



**UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
FÍSICA UPE/UFPB
CURSO DE DOUTORADO**

ALESANDRA ARAÚJO DE SOUZA

**COMPORTAMENTOS DE MOVIMENTO E INDICADORES DE
OBESIDADE: UM ESTUDO EM PRÉ-ESCOLARES QUE ATENDEM
OU NÃO AS RECOMENDAÇÕES DE SONO**

João Pessoa, 2022

ALESANDRA ARAÚJO DE SOUZA

**COMPORTAMENTOS DE MOVIMENTO E INDICADORES DE
OBESIDADE: UM ESTUDO EM PRÉ-ESCOLARES QUE ATENDEM
OU NÃO AS RECOMENDAÇÕES DE SONO**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa
Associado de Pós-Graduação em Educação Física
UPE/UFPB como requisito parcial para obtenção
do título de Doutora.

Área de Concentração: Saúde, Desempenho e Movimento Humano
Orientadora: Prof^ª Dr^a Clarice Maria de Lucena Martins

João Pessoa, 2022

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S729c Souza, Alesandra Araujo de.

Comportamentos de movimento e indicadores de
obesidade : um estudo em pré-escolares que atendem ou
não as recomendações de sono / Alesandra Araujo de
Souza. - João Pessoa, 2022.

125 f. : il.

Orientação: Clarice Maria de Lucena Martins.
Tese (Doutorado) - UFPB/CCS.

1. Atividade física - Pré-escolares. 2. Sono -
Duração. 3. Obesidade infantil. 4. Sedentarismo -
Crianças. I. Martins, Clarice Maria de Lucena. II.
Título.

UFPB/BC

CDU 796-053.4(043)

**UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA UPE-UFPB
CURSO DE DOUTORADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

A Tese **Comportamentos de movimento e indicadores de obesidade: um estudo em pré-escolares que atendem ou não as recomendações de sono.**

Elaborada por Alesandra Araújo de Souza

Foi julgada pelos membros da Comissão Examinadora e aprovada para obtenção do título de DOUTOR EM EDUCAÇÃO FÍSICA na Área de Concentração: Saúde, Desempenho e Movimento Humano.

João Pessoa, 27 de julho de 2022.

BANCA EXAMINADORA:



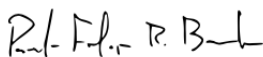
Profª Drª Clarice Maria de Lucena Martins
(UFPB) - Presidente da Sessão



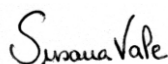
Profª Drª Maria do Socorro Brasileiro Santos
(UFPB) - Membro Interno



Prof. Dr. Rafael Miranda Tassitano
(UFRPE) – Membro Interno



Prof. Dr. Paulo Felipe Ribeiro Bandeira
(URCA) – Membro Externo



Profª Drª Susana Maria Coelho Guimarães Vale
(IPP) – Membro Externo

DEDICATÓRIA

Para Maya, Sanderson, Sandra, Gilvandro, Alerson, e minhas amigas.

AGRADECIMENTOS

Concluir um doutorado em qualquer área é um processo longo e que envolve inúmeras pessoas, cada qual com sua participação específica. É por isso que considero os agradecimentos de qualquer trabalho um dos passos mais relevantes a ser dado, pois, também desperta em nós, pesquisadores, a habilidade do ser grato tanto pelas coisas positivas quanto pelas negativas porque foi o conjunto delas que nos fez chegar até aqui.

Como sempre, agradeço a Deus pela concessão da calma, paciência, tranquilidade e resiliência durante os anos do doutorado.

Aos meus pais, Sandra Maria e Gilvandro, eu agradeço pelo amor sempre abundante, o exemplo de trabalho diário, perseverança, além, da oportunidade de poder estudar sem demais obrigações a cumprir até quando foi possível. Sem dúvida, eu só estou aqui hoje porque vocês foram meu alicerce.

Ao meu irmão, que sempre me apoia e aconselha assertivamente e é um companheiro inseparável.

À minha orientadora. Dias antes de escrever esses agradecimentos refleti muito sobre o papel dela na minha vida e posso dizer que a professora Clarice foi a minha ponte para a cura de uma graduação e mestrado completamente traumáticos, embora bem-sucedidos do ponto de vista do currículo Lattes. Todavia, psicologicamente, foi debilitante. Por outro lado, a professora Clarice me ofereceu tudo que eu precisava e nem sabia, que interessante! Tempo, calma, quase nenhuma pressão, e a frase “Seu trabalho precisa ter consistência interna!”. Nunca esquecerei essa frase, assim como jamais esquecerei que se eu estou aqui hoje, defendendo essa tese, psicologicamente bem, é porque Clarice me proporcionou isso e eu jamais esquecerei ou serei grata o suficiente.

Às minhas amigas, nomeadamente em ordem alfabética para não gerar brigas (risos): Aline, Ana Marques, Daniela, Irene, Orrana, Joana, Malú, Taís, Thaynã, e espero não ter esquecido nenhuma delas, mas são todas minha fonte de risos e piadas internas diárias, conselheiras, puxadoras de orelha no privado, leitoras e opinadoras da tese, além de excelentes pesquisadoras que me servem como exemplo no trabalho e fora dele. Especialmente, agradeço a Joana e Orrana que foram também meu abrigo no Tocantins quando tive que ficar viajando do Tocantins para Recife-João Pessoa, e vice-versa.

Ao meu colegiado, nomeadamente: Adriano Filipe, Adriano Lopes, Bruno Antunez, Joana Marcela, Leandro Ferraz, Mayrhon Abrantes, Orranette Padilhas e Rubens Letieri porque sem a compreensão de todo esse grupo eu não teria conseguido ministrar as minhas aulas e ter tempo de assistir as aulas do doutorado, sem isso, não teria dado certo. Agradeço por terem sido meus vice-coordenadores de projetos de pesquisa e extensão, o que me deu alguma liberdade de conciliar as atividades do trabalho com as do doutorado. Não foi fácil, nem simples, mas foi possível. Vocês foram essenciais nessa conquista e, embora eu não tenha conseguido minha licença para o doutorado, vocês me fizeram todas as concessões necessárias, dentro do possível, para que eu chegasse até aqui. Muito obrigada!

Agradeço a todos os meus professores desde o jardim de infância até aqueles que conheci no doutorado, especialmente a professora Marilda Chaves, de Português, e professora Astéria, de Matemática, ambas da oitava série, pois, sempre se estressavam muito com a nossa turma e nos alertavam sobre como é difícil ser negro em um país onde poucos espaços públicos são ocupados por nós, sobre o perigo de não querer estudar e ser mão-de-obra barata no mercado, sobre a dificuldade que seria enfrentar uma sociedade pronta para excluir e não acolher. Professoras, as senhoras sempre estiveram certas, e por todos esses alertas na sala de aula eu agradeço. Eu ouvi, viu? Obrigada!

Não devo deixar de agradecer ao Grupo Interdisciplinar de Pesquisa em Sono (GIPSO), da Universidade de São Paulo, que a aproximadamente um ano me acolhe sem restrições, fez-me enxergar o sono não apenas como uma variável neurofisiológica, mas comportamental influenciada por fatores ambientais, sociais, culturais. Especialmente, agradeço ao professor Mário Pedrazzoli, Daniel Vartanian e demais integrantes a todos os ensinamentos e discussões semanais.

Agradeço também a uma das pessoas mais importantes desse processo todo, agradeço ao meu namorado, que é quase esposo, também desempenha o papel de amigo, conselheiro e apoiador de todas as horas, Sanderson Soares. Viu muito dos meus surtos e ainda permaneceu (Uau! Risos). Muito obrigada por todo amor, paciência, palpites, leituras e mais leituras da minha tese, e agradeço pela nossa família que chegou pela *Amazon Express* em menos de 24 horas (risos), mas que nos faz feliz a cada minuto desde então. Agradeço a Maya, minha filha que chega dentro de pouquíssimos meses, e a Valentina, minha enteada, que apesar de tão novas já me deram uma outra noção sobre qualidade de tempo em família, e um jeito menos maníaco

de trabalhar. Obrigada, meninas! Contudo, não fiquem me passando essas lições assim em idade tão pequena, uma nem nasceu ainda, veja só! É constrangedor (risos).

Por último, agradeço ao Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física pela oportunidade de fazer parte do seu corpo discente mais uma vez e parabenizo por todo o trabalho que vem sendo realizado, apesar de todos os cortes nos recursos públicos. Especialmente, agradeço ao Ricardo, secretário da pós-graduação, que sempre torceu por mim e nunca deixou de responder com maestria a cada uma das minhas dúvidas. Muito obrigada!

Alessandra Araújo de Souza

RESUMO

INTRODUÇÃO: no último século, crianças de diferentes faixas etárias têm dormido cerca de 0,75 minutos a menos por ano. Em pré-escolares, observa-se que diariamente há um déficit de sono de cerca de meia hora, o que pode implicar em curtas durações do sono tanto nesta, quanto em fases posteriores da vida. De modo preventivo, hábitos de higiene do sono como não estar exposto às telas antes de dormir, manter-se fisicamente ativo e o baixo acúmulo de tempo em comportamento sedentário (CS) diariamente são recomendações para uma duração adequada do sono já nesta faixa etária. Contudo, a literatura aponta resultados controversos, tendo em vista que pré-escolares considerados fisicamente ativos também são aqueles que dormem menos do que o recomendado. Paralelamente, a relação do sono com o CS, e mais especificamente com o tempo de tela (TT), ainda não é claramente estabelecida. Assim, não se sabe qual a relação entre atividade física (AF) e CS de pré-escolares que dormem ou não o recomendado. Além disso, apesar de adolescentes e adultos com curta duração do sono apresentarem maior índice de massa corporal (IMC), esta relação em pré-escolares ainda é desconhecida. Entretanto, se pré-escolares que dormem o adequado ou não já apresentam diferenças ou associações com indicadores de obesidade ainda é algo indefinido. **OBJETIVO:** analisar as possíveis associações entre AF, CS, e tempo de tela e indicadores de composição corporal de pré-escolares que atendem ou não as recomendações de sono. **MÉTODOS:** estudo transversal, observacional com dados do projeto guarda-chuva *Movement's Cool*. Participaram do projeto 272 pré-escolares (138 meninas; 4,5±0,8 anos). A duração do sono (DS) nos dias de semana e fim de semana foi reportada pelos pais por meio de entrevista face a face. Os pré-escolares foram categorizados em: 1) atende às recomendações; 2) não atende às recomendações. O tempo acumulado em AF e CS foi determinado por meio de acelerometria (wGT3x-BT, Actigraph). O TT (smartphone, notebook, computador e televisão) foi reportado pelos pais por meio de entrevista. Para analisar a composição de movimentos de 24 horas, utilizou-se Análise Composicional; para determinar os clusters de comportamentos de movimento de 24h e a relação com os indicadores de obesidade, utilizou-se Análise de Perfis Latentes e Regressão Linear; para conhecer os caminhos diretos e indiretos entre os comportamentos de 24 horas com o score z de IMC (IMCz), utilizou-se Análise de Redes de Caminho. **RESULTADOS:** pré-escolares que não atendem às recomendações de sono apresentam uma composição de movimentos com maior acúmulo de CS (+32 minutos/dia) e AF leve (AFL) (+24 minutos/dia), sendo estas evidências consideradas moderada e forte, respectivamente. Além disso, pré-escolares que não atendem as recomendações de sono e acumulam menos do que 60 minutos de AF moderada a vigorosa (AFMV) apresentam relação positiva com o IMC, enquanto os que atendem possuem relação negativa. A análise não-linear demonstrou que há uma relação negativa entre sono-IMCz aos três anos, porém positiva aos quatro e cinco anos. **CONCLUSÃO:** pré-escolares que atendem as recomendações de sono se envolvem por mais tempo em AF diariamente, têm o sono como um fator protetor para o IMC quando não acumulam o tempo adequado em AFMV e, de acordo com a idade, a relação do sono com AF e TT se altera.

Palavras-chave: atividade física, pré-escolares, saúde, determinantes, correlatos, comportamento sedentário.

