você avalia a sua qualidade de vida?”, respectivamente. Para cada pergunta, cinco opções de resposta foram disponibilizadas (ruim, regular, boa, muito boa e excelente). Para fins de análise, ambas as escalas foram dicotomizadas em percepção negativa (ruim e regular) e positiva (boa, muito boa e excelente). A satisfação com a imagem corporal foi avaliada pela Escala de Silhuetas Brasileiras para Crianças (Kakeshita et al., 2009) onde adolescentes responderam “Qual figura representa o seu corpo atual?” e “Qual figura representa o corpo que você gostaria de ter?” em uma escala de 11 figuras referentes ao sexo masculino ou feminino. Por meio da diferença entre a silhueta percebida e a desejada, os adolescentes foram categorizados em satisfeitos com a imagem corporal, insatisfeitos por estarem acima do peso ou insatisfeitos por estarem abaixo do peso.

Análise estatística

Estatísticas descritivas (média, desvio padrão e frequência) foram utilizadas para caracterizar as informações sociodemográficas, os indicadores de obesidade, e as estimativas dos comportamentos de movimento de 24 horas, bem como suas características (qualidade do sono, ritmo circadiano e métricas de aceleração bruta medida diretamente). O teste *t* de Student para amostras independentes foi utilizado para verificar as diferenças entre os sexos.

Análises de regressão linear (brutas e ajustadas) foram conduzidas para examinar as associações entre as características dos comportamentos de movimento (qualidade do sono, ritmo circadiano e métricas de aceleração bruta medida diretamente) e os indicadores de obesidade. As covariáveis que apresentaram $P \leq 0,10$, identificadas por meio da matriz de correlação, foram incluídas nas análises. O

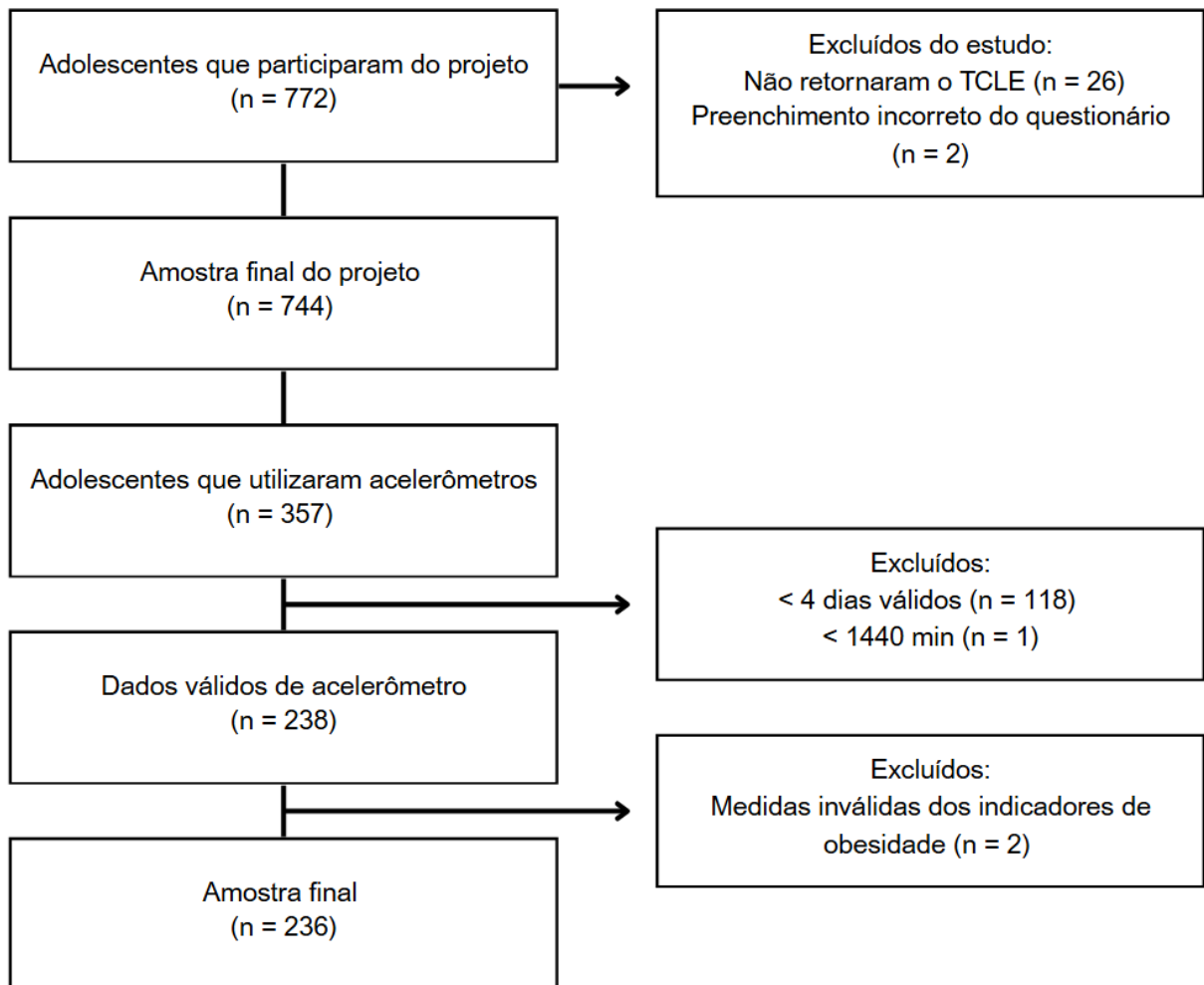
modelo de regressão foi ajustado para o nível socioeconômico, percepção de saúde, percepção de qualidade de vida e satisfação com a imagem corporal. As análises envolvendo as métricas de aceleração bruta medida diretamente foram ajustadas adicionalmente para a métrica alternativa, ou seja, gradiente de intensidade para média de aceleração e vice-versa. A multicolinearidade foi testada utilizando o fator de inflação da variância (VIF), adotando um $VIF > 5$. Não foi verificada multicolinearidade no modelo ($VIF < 1,371$ para todas as variáveis). Todas as análises foram conduzidas no *software* IBM SPSS Statistics (IBM Corp., Armonk, Estados Unidos), versão 30.0, com nível de significância fixado em 5%.

4.1.3 Resultados

Características gerais da amostra

Do total de 772 adolescentes selecionados e convidados a participar do estudo, 28 (3,6%) foram excluídos por não apresentarem o termo de consentimento assinado pelos pais/responsáveis ($n=26$) ou por não preencherem corretamente o questionário ($n=2$). Dos 744 indivíduos restantes, 357 (47,9%) foram monitorados por acelerômetros. Deste total, 238 (66,6%) forneceram dados válidos de acelerômetro e dois participantes não apresentaram medidas válidas dos indicadores de obesidade, totalizando uma amostra final de 236 adolescentes. A **Figura 4.1** apresenta o fluxograma da amostra do estudo.

Figura 4.1 – Fluxograma da amostra do estudo.



A maioria dos adolescentes era do sexo feminino (61,4%) e pertencente ao estrato B do nível socioeconômico (60,6%) (**Tabela 4.1**). A **Tabela 4.2** apresenta as informações descritivas das características dos comportamentos de movimento de 24 horas da amostra. Em média, os adolescentes praticavam menos de meia hora de AFMV por dia ($24,03 \pm 14,37 \text{ min.dia}^{-1}$), ficavam cerca de 12 horas em comportamento sedentário por dia ($712,05 \pm 83,35 \text{ min.dia}^{-1}$) e dormiam cerca de sete horas por noite ($447,81 \pm 63,59 \text{ min.dia}^{-1}$). Rapazes apresentaram significativamente maiores valores de AFMV (28,46 vs. 21,25 min.dia^{-1}), M10 (46,54 vs. 42,19 mg), média de aceleração (28,28 vs. 26,05 mg) e gradiente de intensidade (-2,36 vs. -2,50) quando comparados às moças ($P < 0,05$).

Tabela 4.1 – Características gerais da amostra.

Variáveis	Geral (n = 236)	Rapazes (n = 91)	Moças (n = 145)
Idade centesimal (anos)	16,82 ($\pm 0,92$)	16,82 ($\pm 0,95$)	16,82 ($\pm 0,91$)
Sexo (%)	---	38,6	61,4
Nível socioeconômico (%)			
A	10,6	8,8	11,7
B	60,6	63,8	58,6
C, D e E	28,9	27,5	29,6
IMC (escore-z)	0,49 ($\pm 1,32$)	0,59 ($\pm 1,33$)	0,43 ($\pm 1,30$)
CC (escore-z)	-0,31 ($\pm 0,75$)	-0,23 ($\pm 0,66$)	-0,36 ($\pm 0,80$)
Tempo de não uso do acelerômetro (%)	4,70 ($\pm 4,56$)	4,64 ($\pm 4,63$)	4,74 ($\pm 4,53$)

Nota: * = diferenças entre os sexos utilizando o teste *t* de Student para amostras independentes; IMC = índice de massa corporal; CC = circunferência de cintura.

Tabela 4.2 – Características dos comportamentos de movimento de 24 horas da amostra.

Variáveis	Geral	Rapazes	Moças
Estimativas de uso do tempo			
AFL (min.dia ⁻¹)	256,08 (±68,60)	248,28 (±75,08)	260,98 (±63,99)
AFMV (min.dia ⁻¹)	24,03 (±14,37)	28,46 (±16,07)*	21,25 (±12,47)
CS (min.dia ⁻¹)	712,05 (±83,35)	724,97 (±88,34)	703,95 (±79,30)
Sono (min.dia ⁻¹)	447,81 (±63,59)	438,28 (±63,18)	453,80 (±63,33)
Qualidade do sono			
Eficiência do sono (%)	84,68 (±7,95)	84,17 (±8,71)	85,01 (±7,45)
Horário de início do sono (horas decimais)	23,47 (±1,30)	23,66 (±1,40)	23,35 (±1,22)
Número médio de despertares por noite	16,79 (±4,07)	16,95 (±4,09)	16,69 (±4,07)
Índice de regularidade do sono	41,37 (±13,42)	42,49 (±13,55)	40,65 (±13,34)
Tempo acordado após o início do sono	1,01 (±0,40)	1,03 (±0,45)	1,00 (±0,36)
Ritmo circadiano			
Mesor (log mg + 1)	1,96 (±0,37)	1,96 (±0,41)	1,96 (±0,35)
Amplitude (log mg + 1)	2,25 (±0,99)	2,29 (±0,95)	2,23 (±1,01)
Tempo de acrofase (horas decimais)	14,90 (±1,21)	14,88 (±1,17)	14,91 (±1,24)
Estabilidade interdiária	0,46 (±0,11)	0,47 (±0,12)	0,45 (±0,11)
Variabilidade intradiária	0,90 (±0,23)	0,89 (±0,25)	0,90 (±0,21)
M10 (mg)	43,87 (±12,68)	46,54 (±14,90)*	42,19 (±10,79)
L5 (mg)	6,97 (±2,34)	7,11 (±2,63)	6,87 (±2,15)
Métricas de aceleração bruta medida diretamente			
Média de aceleração (mg)	26,91 (±7,06)	28,28 (±8,15)*	26,05 (±6,16)
Gradiente de intensidade	-2,44 (±0,18)	-2,36 (±0,18)*	-2,50 (±0,15)

Nota: * = diferenças entre os sexos utilizando o teste *t* de Student para amostras independentes; AFL = atividade física leve; AVMF = atividade física moderada a vigorosa; CS = comportamento sedentário; M10 = média de atividade nas 10 horas mais ativas; L5 = média de atividade nas 5 horas menos ativas.

Associação entre as características dos comportamentos de movimento de 24 horas e indicadores de obesidade

As **Tabelas 4.3 e 4.4** apresentam as associações entre as características dos comportamentos de movimento de 24 horas e o índice de massa corporal e a circunferência de cintura, respectivamente. A variabilidade intradiária foi diretamente associada a circunferência de cintura ($\beta = 0,361$ [IC 95% = 0,000;0,721]) no modelo ajustado. Nenhuma outra associação foi verificada entre as características dos comportamentos de movimento de 24 horas e os indicadores de obesidade em adolescentes, tanto nas análises brutas quanto nas ajustadas.

Tabela 4.3 – Associação entre as características dos comportamentos de movimento de 24 horas e o índice de massa corporal.

Variáveis	IMC - β (IC 95%)	
	Modelo 1	Modelo 2
Estimativas de uso do tempo		
AFL	0,001 (-0,001;0,003)	0,000 (-0,002;0,002)
AFMV	0,000 (-0,012;0,012)	-0,003 (-0,013;0,007)
CS	-0,001 (-0,003;0,002)	0,000 (-0,002;0,002)
Sono	0,000 (-0,003;0,002)	0,000 (-0,002;0,002)
Qualidade do sono		
Eficiência do sono	0,006 (-0,015;0,027)	0,012 (-0,006;0,029)
Horário de início do sono	-0,034 (-0,164;0,096)	-0,025 (-0,133;0,084)
Número médio de despertares por noite	-0,001 (-0,043;0,041)	0,000 (-0,035;0,035)
Índice de regularidade do sono	-0,001 (-0,014;0,012)	0,001 (-0,010;0,011)
Tempo acordado após o início do sono	-0,214 (-0,634;0,206)	-0,214 (-0,564;0,136)
Ritmo circadiano		
Mesor	-0,242 (-0,689;0,204)	-0,156 (-0,528;0,216)
Amplitude	0,026 (-0,145;0,197)	0,022 (-0,121;0,164)
Tempo de acrofase	-0,015 (-0,154;0,125)	-0,037 (-0,153;0,080)
Estabilidade interdiária	0,543 (-0,931;2,016)	0,157 (-1,071;1,384)
Variabilidade intradiária	0,002 (-0,726;0,730)	0,179 (-0,428;0,786)
M10	0,000 (-0,013;0,014)	-0,003 (-0,014;0,008)
L5	0,013 (-0,059; 0,086)	-0,019 (-0,080;0,042)
Métricas de aceleração bruta medida diretamente		
Média de aceleração	0,005 (-0,019;0,029)	-0,006 (-0,029;0,018)
Gradiente de intensidade	0,095 (-0,830;1,020)	0,234 (-0,665;1,133)

Nota: Valores expressos em coeficientes beta e intervalo de confiança de 95%; valores em negrito representam significância ($P < 0,05$); modelo 1 = análises brutas; modelo 2 = análises ajustadas para nível socioeconômico, percepção de saúde, percepção de qualidade de vida e satisfação com a imagem corporal; análises envolvendo a média de aceleração e o gradiente de intensidade foram ajustadas adicionalmente para a métrica alternativa; IMC = índice de massa corporal; AFL = atividade física leve; AFMV = atividade física moderada a vigorosa; CS = comportamento sedentário; M10 = média de atividade nas 10 horas mais ativas; L5 = média de atividade nas 5 horas menos ativas.