ABSTRACT

BACKGROUND: in the last century, children of different age groups have slept about 0.75 minutes less per year. In preschool children, it is observed that there is a daily sleep deficit of half an hour, which can imply short sleep durations both in this and later in life. As a preventive strategy, sleep hygiene habits such as not being exposed to screens before going to bed, staying physically active, and the low accumulation of time in sedentary behavior (SB) are daily recommendations for adequate sleep duration in this age group. However, the literature reports controversial results, as preschoolers considered physically active are also those who sleep less than the recommended. At the same time, the relationship between sleep and SB, and more specifically with screen time (ST), is not established. Thus, the relationship between physical activity (PA) and SB of preschoolers who sleep or not the recommended is unknown. In addition, although adolescents and adults with short sleep duration have higher body mass index (BMI), this relationship in preschoolers, and whether preschoolers who get adequate sleep or not have differences or associations with obesity indicators are also unclear. **AIM:** To analyze the possible associations between PA, SB, ST, and body composition indicators of preschoolers who meet or do not meet the sleep recommendations. **METHODS:** cross-sectional, observational study with data from the project: Movement's Cool. A total of 272 preschoolers (138 girls; 4.5 ± 0.8 years) participated in the project. Parents reported sleep duration (SD) on weekdays and weekends through an interview. Preschoolers were categorized as 1) meet the recommendations; 2) do not meet the recommendations. The accumulated time in AF and SB was determined using accelerometry (wGT3x-BT, Actigraph). The parents reported the ST (smartphone, notebook, computer, and television) through an interview. To analyze the composition of 24-hour movements, Compositional Analysis was used; to determine the 24-hour movement behavior patterns and the relationship with obesity indicators, Latent Profile Analysis and Linear Regression were used; to know the direct and indirect paths between the 24-hour behaviors with the BMI z-score (BMIz), Path Network Analysis was used. **RESULTS:** preschoolers who do not meet the sleep recommendations present a composition of movements with a more significant accumulation of SC (+32 minutes/day) and light PA (LPA) (+24 minutes/day), and this evidence is considered moderate and strong, respectively. In addition, preschoolers who do not meet sleep recommendations and accumulate less than 60 minutes of moderate to vigorous PA (MVPA) have a positive relationship with BMI, while those who do have a negative relationship. The non-linear analysis showed a negative relationship between sleep-BMIz (three years) and a positive one (four and five years). **CONCLUSION:** preschoolers who meet sleep recommendations engage in PA for longer, have sleep as a protective factor for BMI when they do not accumulate adequate time in MVPA and, according to age, the relationship of sleep with PA, ST, and sleep varies.

Keywords: physical activity, preschool age children, health, determinants, correlates, sedentary behavior.

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: en el último siglo, los niños de diferentes grupos de edad han dormido alrededor de 0,75 minutos menos al año. En preescolares se observa que diariamente existe un déficit de sueño de alrededor de media hora, lo que puede implicar duraciones cortas del sueño tanto en esta como en etapas posteriores de la vida. Como medida preventiva, hábitos de higiene del sueño como no estar expuesto a pantallas antes de acostarse, mantenerse físicamente activo y la baja acumulación de tiempo en sedentarismo (SB) diario son recomendaciones para una adecuada duración del sueño en este grupo de edad. Sin embargo, la literatura apunta a resultados controvertidos, ya que los preescolares considerados físicamente activos son también aquellos que duermen menos de lo recomendado. Al mismo tiempo, la relación entre sueño y SC, y más concretamente con el tiempo de pantalla (TT), aún no está claramente establecida. Por lo tanto, no se conoce la relación entre la actividad física (AF) y la SC de los preescolares que duermen o no como se recomienda. Además, aunque los adolescentes y adultos con sueño de corta duración tienen un índice de masa corporal (IMC) más alto, aún se desconoce esta relación en los preescolares. Sin embargo, aún no está claro si los niños en edad preescolar que duermen adecuadamente o no muestran diferencias o asociaciones con los indicadores de obesidad. **OBJETIVO:** analizar las posibles asociaciones entre AF, SC, tiempo de pantalla e indicadores de composición corporal de preescolares que cumplen o no las recomendaciones de sueño. **MÉTODOS:** estudio observacional transversal con datos del proyecto paraguas Cool del Movimiento. Un total de 272 preescolares (138 niñas; $4,5 \pm 0,8$ años) participaron en el proyecto. La duración del sueño (DE) entre semana y fines de semana fue informada por los padres a través de una entrevista cara a cara. Los preescolares fueron categorizados como: 1) cumple con las recomendaciones; 2) no cumple con las recomendaciones. El tiempo acumulado en AF y CS se determinó mediante acelerometría (wGT3x-BT, Actigraph). El TT (teléfono inteligente, notebook, computadora y televisión) fue relatado por los padres a través de una entrevista. Para analizar la composición de los movimientos de 24 horas se utilizó el Análisis Composicional; para determinar los patrones de comportamiento de movimiento de 24 horas y la relación con los indicadores de obesidad, se utilizaron Análisis de Perfil Latente y Regresión Lineal; para conocer los caminos directos e indirectos entre los comportamientos de 24 horas con el puntaje z del IMC (BMIZ), se utilizó Path Network Analysis. **RESULTADOS:** los preescolares que no cumplen con las recomendaciones de sueño presentan una composición de movimientos con mayor acumulación de SC (+32 minutos/día) y PA ligera (AFL) (+24 minutos/día), siendo estas evidencias consideradas moderadas y fuertes, respectivamente. Además, los preescolares que no cumplen con las recomendaciones de sueño y acumulan menos de 60 minutos de AF moderada a vigorosa (MVPA) tienen una relación positiva con el IMC, mientras que los que sí tienen una relación negativa. El análisis no lineal mostró que existe una relación negativa entre sueño-IMCz a los tres años, pero positiva a los cuatro y cinco años. **CONCLUSIÓN:** los preescolares que cumplen con las recomendaciones de sueño realizan AF por más tiempo diario, tienen el sueño como factor protector del IMC cuando no acumulan el tiempo adecuado en MVPA y, según la edad, la relación del sueño con la FA y el TT cambia.

Palabras clave: actividad física, preescolares, salud, determinantes, correlatos, comportamiento sedentario.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Proposição teórica da tese	16
Figura 2. Estágios e subestágios do sono REM (rapid eyes movement) e NREM (non rapid eyes movement).	20
Figura 3. Mapa da cidade de João Pessoa dividido por polos educacionais.	45
Figura 4. Mapa de geolocalização dos CREIs.	46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Estudos desenvolvidos para investigar a relação entre sono, atividade física e comportamento sedentário de pré-escolares.....	25
Quadro 2. Estudos desenvolvidos para investigar a relação entre sono, atividade física e comportamento sedentário na segunda infância em diante.	28
Quadro 3. Estudos que investigaram a relação entre sono e adiposidade.	33
Quadro 4. Estudos sobre a proporção de atendimento dos movimentos de 24 horas, e sua relação com indicadores de adiposidade	39
Quadro 5. Operacionalização das variáveis e tratamento estatístico dos estudos realizados na tese doutoral.....	55

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	17
2.1. Geral	17
2.2. Específicos	17
3. ESTRUTURA DA TESE	18
4. REVISÃO DE LITERATURA	18
4.1. Aspectos teóricos relacionados ao sono	18
4.2. Atividade física, comportamento sedentário e tempo de tela de acordo com a duração do sono	23
4.3. Relação entre sono e índice de massa corporal em pré-escolares	31
4.4. Composição de comportamentos de movimento em 24 horas	36
5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	44
5.1. População e amostra	44
5.2. Critérios de inclusão e exclusão	46
5.3. Variáveis de estudo e procedimentos de coleta	47
5.3.1. Níveis de atividade física	47
5.3.2. Tempo em comportamento sedentário	47
5.3.3. Tempo de uso de telas	47
5.3.4. Tempo de sono	48
5.3.5. Índice de massa corporal e circunferência da cintura	49
5.3.6. Variáveis sociodemográficas	49
5.4. Plano de análise estatística	49
5.4.1. Estudo 1	50
5.4.2. Estudo 2	51
5.4.3. Artigo 3	53
6. RESULTADOS	56
6.1 Artigo 1	57
6.2 Artigo 2	68
6.3 Artigo 3	81
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
8. REFERÊNCIAS	100
APÊNDICES	114
APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO	115
ANEXOS	119
ANEXO I – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	120
ANEXO II – SINTAXE NA LINGUAGEM R UTILIZADA PARA A ANÁLISE DE CLUSTER	122
ANEXO III – SINTAXE NA LINGUAGEM R UTILIZADA PARA A ANÁLISE DE REDES GERAIS E DE CAMINHO	123

1. INTRODUÇÃO

Aproximadamente 20-25% das crianças e jovens têm uma má qualidade do sono ou dormem por tempo insuficiente (HYSING; HARVEY; TORGENSEN, 2014). Em todo o mundo, crianças de todas as faixas etárias têm reduzido cerca de 0,75 minutos de sono a cada ano, durante o último século (MATRICCIANI; OLDS; PETKOV, 2012). O sono é um estado neurológico que ocorre devido a alterações fisiológicas relacionadas à secreção de serotonina e melatonina, dentre outros neurotransmissores, durante ciclos de 24 horas (MARKOV; GOLDMAN, 2006; PACE-SCHOTT; HOBSON, 2002). Tais alterações são respostas a fatores ambientais como a luminosidade, que promovem as vias de sinalização necessárias para a manutenção do estado de vigília ou de sono (PACE-SCHOTT; HOBSON, 2002). Nesse sentido, é possível afirmar que o sono é uma variável que sofre influência de fatores externos ao indivíduo como o ciclo claro-escuro, assim como os endógenos, a exemplo do sexo, e a idade, sendo este último um de seus principais moduladores (CRABTREE; WILLIAMS, 2009).

Na fase pré-escolar, crianças de três a quatro anos devem acumular entre 600 a 780 minutos diários (WHO, 2019) de sono ao longo do dia, ao passo que aos cinco anos, recomenda-se que durmam entre 540 a 660 minutos (CANADIAN SOCIETY FOR EXERCISE PHYSIOLOGY, 2018a). No entanto, vale ressaltar que os comportamentos de movimento (sono, atividade física e comportamento sedentário) adotados durante as 24 horas do dia são compreendidos enquanto um continuum de movimento, considerando que a diminuição, adequação ou exacerbação de um comportamento implica diretamente no outro (CHASTIN et al., 2015; TREMBLAY et al., 2017). Neste sentido, crianças de três e quatro anos devem acumular 180 minutos de atividade física total, dos quais 60 minutos devem ser em atividade física de intensidade moderada a vigorosa. Além disso, nestas idades, as crianças não devem despender mais do que 60 minutos diários em frente às telas (WHO, 2019). Para crianças de cinco anos, recomendam-se 60 minutos de atividade física moderada a vigorosa, e não mais do que 120 minutos de exposição às telas (TREMBLAY et al., 2016).

Sabe-se que a duração do sono muda significativamente ao longo da vida, principalmente quando considerados os primeiros cinco anos (BATHORY; TOMOPOULOS, 2017). O sono é um dos comportamentos mais adotados ao longo do dia, dada a quantidade de horas diárias recomendada para a faixa etária (TREMBLAY et al., 2016, 2017; WHO, 2019). Sabe-se que

crianças com duração do sono abaixo do recomendado utilizam telas por mais tempo (GUERRERO et al., 2019; HALE; GUAN, 2015). No entanto, a relação com a atividade física não é completamente clara (CHAPUT et al., 2017). De fato, em único estudo realizado com pré-escolares, Williams et al. (2014) indicam que pré-escolares com adequada duração do sono são aqueles que se mantêm por mais tempo em comportamento sedentário e atividade física leve, mas não em atividade física moderada a vigorosa, enquanto que pré-escolares fisicamente ativos têm entre 55 e 84 minutos a menos de sono durante a noite. Assim, parece plausível que a composição dos comportamentos de movimento de pré-escolares com reduzida duração do sono difere daquela apresentada por seus pares com duração de sono adequada.

Diferentes estudos têm avaliado como atender ou não às recomendações de comportamentos de movimento se associa com diferentes desfechos em saúde como habilidades motoras fundamentais (MARTINS et al., 2021; SAUNDERS et al., 2016), sobrepeso e obesidade (KIM et al., 2020), ou mesmo como esse continuum de movimentos (composição) se associa a desfechos físicos, motores e cognitivos (BEZERRA et al., 2021a; LEMOS et al., 2021; MOTA et al., 2020), por exemplo. Com base nos estudos disponíveis, parece consensual que indivíduos com duração de sono adequada são aqueles com menores índices de obesidade. Em pré-escolares, dados indicam que a curta duração do sono tem relação positiva com o índice de massa corporal (LOUZADA et al., 2012; VÉZINA-IM et al., 2017). Relativamente à circunferência da cintura, a ausência de associação (LOUZADA et al., 2012), ou mesmo uma associação positiva (XIU et al., 2020) tem sido observada.

Vale destacar que indicadores de obesidade não são associados apenas com duração do sono. Em diferentes faixas etárias, a atividade física, comportamento sedentário e sono foram previamente investigados (DA COSTA et al., 2020; FULL et al., 2018; NIELSEN et al., 2016; TASSITANO et al., 2020), por meio de análises de agrupamento ou clusters, com a finalidade de verificar como padrões saudáveis se relacionam com o índice de massa corporal e a circunferência da cintura. Em pré-escolares, Saldanha-Gomes et al. (2020) reportaram que crianças alocadas em cluster com elevado tempo de tela e de atividades físicas ao ar livre apresentaram 10% mais gordura corporal do que seus pares alocados em outros clusters. Estes dados indicam que em um cluster, o potencial benéfico de um comportamento pode ser minimizado por um outro comportamento negativo (SALDANHA-GOMES et al., 2020). Neste sentido, faz-se necessário explorar como a atividade física e comportamento sedentário de pré-

escolares que atendem ou não atendem às recomendações de sono se associam a indicadores de obesidade, nomeadamente índice de massa corporal e circunferência da cintura.

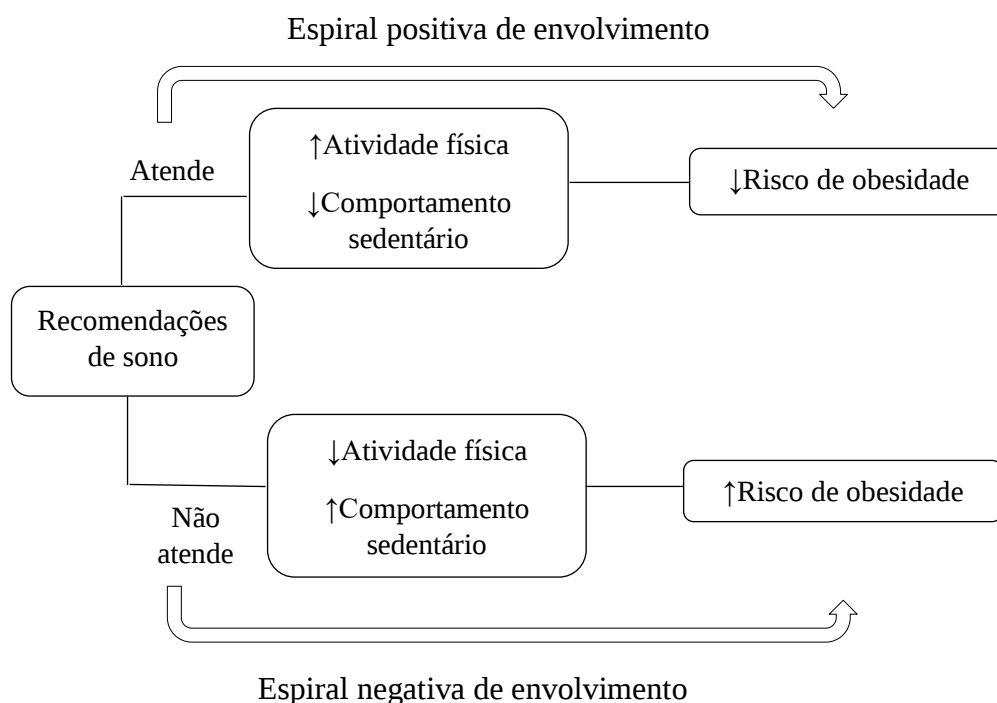
Vale ainda destacar que pré-escolares residentes em contextos de baixa renda dormem cerca de nove horas ou menos por dia, implicando em um não atendimento às recomendações (HIRSHKOWITZ et al., 2015; PARUTHI et al., 2016). Considerando que déficits de sono estão aparentemente mais presentes em pré-escolares em maior vulnerabilidade social (MARTINS et al., 2020a; TOMAZ et al., 2019), faz-se de fundamental importância explorar este contexto específico.

Sabe-se que o sobrepeso/obesidade é uma doença multifatorial, resultante da combinação de fatores comportamentais, como níveis insuficientes de atividade física, alto comportamento sedentário e alimentação inadequada, além de fatores sociais, culturais e ambientais (KUZIK et al., 2020). Tais interações são dinâmicas, de certo modo imprevisíveis, de natureza não-linear e apresentam um padrão emergente, características estas que definem os sistemas complexos adaptativos (CHAN, 2001; GUILARDUCCI; FRATUCCI, 2016; LUKOSEVICIUS; MARCHISOTTI; SOARES, 2017; NEWMAN et al., 2011). Diante de diferentes determinantes de naturezas distintas, definir os caminhos diretos e indiretos entre duas variáveis de interesse, nomeadamente atendimento às recomendações de sono e índice de massa corporal, destacando aqueles caminhos mais curtos a intervir (BURKETTE; KRETZSCHMAR JR., 2018; CARRINGTON; SCOTT; WASSERMAN, 2006; GUILARDUCCI; FRATUCCI, 2016; WASSERMAN; FAUST, 1994) faz-se de fundamental importância para o planejamento de intervenções efetivas e eficientes no futuro. Neste sentido, a utilização de abordagens não-lineares, a exemplo das Análises de Redes de Caminhos, permitem melhor subsidiar propostas de intervenção para a prevenção do sobrepeso e da obesidade já em pré-escolares (ZHANG et al., 2018). Estudos prévios utilizaram abordagens estatísticas não lineares em pré-escolares para analisar as relações entre variáveis que são, por natureza, não lineares e complexas (BEZERRA et al., 2021b; MARTINS et al., 2020b, 2020c). No entanto, até onde se sabe, nenhum estudo prévio explorou indicadores de obesidade neste grupo etário considerando o atendimento ou não às recomendações de sono.

Assim, ao considerar que: 1) atender ou não das recomendações de sono irá necessariamente repercutir na composição dos demais comportamentos de movimentos; 2) atender ou não as recomendações de sono pode determinar os comportamentos de movimento

e suas relações com indicadores de obesidade; e 3) a depender da idade, diferentes caminhos de intervenção, diretos e indiretos, entre atender às recomendações de sono e indicadores de obesidade podem ser estabelecidos, estabeleceu-se a seguinte proposição teórica para esta tese:

Figura 1. Proposição teórica da tese



Fonte: a própria autora

Neste sentido, esta tese doutoral é composta por três estudos originais, que têm como objetivo responder às seguintes questões problema: 1) atender ou não às recomendações de sono está associado com diferentes composições de movimento de 24h de pré-escolares?; 2) atender ou não às recomendações de sono implica em grupos de comportamentos de movimento distintos e com diferentes relações com indicadores de obesidade de pré-escolares?; 3) atender ou não às recomendações de sono implica em distintos caminhos para intervenção na prevenção de sobrepeso/obesidade de pré-escolares?

Em nível científico, esta tese pretende responder questões relevantes que impactam não só na saúde do pré-escolar, mas que repercutem ao longo da vida. Em nível educacional, o ambiente escolar é frequentado durante mais de 60% do tempo de vigília das crianças. Oferecer

um ambiente adequado, que preze pelo pleno desenvolvimento de comportamentos saudáveis deve ser uma constante em termos educacionais. No plano socioeconômico, esta tese pretende responder importantes lacunas científicas, a partir do estudo de uma população de baixa renda, sub-investigada.

2. OBJETIVOS

2.1.Geral

Analisar as possíveis associações entre comportamentos de movimento e indicadores de obesidade de pré-escolares que atendem ou não às recomendações de sono.

2.2.Específicos

2.1.1. Identificar possíveis diferenças na composição de comportamentos de movimento (atividade física e comportamento sedentário) de pré-escolares de acordo com o atendimento às recomendações de sono; e verificar se há associação entre essas composições e o atendimento a recomendação de sono;

2.1.2. Identificar clusters de atividade física e comportamento sedentário de pré-escolares que atendem ou não às recomendações de sono; e investigar possíveis associações com IMC e circunferência da cintura;

2.1.3. Identificar caminhos diretos e indiretos de relação entre IMC e atendimento às recomendações de sono de pré-escolares, de acordo com a idade.

3. ESTRUTURA DA TESE

Esta tese é apresentada no modelo alternativo de acordo com a norma 2002/2015 do Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física UPE/UFPB, que dispõe sobre o exame de qualificação, pré-banca e defesa. Desta forma, a seção “Resultados” é constituída por três artigos, sendo cada um deles correspondente a um objetivo específico.

4. REVISÃO DE LITERATURA

Para discutir os temas abordados na presente tese, optou-se por dividir o referencial teórico em tópicos. O primeiro tópico apresenta aspectos teóricos do sono na primeira infância e outras faixas etárias; no segundo tópico, buscou-se apresentar o estado da arte para a relação entre cada um dos comportamentos de movimento e o sono. O terceiro tópico tratou sobre a relação entre sono e IMC de pré-escolares. Por fim, recorreu-se aos conhecimentos até então produzidos acerca das combinações dos comportamentos de movimento e suas relações com o sono em pré-escolares.

4.1. Aspectos teóricos relacionados ao sono

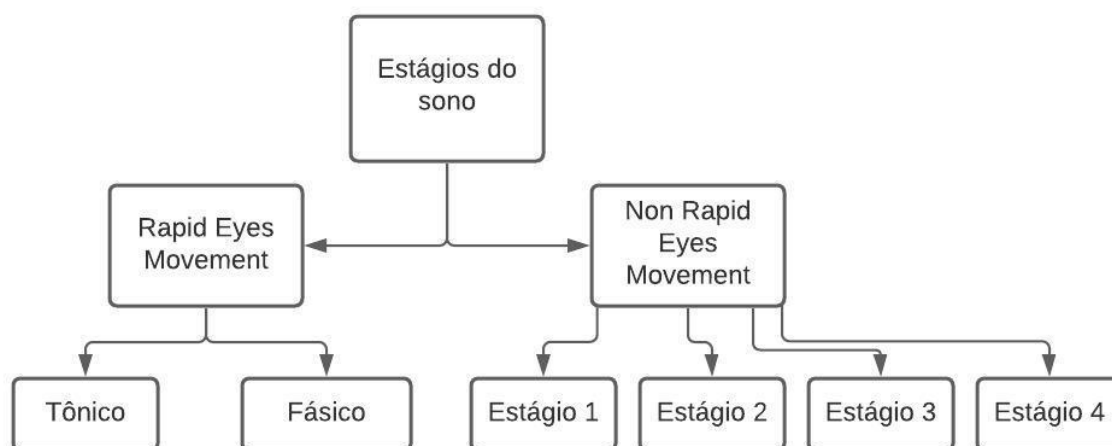
O sono é um comportamento individual observável que acontece devido a mudanças fisiológicas e neurológicas ao longo de todos os dias (MARKOV; GOLDMAN, 2006). Do ponto de vista do comportamento, o sono é um período no qual o indivíduo está reclinado ou completamente deitado, com os olhos fechados, e não há resposta voluntária facilmente detectável, com exceção do indivíduo ouvir o seu próprio nome ou choro de seu próprio bebê (MARKOV; GOLDMAN, 2006). Assim, embora pareça semelhante, o sono não é o mesmo que o estado de coma, por exemplo, considerando que nessa situação a reversibilidade do coma pode não acontecer ou só estar presente quando por intervenção médica ou medicamentosa (SINTON; MCCARLEY, 2004).

O sono tem como principal característica não ser um estado linear. Tal fato se deve à presença de dois constituintes ou estágios principais: o sono REM, e o NREM (SINTON; MCCARLEY, 2004). O estágio denominado “*Rapid Eyes Movement*” ou REM refere-se a um estágio no qual as principais características são a presente movimentação dos olhos, dos demais músculos corporais, balbucios, frequência cardíaca, pressão arterial e frequência respiratória irregulares, além da presença de mecanismos neurológicos que implicam na paralisia do sono (SIEGEL, 1995). O sono REM tem ainda outras subdivisões, como o estágio fásico e tônico, os quais se diferenciam quanto aos mecanismos fisiológicos que os modula (SIEGEL, 2005).