Tabela 4.4 – Associação entre as características dos comportamentos de movimento de 24 horas e a circunferência de cintura.

Variáveis	CC - β (IC 95%)	
	Modelo 1	Modelo 2
Estimativas de uso do tempo		
AFL	0,000 (-0,002;0,001)	-0,001 (-0,002;0,000)
AFMV	-0,001 (-0,008;0,006)	-0,003 (-0,009;0,003)
CS	0,000 (-0,001;0,001)	0,000 (-0,001;0,001)
Sono	0,000 (-0,001;0,002)	0,000 (-0,001;0,002)
Qualidade do sono		
Eficiência do sono	0,006 (-0,006;0,018)	0,009 (-0,002;0,019)
Horário de início do sono	-0,028 (-0,103;0,046)	-0,023 (-0,088;0,042)
Número médio de despertares por noite	0,000 (-0,024;0,024)	0,000 (-0,020;0,021)
Índice de regularidade do sono	-0,004 (-0,011;0,004)	-0,003 (-0,009;0,003)
Tempo acordado após o início do sono	-0,038 (-0,279;0,202)	-0,037 (-0,247;0,173)
Ritmo circadiano		
Mesor	-0,137 (-0,392;0,119)	-0,092 (-0,314;0,131)
Amplitude	-0,018 (-0,116;0,080)	-0,019 (-0,104;0,066)
Tempo de acrofase	-0,018 (-0,097;0,062)	-0,027 (-0,097;0,042)
Estabilidade interdiária	-0,009 (-0,851;0,834)	-0,212 (-0,946;0,522)
Variabilidade intradiária	0,269 (-0,145;0,683)	0,361 (0,000;0,721)
M10	-0,002 (-0,009;0,006)	-0,003 (-0,010;0,003)
L5	-0,011 (-0,052;0,031)	-0,027 (-0,063;0,009)
Métricas de aceleração bruta medida diretamente		
Média de aceleração	-0,003 (-0,017;0,011)	-0,010 (-0,024;0,004)
Gradiente de intensidade	0,051 (-0,478;0,579)	0,257 (-0,279;0,793)

Nota: Valores expressos em coeficientes beta e intervalo de confiança de 95%; valores em negrito representam significância ($P < 0,05$); modelo 1 = análises brutas; modelo 2 = análises ajustadas para nível socioeconômico, percepção de saúde, percepção de qualidade de vida e satisfação com a imagem corporal; análises envolvendo a média de aceleração e o gradiente de intensidade foram ajustadas adicionalmente para a métrica alternativa; CC = circunferência de cintura; AFL = atividade física leve; AFMV = atividade física moderada a vigorosa; CS = comportamento sedentário; M10 = média de atividade nas 10 horas mais ativas; L5 = média de atividade nas 5 horas menos ativas.

4.1.4 Discussão

Este estudo verificou as associações entre as características dos comportamentos de movimento de 24 horas (qualidade do sono, ritmo circadiano e métricas de aceleração bruta medida diretamente) obtidas a partir de dados brutos de acelerômetro e indicadores de obesidade em adolescentes. Nossos resultados demonstraram que a variabilidade intradiária foi diretamente associada a circunferência de cintura. Nenhuma outra associação foi verificada entre as características dos comportamentos de movimento de 24 horas e os indicadores de obesidade.

Em nossos achados, verificamos valores menores de M10 (43,87 mg), média de aceleração (26,91 mg) e gradiente de intensidade (-2,44) aos observados anteriormente em uma amostra de adolescentes (69,6 mg, 37,9 mg e -2,14) (Fairclough et al., 2023). No entanto, nossos estudos divergem em relação à faixa etária investigada (16,8 anos vs. 13 anos). Considerando que valores mais elevados de M10 indicam níveis mais altos de atividade, que a média de aceleração reflete o volume da atividade, e o gradiente de intensidade descreve a intensidade da atividade, as diferenças nos valores em diferentes faixas etárias podem refletir a redução da atividade física com a avançar da idade (Hallal et al., 2012). Além disso, observamos que os rapazes foram significativamente mais ativos quando comparados às moças, apresentando maiores valores de M10 (46,54 vs. 42,19 mg), média de aceleração (28,28 vs. 26,05 mg) e gradiente de intensidade (-2,36 vs. -2,50). Isto pode ser explicado devido às barreiras percebidas por moças em relação à prática de atividade física, como acesso limitado a oportunidades de atividade física, pressão social, aumento das tarefas escolares e responsabilidades domésticas (Corr; McSharry; Murtagh, 2019).

Nossas análises verificaram que a variabilidade intradiária foi diretamente associada à circunferência de cintura. Este achado está de acordo com um estudo que verificou associações entre uma maior fragmentação do ritmo circadiano e diferentes indicadores de obesidade e adiposidade central em uma amostra de 1044 adolescentes com idades entre 12,5 e 17,5 anos (Garaulet et al., 2017). Em um outro estudo, um ritmo circadiano mais robusto, representado por uma maior amplitude relativa, foi associada a diversas medidas de adiposidade em adolescentes (Quante et al., 2019). Os mecanismos acerca da relação entre o ritmo circadiano e a obesidade

em adolescentes permanecem pouco estudados. Estudos prévios têm sugerido que as alterações no ritmo circadiano estão relacionadas à regulação energética e metabólica (Johnston et al., 2016). Além disso, adolescentes com desalinhamento circadiano apresentaram maior probabilidade de consumir mais calorias quando comparados a adolescentes com alinhamento circadiano (Duraccio et al., 2024), indicando que o ritmo circadiano pode estar relacionado ao controle ponderal em adolescentes.

Nosso estudo não verificou associações entre os parâmetros de qualidade do sono e os indicadores de obesidade. Estudos prévios têm observado associações entre diferentes dimensões do sono, como a higiene do sono, horário de dormir e a latência prolongada do sono, e a adiposidade em adolescentes (Gale; Williams; Cecil, 2024; Wang et al., 2024). No entanto, apesar das evidências da relação entre sono e adiposidade, os mecanismos subjacentes na população pediátrica ainda não são totalmente compreendidos (Krietsch et al., 2019). Uma possível explicação para esta relação é que mecanismos relacionados a processos de recompensa alimentar, resistência à insulina, horários irregulares das refeições e aumento do comportamento sedentário (sobretudo em frente às telas), resultam em um desequilíbrio entre ingestão e gasto energético, aumentando o risco de obesidade em adolescentes (Duraccio et al., 2019). Estudos futuros são necessários para esclarecer a maneira pela qual diferentes parâmetros do sono impactam a adiposidade em adolescentes, orientando intervenções voltadas a prevenção da obesidade nesta população.

A ausência de associações significantes entre as métricas de aceleração bruta medida diretamente e os indicadores de obesidade em nosso estudo deve ser interpretada com cautela. Até o momento, as evidências parecem indicar uma relação entre o gradiente de intensidade e diferentes indicadores de obesidade, enquanto os resultados para a média de aceleração parecem inconsistentes. Estudos envolvendo adolescentes da República Tcheca verificaram que o gradiente de intensidade foi inversamente associado ao percentual de massa gorda (%MG), tecido adiposo visceral (Dygrýn et al., 2021) e, em dias de final de semana, ao %MG e ao índice de massa gorda (Janda et al., 2023). Em relação à média de aceleração, Janda et al., (2023) verificaram associações inversas com o %MG em dias de final de semana, enquanto Dygrýn et al., (2021) não observaram associações. Além disso, em uma amostra de 1669 moças do Reino Unido, o gradiente de intensidade foi inversamente associado ao %MG e IMC, enquanto a média de aceleração foi diretamente associada

a ambos os indicadores (Rowlands et al., 2018; Rowlands et al., 2019). Estas evidências podem indicar que a atividade física de maior intensidade pode ter maior relevância sobre o controle de peso em adolescentes. Além disso, a média de aceleração pode ser influenciada pelo tempo dispendido em outros comportamentos (e.g. comportamento sedentário e atividade física leve), o que pode justificar a inconsistência das associações. Por último, como a obesidade possui uma natureza multifatorial, a ausência de associações em nosso estudo pode estar relacionada a diversos fatores que não foram considerados nos modelos de regressão.

Este estudo possui alguns pontos fortes. Utilizamos dados brutos de aceleração para obter as estimativas das características dos comportamentos de movimento de 24 horas. Adotamos critérios rigorosos de validação de tempo de uso do acelerômetro. Em média, o tempo de não uso do dispositivo foi de 4,7%, indicando forte adesão ao protocolo. Além disso, este é um dos primeiros estudos a examinar as associações entre as características dos comportamentos de movimento e desfechos em saúde em adolescentes brasileiros. No entanto, é importante destacar as limitações do estudo. Primeiro, o delineamento transversal não permitiu examinar a relação causal entre as características dos comportamentos de movimento e os indicadores de obesidade. Estudos longitudinais são necessários para confirmar nossos achados. Segundo, o tamanho amostral pode ter influenciado as associações, aumentando a chance de erros do tipo II. Por fim, apesar das análises terem sido ajustadas para diversos fatores de confusão, é possível que outras variáveis importantes não tenham sido contempladas no modelo.

4.1.5 Conclusão

Nossos achados sugerem que uma maior fragmentação do ritmo circadiano pode influenciar no desenvolvimento da obesidade e destacam a necessidade de considerar padrões de atividade e sono ao longo das 24 horas como alvos comportamentais. Estudos futuros empregando delineamentos longitudinais e considerando outras faixas etárias são necessários. Analisar as características dos comportamentos de movimento a partir de dados brutos de acelerômetro pode fornecer uma visão mais ampla da relação entre estes comportamentos e a saúde, do que somente as estimativas de tempo de uso, auxiliando na formulação de políticas públicas destinadas a adoção de hábitos saudáveis em jovens.

4.1.6 Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE PESQUISA. Critério de Classificação Econômica do Brasil. São Paulo: Ibope Media, 2024.
- BOURKE, M. et al. Association between 24-hour movement behaviors and adiposity in children and adolescents: A compositional data meta-analysis. **Obesity Reviews**, v. 26, n. 5, p. e13884, 2025b.
- CHUNG, S. T.; ONUZURUIKE, A. U.; MAGGE, S. N. Cardiometabolic risk in obese children. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1411, n. 1, p. 166-183, 2018.
- CORR, M.; MCSHARRY, J.; MURTAGH, E. M. Adolescent girls' perceptions of physical activity: A systematic review of qualitative studies. **American Journal of Health Promotion**, v. 33, n. 5, p. 806-819, 2019.
- CROWLEY, S. J. et al. An update on adolescent sleep: New evidence informing the perfect storm model. **Journal of adolescence**, v. 67, p. 55-65, 2018.
- DE ONIS, M. et al. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 85, n. 9, p. 660-667, 2007.
- DURACCIO, K. M. et al. Looking beyond sleep duration in understanding obesity risk in adolescents: the role of circadian timing and misalignment on adolescent dietary outcomes, physical activity, and body mass index. **Sleep Advances**, v. 5, n. 1, p. zpae081, 2024.
- DURACCIO, K. M. et al. Poor sleep and adolescent obesity risk: a narrative review of potential mechanisms. **Adolescent health, medicine and therapeutics**, p. 117-130, 2019.
- DYGRÝN, J. et al. Associations of novel 24-h accelerometer-derived metrics with adiposity in children and adolescents. **Environmental Health and Preventive Medicine**, v. 26, n. 1, p. 66, 2021.
- FAIRCLOUGH, S. J. et al. Characteristics of 24-hour movement behaviours and their associations with mental health in children and adolescents. **Journal of activity, sedentary and sleep behaviors**, v. 2, n. 1, p. 11, 2023.
- FRYAR, C. D.; GU, Q.; OGDEN, C. L. Anthropometric reference data for children and adults: United States, 2007-2010. **Vital and health statistics. Series 11, Data from the national health survey**, n. 252, p. 1-48, 2012.
- GALE, E. L.; WILLIAMS, A. J.; CECIL, J. E. The relationship between multiple sleep dimensions and obesity in adolescents: A systematic review. **Sleep Medicine Reviews**, v. 73, p. 101875, 2024.

GARAULET, M. et al. Fragmentation of daily rhythms associates with obesity and cardiorespiratory fitness in adolescents: The HELENA study. **Clinical nutrition**, v. 36, n. 6, p. 1558-1566, 2017.

GBD – Global Burden of Disease Study. Global, regional, and national prevalence of child and adolescent overweight and obesity, 1990–2021, with forecasts to 2050: a forecasting study for the Global Burden of Disease Study 2021. **The Lancet**, v. 405, n. 10481, p. 785-812, 2025.

HALLAL, P. C. et al. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. **Lancet (London, England)**, v. 380, n. 9838, p. 247-257, 2012.

HILDEBRAND, M. et al. Age group comparability of raw accelerometer output from wrist-and hip-worn monitors. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 46, n. 9, p. 1816-1824, 2014.

JANDA, D. et al. A 24-h activity profile and adiposity among children and adolescents: Does the difference between school and weekend days matter?. **PLOS One**, v. 18, n. 5, p. e0285952, 2023.

JOHNSTON, J. D. et al. Circadian rhythms, metabolism, and chrononutrition in rodents and humans. **Advances in nutrition**, v. 7, n. 2, p. 399-406, 2016.

KAKESHITA, I. S. et al. Construção e fidedignidade teste-reteste de escalas de silhuetas brasileiras para adultos e crianças. **Psicologia: teoria e pesquisa**, v. 25, p. 263-270, 2009.

KATZMARZYK, P. et al. Body mass index, waist circumference, and clustering of cardiovascular disease risk factors in a biracial sample of children and adolescents. **Pediatrics**, v. 114, n. 2, p. e198-205, 2004.

KRIETSCH, K. N. et al. Sleep and weight-related factors in youth: a systematic review of recent studies. **Sleep medicine reviews**, v. 46, p. 87-96, 2019.

LÓPEZ-GIL, J. F. et al. Are 24-hour movement recommendations associated with obesity-related indicators in the young population? A meta-analysis. **Obesity**, v. 31, n. 11, p. 2727-2739, 2023.

MORALES-SUÁREZ-VARELA, M. et al. Obesity and Mental Health in Childhood and Adolescence: A Scoping Review of Recent Scientific Evidence. **Children**, v. 12, n. 11, p. 1512, 2025.

NEIKRUG, A. B. et al. Characterizing behavioral activity rhythms in older adults using actigraphy. **Sensors**, v. 20, n. 2, p. 549, 2020.

QUANTE, M. et al. Association of daily rest-activity patterns with adiposity and cardiometabolic risk measures in teens. **Journal of Adolescent Health**, v. 65, n. 2, p. 224-231, 2019.

ROWLANDS, A. V. et al. Activity Intensity, Volume, and Norms: Utility and Interpretation of Accelerometer Metrics. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 51, n. 11, p. 2410-2422, 2019.

ROWLANDS, A. V. et al. Beyond Cut Points: Accelerometer Metrics that Capture the Physical Activity Profile. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 50, n. 6, p. 1323-1332, 2018.

SIMMONDS, M. et al. Predicting adult obesity from childhood obesity: a systematic review and meta-analysis. **Obesity reviews**, v. 17, n. 2, p. 95-107, 2016.

SUTARIA, S. et al. Is obesity associated with depression in children? Systematic review and meta-analysis. **Archives of disease in childhood**, v. 104, n. 1, p. 64-74, 2019.

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, p. S311-S327, 2016.

TROIANO, R. P.; STAMATAKIS, E.; BULL, F. C. How can global physical activity surveillance adapt to evolving physical activity guidelines? Needs, challenges and future directions. **British journal of sports medicine**, v. 54, n. 24, p. 1468-1473, 2020.

VAN HEES, V. T. et al. A novel, open access method to assess sleep duration using a wrist-worn accelerometer. **PloS one**, v. 10, n. 11, p. e0142533, 2015.

VAN HEES, V. T. et al. Autocalibration of accelerometer data for free-living physical activity assessment using local gravity and temperature: an evaluation on four continents. **Journal of applied physiology**, v. 117, n. 7, p. 738-744, 2014.

VAN HEES, V. T. et al. Estimating sleep parameters using an accelerometer without sleep diary. **Scientific reports**, v. 8, n. 1, p. 12975, 2018.

VAN HEES, V. T. et al. Package 'GGIR'. 2025.

VAN HEES, V. T. et al. Separating movement and gravity components in an acceleration signal and implications for the assessment of human daily physical activity. **PloS one**, v. 8, n. 4, p. e61691, 2013.

WANG, M. et al. Accelerometry-assessed sleep clusters and cardiometabolic risk factors in adolescents. **Obesity**, v. 32, n. 1, p. 200-213, 2024.

CAPÍTULO 5

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação verificou as possíveis associações entre diferentes características dos comportamentos de movimento de 24 horas e indicadores de obesidade em adolescentes. No artigo de revisão sistemática, localizamos 13 artigos originais que analisaram as principais características dos comportamentos de movimento de 24 horas obtidas a partir de dados brutos de acelerômetro associadas a diferentes desfechos em saúde em crianças e adolescentes. Os resultados da revisão revelaram um interesse na relação entre indicadores da qualidade do sono e do ritmo circadiano, e desfechos relacionados a saúde mental, enquanto grande parte dos estudos tem se concentrado em verificar as associações entre as métricas de aceleração bruta medida diretamente e desfechos da saúde física (adiposidade, pressão arterial etc.) e cognitiva na população pediátrica.

No artigo original, a variabilidade intradiária foi diretamente associada a circunferência de cintura em adolescentes, indicando que um ritmo circadiano mais fragmentado pode estar associado a obesidade em jovens. No entanto, nenhuma outra associação foi verificada entre indicadores da qualidade do sono, ritmo circadiano e métricas de aceleração bruta medida diretamente, e os indicadores de obesidade analisados (índice de massa corporal e circunferência de cintura).

Dessa maneira, estes achados indicam que as características dos comportamentos de movimento de 24 horas, obtidas a partir de dados brutos de acelerômetro, se associam de maneira distinta a diversos desfechos em saúde. Investigar as características dos comportamentos de movimento de 24 horas, aliado ao uso de dados brutos de acelerômetro, pode fornecer uma visão mais ampla da relação entre estes comportamentos contínuos e complexos e a saúde de jovens, permitindo uma maior comparabilidade entre os estudos e auxiliando na formulação de políticas públicas destinadas a promoção de um estilo de vida saudável. Sugerimos que estudos futuros adotem delineamentos longitudinais que possibilitem inferir relações causais entre as características dos comportamentos de movimento e os desfechos em saúde, além de investigarem outras populações e faixas etárias, se possível, estratificando as análises por sexo.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE PESQUISA. Critério de Classificação Econômica do Brasil. São Paulo: Ibope Media, 2024.
- BANDA, J. A. et al. Effects of varying epoch lengths, wear time algorithms, and activity cut-points on estimates of child sedentary behavior and physical activity from accelerometer data. **PloS one**, v. 11, n. 3, p. e0150534, 2016.
- BLOK, E. et al. Sleep and mental health in childhood: a multi-method study in the general pediatric population. **Child and adolescent psychiatry and mental health**, v. 16, n. 1, p. 11, 2022.
- BOURKE, M. et al. Association Between 24-h Movement Behaviors and Mental Health in Children and Adolescents: A Systematic Review and Compositional Data Meta-Analysis. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 35, n. 8, p. e70120, 2025a.
- BOURKE, M. et al. Association between 24-hour movement behaviors and adiposity in children and adolescents: A compositional data meta-analysis. **Obesity Reviews**, v. 26, n. 5, p. e13884, 2025b.
- BUCHAN, D. S. et al. The use of the intensity gradient and average acceleration metrics to explore associations with BMI z-score in children. **Journal of Sports Sciences**, v. 37, n. 23, p. 2751-2758, 2019.
- CHAPUT, J. et al. Sleep and fundamental movement skills in primary schoolchildren: The REACT project. **American Journal of Human Biology**, v. 36, n. 7, p. e24019, 2024.
- 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, 2015.
- CHUNG, S. T.; ONUZURUIKE, A. U.; MAGGE, S. N. Cardiometabolic risk in obese children. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1411, n. 1, p. 166-183, 2018.
- CORR, M.; MCSHARRY, J.; MURTAGH, E. M. Adolescent girls' perceptions of physical activity: A systematic review of qualitative studies. **American Journal of Health Promotion**, v. 33, n. 5, p. 806-819, 2019.
- CROWLEY, S. J. et al. An update on adolescent sleep: New evidence informing the perfect storm model. **Journal of adolescence**, v. 67, p. 55-65, 2018.
- DE ONIS, M. et al. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 85, n. 9, p. 660-667, 2007.

- DONNELLY, S. et al. Relationship between parent and child physical activity using novel acceleration metrics. **Research quarterly for exercise and sport**, v. 93, n. 1, p. 180-188, 2022.
- DURACCIO, K. M. et al. Looking beyond sleep duration in understanding obesity risk in adolescents: the role of circadian timing and misalignment on adolescent dietary outcomes, physical activity, and body mass index. **Sleep Advances**, v. 5, n. 1, p. zpae081, 2024.
- DURACCIO, K. M. et al. Poor sleep and adolescent obesity risk: a narrative review of potential mechanisms. **Adolescent health, medicine and therapeutics**, p. 117-130, 2019.
- DYGRÝN, J. et al. Associations of novel 24-h accelerometer-derived metrics with adiposity in children and adolescents. **Environmental Health and Preventive Medicine**, v. 26, n. 1, p. 66, 2021.
- EKELUND, U. et al. Dose–response associations, physical activity intensity and mortality risk: a narrative review. **Journal of sport and health science**, v. 13, n. 1, p. 24-29, 2024.
- FAIRCLOUGH, S. J. et al. Average acceleration and intensity gradient of primary school children and associations with indicators of health and well-being. **Journal of sports sciences**, v. 37, n. 18, p. 2159-2167, 2019.
- FAIRCLOUGH, S. J. et al. Characteristics of 24-hour movement behaviours and their associations with mental health in children and adolescents. **Journal of activity, sedentary and sleep behaviors**, v. 2, n. 1, p. 11, 2023.
- FAIRCLOUGH, S. J. et al. Cut-point-free accelerometer metrics to assess children’s physical activity: An example using the school day. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 30, n. 1, p. 117-125, 2020.
- FATIMA, Y.; DOI, S. A. R.; MAMUN, A. A. Sleep quality and obesity in young subjects: a meta-analysis. **Obesity reviews**, v. 17, n. 11, p. 1154-1166, 2016.
- FRYAR, C. D.; GU, Q.; OGDEN, C. L. Anthropometric reference data for children and adults: United States, 2007-2010. **Vital and health statistics. Series 11, Data from the national health survey**, n. 252, p. 1-48, 2012.
- GALE, E. L.; WILLIAMS, A. J.; CECIL, J. E. The relationship between multiple sleep dimensions and obesity in adolescents: A systematic review. **Sleep Medicine Reviews**, v. 73, p. 101875, 2024.
- GARAULET, M. et al. Fragmentation of daily rhythms associates with obesity and cardiorespiratory fitness in adolescents: The HELENA study. **Clinical nutrition**, v. 36, n. 6, p. 1558-1566, 2017.
- GBD – Global Burden of Disease Study. Global, regional, and national prevalence of child and adolescent overweight and obesity, 1990–2021, with forecasts to 2050: a

forecasting study for the Global Burden of Disease Study 2021. **The Lancet**, v. 405, n. 10481, p. 785-812, 2025.

GROVES, C. I. et al. Associations between 24-h movement behaviors and indicators of mental health and well-being across the lifespan: a systematic review. **Journal of Activity, Sedentary and Sleep Behaviors**, v. 3, n. 1, p. 1-51, 2024.

GUEDES, D. P.; MELLO, E. R. B. Prevalence of overweight and obesity among Brazilian children and adolescents: systematic review and meta-analysis. **ABCS Health Sciences**, v. 46, p. e021301-e021301, 2021.

HALLAL, P. C. et al. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. **Lancet (London, England)**, v. 380, n. 9838, p. 247-257, 2012.

HILDEBRAND, M. et al. Age group comparability of raw accelerometer output from wrist-and hip-worn monitors. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 46, n. 9, p. 1816-1824, 2014.

JANDA, D. et al. A 24-h activity profile and adiposity among children and adolescents: Does the difference between school and weekend days matter?. **PLOS One**, v. 18, n. 5, p. e0285952, 2023.

JOHNSTON, J. D. et al. Circadian rhythms, metabolism, and chrononutrition in rodents and humans. **Advances in nutrition**, v. 7, n. 2, p. 399-406, 2016.

KAKESHITA, I. S. et al. Construção e fidedignidade teste-reteste de escalas de silhuetas brasileiras para adultos e crianças. **Psicologia: teoria e pesquisa**, v. 25, p. 263-270, 2009.

KATZMARZYK, P. et al. Body mass index, waist circumference, and clustering of cardiovascular disease risk factors in a biracial sample of children and adolescents. **Pediatrics**, v. 114, n. 2, p. e198-205, 2004.

KRACHT, C. L. et al. 24-hour movement behavior adherence and associations with health outcomes: an umbrella review. **Journal of Activity, Sedentary and Sleep Behaviors**, v. 3, n. 1, p. 25, 2024.

KRIETSCH, K. N. et al. Sleep and weight-related factors in youth: a systematic review of recent studies. **Sleep medicine reviews**, v. 46, p. 87-96, 2019.

KUULA, L. et al. Adolescent circadian patterns link with psychiatric problems: a multimodal approach. **Journal of psychiatric research**, v. 150, p. 219-226, 2022.

LIAO, Y. et al. Associations between rest–activity/light-exposure rhythm characteristics and depression in United States adults: A population-based study. **Journal of Affective Disorders**, v. 369, p. 1004-1012, 2025.

LI, J. et al. Effects of physical activity on executive function in children and adolescents: A Bayesian dose-response network meta-analysis. **Complementary Therapies in Clinical Practice**, p. 102016, 2025.

LIU, J. et al. The bidirectional relationship between sleep and externalizing behavior: a systematic review. **Sleep epidemiology**, v. 2, p. 100039, 2022.

LÓPEZ-GIL, J. F. et al. Are 24-hour movement recommendations associated with obesity-related indicators in the young population? A meta-analysis. **Obesity**, v. 31, n. 11, p. 2727-2739, 2023.

LUO, L. et al. The associations between meeting 24-hour movement guidelines (24-HMG) and mental health in adolescents—cross sectional evidence from China. **International journal of environmental research and public health**, v. 20, n. 4, p. 3167, 2023.

MAO, F. et al. Effects of cognitively engaging physical activity interventions on executive function in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. **Frontiers in Psychology**, v. 15, p. 1454447, 2024.

MARQUES FILHO, J. M. V. et al. Influence of sleep on motor skill acquisition in children: a systematic review. **Journal of Sleep Research**, v. 34, n. 2, p. e14309, 2025.

MOHER, D. et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **Journal of integrative medicine**, v. 7, n. 9, p. 889-896, 2009.

MORALES-SUÁREZ-VARELA, M. et al. Obesity and Mental Health in Childhood and Adolescence: A Scoping Review of Recent Scientific Evidence. **Children**, v. 12, n. 11, p. 1512, 2025.

NEIKRUG, A. B. et al. Characterizing behavioral activity rhythms in older adults using actigraphy. **Sensors**, v. 20, n. 2, p. 549, 2020.

NILSON, E. A. F. et al. Trends in the prevalence of obesity and estimation of the direct health costs attributable to child and adolescent obesity in Brazil from 2013 to 2022. **PloS one**, v. 20, n. 1, p. e0308751, 2025.