Por outro lado, o estágio “*Non Rapid Eyes Movement*” ou NREM é o momento do sono no qual, como o próprio termo indica, o movimento dos olhos está ausente, assim como dos músculos corporais, não há balbucios ou quaisquer outras movimentações, ao passo que a frequência cardíaca, pressão arterial e frequência respiratória se tornam regulares, sem oscilações, enquanto durar esse estágio (DOGHARAMJI, 1998; SIEGEL, 2005). Neste momento do sono a paralisia não está presente. Assim como o sono REM, o sono NREM possui quatro subdivisões, sendo denominadas apenas de sono NREM estágios 1, 2, 3, e 4 (DOGHARAMJI, 1998; SIEGEL, 2005).

No estágio 1, o indivíduo pode ser acordado a qualquer momento (DOGHARAMJI, 1998; MARKOV; GOLDMAN, 2006; SIEGEL, 2005). No estágio 2, o eletroencefalograma demonstra o que se denomina de “*sleep spindles*” ou simplesmente: fusos de sono, e os “*K complexes*” ou complexos K. Os *sleep spindles* pode-se dizer que têm origem na sincronização dos neurônios talâmicos pelo marcador talâmico GABAérgico (DOGHARAMJI, 1998; MARKOV; GOLDMAN, 2006; SIEGEL, 2005). Enquanto isso, o complexo K não tem origem conhecida. Por fim, os estágios 3 e 4 são os momentos de sono realmente profundos ou também denominados de sono de ondas lentas com mais do que 75 μ V e de 0.5 a 2.0 de atividade por segundo ou Hertz (0.5 a 2.0Hz) (DOGHARAMJI, 1998; MARKOV; GOLDMAN, 2006; SIEGEL, 2005). As subdivisões dos estágios de sono REM e NREM podem ser observados na figura 2.

Figura 2. Estágios e subestágios do sono REM (*rapid eyes movement*) e NREM (*non rapid eyes movement*).



Fonte: a própria autora.

A arquitetura do sono é uma alternância entre todos os estágios e subestágios descritos anteriormente. Nesse contexto, é natural que o primeiro episódio de sono inicie no estágio 1 do sono NREM aprofundando para os estágios consecutivos (2, 3 e 4) logo depois, para que só assim seja iniciado o estágio de sono REM que durará, aproximadamente, 90 minutos (CARSKADON; DEMENT, 2005; MARKOV; JAFFE; DOGHRAMJI, 2006). Após esse primeiro momento as alternâncias acontecem ao longo de toda a noite.

O sono possui funções fisiológicas importantes como regulação do sistema nervoso autônomo (CHOKROVERTY, 1999; PARMEGGIANI, 2005; ROTH; ROEHRS, 2000). Assim, durante o sono REM-fásico há o aumento da atividade nervosa simpática, ao passo que é esperada a redução da atividade nervosa parassimpática (CHOKROVERTY, 1999; PARMEGGIANI, 2005; ROTH; ROEHRS, 2000). No estágio tônico é esperado o aumento da atividade nervosa parassimpática. Outra função fisiológica importante diz respeito a temperatura corporal, de modo que no sono NREM a temperatura é significativamente mais baixa do que quando estamos em estado de vigília (CHOKROVERTY, 1999; PARMEGGIANI, 2005; ROTH; ROEHRS, 2000). De modo lógico, a função respiratória e a cardiorrespiratória correspondem ao estágio de sono vigente. Nessa perspectiva, durante o sono NREM há reduzida atividade respiratória e cardiovascular uma vez que está diminuída a temperatura e há maior

atividade parassimpática (CHOKROVERTY, 1999; PARMEGGIANI, 2005; ROTH; ROEHRS, 2000). Entretanto, durante o sono REM, o oposto é verdadeiro em condições normais ou saudáveis, ou seja, devido a maior atividade do sistema nervoso simpático e a temperatura, a respiração e sistema cardiovascular são irregulares e correspondem, principalmente, a respostas aos sonhos que acontecem durante este momento (CHOKROVERTY, 1999; PARMEGGIANI, 2005; ROTH; ROEHRS, 2000).

Até o momento foram apresentadas as características, a regulação e a neurobiologia do sono. Contudo, ainda é necessário responder quais os fatores que interferem na regulação, duração e qualidade do sono. Há um consenso na literatura de que a idade é um dos fatores que mais influenciam a duração e qualidade do sono (CRABTREE; WILLIAMS, 2009; MARKOV; GOLDMAN, 2006). Logo, durante a gestação, no período de recém-nascido, primeira infância, segunda infância e demais grupos de idade, o sono não é semelhante entre eles (CRABTREE; WILLIAMS, 2009).

Nesse contexto, dados relativos ao sono ainda no período gestacional são incipientes e não é sabido ainda se, por exemplo, o sono do feto nessa faixa etária é sincronizado com a secreção de melatonina e percepção de claro-escuro da mãe (WARLAND et al., 2018). Já durante os primeiros três meses de vida ainda não há maturação circadiana, ou seja, o recém-nascido, necessariamente, ainda não percebe o ciclo claro-escuro como o fator ambiental principal que regula o seu sono (CRABTREE; WILLIAMS, 2009; DOS; HALAL; NUNES, 2018). Na verdade, nessa faixa etária, a fome e sensação de saciedade são os fatores que, de fato, regulam os despertares do recém-nascido (CRABTREE; WILLIAMS, 2009; DOS; HALAL; NUNES, 2018).

Nesse contexto, os estágios de sono dos recém-nascidos são completamente distintos das demais faixas etárias (MIRMIRAN; MAAS; ARIAGNO, 2003; SADEH; DARKB; VOHRB, 1996). Nesse momento da vida, o sono é subdividido em: sono quieto e sono ativo. O sono quieto é aquele no qual não são observados movimentos dos olhos, o bebê mantém uma respiração regular, assim como pressão arterial, frequência cardíaca e temperatura (MIRMIRAN; MAAS; ARIAGNO, 2003; SADEH; DARKB; VOHRB, 1996). De fato, a partir dos seis meses de idade, e com o provento da maturação circadiana, esse é um estágio de sono que será incorporado ao sono NREM das futuras infâncias e demais faixas etárias (MIRMIRAN; MAAS; ARIAGNO, 2003; SADEH; DARKB; VOHRB, 1996). Já o sono ativo

é caracterizado como observável movimento dos olhos, é o momento no qual o recém-nascido se move com frequência e pode ser acordado por qualquer motivo, pois, é um período sensível a barulhos altos como sustos, música alta, discussões, a fome, ou demais fatores que provoquem o despertar (MIRMIRAN; MAAS; ARIAGNO, 2003; SADEH; DARKB; VOHRB, 1996). Esse é um estágio de sono que será incorporado futuramente ao sono REM, mas nesse momento da vida do recém-nascido é errôneo compará-lo com o sono REM propriamente dito, pois, ainda não há mecanismos neurológicos capazes de provocar a paralisia do sono (MIRMIRAN; MAAS; ARIAGNO, 2003; SADEH; DARKB; VOHRB, 1996). Há ainda o terceiro estágio do sono, denominado de indeterminado, cuja origem neurofisiológica, função e principais características ainda não são totalmente definidas. Sabe-se apenas que esse é um estágio do sono que, no futuro, será incorporado ao sono REM (MIRMIRAN; MAAS; ARIAGNO, 2003; SADEH; DARKB; VOHRB, 1996).

Em termos proporcionais, durante os primeiros três meses de vida o estágio de sono mais predominante é o ativo sendo difícil para os recém-nascidos manter-se por mais do que 60 a 120 minutos adormecidos (MIRMIRAN; MAAS; ARIAGNO, 2003; SADEH; DARKB; VOHRB, 1996). Essa é uma situação modificável ao longo do tempo, à medida que a maturação circadiana é estabelecida. Nesse sentido, a partir dos cinco, seis meses de idade, o bebê já deve ser capaz de identificar ciclos de claro-escuro como o fator modulador ambiental para iniciar o sono e terminá-lo (MIRMIRAN; MAAS; ARIAGNO, 2003; SADEH; DARKB; VOHRB, 1996).

Diferentemente, na primeira infância, definida como a faixa etária entre zero a seis anos de idade (BRASIL, 2016), já há maturação circadiana, ou seja, o pré-escolar compreende o ciclo claro-escuro como um fator ambiental que deve modular o seu período de deitar e acordar (ACEBO et al., 2005). Algumas recomendações de horas de sono têm sido previamente estabelecidas como forma de padronizar a duração do sono dos pré-escolares. Assim, a *American Academy of Pediatrics* (PARUTHI et al., 2016) estabelece que dos três aos cinco anos de idade todas as crianças devem acumular entre 10 e 13 horas de sono por dia. Outras recomendações considerando o sono de acordo com a idade também foram estabelecidas. Tremblay et al. (2017b) definem que crianças de três e quatro anos de idade devem acumular entre 10 e 13 horas de sono, enquanto que para as de cinco anos, entre nove e 11 horas de sono

por dia (TREMBLAY et al., 2016), sendo tais recomendações seguidas pela Organização Mundial de Saúde (2019) apenas para os pré-escolares de três a quatro anos de idade.

4.2. Atividade física, comportamento sedentário e tempo de tela de acordo com a duração do sono

A relação entre sono e atividade física, comportamento sedentário e tempo de tela vem sendo investigada a partir de estudos epidemiológicos observacionais desenvolvidos em meados dos anos 2000 (FOTI et al., 2011a; PESONEN et al., 2011), com amostras de crianças, adolescentes e pessoas adultas, sem que dados conclusivos tenham sido demonstrados até o momento. Os quadros 1 e 2 sumarizam os estudos disponíveis encontrados sobre o tema.

Em pré-escolares chineses, o estudo de Chang e Lei (2021) indica que a atividade física é um protetor da duração do sono diurno, enquanto o comportamento sedentário é um fator de risco para a duração do sono noturno. Segundo os autores, tais relações são possivelmente explicadas pelo cansaço quando da realização de atividades físicas moderadas a vigorosas. Assim, a rápida mudança das redes neurais que mantinham a criança fisicamente ativa, para em seguida entrar em momento de pausa, ao longo do dia, pode induzi-la a necessitar de um período de sono.

Quanto ao comportamento sedentário, os autores hipotetizaram que o uso de telas durante o momento que a criança está na cama implica em um retardo para o início do sono. De fato, os resultados de Chang e Lei (2021) indicam que para cada hora de tela na cama, a duração de sono noturno foi reduzida em três minutos, e a latência do sono estendida para 1,6 minutos.

Por outro lado, Duraccio e Jensen (2017) analisaram as associações entre atividade física e comportamento sedentário com o sono de pré-escolares estadunidenses. Os resultados indicaram falta de associação entre atividade física moderada a vigorosa e duração ou qualidade do sono. Entretanto, o menor envolvimento em comportamento sedentário aumentou a chance dos pré-escolares de terem quantidade de sono adequada durante a noite. Os autores indicam que diferentemente dos adolescentes, os pré-escolares têm momentos curtos de atividade física moderada a vigorosa, enquanto ao longo do dia, os adolescentes conseguem se envolver em atividades desta intensidade por mais tempo e com maior frequência.

Ainda em pré-escolares, Williams et al. (2014) indicam que esses voluntários quando em percentis superiores de atividade física (percentil 95), em relação aqueles que são menos fisicamente ativos, acumulam mais tempo em comportamento sedentário (10-15 minutos), atividade física leve (18-23 minutos), têm um déficit de horas de sono noturno de aproximadamente 55 a 84 minutos, além de mais despertares noturnos. Apesar de os autores não apresentarem uma explicação plausível para o achado, importa destacar que, aquilo que parece consensual, nomeadamente mais tempo em atividade física e melhor qualidade e duração do sono, é algo estabelecido em adolescentes ou adultos. Em pré-escolares, as evidências científicas disponíveis são, de fato, insuficientes e controversas, já que cerca de 40% dos pré-escolares apresentam distúrbios relacionados ao sono, como hora tardia para dormir, resistência para dormir, despertares noturnos frequentes, dentre outros distúrbios (FERREIRA et al., 2016; OWENS; MINDELL, 2011; PIRES; VILELA; CÂMARA, 2012).

Os artigos apresentados anteriormente enfatizam a necessidade de estudos que investiguem as possíveis relações entre adesão às recomendações de sono e os demais comportamentos de movimento ao longo do dia na população em questão. Adicionalmente, os estudos citados foram realizados em países com características de rotina diária, quer escolar, quer domiciliar, substancialmente diferentes daquelas encontradas no Brasil. É fato que em diferentes localidades brasileiras, os pré-escolares permanecem diariamente cerca de 10 horas dentro das instituições educacionais. Logo, entender a composição do dia das crianças e como o sono a afeta pode trazer subsídios importantes para a estruturação da rotina de crianças em idade pré-escolar tanto em casa quanto na pré-escola.