PARK, M. H. et al. The impact of childhood obesity on morbidity and mortality in adulthood: a systematic review. **Obesity reviews**, v. 13, n. 11, p. 985-1000, 2012.

PELEGRINI, A. et al. Prevalence of overweight and obesity in Brazilian children and adolescents: a systematic review. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 23, p. e80352, 2021.

PINDUS, D. M. et al. Sex moderates the associations between physical activity intensity and attentional control in older adolescents. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 33, n. 5, p. 737-753, 2023.

QIAN, J. et al. Blunted rest–activity rhythms link to higher body mass index and inflammatory markers in children. **Sleep**, v. 44, n. 5, p. zsa256, 2021.

QIU, J.; MORALES-MUÑOZ, I. Associations between sleep and mental health in adolescents: results from the UK millennium cohort study. **International journal of environmental research and public health**, v. 19, n. 3, p. 1868, 2022.

QUANTE, M. et al. Association of daily rest-activity patterns with adiposity and cardiometabolic risk measures in teens. **Journal of Adolescent Health**, v. 65, n. 2, p. 224-231, 2019.

RASTOGI, T. et al. Advanced analytical methods to assess physical activity behaviour using accelerometer raw time series data: A protocol for a scoping review. **Systematic Reviews**, v. 9, n. 1, p. 259, 2020.

ROLLO, S.; ANTSYGINA, 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, 2020.

ROWLANDS, A. V. et al. Activity Intensity, Volume, and Norms: Utility and Interpretation of Accelerometer Metrics. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 51, n. 11, p. 2410-2422, 2019.

ROWLANDS, A. V. et al. Beyond Cut Points: Accelerometer Metrics that Capture the Physical Activity Profile. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 50, n. 6, p. 1323-1332, 2018.

ROWLANDS, A. V. Moving forward with accelerometer-assessed physical activity: two strategies to ensure meaningful, interpretable, and comparable measures. **Pediatric exercise science**, v. 30, n. 4, p. 450-456, 2018.

RUBENS, S. L. et al. Self-reported time in bed and sleep quality in association with internalizing and externalizing symptoms in school-age youth. **Child Psychiatry & Human Development**, v. 48, n. 3, p. 455-467, 2017.

SHIMIZU, M. et al. Linear and nonlinear associations between sleep and adjustment in adolescence. **Behavioral sleep medicine**, v. 18, n. 5, p. 690-704, 2020.

SIMMONDS, M. et al. Predicting adult obesity from childhood obesity: a systematic review and meta-analysis. **Obesity reviews**, v. 17, n. 2, p. 95-107, 2016.

SUTARIA, S. et al. Is obesity associated with depression in children? Systematic review and meta-analysis. **Archives of disease in childhood**, v. 104, n. 1, p. 64-74, 2019.

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, n. 4, p. 427-437, 2022.

THOMPSON, M. J. et al. Trajectories of actigraphy-derived sleep duration, quality, and variability from childhood to adolescence: downstream effects on mental health. **Sleep**, v. 47, n. 8, p. zsa112, 2024.

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, p. S311-S327, 2016.

TROIANO, R. P. et al. Evolution of accelerometer methods for physical activity research. **British journal of sports medicine**, v. 48, n. 13, p. 1019-1023, 2014.

TROIANO, R. P.; STAMATAKIS, E.; BULL, F. C. How can global physical activity surveillance adapt to evolving physical activity guidelines? Needs, challenges and future directions. **British journal of sports medicine**, v. 54, n. 24, p. 1468-1473, 2020.

VAN HEES, V. T. et al. A novel, open access method to assess sleep duration using a wrist-worn accelerometer. **PloS one**, v. 10, n. 11, p. e0142533, 2015.

VAN HEES, V. T. et al. Autocalibration of accelerometer data for free-living physical activity assessment using local gravity and temperature: an evaluation on four continents. **Journal of applied physiology**, v. 117, n. 7, p. 738-744, 2014.

VAN HEES, V. T. et al. Estimating sleep parameters using an accelerometer without sleep diary. **Scientific reports**, v. 8, n. 1, p. 12975, 2018.

VAN HEES, V. T. et al. Package 'GGIR'. 2025.

VAN HEES, V. T. et al. Separating movement and gravity components in an acceleration signal and implications for the assessment of human daily physical activity. **PloS one**, v. 8, n. 4, p. e61691, 2013.

WANG, C. et al. Investigating the association between sleep and aspects of mental health in children: findings from the Canadian health survey on children and youth. **Health Promotion and Chronic Disease Prevention in Canada**, v. 42, n. 11/12, 2022.

WANG, M. et al. Accelerometry-assessed sleep clusters and cardiometabolic risk factors in adolescents. **Obesity**, v. 32, n. 1, p. 200-213, 2024.

WILLIAMS, R. A. et al. Physical fitness, physical activity and adiposity: associations with risk factors for cardiometabolic disease and cognitive function across adolescence. **BMC pediatrics**, v. 22, n. 1, p. 75, 2022.

ZHANG, J. et al. Sleep habits, sleep problems, sleep hygiene, and their associations with mental health problems among adolescents. **Journal of the American Psychiatric Nurses Association**, v. 24, n. 3, p. 223-234, 2018.

ZHANG, X. et al. Global prevalence of overweight and obesity in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. **JAMA pediatrics**, v. 178, n. 8, p. 800-813, 2024.

APÊNDICES

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da pesquisa:

Comportamentos de 24 horas de movimento, indicadores de saúde mental e de adiposidade em adolescentes: estudo epidemiológico observacional analítico

Prezado(a) Senhor(a):

Gostaríamos de convidar seu(a) filho(a) para participar da pesquisa “Comportamentos de 24 horas de movimento, indicadores de saúde mental e de adiposidade em adolescentes: estudo epidemiológico observacional analítico”, a ser realizada no Município de Londrina-PR. O objetivo da pesquisa é investigar a relação entre os comportamentos de movimento de 24 horas com indicadores de saúde mental (depressão e ansiedade) e de adiposidade em adolescentes. A participação do seu(a) filho(a) é muito importante. Gostaríamos de informar que todas as avaliações serão realizadas no ambiente escolar com a permissão/supervisão da direção e, após conversa com a direção da escola, asseguramos que os jovens participantes não serão prejudicados no que se refere à frequência nas aulas.

A assinatura deste termo permitirá que o jovem sob sua responsabilidade participe das seguintes atividades: (1) Preenchimento de questionários sobre os comportamentos de movimento de 24 horas, comportamentos de tela, práticas esportivas, avaliação da saúde e comportamentos de risco; (2) Informações sociodemográficas (renda familiar, condições de moradia, número de irmãos, escolaridade dos pais); (3) Medidas de peso, estatura e circunferência de cintura (4) Utilização de um sensor de movimento durante sete dias fixado no punho da mão não dominante; e (5) Preenchimento dos inventários sobre sintomatologia depressiva e ansiedade. Todas as atividades serão supervisionadas por pesquisadores devidamente treinados.

Gostaríamos de esclarecer que a participação é totalmente voluntária. O participante pode se recusar a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem sofrer prejuízo algum. As informações serão utilizadas para fins dessa pesquisa e para pesquisas posteriores e todos os documentos e amostras utilizados serão identificados por um código numérico sem identificação nominal para preservar a identidade do participante. Lembramos que não será cobrada taxa alguma por estas avaliações. Da mesma forma, não será paga quantia alguma aos participantes.

A presente proposta de pesquisa apresenta risco mínimo, não havendo riscos à integridade física, mental ou moral dos participantes, uma vez que consiste no preenchimento de instrumento autorrelatado. Entendemos que por se tratar de um tema delicado, responder as perguntas do instrumento podem gerar um certo desconforto e inclusive podem ser gatilhos para crises de ansiedade e/ou depressão e caso isso ocorra, a mesma poderá ser deixada em branco. Adicionalmente, se algum desconforto for percebido durante os procedimentos ou avaliações, os participantes receberão atendimento e amparo imediato da equipe de pesquisa. Se necessário, o serviço de emergência será acionado para garantir o bem-estar dos participantes. Como medida saneadora, o participante poderá

desistir da participação e entrar em contato com o pesquisador a qualquer tempo para auxílio e esclarecimentos.

Os benefícios esperados envolvem a detecção dos alunos que atendem as recomendações de atividade física moderada a vigorosa, comportamento sedentário e sono; se possuem atividades de tela acima do tempo recomendado pelas organizações de saúde, se há alunos que apresentam elevado sintomas de depressão e ansiedade e se há alunos com excesso de peso corporal para a faixa etária.

É importante que o participante guarde consigo uma cópia deste termo. Ao final do estudo comprometemo-nos a retornar com os resultados de todas as avaliações, que serão entregues aos participantes e responsáveis. Em casos indicativos de níveis de ansiedade ou depressão elevados, obtidos pela escala utilizada, será sugerido aos responsáveis e à escola, que busquem auxílio psicológico especializado. De acordo com a Resolução 510/2016, artigo 28, os pesquisadores informam que irão manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa.

Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos, pedimos que entre em contato o Prof. Dr. Marcelo Romanzini, no Departamento de Educação Física da Universidade Estadual de Londrina pelo telefone [REDACTED] ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, na Avenida Robert Kock, 60 ou no telefone (43) 3371-2490. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida e assinada entregue a você.

Londrina, ___ de _____ de 202__.

Pesquisador responsável: Prof. Dr. Marcelo Romanzini

RG: _____

_____ (nome por extenso do sujeito de pesquisa), tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em participar voluntariamente da pesquisa descrita acima.

Assinatura (ou impressão dactiloscópica): _____

Data: _____

_____ (nome por extenso do pai, mãe ou responsável pelo sujeito de pesquisa), tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em participar voluntariamente da pesquisa descrita acima.

Assinatura (ou impressão dactiloscópica): _____

Data: _____

APÊNDICE B – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da pesquisa:

Comportamentos de 24 horas de movimento, indicadores de saúde mental e de adiposidade em adolescentes: estudo epidemiológico observacional analítico

Prezado(a) Aluno(a):

Gostaríamos de convidá-lo(a) a participar da pesquisa “Comportamentos de 24 horas de movimento, indicadores de saúde mental e de adiposidade em adolescentes: estudo epidemiológico observacional analítico”, a ser realizada no Município de Londrina-PR. O objetivo da pesquisa é investigar a relação entre os comportamentos de movimento de 24 horas com indicadores de saúde mental (depressão e ansiedade) e de adiposidade em adolescentes. Sua participação é de grande importância e ela se dará seguinte forma: (1) Preenchimento de questionários sobre os comportamentos de movimento de 24 horas, comportamentos de tela, práticas esportivas, avaliação da saúde e comportamentos de risco; (2) Informações sociodemográficas (renda familiar, condições de moradia, número de irmãos, escolaridade dos pais); (3) Medidas de peso, estatura e circunferência de cintura (4) Utilização de um sensor de movimento durante sete dias fixado no punho da mão não dominante; e (5) Preenchimento dos inventários sobre sintomatologia depressiva e ansiedade. Todas as atividades serão supervisionadas por pesquisadores devidamente treinados.

Esclarecemos que sua participação é totalmente voluntária, ou seja, você pode recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem sofrer prejuízo algum. As informações serão utilizadas para fins dessa pesquisa e para pesquisas posteriores e todos os documentos e amostras utilizados serão identificados por um código numérico sem identificação nominal para preservar a identidade do participante. Lembramos que não será cobrada taxa alguma por estas avaliações. Da mesma forma, não será paga quantia alguma aos participantes.

Ao final do estudo comprometemo-nos a retornar com os resultados de todas as avaliações, que serão entregues a você e ao seu responsável. Os benefícios esperados envolvem a detecção dos alunos que atendem as recomendações de atividade física moderada a vigorosa, comportamento sedentário e sono; se possuem

atividades de tela acima do tempo recomendado pelas organizações de saúde, se há alunos que apresentam elevados sintomas de depressão e ansiedade e se há alunos com excesso de peso corporal para a faixa etária. Os riscos da pesquisa são mínimos, não havendo riscos à integridade física, mental ou moral dos participantes. Entendemos que por se tratar de um tema delicado, responder as perguntas do instrumento podem gerar um certo desconforto e inclusive podem ser gatilhos para crises de ansiedade e/ou depressão e caso isso ocorra, a mesma poderá ser deixada em branco. Se algum desconforto for percebido durante os procedimentos ou avaliações, os participantes receberão atendimento e amparo imediato da equipe de pesquisa. Se necessário, o serviço de emergência será acionado para garantir o bem-estar dos participantes.

Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos, pedimos que entre em contato o Prof. Dr. Marcelo Romanzini, no Departamento de Educação Física da Universidade Estadual de Londrina pelo telefone [REDACTED] [REDACTED] ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, na Avenida Robert Kock, 60 ou no telefone (43) 3371-2490. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida e assinada entregue a você.

Londrina, ____ de _____ de 202__.

Pesquisador responsável: Prof. Dr. Marcelo Romanzini

RG: _____


_____ (nome por extenso do sujeito de pesquisa), tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em participar voluntariamente da pesquisa descrita acima.

Assinatura (ou impressão dactiloscópica): _____

Data: _____

Ressaltamos que esta pesquisa atende e respeita integralmente os direitos previstos no Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA)

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO ADMINISTRADO

 <p style="text-align: center;">MoviMente</p>	QUESTIONÁRIO DO PROJETO – MoviMente				
<p>Prezado(a) estudante, agradecemos antecipadamente pelo seu interesse em participar do projeto MoviMente. Sua participação é essencial para o sucesso desta pesquisa!</p> <p>O questionário a seguir aborda aspectos relacionados às suas características, hábitos, atitudes e percepções. Leia cada item com atenção e responda com sinceridade. Caso tenha alguma dúvida, pergunte a um dos pesquisadores da equipe para te auxiliar. Os dados fornecidos serão mantidos em sigilo e serão utilizados somente para a realização desta pesquisa.</p>					
Data de hoje: ____/____/____	Escola:	Turno: () ¹ Manhã () ² Tarde	Acelerômetro nº:	ID:	
MÓDULO I – DADOS PESSOAIS					
1. Nome completo:					
2. Data de nascimento: ____/____/____					
3. Sexo: () ¹ Masculino () ² Feminino					
4. A sua cor ou etnia é: () ¹ Branca () ² Preta () ³ Amarela () ⁴ Parda () ⁵ Indígena					
5. Celular:					
6. WhatsApp: () ¹ Sim () ² Não					
7. Nome da mãe, pai ou responsável:					
8. Celular mãe, pai ou responsável:					
9. Faz uso de algum medicamento de forma contínua? () ¹ Não () ² Sim → Qual? _____					
10. Você possui algum diagnóstico clínico para: () ¹ Depressão () ² Ansiedade () ³ Não possuo estas condições					
MÓDULO II – A. INFORMAÇÕES SOCIODEMOGRÁFICAS					
<p>Abaixo estão perguntas sobre itens do domicílio para efeito da classificação econômica. Todos os itens devem estar funcionando, incluindo os que estão guardados. Não considere o que está quebrado, emprestado ou de uso comercial. Assinale colocando um "x" no espaço correspondente, na mesma linha de cada item.</p>					
1. Quantidade de automóveis de passeio exclusivamente para uso particular	() 0	() 1	() 2	() 3	() 4
2. Quantidade de empregados mensalistas, considerando apenas os que trabalham pelo menos cinco dias por semana	() 0	() 1	() 2	() 3	() 4
3. Quantidade de máquinas de lavar roupa, excluindo tanquinho	() 0	() 1	() 2	() 3	() 4
4. Quantidade de banheiros	() 0	() 1	() 2	() 3	() 4
5. DVD, incluindo qualquer dispositivo que leia DVD e desconsiderando DVD de automóvel	() 0	() 1	() 2	() 3	() 4
6. Quantidade de geladeiras	() 0	() 1	() 2	() 3	() 4
7. Quantidade de freezers ou parte da geladeira duplex	() 0	() 1	() 2	() 3	() 4
8. Quantidade de microcomputadores, considerando computadores de mesa, laptops, notebooks e netbooks e desconsiderando tablets, palms ou smartphones	() 0	() 1	() 2	() 3	() 4
9. Quantidade de lavadora de louças	() 0	() 1	() 2	() 3	() 4
10. Quantidade de fornos de micro-ondas	() 0	() 1	() 2	() 3	() 4
11. Quantidade de motocicletas, desconsiderando as usadas exclusivamente para uso profissional	() 0	() 1	() 2	() 3	() 4
12. Quantidade de máquinas secadoras de roupa, considerando lava e seca	() 0	() 1	() 2	() 3	() 4
MÓDULO II – B. ESCOLARIDADE DO CHEFE DA FAMÍLIA E MORADIA					
<p>1. Qual é o grau de instrução do chefe da família? Considere como chefe da família a pessoa que mais contribui com a maior parte da renda do domicílio.</p> <p>()¹ Analfabeto/Fundamental I incompleto ()² Fundamental I completo/Fundamental II incompleto ()³ Fundamental completo/Médio incompleto ()⁴ Médio completo/Superior incompleto ()⁵ Superior completo</p>					
2. A água utilizada neste domicílio é proveniente de? <p>()¹ Rede geral de distribuição ()² Poço ou nascente ()³ Outro meio</p>					
3. Considerando o trecho da rua do seu domicílio, você diria que a rua é: <p>()¹ Asfaltada/Pavimentada ()² Terra/Cascalho</p>					

MÓDULO III – ESCOLARIDADE DOS PAIS

1. Até que série sua MÃE estudou:

- ()¹ Analfabeto/Fundamental I incompleto ()² Fundamental I completo/Fundamental II incompleto
 ()³ Fundamental completo/Médio incompleto ()⁴ Médio completo/Superior incompleto ()⁵ Superior completo

2. Até que série seu PAI estudou:

- ()¹ Analfabeto/Fundamental I incompleto ()² Fundamental I completo/Fundamental II incompleto
 ()³ Fundamental completo/Médio incompleto ()⁴ Médio completo/Superior incompleto ()⁵ Superior completo

MÓDULO IV – SENTIMENTOS POSITIVOS E NEGATIVOS

Abaixo, está uma lista de como te possas ter sentido ou agido, na última semana. Por favor, assinala (por exemplo, com uma cruz) o quanto te sentiste dessa forma durante a última semana, utilizando para isso a escala de 0 a 3 que se segue.

	Nunca	Poucas vezes	Algumas vezes	Muitas vezes
DURANTE A ÚLTIMA SEMANA				
1. Senti-me aborrecido (a)/incomodado(a) com coisas que normalmente não me aborrecem ou incomodam.	() ⁰	() ¹	() ²	() ³
2. Não tive vontade de comer, não tive muita fome.	() ⁰	() ¹	() ²	() ³
3. Não consegui sentir-me feliz mesmo quando a minha família ou amigos tentaram “animar-me”.	() ⁰	() ¹	() ²	() ³
4. Senti que era tão bom (boa) quanto os (as) outros (as) colegas.	() ⁰	() ¹	() ²	() ³
5. Senti que não conseguia prestar atenção ao que estava a fazer.	() ⁰	() ¹	() ²	() ³
DURANTE A ÚLTIMA SEMANA				
6. Senti-me “em baixo” e infeliz.	() ⁰	() ¹	() ²	() ³
7. Senti-me muito cansado(a) para fazer as minhas coisas.	() ⁰	() ¹	() ²	() ³
8. Senti que alguma coisa boa estava para acontecer.	() ⁰	() ¹	() ²	() ³
9. Senti que as coisas que eu fiz no passado falharam.	() ⁰	() ¹	() ²	() ³
10. Senti-me com medo.	() ⁰	() ¹	() ²	() ³
DURANTE A ÚLTIMA SEMANA				
11. Não dormi tão bem como costumo dormir.	() ⁰	() ¹	() ²	() ³
12. Senti-me feliz.	() ⁰	() ¹	() ²	() ³
13. Estive mais parado(a) do que o habitual.	() ⁰	() ¹	() ²	() ³
14. Senti-me sozinho(a), como se não tivesse nenhum amigo.	() ⁰	() ¹	() ²	() ³
15. Senti que os meus colegas não eram meus amigos ou que não queriam estar comigo.	() ⁰	() ¹	() ²	() ³
DURANTE A ÚLTIMA SEMANA				
16. Diverti-me.	() ⁰	() ¹	() ²	() ³
17. Tive vontade de chorar.	() ⁰	() ¹	() ²	() ³
18. Senti-me triste.	() ⁰	() ¹	() ²	() ³
19. Senti que as pessoas não gostavam de mim.	() ⁰	() ¹	() ²	() ³
20. Foi difícil começar a fazer as coisas.	() ⁰	() ¹	() ²	() ³

MÓDULO V – SENTIMENTOS DE ANSIEDADE

Durante as duas últimas semanas, com que frequência você foi incomodado(a) pelos problemas abaixo?

	Nenhuma vez	Vários dias	Mais da metade dos dias	Quase todos os dias
1. Sentir-se nervoso(a), ansioso(a) ou muito tenso(a)	() ⁰	() ¹	() ²	() ³
2. Não ser capaz de impedir ou de controlar as preocupações	() ⁰	() ¹	() ²	() ³
3. Preocupar-se muito com diversas coisas	() ⁰	() ¹	() ²	() ³
4. Dificuldade para relaxar	() ⁰	() ¹	() ²	() ³
5. Ficar tão agitado(a) que se torna difícil permanecer sentado(a)	() ⁰	() ¹	() ²	() ³
6. Ficar facilmente aborrecido(a) ou irritado(a)	() ⁰	() ¹	() ²	() ³
7. Sentir medo como se algo horrível fosse acontecer	() ⁰	() ¹	() ²	() ³

MÓDULO VI – COMPORTAMENTOS SENTADOS/DEITADOS

Abaixo está uma lista de tipos de tela. Considere apenas as atividades realizadas na posição sentada ou deitada. Por favor, leia cuidadosamente cada item da lista. Identifique o quanto você passa em cada tipo destes comportamentos durante uma semana normal, e assinale a opção correspondente.

1. Quanto tempo você passa assistindo TV, programação normal, séries, filmes, novelas, jornais, esportes, programas ou outros vídeos (não incluir videogame):

A. Em um dia normal da <u>SEMANA</u> ?	nenhuma () ⁰	até 1h () ¹	1 a 2h () ²	2 a 3h () ³	3 a 4h () ⁴	4 a 5h () ⁵	mais 5h () ⁶
B. Em um dia normal de <u>FINAL DE SEMANA</u> ?	nenhuma () ⁰	até 1h () ¹	1 a 2h () ²	2 a 3h () ³	3 a 4h () ⁴	4 a 5h () ⁵	mais 5h () ⁶

2. Quanto tempo você passa jogando jogos eletrônicos no videogame, computador, televisão, tablet, celular ou outro aparelho eletrônico:

A. Em um dia normal da <u>SEMANA</u> ?	nenhuma () ⁰	até 1h () ¹	1 a 2h () ²	2 a 3h () ³	3 a 4h () ⁴	4 a 5h () ⁵	mais 5h () ⁶
B. Em um dia normal de <u>FINAL DE SEMANA</u> ?	nenhuma () ⁰	até 1h () ¹	1 a 2h () ²	2 a 3h () ³	3 a 4h () ⁴	4 a 5h () ⁵	mais 5h () ⁶

3. Quanto tempo você passa utilizando o celular para conversar (WhatsApp, Facebook, Instagram, TikTok, SMS, outros):

A. Em um dia normal da <u>SEMANA</u> ?	nenhuma () ⁰	até 1h () ¹	1 a 2h () ²	2 a 3h () ³	3 a 4h () ⁴	4 a 5h () ⁵	mais 5h () ⁶
B. Em um dia normal de <u>FINAL DE SEMANA</u> ?	nenhuma () ⁰	até 1h () ¹	1 a 2h () ²	2 a 3h () ³	3 a 4h () ⁴	4 a 5h () ⁵	mais 5h () ⁶

4. Quanto tempo você passa usa o computador para seu lazer e diversão (navegar na internet, redes sociais, outros, exceto videogame):

A. Em um dia normal da <u>SEMANA</u> ?	nenhuma () ⁰	até 1h () ¹	1 a 2h () ²	2 a 3h () ³	3 a 4h () ⁴	4 a 5h () ⁵	mais 5h () ⁶
B. Em um dia normal de <u>FINAL DE SEMANA</u> ?	nenhuma () ⁰	até 1h () ¹	1 a 2h () ²	2 a 3h () ³	3 a 4h () ⁴	4 a 5h () ⁵	mais 5h () ⁶

5. Quanto tempo você usa o computador/celular/ tablet para fazer tarefas da escola:

A. Em um dia normal da <u>SEMANA</u> ?	nenhuma () ⁰	até 1h () ¹	1 a 2h () ²	2 a 3h () ³	3 a 4h () ⁴	4 a 5h () ⁵	mais 5h () ⁶
B. Em um dia normal de <u>FINAL DE SEMANA</u> ?	nenhuma () ⁰	até 1h () ¹	1 a 2h () ²	2 a 3h () ³	3 a 4h () ⁴	4 a 5h () ⁵	mais 5h () ⁶

6. Quanto tempo você estuda matérias escolares FORA da escola (Português, Matemática, Ciências, outras):

A. Em um dia normal da <u>SEMANA</u> ?	nenhuma () ⁰	até 1h () ¹	1 a 2h () ²	2 a 3h () ³	3 a 4h () ⁴	4 a 5h () ⁵	mais 5h () ⁶
B. Em um dia normal de <u>FINAL DE SEMANA</u> ?	nenhuma () ⁰	até 1h () ¹	1 a 2h () ²	2 a 3h () ³	3 a 4h () ⁴	4 a 5h () ⁵	mais 5h () ⁶

7. Quanto tempo você lê livros (incluindo os solicitados pelos professores), revistas, gibis, outros:

A. Em um dia normal da <u>SEMANA</u> ?	nenhuma () ⁰	até 1h () ¹	1 a 2h () ²	2 a 3h () ³	3 a 4h () ⁴	4 a 5h () ⁵	mais 5h () ⁶
B. Em um dia normal de <u>FINAL DE SEMANA</u> ?	nenhuma () ⁰	até 1h () ¹	1 a 2h () ²	2 a 3h () ³	3 a 4h () ⁴	4 a 5h () ⁵	mais 5h () ⁶

8. Quanto tempo você faz as tarefas escolares (lição de casa):

A. Em um dia normal da <u>SEMANA</u> ?	nenhuma () ⁰	até 1h () ¹	1 a 2h () ²	2 a 3h () ³	3 a 4h () ⁴	4 a 5h () ⁵	mais 5h () ⁶
B. Em um dia normal de <u>FINAL DE SEMANA</u> ?	nenhuma () ⁰	até 1h () ¹	1 a 2h () ²	2 a 3h () ³	3 a 4h () ⁴	4 a 5h () ⁵	mais 5h () ⁶

MODULO VII – PRATICAS ESPORTIVAS E ATIVIDADE FISICA

Para cada uma das atividades físicas listadas abaixo, você deverá responder quantos dias por semana e quanto tempo por dia, em média, você praticou na SEMANA PASSADA. Caso tenha praticado alguma atividade física que não esteja listada abaixo, escreva o(s) nome(s) da(s) atividade(s) no espaço reservado no final da lista (linhas em branco)

Práticas esportivas e atividades físicas	Quantos dias? (0 a 7)	Quanto tempo cada dia? (Tempo = horas: minutos)
Futebol (campo, de rua, <i>Society</i>)		__ horas __ minutos
Futsal		__ horas __ minutos
Handebol		__ horas __ minutos
Basquete		__ horas __ minutos
Andar de patins, skate		__ horas __ minutos
Atletismo		__ horas __ minutos
Natação		__ horas __ minutos
Ginástica olímpica, rítmica		__ horas __ minutos
Judô, karatê, capoeira, outras lutas		__ horas __ minutos
Jazz, balé, dança moderna, outros tipos de dança		__ horas __ minutos
Correr, trotar (<i>jogging</i>)		__ horas __ minutos
Andar de bicicleta		__ horas __ minutos
Caminhar como exercício físico		__ horas __ minutos
Caminhar como meio de transporte (ir à escola, trabalho, casa de um amigo (a)). [Considerar o tempo de ida e volta]		__ horas __ minutos
Voleibol		__ horas __ minutos
Vôlei de praia ou de areia		__ horas __ minutos
Queimado, baleado, pular cordas		__ horas __ minutos
Surfe, <i>bodyboard</i>		__ horas __ minutos
Musculação		__ horas __ minutos
Exercícios abdominais, flexões de braços, pernas		__ horas __ minutos
Tênis de campo (quadra)		__ horas __ minutos
Passear com o cachorro		__ horas __ minutos
Ginástica de academia, ginástica aeróbica		__ horas __ minutos
Futebol de praia (<i>beach soccer</i>)		__ horas __ minutos
Outras atividades físicas que você faz e que não estão na lista acima:		
		__ horas __ minutos
		__ horas __ minutos

MÓDULO VIII – SONO

	que horas você... Dorme?	que horas você... Acorda?
1. Em um dia normal de semana (segunda a sexta-feira)	__ horas __ minutos	__ horas __ minutos
2. Em um dia normal de final de semana (sábado ou domingo)	__ horas __ minutos	__ horas __ minutos

MÓDULO IX – AVALIAÇÃO DA SAÚDE

1. De maneira geral, como você avalia a qualidade do seu sono?	() ¹ Ruim	() ² Regular	() ³ Boa	() ⁴ Muito boa	() ⁵ Excelente
2. De maneira geral, como você avalia a sua saúde?	() ¹ Ruim	() ² Regular	() ³ Boa	() ⁴ Muito boa	() ⁵ Excelente
3. De maneira geral, como você avalia a sua qualidade de vida?	() ¹ Ruim	() ² Regular	() ³ Boa	() ⁴ Muito boa	() ⁵ Excelente

MÓDULO X – HÁBITOS ALIMENTARES

Não existem respostas corretas. Marque apenas uma das alternativas, baseando-se no que você realmente está fazendo a respeito da questão solicitada. Considerar uma semana como rotina escolar normal.