Quadro 1. Estudos desenvolvidos para investigar a relação entre sono, atividade física e comportamento sedentário de pré-escolares.

Williams et al. (2014)	Limitações dos dados prévios e a falta de análises longitudinais determinando como o sono está relacionado a todos os tipos de intensidade de AF (leve - AFL, moderada - AFM, vigorosa - AFV) e inatividade (tempo sedentário)	Determinar as relações entre a duração do sono e o tempo acordado à noite, e o tempo gasto em CS, exposição à luz e AFMV em crianças, e verificar se essas relações diferem aos 3, 5 e 7 anos de idade.	Estudo observacional longitudinal	n=588 (meninos, 3 anos – n=120; 5 anos – n=119; 7 anos – n=100)	Sono e atividade física: medidos objetivamente – acelerometria (Actical, Mini-Mitter)	Três anos • Duração total de sono (DTS): 10,2±0,7 h/dia; • Tempo acordado à noite: 0,8±0,5 h/dia • AFL: 7,5±0,9 h/dia; • AFMV: 1,6±0,7 h/dia; • CS: 3,3±0,9 h/dia Cinco anos • DTS: 10,7±0,6 h/dia; • Tempo acordado à noite: 0,5±0,3 h/dia • AFL: 6,0±0,8 h/dia; • AFMV: 0,9±0,6 h/dia • CS: 5,7±0,9 h/dia Sete anos • DTS: 10,6±0,6 h/dia; • Tempo acordado à noite: 0,4±0,3 h/dia • AFL: 4,8±1,3 h/dia; • AFMV: 1,0±0,5 h/dia • CS: 6,8±1,4 h/dia
Duraccio e Jensen (2017)	Achados inconsistentes sobre a relação entre AF e CS com o sono, ausência de estudos com	Explorar as associações entre regularidade de AF e CS e o sono de pré-escolares e crianças do	Estudo transversal	n=122 (4,9±0,5 anos) (57 meninas)	Sono e AF: medidos objetivamente – acelerometria (Actigraph GT3X+)	Relação entre sono e AF≥60min/dia: ↔ Relação entre sono e AF≥20min/dia: ↔ Relação entre sono e baixo CS: (OR=3,5; 95%IC= 1,5-8,0)

	medidas objetivas	jardim de infância.				
Chang e Lei (2021)	Ainda não havia sido estabelecida a relação do sono diurno com a AF e o CS, e não foi investigada a relação entre diferentes tipos de CS com as durações de sono diurna (DDS), noturna (DNS) e total (DTS).	Explorar o papel da AF e do CS na DDS e DNS de crianças pré-escolares de ambos os sexos.	Estudo transversal	n=458 (3-6 anos) (232 meninas)	Sono, AF e CS: medidos objetivamente – <i>acelerometria (ActiGraph GT3X-BT)</i>	Meninos: • DDS: 70±26,4min • DNS: 544±35,7min • DTS: 614,7±35,5min • DDS≥75th e AFL≥75th; e AFMV≥60min/dia: (OR=0,4; e 0,4, respectivamente), (95%IC=0,2-0,8; e 0,2-0,8) Meninas: DDS: 73,0±21,7min DNS: 546,1±36,5min DTS: 618,9±37,3min • DTS≥600min/dia e AFL≥75th; e AFMV≥60min/dia; e AFT≥180min/dia: (OR= 0,4; 0,5; e 0,2, respectivamente), (95%IC= 0,2-0,8; 0,4-0,9; e 0,0-0,8, respectivamente); • DNS≥600min/dia e CS≤25th; e AFT≥180min/dia: (OR= 3,0; e 0,4), (95%IC= 1,5-5,9; e 0,2-0,9) Meninos e meninas: • DNS≥75th e TT≤60min/dia: (OR= 1,8), (95%IC= 1,1-2,9)

Fonte: a própria autora. AF: atividade física; AFMV: atividade física moderada a vigorosa; AFV: atividade física vigorosa; REM: *rapid eyes movement*; DTS: duração total de sono; CS: comportamento sedentário; OR: *odds ratio*; 95%IC: 95% de intervalo de confiança; DDS: duração diurna do sono; DNS: duração noturna de sono; AFT: atividade física total; TT: tempo de tela.

No Quadro 2 estão apresentados os estudos desenvolvidos com crianças em idade mais velha. Pesonen et al. (2011) investigaram crianças com oito anos de idade, a fim de verificar a relação entre o nível de atividade física e a duração do sono, além de analisar se a duração do sono da noite anterior iria predizer o engajamento em atividades físicas no dia posterior. Os autores identificaram que para cada acréscimo de uma unidade de desvio-padrão de atividade física total havia a redução de 0,3 em unidade de duração do sono; 0,16 em eficiência; e 0,08 em índice de fragmentação do sono. Relações semelhantes foram verificadas para a atividade física moderada a vigorosa, considerando que o acréscimo de unidade nessa atividade esteve significativamente relacionado à redução de 0,21 unidade de duração do sono; e 0,12 de eficiência do sono. Em suma, os resultados indicaram haver uma relação desfavorável entre sono e atividade física. Quanto à relação entre sono do dia anterior e atividade física do dia posterior, os autores reportaram que para cada aumento de uma unidade de duração e eficiência do sono na noite anterior, havia redução de 0,09 e 0,16 unidades, respectivamente de desvio-padrão de atividade física no dia posterior. Assim, tais resultados sugeriram que crianças com maior duração de sono poderiam ser aquelas com menor envolvimento em atividades físicas no dia posterior.

Foti et al. (2011) analisaram a relação entre sono e atividade física de adolescentes. Os autores verificaram que os voluntários com acúmulo maior do que 60 minutos de atividade física total (sete dias), ou mais do que quatro horas diárias em frente à televisão tinham maior razão de chances de serem adolescentes com duração do sono suficiente à noite, em relação ao grupo de referência. Por outro lado, aqueles que acumulavam duas ou mais horas por dia jogando videogame ou utilizando o computador de forma recreacional, apresentaram menor razão de chance de sono suficiente, o que diverge do apresentado por Pesonen et al. (2011). No entanto, Pesonen et al. (2011) utilizaram actigrafia, enquanto que Foti et al. (2011) avaliaram a atividade física e o sono de forma subjetiva.

Lang et al. (2013) desenvolveram estudo com medidas objetivas e subjetivas para sono e atividade física, com a finalidade de verificar se adolescentes categorizados como “alto nível de atividade física” teriam melhores indicadores de sono, além de realizar uma verificação cruzada entre medidas objetiva e subjetiva. Observaram que a medida subjetiva de atividade física demonstrou ser um excelente preditor da duração e qualidade do sono, enquanto a medida objetiva, não. Embora passível de comprovação, os resultados indicam, assim como os de Foti et al. (2011b), que a atividade física tem relação com melhores indicadores de sono.

Quadro 2. Estudos desenvolvidos para investigar a relação entre sono, atividade física e comportamento sedentário na segunda infância em diante.

Autor (ano)	Lacuna	Objetivo	Tipo de estudo	Amostra	Metodologia	Resultados
Pesonen et al. (2011)	-	Examinar associações temporais entre sono e atividade física (AF), medidos objetivamente durante o dia e a noite, e a quantidade e qualidade do sono.	Estudo de coorte epidemiológico	n=275 (142 meninas); Idade – meninas (8,1±0,3), meninos (8,2±0,3)	Sono e AF: medidos objetivamente – <i>actigrafia</i> (<i>actiwatch AW4</i>)	Duração do sono: • Relação com AF (counts): -0,3 (95%IC= -0,4- -0,3); • Relação com atividade física moderada a vigorosa (AFMV) das 9h00min às 18h00min: -0,2 (95%IC= -0,3- -0,1); • Relação com AVMV das 18h01min às 21h00min: -0,2 (95%IC= -0,3- -0,1) Eficiência do sono: • Relação com AF (counts): -0,2 (95%IC= -0,2- -0,1); • Relação com AVMV das 9h00min às 18h00min: -0,1 (95%IC= -0,2- -0,1); Índice de fragmentação do sono: • Relação com AF (counts): -0,1 (95%IC= -0,0- -0,1); Latência do sono (min): • Relação com AVMV das 18h01min às 21h00min: -0,1 (95%IC= -0,2- -0,0)

Foti et al. (2011b)	Inconsistências anteriores quanto a relação entre sono suficiente, uso de diferentes tipos de telas e AF.	Examinar a associação de AF e comportamentos sedentários (CS) com horas de sono em uma noite escolar típica entre estudantes do ensino médio dos EUA, controlando para possíveis fatores de confusão.	Transversal	n=14.782 (7.021 meninas); do nono ao 12º ano da escola.	Sono: medido subjetivamente - <i>em uma noite de escola, quantas horas de sono você tem?</i> AF: medida subjetivamente - <i>Durante os últimos 7 dias, em quantos dias você foi fisicamente ativo por um total de pelo menos 60 minutos por dia? (Acrescente todo o tempo que você gastou em qualquer tipo de atividade física que aumentou sua frequência cardíaca e fez você respirar com dificuldade algumas vezes.)</i> CS: medido subjetivamente - <i>em um dia de escola, quantas horas você assiste TV, usa celular, e joga</i>	• Sono por tempo suficiente e AF ≥ 60min/dia (OR=1,2; 95%IC= 1,0-1,5); • Sono por tempo suficiente e AFV ≥ 20min/dia (sem relação); • Sono por tempo suficiente e assistir TV $\geq$ (OR= 1,3; 95%IC= 1,0-1,6); • Sono por tempo suficiente e uso de computador ≥ 2h/dia (OR= 0,8;95%IC= 0,6-0,9)
---------------------	---	---	-------------	---	--	---

					<i>videogame sem ser para atividades escolares?</i>	
Lang et al. (2013)	Ainda não havia sido estabelecida a relação transversal entre AF e sono de adolescentes considerando medidas objetivas e subjetivas de ambas as variáveis simultaneamente.	Estabelecer achados para a população adolescente e superar limitações metodológicas, avaliando a AF e o sono de forma subjetiva e objetiva.	Transversal	n=56 (28 meninas); Idade: meninas (18,2±0,9 anos), meninos (18,1±1,2 anos)	Sono: medido subjetivamente - <i>PSQI</i> - e objetivamente - <i>acelerometria</i> e <i>eletroencefalograma (Fp2-A1, SOMNOwatch™)</i> AF: medido subjetivamente - <i>IPAQ</i> , e objetivamente - <i>acelerometria (somnowatch®)</i>	• Latência de sono autorreferido difere entre baixo e alto nível de AF autorreferido: 15,2±2,4min vs. 25,1±3,5min (F=5,0; $\eta^2=0,1$); • Latência de sono REM objetivo difere entre baixo e alto nível de AF autorreferido: 80,8±6,7min vs. 114,1±8,8min (F=8,2; $\eta^2=0,2$); • Latência de sono REM objetivo difere entre baixo e alto nível de AF objetivo: 105,7±8,4min vs. 85,1±6,9min (F=3,6; $\eta^2=0,1$).

Fonte: a própria autora. AF: atividade física; AFMV: atividade física moderada a vigorosa; AFV: atividade física vigorosa; REM: *rapid eyes movement*; DTS: duração total de sono; CS: comportamento sedentário; OR: *odds ratio*; 95%IC: 95% de intervalo de confiança; DDS: duração diurna do sono; DNS: duração noturna de sono; AFT: atividade física total; TT: tempo de tela.

4.3. Relação entre sono e índice de massa corporal em pré-escolares

Para a construção deste tópico foram utilizados os seguintes termos: *sleep, body index mass, preschool*. As combinações foram: *sleep and “body index mass” and preschool*. A busca foi realizada na base de dados PubMed, *Web of Science*, e Bireme. Para a relação entre sono de pré-escolares e IMC foram encontrados três manuscritos que correspondiam ao tema (PubMed), dois que não correspondiam (*Web of Science*), ou nenhum estudo (Bireme). Os manuscritos foram selecionados sem ano de início definido, mas contemplando os artigos publicados até 2021. Foram incluídos os estudos em língua portuguesa, inglesa e espanhola. O quadro 2 sumariza os estudos incluídos na presente revisão, indicando a relação entre sono e índice de massa corporal de pré-escolares.