1. Você costuma comer a comida (merenda/almoço) oferecida pela escola? (Não considerar lanches/comida comprado na cantina).

- ()⁰ Nenhum ()¹ 1 dia ()² 2 dias ()³ 3 dias
 ()⁴ 4 dias ()⁵ 5 dias ()⁶ 6 dias ()⁷ 7 dias

2. Nos últimos 7 dias, em quantos dias você comeu feijão?

- ()⁰ Nenhum ()¹ 1 dia ()² 2 dias ()³ 3 dias
 ()⁴ 4 dias ()⁵ 5 dias ()⁶ 6 dias ()⁷ 7 dias

3. Nos últimos 7 dias, em quantos dias você comeu salgadinhos fritos? Exemplo: batata frita (sem contar a batata de pacote) ou salgadinhos fritos (como coxinha de frango, quibe, pastel, etc).

- ()⁰ Nenhum ()¹ 1 dia ()² 2 dias ()³ 3 dias
 ()⁴ 4 dias ()⁵ 5 dias ()⁶ 6 dias ()⁷ 7 dias

4. Nos últimos 7 dias, em quantos dias você comeu pelo menos um tipo de legume ou verdura? Exemplos: alface, abóbora, brócolis, cebola, cenoura, chuchu, couve, espinafre, pepino, tomate, etc. Não inclua batata e mandioca.

- ()⁰ Nenhum ()¹ 1 dia ()² 2 dias ()³ 3 dias
 ()⁴ 4 dias ()⁵ 5 dias ()⁶ 6 dias ()⁷ 7 dias

5. Nos últimos 7 dias, em quantos dias você comeu guloseimas (doces, balas, chicletes, bombons ou pirulitos)?

- ()⁰ Nenhum ()¹ 1 dia ()² 2 dias ()³ 3 dias
 ()⁴ 4 dias ()⁵ 5 dias ()⁶ 6 dias ()⁷ 7 dias

6. Nos últimos 7 dias, em quantos dias você comeu frutas frescas ou salada de frutas?

- ()⁰ Nenhum ()¹ 1 dia ()² 2 dias ()³ 3 dias
 ()⁴ 4 dias ()⁵ 5 dias ()⁶ 6 dias ()⁷ 7 dias

7. Nos últimos 7 dias, em quantos dias você tomou refrigerante?

- ()⁰ Nenhum ()¹ 1 dia ()² 2 dias ()³ 3 dias
 ()⁴ 4 dias ()⁵ 5 dias ()⁶ 6 dias ()⁷ 7 dias

8. Nos últimos 7 dias, em quantos dias você comeu alimentos industrializados/ultra processados, como hambúrguer, presunto, mortadela, salame, linguiça, salsicha, macarrão instantâneo, salgadinho de pacote, biscoitos, salgadinhos?

- ()⁰ Nenhum ()¹ 1 dia ()² 2 dias ()³ 3 dias
 ()⁴ 4 dias ()⁵ 5 dias ()⁶ 6 dias ()⁷ 7 dias

9. Nos últimos 7 dias, em quantos dias você comeu em restaurantes fast food, tais como lanchonetes, barracas de cachorro quente, pizzaria, etc.?

- ()⁰ Nenhum ()¹ 1 dia ()² 2 dias ()³ 3 dias
 ()⁴ 4 dias ()⁵ 5 dias ()⁶ 6 dias ()⁷ 7 dias

MÓDULO XI – COMPORTAMENTOS DE RISCO

1. Alguma vez na vida você já fumou/usou cigarro (vapes, vape pens, dab pens, dab rigs, tanks, mods, pod-mods, e-cigs, e-cigarettes, entre outros), mesmo uma ou duas tragadas?						
() ¹ Não	() ² Sim					
2. Que idade você tinha quando experimentou fumar cigarro pela primeira vez? Idade: _____ anos () ¹ Nunca fumei						
3. Nos últimos 30 dias, em quantos dias você fumou cigarros?						
() ⁰ Nenhum	() ¹ 1-2 dias	() ² 3-5 dias	() ³ 6-9 dias	() ⁴ 10-19 dias	() ⁵ 20-29 dias	() ⁶ todos os dias
4. Alguma vez na vida você tomou uma dose de bebida alcoólica? (uma dose equivale a uma lata de cerveja, taça de vinho, dose de whisky, cachaça, vodka, rum...)						
() ¹ Não	() ² Sim					
5. Que idade você tinha quando tomou a primeira dose de bebida alcoólica? Idade: _____ anos () ¹ Nunca bebi						
6. Nos últimos 30 dias, em quantos dias você tomou pelo menos uma dose de bebida alcoólica?						
() ⁰ Nenhum	() ¹ 1-2 dias	() ² 3-5 dias	() ³ 6-9 dias	() ⁴ 10-19 dias	() ⁵ 20-29 dias	() ⁶ todos os dias
7. Alguma vez na vida você já usou alguma droga como: maconha, cocaína, crack, cola, loló, ecstasy, oxy, etc?						
() ¹ Não	() ² Sim					
8. Que idade você tinha quando experimentou alguma droga pela primeira vez? Idade: _____ anos () ¹ Nunca usei						
9. Nos últimos 30 dias, em quantos dias você usou alguma droga?						
() ⁰ Nenhum	() ¹ 1-2 dias	() ² 3-5 dias	() ³ 6-9 dias	() ⁴ 10-19 dias	() ⁵ 20-29 dias	() ⁶ todos os dias

MÓDULO XII - SATISFAÇÃO COM A IMAGEM CORPORAL

Apresentada a escala referente ao seu sexo em ordem ascendente, responda:



1. Qual figura representa o seu corpo atual?

2. Qual figura representa o corpo que você gostaria de ter?

Obs.: Não preencher este módulo, pois a equipe irá fazer as medidas em outro momento.

MÓDULO XIII – ADIPOSIDADE

Massa corporal: _____	Estatura: _____	CC: _____
-----------------------	-----------------	-----------

APÊNDICE D – ESTRATÉGIA DE BUSCA DA REVISÃO SISTEMÁTICA

("children" OR "adolescent*" OR "childhood" OR "child" OR "youth")

AND

("sleep quality" OR "sleep pattern*" OR "sleep characteristics" OR "circadian rhythm"
OR "24 h activity rhythm" OR "rest-activity" OR "24-h activity profile" OR "physical
activity profile" OR "activity profile" OR "directly measured acceleration" OR
"accelerometer-derived metrics" OR "acceleration metrics" OR "accelerometer
metrics" OR "average acceleration" OR "intensity gradient")

AND

("raw data" OR "accelerometer*" OR "raw acceleration*")

APÊNDICE E – CARACTERÍSTICAS DOS ESTUDOS INCLUÍDOS NA REVISÃO SISTEMÁTICA

Estudo	Variáveis	Descrição
Blok et al., 2022	1) Delineamento, amostra e localização geográfica 2) Dispositivo, localização, <i>epoch</i> e dias de uso 3) Pontos de corte e <i>software</i> /algoritmo 4) Características dos 24HMB 5) Desfechos 6) Covariáveis 7) Resultados	Transversal; Crianças entre 10 e 11 anos (n = 788) e adolescentes entre 13 e 14 anos (n = 344); Holanda. ActivInsights GENEActiv; Punho não dominante; <i>Epoch</i> (NE); 9 dias de uso. Pontos de corte (NE); <i>Software</i> R – pacote GGIR (versão NE). Início do sono, latência do início do sono, eficiência do sono, número total de despertares após o início do sono, IS, IV e o início do período de L5. Internalização, externalização e perfil de desregulação. Sexo, idade, nacionalidade da criança, idade gestacional ao nascimento, escolaridade materna e psicopatologia materna. Início do sono inversamente associado a problemas de internalização e IV diretamente associada ao perfil de desregulação aos 10-11 anos.
Buchan et al., 2019	1) Delineamento, amostra e localização geográfica 2) Dispositivo, localização, <i>epoch</i> e dias de uso 3) Pontos de corte e <i>software</i> /algoritmo 4) Características dos 24HMB 5) Desfechos 6) Covariáveis 7) Resultados	Transversal; Crianças entre 8 e 12 anos (n = 246); Escócia. ActiGraph wGT3X-BT; Punho não dominante; <i>Epoch</i> de 5 segundos; 7 dias de uso. CS < 50mg e AFMV > 201mg; <i>Software</i> R – pacote GGIR (versão 1.9.1). IG e AvAcc. IMC (escore-z). Idade, sexo e métrica de atividade alternativa (AvAcc ou IG). IG inversamente associado ao escore-z do IMC.
Chaput et al., 2024	1) Delineamento, amostra e localização geográfica 2) Dispositivo, localização, <i>epoch</i> e dias de uso 3) Pontos de corte e <i>software</i> /algoritmo 4) Características dos 24HMB 5) Desfechos 6) Covariáveis 7) Resultados	Transversal; Crianças entre 6 e 10 anos (n = 996); Portugal. ActiGraph wGT3X-BT; Punho não dominante; <i>Epoch</i> de 5 segundos; 7 dias de uso. AFMV ≥ 200mg; <i>Software</i> R – pacote GGIR (versão 2.94). Eficiência do sono e índice de regularidade do sono. Habilidades motoras fundamentais. Idade, sexo, escore-z do IMC, nível socioeconômico e AFMV. Índice de regularidade do sono associado a menores chances de proficiência em habilidades motoras fundamentais.
Donnelly et al., 2022	1) Delineamento, amostra e localização geográfica 2) Dispositivo, localização, <i>epoch</i> e dias de uso	Transversal; Crianças entre 4 e 11 anos (n = 90); Reino Unido. ActiGraph GT3X+; Punho não dominante; <i>Epoch</i> de 5 segundos; 7 dias de uso.

	3) Pontos de corte e <i>software</i> /algoritmo	CS < 50mg e AFMV ≥ 201mg; <i>Software R</i> – pacote GGIR (versão 1.9.1).
	4) Características dos 24HMB	IG e AvAcc.
	5) Desfechos	IMC (escore-z).
	6) Covariáveis	Idade, sexo, Índice Escocês de Privação Múltipla e métrica de atividade alternativa (AvAcc ou IG).
	7) Resultados	Não foram observadas associações significantes entre o escore-z do IMC e IG ou AvAcc.
Dygrýn et al., 2021	1) Delineamento, amostra e localização geográfica	Transversal; Crianças entre 8 e 13 anos (n = 382) e adolescentes entre 14 e 18 anos (n = 338); República Tcheca.
	2) Dispositivo, localização, <i>epoch</i> e dias de uso	ActiGraph GT9X Link ou wGT3X-BT; Punho não dominante; <i>Epoch</i> (NE); 7 dias de uso.
	3) Pontos de corte e <i>software</i> /algoritmo	Pontos de corte (NE); <i>Software R</i> – pacote GGIR (versão 2.1-0).
	4) Características dos 24HMB	IG, AvAcc e métricas MX (M2, M5, M15, M30, M60, M120 e M1/3 _{Dia}).
	5) Desfechos	IMC (escore-z), %MG e TAV.
	6) Covariáveis	Sexo, tempo de uso do acelerômetro, escolaridade materna e estado de peso materno.
	7) Resultados	Em crianças, métricas M2, M5, M15 e M30 inversamente associadas a %MG e TAV e métricas M60 e M120 ao TAV. Em adolescentes, IG e métricas M2, M5, M15, M30, M60 e M120 inversamente associados a %MG e TAV.
Fairclough et al., 2019	1) Delineamento, amostra e localização geográfica	Longitudinal; Crianças entre 9 e 10 anos (n = 145); Inglaterra.
	2) Dispositivo, localização, <i>epoch</i> e dias de uso	ActiGraph GT9X; Punho não dominante; <i>Epoch</i> de 5 segundos; 7 dias de uso.
	3) Pontos de corte e <i>software</i> /algoritmo	CS < 50mg, AFL >50mg e <200mg, e AFMV ≥ 200mg; <i>Software R</i> – pacote GGIR beta (versão 1.6-1).
	4) Características dos 24HMB	IG e AvAcc.
	5) Desfechos	IMC (escore-z), RCE, VO ₂ _{pico} , escore de síndrome metabólica e QVRS.
	6) Covariáveis	Sexo, maturação, índice de privação múltipla, indicador de saúde basal, alocação de grupo e métrica de atividade alternativa (AvAcc ou IG).
	7) Resultados	<i>Baseline</i> : IG inversamente associado ao IMC (escore-z), RCE e risco de síndrome metabólica, e diretamente associado ao VO ₂ _{pico} . AvAcc associada a QVRS. Indicadores de saúde 8 semanas depois: IG inversamente associado a RCE e risco de síndrome metabólica.
Fairclough et al., 2020	1) Delineamento, amostra e localização geográfica	Transversal; Crianças entre 9 e 10 anos (n = 296); Inglaterra.
	2) Dispositivo, localização, <i>epoch</i> e dias de uso	ActiGraph GT9X; Punho não dominante; <i>Epoch</i> de 5 segundos; 7 dias de uso.
	3) Pontos de corte e <i>software</i> /algoritmo	AFMV > 200 mg; <i>Software R</i> – pacote GGIR (versão 1.7-1).
	4) Características dos 24HMB	M30 _{ACC} .
	5) Desfechos	IMC, RCE e ACR.

	6) Covariáveis	Agrupamento por escola, fase do projeto, nível socioeconômico e IMC ou ACR (dependendo do indicador de saúde).
	7) Resultados	Nas meninas, os limiares da métrica M30 _{ACC} associados ao IMC, RCE e ACR foram de 213 mg, 206 mg e 269 mg, respectivamente. Nos meninos, os limiares da métrica M30 _{ACC} associados foram 234 mg (IMC), 230 mg (RCE) e 327 mg (ACR).
Fairclough et al., 2023	1) Delineamento, amostra e localização geográfica	Transversal; Crianças e adolescentes entre 9 e 13 anos (n = 301); Inglaterra.
	2) Dispositivo, localização, <i>epoch</i> e dias de uso	ActiGraph GT9X; Punho não dominante; <i>Epoch</i> de 5 segundos; 7 dias de uso.
	3) Pontos de corte e <i>software</i> /algoritmo	CS < 48mg, AFL > 48mg e < 201mg, AFM 201mg a < 707mg e AFV > 707mg; <i>Software</i> R – pacote GGIR (versão 2.8-2).
	4) Características dos 24HMB	Eficiência do sono, horário de início do sono, número médio de despertares por noite, mesor, amplitude, acrofase, IS, IV, M10, L5, IG e AvAcc.
	5) Desfechos	Problemas internalizantes, problemas externalizantes e saúde mental geral.
	6) Covariáveis	Sexo, nível socioeconômico e idade (IG e AvAcc adicionalmente ajustados para o escore-z do IMC).
	7) Resultados	Eficiência do sono inversamente associada à saúde mental geral e problemas externalizantes. Amplitude diretamente associada à saúde mental geral e problemas externalizantes, enquanto IS inversamente associada.
Janda et al., 2023	1) Delineamento, amostra e localização geográfica	Transversal; Crianças entre 8 e 13 anos (n = 382) e adolescentes entre 14 e 18 anos (n = 338); República Tcheca.
	2) Dispositivo, localização, <i>epoch</i> e dias de uso	ActiGraph GT9X Link ou wGT3X-BT; Punho não dominante; <i>Epoch</i> de 5 segundos; 7 dias de uso.
	3) Pontos de corte e <i>software</i> /algoritmo	Pontos de corte (NE); <i>Software</i> R – pacote GGIR (versão 2.1-0).
	4) Características dos 24HMB	IG e AvAcc.
	5) Desfechos	IMC (escore-z), %MG, IMG e TAV.
	6) Covariáveis	Sexo, estado de peso materno, escolaridade materna, tempo de uso do acelerômetro e métrica de atividade alternativa (AvAcc ou IG).
	7) Resultados	Em crianças: AvAcc em dias letivos inversamente associada a %MG, IMG e TAV. IG em dias letivos inversamente associado a IMG e TAV. AvAcc em dias de final de semana diretamente associada ao IMC (escore-z), IMG e TAV. Em adolescentes: AvAcc em dias de final de semana inversamente associada ao %MG. IG em dias de final semana inversamente associado ao %MG e IMG.
Pindus et al., 2023	1) Delineamento, amostra e localização geográfica	Transversal; Adolescentes com média de idade de 16,5 anos (n = 418); Nova Gales do Sul.
	2) Dispositivo, localização, <i>epoch</i> e dias de uso	ActiGraph GT9X Link; Punho não dominante; <i>Epoch</i> de 5 segundos; 7 dias de uso.
	3) Pontos de corte e <i>software</i> /algoritmo	AFL ≥ 50mg, AFM ≥ 200mg e < 707mg, AFV ≥ 707mg e AFMV ≥ 200mg; <i>Software</i> R – pacote GGIR (versão 2.1.0).

	4) Características dos 24HMB	IG e AvAcc.
	5) Desfechos	RT, SDRT e CVRT (congruente e incongruente), precisão com e sem alvo, d' (memória de trabalho).
	6) Covariáveis	Idade, sexo, escore-z do IMC, ACR e métrica de atividade alternativa (AvAcc ou IG).
	7) Resultados	IG inversamente associado ao SDRT e CVRT incongruentes, de maneira combinada e nas moças. IG diretamente associado ao d' (2-back) somente nas moças.
Rowlands et al., 2018	1) Delineamento, amostra e localização geográfica	Transversal; Moças entre 11 e 14 anos (n = 1669); Reino Unido.
	2) Dispositivo, localização, <i>epoch</i> e dias de uso	ActivInsights GENEActiv; Punho não dominante; <i>Epoch</i> de 5 segundos; 7 dias de uso.
	3) Pontos de corte e <i>software</i> /algoritmo	CS < 50mg e AFMV > 200mg; <i>Software</i> R – pacote GGIR (versão 1.2–2).
	4) Características dos 24HMB	IG e AvAcc.
	5) Desfechos	%MG e IMC (escore-z).
	6) Covariáveis	Idade, maturação biológica, nível socioeconômico, etnia e métrica de atividade alternativa (AvAcc ou IG).
	7) Resultados	IG inversamente associado ao %MG e IMC (escore-z), enquanto AvAcc diretamente associada ao IMC (escore-z).
Rowlands et al., 2019	1) Delineamento, amostra e localização geográfica	Transversal; Crianças entre 9 e 10 anos (n = 145), e moças entre 11 e 14 anos (n = 1669); Reino Unido.
	2) Dispositivo, localização, <i>epoch</i> e dias de uso	ActiGraph GT9X (crianças) e ActivInsights GENEActiv (adolescentes); Punho não dominante; <i>Epoch</i> de 5 segundos; 7 dias de uso.
	3) Pontos de corte e <i>software</i> /algoritmo	Pontos de corte (NE); <i>Software</i> R – pacote GGIR (versão 1.6-7).
	4) Características dos 24HMB	IG, AvAcc e M30 _{CONT} .
	5) Desfechos	Escore-z do IMC (crianças) e %MG (moças).
	6) Covariáveis	Idade, sexo (crianças), nível socioeconômico, maturidade biológica (moças), etnia (moças) e métrica de atividade alternativa (AvAcc ou IG).
	7) Resultados	IG inversamente associado ao IMC (crianças) e %MG em moças. AvAcc diretamente associada ao %MG em moças (13-14 anos).
Williams et al., 2022	1) Delineamento, amostra e localização geográfica	Transversal; Adolescentes entre 11 e 12 anos (n = 70) e 14 e 15 anos (n = 43); Reino Unido.
	2) Dispositivo, localização, <i>epoch</i> e dias de uso	ActiGraph GT3X +; Quadril direito; <i>Epoch</i> de 5 segundos; 7 dias de uso.
	3) Pontos de corte e <i>software</i> /algoritmo	Pontos de corte (NE); <i>Software</i> R – pacote GGIR (versão 2.0–0).
	4) Características dos 24HMB	IG e AvAcc;
	5) Desfechos	PAS, PAD, PAM, glicose sanguínea, insulina plasmática, HOMA-IR, IL-6, IL-10, IL-15, IL-1β, RT e precisão congruentes e incongruentes, e BDNF.
	6) Covariáveis	Grupo etário e sexo.

7) Resultados

AvAcc inversamente associada a PAS, PAD e PAM. IG inversamente associado a PAS e PAM.

Nota: NE = não especificado; CS = comportamento sedentário; AFL = atividade física leve; AFM = atividade física moderada; AFV = atividade física vigorosa; AFMV = atividade física moderada a vigorosa; IV = variabilidade intradiária; IS = estabilidade interdiária; M10 = média de atividade nas 10 horas mais ativas; L5 = média de atividade nas cinco horas menos ativas; IG = gradiente de intensidade; AvAcc = média de aceleração; IMC = índice de massa corporal; %MG = percentual de massa gorda; IMG = índice de massa gorda; TAV = tecido adiposo visceral; RCE = razão cintura-estatura; QVRS = qualidade de vida relacionada à saúde; RT = tempo de reação; SDRT = desvio padrão do tempo de reação; CVRT = coeficiente de variação do tempo de reação; d' = discriminação do sinal; PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; PAM = pressão arterial média; ACR = aptidão cardiorrespiratória; HOMA-IR = avaliação do modelo homeostático da resistência à insulina; IL = interleucina; BDNF = fator neurotrófico derivado do cérebro.

APÊNDICE F – RESULTADOS QUANTITATIVOS DOS ESTUDOS INCLUÍDOS NA REVISÃO SISTEMÁTICA

Estudo	Características dos 24HMB	Desfecho	Resultados		
			β / OR (SE / IC 95%)	P	
Blok et al., 2022	Início do sono	Problemas de internalização	-0,087 (0,028)	P= 0,002	
	IV	Perfil de desregulação	0,109 (0,036)	P= 0,002	
Buchan et al., 2019	IG	IMC (escore-z)	-2,100 (-3,40; -0,80)	NE	
Chaput et al., 2024	Índice de regularidade do sono	Habilidades motoras fundamentais	0,983 (0,968; 0,998)	NE	
Dygrýn et al., 2021 (crianças)	M2	%MG	-0,002 (0,00; 0,00)	P= 0,043	
	M5		-0,004 (-0,01; -0,00)	P= 0,006	
	M15		-0,006 (-0,01; -0,00)	P= 0,007	
	M30		-0,009 (-0,02; -0,00)	P= 0,025	
	M2	TAV	-0,014 (-0,20; -0,01)	P= <0,001	
	M5		-0,021 (-0,03; -0,01)	P= <0,001	
	M15		-0,034 (-0,05; -0,02)	P= <0,001	
	M30		-0,051 (-0,08; -0,03)	P= <0,001	
	M60		-0,080 (-0,13; -0,03)	P= 0,002	
	M120		-0,122 (-0,21; -0,03)	P= 0,008	
	Dygrýn et al., 2021 (adolescentes)	IG	%MG	-8,35 (-13,61; -3,09)	P= 0,002
		M2		-0,006 (-0,01; -0,00)	P= <0,001
M5			-0,008 (-0,01; -0,00)	P= <0,001	
M15			-0,014 (-0,02; -0,01)	P= <0,001	
M30			-0,023 (-0,03; -0,01)	P= <0,001	
M60			-0,034 (-0,05; -0,01)	P= 0,001	
M120			-0,041 (-0,07; -0,01)	P= 0,007	
IG		TAV	-32,5 (-55,98; -8,92)	P= 0,007	
M2			-0,025 (-0,04; -0,01)	P= <0,001	
M5			-0,033 (-0,05; -0,02)	P= <0,001	
M15			-0,059 (-0,09; -0,03)	P= <0,001	
M30			-0,091 (-0,15; -0,04)	P= <0,001	
M60		-0,132 (-0,22; -0,04)	P= 0,005		
M120		-0,156 (-0,29; -0,02)	P= 0,023		
Fairclough et al., 2019 (baseline)	IG	IMC (escore-z)	-4,07 (-2,50; -5,64)	P= <0,001	
		RCE	-0,18 (-0,10; -0,26)	P= <0,001	
		VO ₂ pico	13,79 (18,24; 9,34)	P= <0,001	
		Risco de síndrome metabólica	-1,61 (-0,92; -2,30)	P= <0,001	
Fairclough et al., 2019 (indicadores)	AvAcc	QVRS	0,15 (0,29; 0,01)	P= <0,05	
	IG	RCE	-0,07 (-0,02; -0,12)	P= <0,05	

de saúde 8 semanas depois)		Risco de síndrome metabólica	-0,51 (-0,004; -1,02)	P= <0,05
Fairclough et al., 2020	M30 _{ACC} (213 mg)	IMC (meninas)	NE	NE
	M30 _{ACC} (206 mg)	RCE (meninas)	NE	NE
	M30 _{ACC} (269 mg)	ACR (meninas)	NE	NE
	M30 _{ACC} (234 mg)	IMC (meninos)	NE	NE
	M30 _{ACC} (230 mg)	RCE (meninos)	NE	NE
	M30 _{ACC} (327 mg)	ACR (meninos)	NE	NE
Fairclough et al., 2023	Eficiência do sono	Saúde mental geral	-18,0 (8,6)	P= 0,04
		Problemas externalizantes	-12,8 (5,0)	P= 0,01
	Amplitude	Saúde mental geral	1,0 (0,5)	P= 0,03
		Problemas externalizantes	0,7 (0,3)	P= 0,02
	IS	Saúde mental geral	-9,9 (4,3)	P= 0,02
		Problemas externalizantes	-6,7 (2,5)	P= 0,009
Janda et al., 2023 (crianças)	AvAcc (dias letivos)	%MG	-0,09 (-0,17; -0,001)	P= 0,047
		IMG	-0,03 (-0,05; -0,01)	P= 0,009
		TAV	-0,53 (-0,83; -0,23)	P= <0,001
	IG (dias letivos)	IMG	-1,79 (-3,57; -0,02)	P= 0,033
		TAV	-29,02 (-50,33; -7,73)	P= 0,008
	AvAcc (final de semana)	IMC (escore-z)	0,01 (0,002; 0,02)	P= 0,019
		IMG	0,02 (0,01; 0,04)	P= 0,014
		TAV	0,29 (0,04; 0,54)	P= 0,025
Janda et al., 2023 (adolescentes)	AvAcc (final de semana)	%MG	-0,10 (-0,18; -0,01)	P= 0,022
	IG (final de semana)	%MG	-5,06 (-9,02; -1,09)	P= 0,013
		IMG	-1,36 (-2,68; -0,04)	P= 0,044
Pindus et al., 2023	IG	SDRT incongruente (combinado)	-0,16 (-0,28; -0,04)	P= <0,05
		SDRT incongruente (moças)	-0,26 (-0,42; -0,10)	P= <0,05
		CVRT incongruente (combinado)	-0,16 (-0,27; -0,04)	P= <0,05
		CVRT incongruente (moças)	-0,27 (-0,42; -0,11)	P= <0,01
		d' - memória de trabalho (moças)	0,05 (0,02; 0,07)	P= <0,01
Rowlands et al., 2018	IG	%MG	-6,03 (-7,96; -4,09)	NE
		IMC (escore-z)	-0,81 (-1,04; -0,58)	NE
	AvAcc	IMC (escore-z)	0,01 (0,00; 0,02)	NE
Rowlands et al., 2019	IG	IMC (crianças)	-4,10 (-5,29; -2,92)	NE
		%MG (moças 11-12 anos)	-5,59 (-9,21; -1,97)	NE
		%MG (moças 13-14 anos)	-9,66 (-14,18; -5,13)	NE
	AvAcc	%MG (moças 13-14 anos)	0,103 (0,016; 0,191)	NE
Williams et al., 2022	AvAcc	PAS	-0,83 (-1,39; -0,29)	P= 0.005
		PAD	-0,41 (-0,77; -0,04)	P= 0.031
		PAM	-0,55 (-0,90; -0,19)	P= 0.004