Foram encontrados os estudos realizados por Louzada et al. (2010), Kuzik e Carson (2016) e Vézina-Im et al. (2017). Louzada et al. (2010) investigaram a relação entre o sono noturno e variáveis antropométricas de pré-escolares dos três aos quatro anos de idade, da região Sul do Brasil, e em condição de vulnerabilidade social. Os autores encontraram que pré-escolares com sobrepeso dormiam cerca de 39 minutos a menos em relação aos que tinham peso adequado ($9,77h \pm 1,44$ versus $10,17h \pm 1,34$; IC95%: 0,03–0,76). Observou-se ainda uma relação negativa entre duração do sono e escores z de IMC ($\beta = -0,12$; IC95%: -0,22–-0,02), mas não entre sono e circunferência da cintura ($\beta = -0,28$; IC95%: -0,60–0,03) ou dobras cutâneas ($\beta = 0,12$; IC95%: -0,35–0,07), após ajustes para consumo energético, horas de televisão, e escolaridade materna. Os autores sugerem que devido à relação ter sido significativa antes dos ajustes, parece plausível inferir que a relação é mediada por influências metabólicas, mesmo que elas não tenham sido investigadas.

De fato, em adultos, a relação entre a menor duração do sono e a resistência insulínica periférica, consequentemente, aumento da glicemia sérica, maiores níveis de balanço simpatovagal, elevação do cortisol sérico noturno, grelina e peptina (relacionados a regulação da sensação de fome e saciedade) foi anteriormente reportada (KNUTSON et al., 2007). Embora Louzada et al. (2010) tenham sido pioneiros no Brasil no estabelecimento da relação entre sono e IMC em pré-escolares, o estudo apresenta algumas limitações importantes, como o registro de sono considerar apenas a noite anterior ao preenchimento do questionário.

Kuzik e Carson (2016) investigaram a relação entre sono noturno, bouts de comportamento sedentário e escores z de IMC. Os autores reportaram que apenas a duração do sono noturno apresentou relação positiva com o escore z de IMC ($\beta=0.22$; IC95%: 0.05, 0.39), mesmo após ajustes para sexo, idade e educação parental. Logo, é notória a divergência entre os achados obtidos por Louzada et al. (2010) e Kuzik e Carson (2016). Além disso, o estudo de Kuzik e Carson (2016) apresenta dados que foram obtidos apenas no momento que as crianças permaneciam nas pré-escolas ou centros de cuidado infantil, limitando sua extrapolação para as 24 horas do dia, enquanto o estudo de Louzada et al. (2010) consideraram apenas o sono noturno.

Vézina-Im et al. (2017) investigaram se a duração do sono estaria relacionada aos escores z de IMC e se haveria moderação da hora de dormir e etnia. Assim como Louzada et al. (2010), Vézina-Im (2017) observaram que quanto maior a duração do sono, menores eram os escores z de IMC ($\beta=-0.14$; $p=0.0417$), apesar da ausência de moderação quer pela hora de dormir ($\beta=0.05$; $p=0.4756$), quer pela etnia ($\beta=-0.05$; $p=0.5677$). Os autores apontaram limitações como a utilização de um questionário preenchido pelos pais para registro do sono. Contudo, este é um método previamente validado e amplamente utilizado, justificado pela ausência de um algoritmo específico para análise do sono em pré-escolares. Finalmente, estudos anteriores utilizaram apenas dados obtidos de um dia anterior ou posterior a entrevista com os pais ou crianças, de modo que a relação com os movimentos que a criança faz em 24 horas não foram considerados. Logo, ainda há a necessidade de que demais estudos com essa faixa etária sejam realizados, considerando um período de 24 horas.

Quadro 3. Estudos que investigaram a relação entre sono e adiposidade de pré-escolares.

Autor et al.	Lacuna	Objetivo	Tipo de estudo	Amostra	Metodologia	Resultados
Louzada et al. (2010)	Ausência de evidências no Brasil sobre a relação entre duração do sono e IMC	Avaliar a relação entre horas de sono e medidas de IMC, circunferência da cintura e dobras cutâneas, além de comparar a duração do sono em relação à presença de excesso de peso entre crianças de 3-4 anos de baixa condição socioeconômica da cidade de São Leopoldo, no Rio Grande do Sul.	Ensaio randomizado	n= 348; (meninas: 44,7%, n= 152. Idade: três e quatro anos) Idade: três e quatro anos.	Duração do sono (DS): quantas horas a crianças dormiu na última noite? Tempo de tela (TT): medido subjetivamente – por quanto tempo a criança assistiu TV nas últimas 24 horas? Adiposidade: medida objetivamente - peso, estatura, IMC, dobra cutânea tricipital e subescapular, circunferência da cintura.	Relação entre DS e: • IMC: -0,1 (95%IC= -0,2- -0,0); • Circunferência da cintura: -0,3 (95%IC= -0,6 - -0,0); • Dobras cutâneas: -0,1 (95%IC= -0,4 - -0,1)
Kuzik e Carson (2016)	Previamente nenhum estudo analisou as relações entre sono e outros comportamentos de movimento dentro e fora das pré-escolas, e as pesquisas sobre a relação entre sono e IMC são	Examinar as associações entre todo o espectro de comportamentos de movimento (ou seja, AF, CS e sono) e escores z de IMC, dentro e fora das pré-escolas, em uma amostra de 19-60 meses	Transversal	n=100 (Idade: 38,5±12,1 meses); (meninas: 47%)	Medidas dentro das pré-escolas: Sono: por quanto tempo sua criança cochila durante o dia?	• DNS e escore z de IMC: 0,2 (95%IC= 0,1-0,4) Não foram encontradas outras relações entre escore z de IMC e demais

	limitadas na idade de três anos. Finalmente, ainda não era possível saber se variáveis sociodemográficas podem interferir nessas relações.	de idade. O objetivo secundário foi examinar se as associações entre os comportamentos de movimento e os z-scores de IMC foram moderados por idade, sexo e escolaridade dos pais.			AF e CS: medidos objetivamente – acelerometria (Actical, Respironics); Adiposidade: medida objetivamente – peso, estatura, IMC e escores z de IMC. Medidas fora das pré-escolas: Sono: medido subjetivamente – por quanto sua criança dorme durante a noite? AFMV: medida subjetivamente – por quanto tempo fora da pré-escola sua criança se envolve em atividades esportivas organizadas ou não organizadas?	comportamentos de movimento
--	---	--	--	--	--	-----------------------------

					CS baseado no uso de telas: medida subjetivamente - por quanto tempo fora da pré-escola sua criança uso o celular, assiste TV, joga videogame ?	
Vézina-Im et al. (2017)	Estudos prévios não controlaram as análises por possíveis variáveis confundidoras inerentes às crianças como: idade das crianças, sexo, etnia, hora de dormir, ingestão alimentar, assistir televisão; e idade dos pais, nível de educação, situação profissional, estado civil, IMC, estresse parental e níveis de depressão.	Testar se a duração do sono à noite está relacionada ao escore z de IMC entre pré-escolares de famílias de baixa renda quando controlando por idade dos pré-escolares, sexo, etnia, hora de dormir, consumo energético no jantar, e assistir televisão, bem como idade, nível de escolaridade, situação profissional, estado civil, IMC e níveis de estresse e depressão dos pais. Também testou se a hora de dormir ou a etnia era um moderador da associação entre sono duração e zIMC entre pré-escolares.	Transversal	n= 228 (idade: 53,7±8,5 meses; meninas: 50,9%)	Sono: Questionário de hábitos de sono infantil; TT: medido subjetivamente - por quanto tempo fora da pré-escola sua criança uso o celular, assiste TV, joga videogame? Medidas antropométricas: medidas objetivamente - peso, estatura, IMC, e escore z de IMC	• DS e escore z de IMC: -0,1 (p=0,04);

Fonte: a própria autora.

4.4. Composição de comportamentos de movimento em 24 horas

Para a construção deste tópico foram utilizados os seguintes termos: *24 hours movement behaviours, preschool*. A combinação de termos foi: “*24 hours movement behaviours*” and *preschool*. A busca foi realizada na base de dados PubMed, *Web of Science*, e Bireme, nas quais foram verificados 69, 22 e 60 manuscritos inicialmente. Durante a leitura do título, observou-se que três estavam duplicados nas bases Bireme e PubMed, dez na *Web of Science* e Bireme, e um na *Web of Science* e Pubmed. Após excluir os artigos duplicados e triplicados, restaram 34 estudos. Uma nova leitura do título e *abstract* foi realizada para que permanecessem ou fossem excluídos estudos que, porventura, não estivessem adequados ao tema como ter investigado outras faixas etárias, revisões de literatura, revisões sistemáticas e/ou metanálises. Assim, ao final foram incluídos cinco estudos para a construção do presente tópico do referencial teórico. Os manuscritos foram selecionados sem ano de início definido, mas o ano final foi considerado como 2021. Foram incluídos os estudos em língua portuguesa, inglesa e espanhola.

No quadro 3 é possível observar os estudos que atenderam a todos os critérios de inclusão. Nota-se que dos cinco estudos analisados, todos eram sobre os comportamentos de movimento e foram desenvolvidos em países de renda alta, e todos eram do tipo transversal. Os estudos buscaram estabelecer a proporção de pré-escolares que atendiam as recomendações de comportamentos de movimento de 24 horas e estabelecer a relação desses comportamentos com indicadores antropométricos.

Chaput et al. (2017) avaliaram a proporção de pré-escolares canadenses que atendiam as recomendações de atividade física, tempo de tela e duração do sono reportando que 61,8%, 24,4%, 83,9% atendiam individualmente as recomendações de AF, tempo de tela, e duração do sono, respectivamente. Apenas 12,7% atenderam às três recomendações, e 3,3% não atenderam a nenhuma recomendação. Os autores encontraram ainda que atender a essas recomendações não foi um preditor de adiposidade. De todo modo, esses resultados devem ser interpretados com cautela. Em estudo do mesmo autor (Chaput et al. 2017), e em concordância com Kuzik et al. (2017), os autores reportaram dados de revisão sistemática e metanálise indicando que essa relação ainda não é bem estabelecida em pré-escolares, embora seja consensual em faixas etárias mais avançadas. Sabe-se que o IMC elevado reflete um possível acúmulo de massa

corporal ao longo da vida. Assim, Chaput et al. (2017) hipotetizaram que os pré-escolares do estudo não tenham tido o tempo necessário para que o acúmulo de gordura estivesse associado com os comportamentos de movimento (quadro 3).

Ainda no mesmo ano, Cliff et al. (2017) verificaram que 93,1%, 17,3% e 88,7% dos pré-escolares australianos atendiam as recomendações de atividade física, tempo de tela e duração do sono, respectivamente. De forma simultânea, reportaram que era mais comum o atendimento à atividade física com duração do sono (82,7%) do que com tempo de tela (16,9%). Além disso, 16,5% dos avaliados atendiam às recomendações de tempo de tela e sono, enquanto apenas 14,9% atendiam às três recomendações.

Em 2018 apenas um estudo com pré-escolares envolvendo os comportamentos de movimento foi realizado. DeCraemer et al. (2018) analisaram o atendimento às recomendações dos comportamentos de movimento de 24 horas nos dias de semana e final de semana de pré-escolares belgas. Observaram que nos dias de final de semana o atendimento às recomendações era significativamente mais baixo do que durante os dias de semana e que as crianças passavam mais tempo em frente às telas nos finais de semana, dedicando menos tempo para as atividades físicas e dormindo menos tempo do que o recomendado. Os autores não explicam convictamente os motivos pelos quais essa diferença teria ocorrido, mas hipotetizam que nos dias de final de semana as crianças não frequentam as pré-escolas, além de realizarem atividades diferentes dos dias de semana.

Em 2019, Chen et al. (2019) analisaram a proporção de pré-escolares de Singapura que atendiam as recomendações de movimento de 24 horas. Os dados demonstram que 59,6% atenderam ao tempo adequado acumulado em atividade física moderada a vigorosa. Enquanto apenas 13,7% atenderam às recomendações de sono. Esta é uma das menores proporções de pré-escolares que atendem a recomendação de duração de sono dentre todos os estudos selecionados. Contudo, os autores explicam que os pré-escolares cochilavam à tarde nas pré-escolas, sendo este um hábito cultural em Singapura, de modo que ao considerar apenas a duração do sono noturno, a baixa adesão a esse comportamento seria o esperado. Quanto ao atendimento ao guia de comportamento de 24 horas de forma integrada, apenas 11,2% dos pré-escolares de Singapura atenderam a todas as recomendações.

Em 2020, Kim et al. (2020) analisaram a proporção de pré-escolares japoneses que atendiam as recomendações de comportamento de 24 horas e sua associação com indicadores

de adiposidade. Os resultados demonstram que 21,5% dos pré-escolares atendiam as três recomendações, 21,9% atendiam pelo menos uma recomendação, enquanto 3,6% atendem a nenhuma recomendação. Considerando as relações, não atender a nenhuma recomendação é positivamente relacionado com o IMC ($\beta=1.139$; 95%IC= 1.009 – 1.285) em um modelo ajustado por sexo, idade. O estudo apresenta algumas limitações importantes como ter sido realizado em pré-escolares de apenas uma região do Japão, de modo que os autores sugerem a realização de estudos mais abrangentes, com a participação de pré-escolares de regiões distintas.

Os resultados apresentados por todos os estudos demonstram que os comportamentos de movimento podem ser analisados por meio de abordagens estatísticas que permitam integrar comportamentos codependentes em simultâneo. No entanto, os estudos até então realizados não consideraram como atender ou não a uma determinada recomendação em detrimento de outra pode se associar a diferentes desfechos em saúde. Assim, ao considerar que o sono impacta na saúde cognitiva, emocional, social e física, entender como o atendimento às recomendações de sono e sua repercussão nos demais comportamentos de movimento se associa à obesidade, fator de risco à saúde com alta prevalência na infância, faz-se de fundamental importância, especialmente em idades precoces. O conhecimento gerado a partir desses resultados poderá subsidiar o desenvolvimento de intervenções mais eficientes, assegurando o pleno desenvolvimento das crianças.

Quadro 4. Estudos sobre a proporção de atendimento dos movimentos de 24 horas, e sua relação com indicadores de adiposidade

Autor et al.	Lacuna	Objetivo	Tipo de estudo	Amostra	Metodologia	Resultados
Chaput et al. (2017)	Estudos prévios não haviam determinado a relação entre diferentes combinações de comportamento de movimento e medidas antropométricas.	Determinar a proporção de crianças em idade pré-escolar que atendem às Diretrizes gerais de movimento de 24 horas, e às recomendações individuais e específicas para AF, TT e DS duração que estão contidas nas diretrizes.	Transversal	n= 803 (403 meninas); Idade: 3,5 (IC95%: 3.5-3.6) anos; País: Canadá	DS: medida subjetivamente - por quanto tempo sua criança dormiu nas últimas 24h? AF: medida objetivamente - acelerometria (Actical, Respironics); TT: medida subjetivamente – por quanto tempo sua criança uso o celular, assiste TV, joga videogame? Medidas antropométricas: medidas objetivamente – peso, estatura, IMC, status de peso.	• Não foram encontradas relações entre atender os comportamentos de movimento e suas diferentes combinações com a adiposidade.
Cliff et al. (2017)	Estudos prévios não haviam determinado a relação entre atender ou	Examinar a adesão de pré-escolares às recomendações	Transversal	n=248 (107 meninas);	DS: medida subjetivamente - por quanto tempo sua	

	não as recomendações de comportamento de movimento e as funções executivas.	individuais e integradas do Guia de Movimento de 24 horas e examinar as associações entre a adesão às diretrizes e o desenvolvimento sociocognitivo de pré-escolares australianos.		Idade: 4,2±0,6 anos; País: Austrália	criança dormiu nas últimas 24h?; AF: medida objetivamente – acelerometria (ActiGraph GT3X+); TT: medida subjetivamente - por quanto tempo sua criança uso o celular, assiste TV, joga videogame?; Teste de compreensão das emoções: recognition, external cause, desire e belief; Theory of Mind Test	
Craemer et al. (2018)	Os estudos prévios determinaram a proporção de pré-escolares que atendem as recomendações de comportamentos de movimento, mas não houve determinação de quais correlatos estão relacionados ou não com	Descrever os correlatos que estão relacionados com a adesão dos pré-escolares belgas às recomendações individuais e integradas do Guia de Movimentos de 24 horas.	Transversal	n=595 (278 meninas); Idade: 4,2±0,02 anos; País: Bélgica	DS: medida subjetivamente - por quanto tempo sua criança dormiu nas últimas 24h?; AF: medida objetivamente – acelerometria	• Relação entre idade e atendimento às recomendações: ($\beta=0,6$; erro-padrão= 0,4; OR= 1,9; 95%IC=1,2-2,6); • Relação entre sobrepeso e atendimento às recomendações: ($\beta=$

	o atendimento a essas recomendações.				(GT1M, GT3X, e GT3X+); TT: medida subjetivamente - por quanto tempo sua criança uso o celular, assiste TV, joga videogame?; Adiposidade: medida objetivamente – peso, estatura, IMC e status de peso.	-1,2; erro-padrão= 0,7; OR= 0,3; 95%IC=1,2-1,7); •Relação entre TT dos pais em dias de semana e o atendimento às recomendações: (β= -0,0; erro-padrão= 0,0; OR= 1,0; 95%IC=1,0-1,0); •Relação entre grau de escolaridade dos pais e o atendimento às recomendações: (β= 0,7; erro-padrão= 0,3; OR= 1,9; 95%IC=1,3-2,6);
Chen et al. (2020)	Estudos prévios não haviam investigado se os hábitos maternos antes da gravidez possuíam relação com o atendimento das recomendações de comportamentos de movimento durante a primeira infância da sua criança.	Investigar a proporção de crianças que atendem às recomendações individuais e integradas do Guia de Movimentos de 24 horas em uma população asiática multiétnica; e identificar os fatores sociodemográficos e maternos da pré-gravidez associados à adesão ao	Transversal	N=547 (264 meninas); Idade: 5.5±0,1 anos; País: Singapura	DS: medida objetivamente – acelerometria (ActiGraph™ wGT3X-BT); AF: medida objetivamente – acelerometria (ActiGraph™ wGT3X-BT);	•Meninos atendem as recomendações de AFMV: 1,9 (95%IC=1,3-2,8); •Crianças malaia atendem as recomendações de TT: 0,3 (95%IC= 0,2-0,6); •Crianças malaia atendem as recomendações de

		diretrizes integradas e individuais.			TT: medido subjetivamente - por quanto tempo sua criança uso o celular, assiste TV, joga videogame?; Adiposidade: IMC e status de peso;	AFMV: 1,8 (95%IC=1,0-3,0); • Crianças com mães abaixo de 30 anos atendem as recomendações TT: 1,7 (95%IC= 1,0-3,0); • Crianças com mães entre 30-35 anos atendem as recomendações de sono: 0,4 (95%IC= 0,2-0,8); • Crianças com mães insuficientemente ativas antes da gravidez atendem as de TT: 0,4 (95%IC=0,3-0,8)
Kim et al. (2020)	No Japão não há um guia que considere todos os comportamentos de movimento, apenas a AF. Assim, era importante para essa população verificar a relação entre os comportamentos de movimento e o sobrepeso/obesidade.	Investigar a adesão às novas diretrizes de movimento de 24 horas para crianças pré-escolares japonesas e determinar se a adesão aos diferentes comportamentos de movimento está associada à adiposidade.	Transversal	N=421 (199 meninas); Idade: 4,62±0,87 anos; País: Japão	DS: medida subjetivamente - “em dias de semana, quantas horas sua criança dorme à noite? E em fins de semana?”; AF: medida objetivamente –	Não atender as três recomendações de comportamentos de movimento está relacionado a maior sobrepeso/obesidade: $\beta = 1,1$ (95%IC= 1,0-1,3)

					acelerometria (Active Style Pro HJA-750C); TT: medido subjetivamente - “em dias de semana, quantas horas sua criança assiste TV, usa celular, ou joga videogame? E em fins de semana?”; Adiposidade: peso, estatura, IMC; Variáveis demográficas: nível educacional da mãe, presença de irmãos na casa, parentes desempregados, cuidadores primários das crianças.	
--	--	--	--	--	---	--

Fonte: a própria autora. AFL: atividade física leve, AFMV: atividade física moderada a vigorosa; HMFs: habilidades motoras fundamentais; F: função executiva; IMC: índice de massa corporal.

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

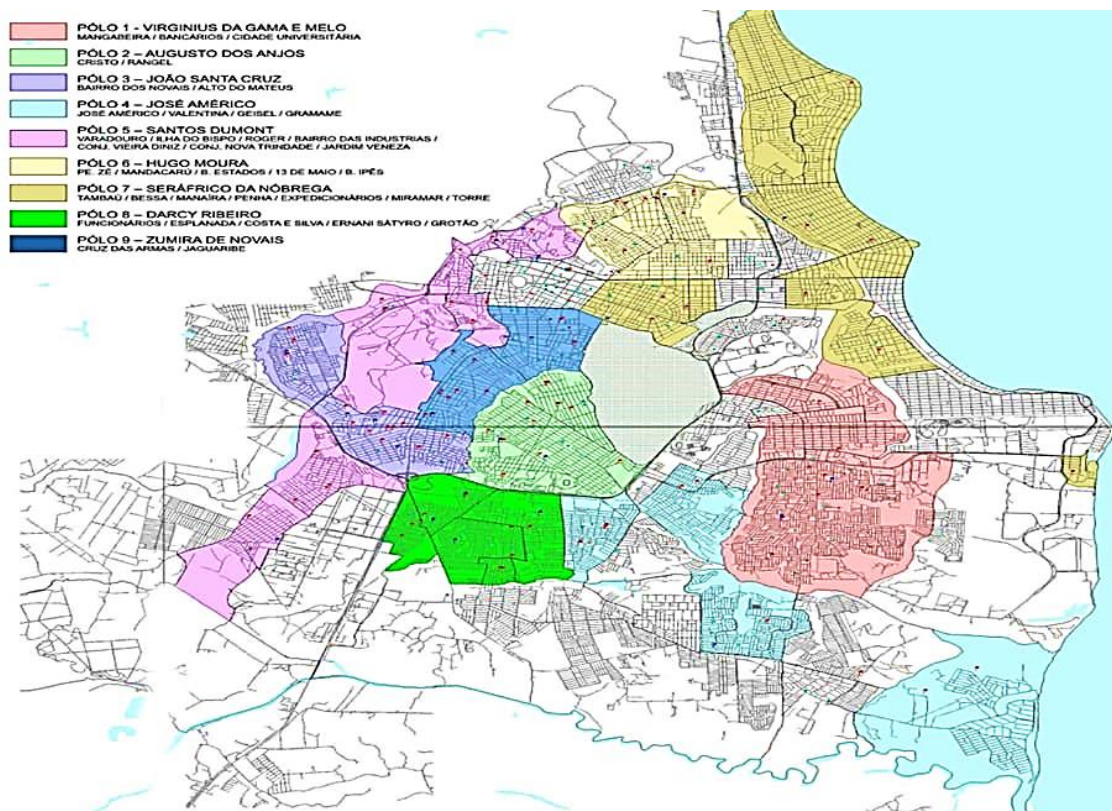
Os dados da presente pesquisa são provenientes de uma amostra representativa de crianças em idade pré-escolar (três a cinco anos), matriculadas em Centros de Referência de Educação Infantil (CREI) da rede pública de ensino na área de abrangência de João Pessoa/PB, nos anos de 2019-2020. Os dados fazem parte do projeto guarda-chuva denominado “*Movement’s Cool*”, desenvolvido pelo Grupo de Estudos em Atividade Física e Desfechos em Saúde (GEADES). O projeto tem como objetivo analisar as possíveis associações entre atividade física e diferentes indicadores de saúde em crianças de três a cinco anos de idade, matriculadas nos CREIs da cidade de João Pessoa-PB.

O projeto teve início em 2018 e desde então, anualmente, tem avaliado o nível de AF, medidas antropométricas, aptidão física, habilidades motoras fundamentais, e mais recentemente em 2019 e 2020, pressão arterial, variabilidade da frequência cardíaca, medidas do ambiente construído do CREI e do bairro, função executiva e duração do sono. Já foram avaliadas aproximadamente 500 crianças.

5.1. População e amostra

A cidade de João Pessoa está dividida em nove polos educacionais, nos quais estão localizados os CREIs. Para que os CREIs fossem incluídos na amostra deveriam ter espaço para a realização dos testes físicos e pré-escolares dos três aos cinco anos de idade matriculados. Assim, observou-se que em 2019.1 existiam 86 CREIs, dos quais em 10 deles as diretoras aceitaram o desenvolvimento do estudo, e seis foram selecionados de modo randômico, representando seis polos, totalizando 573 pré-escolares matriculados. Na figura 2 pode ser observada a localização dos nove polos educacionais da cidade de João Pessoa.