IG	PAS	-19,10 (-30,68; -7,44)	P= 0.002
	PAM	-10,92 (-18,45; -3,40)	P= 0.006

Nota: NE = não especificado; IV = variabilidade intradiária; IS = estabilidade interdiária; IG = gradiente de intensidade; AvAcc = média de aceleração; IMC = índice de massa corporal; %MG = percentual de massa gorda; TAV = tecido adiposo visceral; RCE = razão cintura-estatura; ACR = aptidão cardiorrespiratória; QVRS = qualidade de vida relacionada à saúde; SDRT = desvio padrão do tempo de reação; CVRT = coeficiente de variação do tempo de reação; d' = discriminação do sinal; PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; PAM = pressão arterial média.

APÊNDICE G – QUALIDADE METODOLÓGICA DOS ESTUDOS INCLUÍDOS NA REVISÃO SISTEMÁTICA

Estudo	Critérios para estudos transversais								Pontuação total
	1T	2T	3T	4T	5T	6T	7T	8T	
Blok et al., 2022	Sim	Sim	Sim	NA	Sim	Sim	Sim	Sim	7
Buchan et al., 2019	NC	Sim	Sim	NA	Sim	Sim	Sim	Sim	6
Chaput et al., 2024	Sim	Sim	Sim	NA	Sim	Sim	Sim	Sim	7
Donelly et al., 2022	NC	NC	Sim	NA	Sim	Sim	Sim	Sim	5
Dygrýn et al., 2021	NC	Sim	Sim	NA	Sim	Sim	Sim	Sim	6
Fairclough et al., 2020	NC	Sim	Sim	NA	Sim	Sim	Sim	Sim	6
Fairclough et al., 2023	NC	Sim	Sim	NA	Sim	Sim	Sim	Sim	6
Janda et al., 2023	Sim	Sim	Sim	NA	Sim	Sim	Sim	Sim	7
Pindus et al., 2023	Sim	Sim	Sim	NA	Sim	Sim	Sim	Sim	7
Rowlands et al., 2018	Sim	Sim	Sim	NA	Sim	Sim	Sim	Sim	7
Rowlands et al., 2019	Sim	Sim	Sim	NA	Sim	Sim	Sim	Sim	7
Williams et al., 2022	Sim	Sim	Sim	NA	Sim	Sim	Sim	Sim	7

Estudo	Critérios para estudos longitudinais										Pontuação total	
	1L	2L	3L	4L	5L	6L	7L	8L	9L	10L		11L
Fairclough et al., 2019	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	NA	Sim	NA	NA	Não	Sim	7

Nota: 1T= Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?; 2T = Os participantes do estudo e o contexto foram descritos em detalhes?; 3T = A exposição foi medida de forma válida e confiável?; 4T = Foram utilizados critérios objetivos e padronizados para a medição da condição?; 5T= Foram identificados fatores de confusão?; 6T = Foram apresentadas estratégias para lidar com fatores de confusão?; 7T = Os desfechos foram medidos de forma válida e confiável?; 8T = Foi utilizada a análise estatística apropriada?; 1L = Os dois grupos eram semelhantes e recrutados da mesma população?; 2L = As exposições foram medidas de forma semelhante para atribuir as pessoas aos grupos expostos e não expostos?; 3L = A exposição foi medida de forma válida e confiável?; 4L = Foram identificados fatores de confusão?; 5L = Foram apresentadas estratégias para lidar com fatores de confusão?; 6L = Os grupos / participantes estavam livres do desfecho no início do estudo (ou no momento da exposição)?; 7L = Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?; 8L = O período de acompanhamento relatado foi suficiente para que os resultados ocorressem?; 9L = O acompanhamento foi completo? Caso contrário, os motivos da perda de seguimento foram descritos e investigados?; 10L = Foram utilizadas estratégias para lidar com o acompanhamento incompleto?; 11L = Foi utilizada análise estatística apropriada?; NC = não está claro; NA = não aplicável.

ANEXOS

ANEXO A – DECLARAÇÃO DO NÚCLEO REGIONAL DE EDUCAÇÃO

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO – SEED



ANEXO VI da RESOLUÇÃO N.º 406/2018 – GS/SEED TERMO DE CONCORDÂNCIA DO NRE PARA A UNIDADE CEDENTE

Londrina, 31 de março de 2025

Senhor (a) Coordenador (a),

Declaramos que este Núcleo Regional de Educação NRE Londrina, está de acordo com a condução do projeto de pesquisa intitulado **Comportamentos de 24 horas de movimento, indicadores de saúde mental e de adiposidade em adolescentes: estudo epidemiológico observacional analítico**, a ser realizada pelo(a) pesquisador(a) **LEONARDO ALEX VOLPATO**, com participação da rede estadual de ensino, tão logo o projeto seja aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, com Seres Humanos, da Universidade Estadual de Londrina.

Estamos cientes que os participantes da pesquisa serão **estudantes** pertencentes à Rede Pública de Ensino do Estado do Paraná, bem como de que o presente trabalho deverá seguir a Resolução 406/2018 – GS/SEED, que trata dos procedimentos para realização de pesquisas acadêmicas e científicas na Secretaria de Estado da Educação do Paraná e unidades vinculadas, e as Resoluções 466/2012 (CNS) e 510/2016, o Decreto nº 7037/2009, a Lei Geral de Proteção de Dados nº 13.709/2018, o Despacho 2882/2024 - SEED/DPGE/DGDE às fls. 72 e 73, mov. 20, do protocolo n.º 22.642.842-9 e o Protocolo de Biossegurança, indicado às escolas.

Da mesma forma, temos ciência que o(a) pesquisador(a) somente poderá iniciar a pesquisa pretendida após encaminhar, a esta Instituição, uma via do Parecer de Aprovação do estudo emitido pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina.

(assinado eletronicamente)

Leonardo Zanoni
Representante da CAA no NRE

(assinado eletronicamente)

Profª Jéssica Elizabeth Gonçalves Pieri
Chefe do NRE de Londrina

ANEXO B – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
LONDRINA - UEL



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: COMPORTAMENTOS DE 24 HORAS DE MOVIMENTO, INDICADORES DE SAÚDE MENTAL E DE ADIPOSIDADE EM ADOLESCENTES: ESTUDO EPIDEMIOLÓGICO OBSERVACIONAL ANALÍTICO

Pesquisador: Marcelo Romanzini

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 87459325.1.0000.5231

Instituição Proponente: CEFE - PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.531.526

Apresentação do Projeto:

Trata-se de uma pesquisa proposta por docente do curso de Educação Física que pretende investigar a relação entre o atendimento, as recomendações dos comportamentos de movimento de 24 horas com indicadores de saúde mental (depressão e ansiedade) e adiposidade em adolescentes. A depressão e a ansiedade são transtornos mentais comuns na adolescência, um período de maior vulnerabilidade para problemas de saúde mental que podem persistir até a idade adulta. Somado a isso, a obesidade tem aumentado de forma preocupante, tornando importante a identificação de fatores modificáveis para a prevenção desses problemas. Os comportamentos de movimento, incluindo atividade física, comportamento sedentário e sono, desempenham um papel fundamental na saúde mental e na adiposidade, podendo contribuir para a redução dos riscos associados. Serão elegíveis para o estudo os alunos matriculados no ensino médio das escolas estaduais da cidade de Londrina/PR em um total de 2.000 adolescentes. As escolas serão selecionadas aleatoriamente de acordo com a proporcionalidade do número de escolares matriculados em cinco regiões da cidade (norte, sul, leste, oeste e centro). Serão coletadas informações antropométricas (massa corporal, estatura e circunferência de cintura), socioeconômicas (questionário ABEP), dos sintomas de depressão (escala de depressão para crianças) e ansiedade (escala de ansiedade generalizada-7). Além disso, a atividade física, comportamento sedentário e sono serão

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Município: LONDRINA

CEP: 86.057-970

Telefone: (43)3371-5455

E-mail: cep268@uel.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
LONDRINA - UEL



Continuação do Parecer: 7.531.526

mensurados por meio de acelerômetros ActiGraph, posicionado no punho da mão não dominante. O núcleo Regional de Educação de Londrina está identificado como Coparticipante. Critério de Inclusão: Os critérios para a inclusão dos estudantes na pesquisa serão os seguintes: I) matrícula regular no 1º ao 3º ano do ensino médio; II) possuir, no mínimo, 14 anos de idade; e III) estar presente em todos os dias de coleta de dados. Critério de Exclusão: Serão excluídos os participantes que: I) possuem alguma limitação física que impeça a realização de atividades físicas; II) fazem uso regular de algum tipo de medicamento; III) estão em tratamento para alguma doença; IV) possuem diagnóstico clínico de ansiedade ou depressão; V) não entregarem o TCLE devidamente assinado pelos pais ou responsáveis; e VI) não preencherem corretamente os instrumentos do estudo.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo primário:

Investigar a relação entre o atendimento as recomendações dos comportamentos de movimento de 24 horas, suas características, e as combinações ideais de AF, CS e sono, com indicadores de saúde mental (depressão e ansiedade) e adiposidade em adolescentes de ambos os sexos da rede pública de ensino do município de Londrina/PR.

Os objetivos secundários:

Descrever o perfil dos comportamentos de movimento de 24 horas em relação ao volume e intensidade das atividades;

Analisar a prevalência de atendimento as recomendações dos comportamentos de movimento de 24 horas;

Analisar as associações entre os comportamentos de movimento de 24 e a saúde mental e adiposidade;

Investigar as combinações ideais da AF, CS e sono para otimizar os benefícios a saúde;

Caracterizar a prevalência de sintomas de depressão e ansiedade em adolescentes;

Comparar a prevalência dos sintomas de depressão e ansiedade em análises estratificadas por sexo;

Avaliar a relação entre adiposidade e saúde mental;

Investigar os comportamentos de tela e fatores associados a saúde mental;

Quantificar o de tempo gasto em diferentes tipos de tela durante a adolescência;

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Telefone: (43)3371-5455

Município: LONDRINA

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
LONDRINA - UEL



Continuação do Parecer: 7.531.526

TALE: Está na forma de convite, a linguagem é acessível, os riscos e benefícios da pesquisa estão expostos.

Foi apresentado a carta de concordância do NRE como coparticipante.

Instrumento de coleta de dados foi apresentado em anexo

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências

Considerações Finais a critério do CEP:

Prezado(a) Pesquisador(a),

Este é seu parecer final de aprovação, vinculado ao Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina. É sua responsabilidade apresenta-Lo aos órgãos e/ou instituições pertinentes.

Ressaltamos, para início da pesquisa, as seguintes atribuições do pesquisador, conforme Resolução CNS 466/2012 e 510/2016:

A responsabilidade do pesquisador é indelegável e indeclinável e compreende os aspectos éticos e legais, cabendo-lhe:

- conduzir o processo de Consentimento e de Assentimento Livre e Esclarecido;
- apresentar dados solicitados pelo sistema CEP/CONEP a qualquer momento;
- desenvolver o projeto conforme delineado, justificando, quando ocorridas, a sua mudança ou interrupção;
- elaborar e apresentar os relatórios parciais e final;
- manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa;
- encaminhar os resultados da pesquisa para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores e pessoal técnico integrante do projeto;
- justificar fundamentadamente, perante o sistema CEP/CONEP, interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

Coordenação CEP/UEL.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Endereço: LABESC - Sala 14	CEP: 86.057-970
Bairro: Campus Universitário	
UF: PR	Município: LONDRINA
Telefone: (43)3371-5455	E-mail: cep268@uel.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
LONDRINA - UEL



Continuação do Parecer: 7.531.526

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2527692.pdf	15/04/2025 14:37:46		Aceito
Outros	carta.pdf	15/04/2025 14:36:21	Marcelo Romanzini	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeton.pdf	15/04/2025 14:35:56	Marcelo Romanzini	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TAEn.pdf	15/04/2025 14:35:34	Marcelo Romanzini	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEn.pdf	15/04/2025 14:35:17	Marcelo Romanzini	Aceito
Outros	questionario.pdf	31/03/2025 21:14:12	Marcelo Romanzini	Aceito
Declaração de concordância	NRE.pdf	31/03/2025 21:13:38	Marcelo Romanzini	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto.pdf	31/03/2025 21:12:22	Marcelo Romanzini	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

LONDRINA, 28 de Abril de 2025

Assinado por:
Alessandra Lourenço Cecchini Armani
(Coordenador(a))

Endereço: LABESC - Sala 14
Bairro: Campus Universitário
UF: PR Município: LONDRINA
Telefone: (43)3371-5455
CEP: 86.057-970
E-mail: cep268@uel.br