Figura 3. Mapa da cidade de João Pessoa dividido por polos educacionais.



Fonte: Prefeitura de João Pessoa

Dessa forma, a fim de garantir representatividade em cada Polo, optou-se por sortear um CREI por Polo, o que totalizou nove CREIs. Em decorrência da Pandemia do Covid-19 não foi possível coletar dados em todos os CREIs previamente planejados, sendo avaliados três CREIs. Na figura 3 abaixo consta a localização dos três CREIs contemplados com as coletas de dados.

Figura 4. Mapa de geolocalização dos CREIs.



Fonte: Souza Filho (2022)

Em 2019 e 2020 os pólos totalizavam 90 CREIs, dos quais 54 deles possuíam turmas de três, quatro e cinco anos de idade. Para a realização do processo de cálculo amostral por conglomerados em estágio único, adotou-se um desenho de efeito de 2, probabilidade de erro de 5%, e poder de 95%, que totalizou 354 pré-escolares a fazerem parte do estudo. O cálculo amostral foi realizado no software Epi Info™, versão 7. A este número foram adicionados 20% correspondentes a possíveis perdas ou recusas, implicando em uma amostra final de 425 crianças para o estudo, que foram aleatoriamente incluídas, de acordo com listagem fornecida pela Secretaria de Educação do Município.

5.2. Critérios de inclusão e exclusão

Para participar deste estudo, os voluntários foram selecionados considerando os seguintes critérios de elegibilidade: a) estar matriculado e frequentando a pré-escola em 2019 e 2020; b) ter entre três e cinco anos de idade no momento da coleta dos dados; c) não apresentar qualquer limitação física ou mental que impedisse a realização dos procedimentos do estudo; d)

apresentar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido devidamente assinado pelo responsável. Foram excluídas do estudo as crianças que se recusaram a realizar alguma das etapas do estudo. Chegou-se a um total de 272 crianças que foram avaliadas no período de fevereiro a abril de 2019 e de fevereiro a março de 2020.

5.3. Variáveis de estudo e procedimentos de coleta

Abaixo é apresentada uma breve descrição das variáveis estudadas e analisadas nesta tese. Informações detalhadas sobre os procedimentos de coleta e análise de cada uma das variáveis do estudo estão descritas no capítulo de resultados.

5.3.1. Níveis de atividade física

Os participantes utilizaram um acelerômetro Actgraph®, modelo wGT3x durante oito dias da semana. Foram incluídas nas análises as crianças que tiveram, no mínimo, 480 minutos de uso diário durante três dias. Este procedimento já foi utilizado anteriormente em estudo semelhante (ANDERSEN et al., 2017). A redução dos dados foi realizada juntamente por meio do software Actlife, versão 6.13.3. As intensidades de atividade física foram determinadas segundo os pontos de corte previamente estabelecidos por Butte et al. (2014a).

5.3.2. Tempo em comportamento sedentário

Para avaliar o comportamento sedentário dos pré-escolares adotou-se o limiar <150 counts/min, classificação específica para crianças, e pode ser encontrada no software Actlife®. Assim, obteve-se a média da quantidade de movimentos (contagens/minuto) realizados no comportamento sedentário durante os dias avaliados. O comportamento sedentário foi determinado por meio dos pontos de corte estabelecidos anteriormente por Butte et al. (2014a).

5.3.3. Tempo de uso de telas

Os pais também foram solicitados a informar a duração média total do tempo que seus filhos assistiam TV, usavam computador, smartphones e videogames. As questões foram feitas separadamente para os dias da semana e finais de semana e reunidas para análises (α de Cronbach = 0,87). Para o tempo de tela, as perguntas eram: “Quantas horas durante um dia da semana seu filho costuma assistir TV, usar computador, smartphones ou jogos eletrônicos?” e “Quantas horas durante um dia de fim de semana seu filho costuma assistir TV, usar computador, smartphones ou jogos eletrônicos?”

5.3.4. Tempo de sono

Os pais relataram as horas diárias normais de sono das crianças. Assim, solicitou-se que os pais informassem a hora que a criança dormia e acordava nos dias de semana e final de semana. Assim, as perguntas foram como segue:

- “Nos dias de semana, de que horas o (a) seu (ua) filho (a) costuma dormir?”;
- “Nos dias de semana, de que horas o (a) seu (ua) filho (a) costuma acordar?”
- “Nos dias de final de semana, de que horas o (a) seu (ua) filho (a) costuma dormir?”
- “Nos dias de final de semana, de que horas o (a) seu (ua) filho (a) costuma acordar?”

A média das horas de sono nos dias de semana foi calculada da seguinte forma:

$$(\text{Hora ao acordar} - \text{Hora ao dormir}) * 5$$

A média das horas de sono nos dias de final de semana foi calculada da seguinte forma:

$$(\text{Hora ao acordar} - \text{Hora ao dormir}) * 2$$

A média das horas de sono dias de semana e final de semana foi calculada como segue:

$$[(\text{Hora ao acordar na semana} - \text{Hora ao dormir na semana}) * 5] +$$

$$[(\text{Hora ao acordar no final de semana} - \text{Hora ao dormir no dia de final de semana}) * 2] / 7$$

Essa abordagem foi usada anteriormente em populações semelhantes (MOTA; VALE, 2010). Esta abordagem foi validada contra estimativas de registros de sono e actigrafia objetiva em crianças pequenas (GOODLIN-JONES et al., 2008). Para os artigos 1 e 2 os pré-escolares foram classificados em “atende as recomendações de sono” quando tinham entre três e quatro anos de idade e acumulavam entre 600 e 780 minutos de sono/noite (WHO, 2019), ou quando tinham cinco anos de idade e acumulavam entre 540 e 660 minutos de sono/noite (CANADIAN

SOCIETY FOR EXERCISE PHYSIOLOGY, 2018a). Os pré-escolares foram categorizados como “não atendem as recomendações de sono” quando tinham entre três e quatro anos de idade e dormiam menos do que 600 minutos/noite (WHO, 2019), ou quando aos cinco anos de idade dormiam menos do que 540 minutos/dia (CANADIAN SOCIETY FOR EXERCISE PHYSIOLOGY, 2018a).

5.3.5. Índice de massa corporal e circunferência da cintura

Foi medida a estatura e massa corporal, de acordo com protocolo proposto pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 1995). A primeira foi determinada com o auxílio do estadiômetro de marca *Holtain®* (Crosswell, Reino Unido) pelo milímetro mais próximo do cimo da cabeça, estando o participante em pé, descalço, com os pés unidos e a cabeça no plano horizontal de Frankfurt. A massa corporal foi avaliada através de uma balança da marca Omrom®, modelo HN-289 (São Paulo, São Paulo), estando o participante levemente vestido e descalço (STEWART et al., 2011). Em seguida, foi determinado o IMC. Todas as medidas foram realizadas em triplicata e o valor da média foi adotado. Este protocolo foi previamente utilizado por Santos et al. (2009) e baseia seus valores de classificação nas Diretrizes “World Health Organization - Growth Standards” (MERCEDES DE ONIS, ADELHEID ONYANGO, ELAINE BORGHI, AMANI SIYAM, 2009), sendo: baixo peso (IMC score $z < -1$); peso normal (IMC score z de -1 a $+1$); sobrepeso (IMC score z de $+1$ a $+2$) e obeso (IMC score $z > +2$). A circunferência da cintura foi medida com fita métrica antropométrica de aço. Três medidas foram tomadas com a fita métrica posicionada entre a última costela e a crista ilíaca (DE ONIS; ONYANGO, 2008). O valor do IMC adotado foi a média das três medidas.

5.3.6. Variáveis sociodemográficas

Foram coletadas informações acerca do estrato socioeconômico, nível de escolaridade paterno e materno, sexo, idade dos avaliados, quantidade de adultos e irmãos residentes na mesma casa em ficha de anamnese específica (ver apêndice 1).

5.4. Plano de análise estatística

5.4.1. Estudo 1

A análise estatística foi realizada usando R <https://cran.r-project.org/>; *R Core Team*, versão 3.6.1, 2019) usando os pacotes *compositions* (versão 1.40–1) (van den Boogaart & Tolosana-Delgado, 2008) e *robCompositions* (versão 0.92–7) (Templ et al., 2011). Uma abordagem de análise de dados composicional (CoDA) (ver Bezerra et al. (2020) e Mota et al. (2020)) foi utilizada para analisar o comportamento de uso do tempo entre pré-escolares que atendiam ou não as recomendações de sono. Assim, duas composições de uso do tempo de 24 horas foram consideradas para pré-escolares que atendiam ou não as recomendações de sono, respectivamente, representando as quantidades relativas de tempo gasto em sono, CS, AFL e AFMV. Calculamos o *robust center* (ou seja, o vetor de médias composicionais) para as composições de 24 horas, o que reduz a influência de observações periféricas (ŠTEFELOVÁ et al., 2018). A dispersão dos dados de uso do tempo foi avaliada usando uma matriz de variação (CHASTIN et al., 2015).

As composições de 24 horas para pré-escolares que atendiam ou não as recomendações de sono foram visualizadas em um diagrama ternário, enquanto as diferenças na composição foram visualizadas usando o violino e o box plot. Os testes t de Welch (que levam em conta a variância desigual) foram usados para testar a diferença entre pré-escolares que atendiam ou não as recomendações de sono em cada um dos componentes de uso do tempo, com a primeira coordenada pivô (representando a dominância de um determinado componente de uso do tempo sobre as demais) como variável dependente. A primeira coordenada pivô inclui todas as informações relativas sobre a primeira parte da composição de uso do tempo. Para permitir a representação de cada parte da composição de uso do tempo usando uma única coordenada pivô em cada análise, sua ordem foi sistematicamente reorganizada.

Um conjunto de análises de regressão composicional robusta foi então conduzido para determinar a associação entre a duração do sono (dicotomizada como dormidores curtos e dorminhocos “adequados”) e a quantidade relativa de tempo gasto em comportamentos de vigília dentro da composição de 24 horas (ŠTEFELOVÁ et al., 2018). De fato, a composição de 24 horas foi mapeada no espaço euclidiano real usando coordenadas isométricas de razão logarítmica (ilr) (PAWLOWSKY-GLAHN; EGOZCUE; TOLOSANA-DELGADO, 2015). Esta transformação logarítmica foi adaptada de Hron, Filzmoser e Thompson (2012) (ver Mota et al. (2020), Bezerra et al. (2020)) para ajustar adequadamente os modelos para o tempo gasto

nos demais comportamentos. Resumidamente, as coordenadas *ilr* foram criadas usando um processo de partição binária sequencial (SBP) (EGOZCUE et al., 2003), que foi obtido por particionamento da composição, onde um conjunto é designado para aparecer no numerador da primeira coordenada *ilr*.

O outro denominador, em seguida, um dos conjuntos construídos anteriormente é ainda dividido em dois conjuntos, novamente codificando as partes que estão no numerador (+1), o denominador (-1) e as partes não envolvidas (0). Os *ilr*'s finais foram construídos como razões logarítmicas normalizadas da média geométrica das peças (Dumuid et al., 2018; Dumuid et al., 2020). A variável desfecho na análise de regressão foi expressa como a primeira coordenada pivô, o que possibilita a interpretação dos coeficientes de regressão em termos de dominância de uma determinada parte composicional em relação às demais partes da composição de 24 horas. Todos os modelos de regressão foram ajustados para sexo (dicotomizado como meninos e meninas), IMC e idade.

Fatores de *Bayes* também foram calculados, juntamente com os testes *t* de Welch, para expressar a probabilidade de uma diferença dada *H1* (hipótese alternativa) em relação a *H0* (hipótese nula, ou seja, onde valores maiores que 1 são a favor de *H01*) assumindo que *H0* e *H1* são igualmente prováveis e usando um padrão anterior (MARSMAN; WAGENMAKERS, 2017; WAGENMAKERS et al., 2018b, 2018a). Os fatores de *Bayes* foram relatados como a probabilidade dos dados dados a alternativa, relativa à hipótese nula, ou vice-versa (classificada como anedótica (BF1-3), moderada (BF3-10), forte (BF10-30), muito forte (BF30-100), ou extremo (BF > 100) (MARSMAN; WAGENMAKERS, 2017; WAGENMAKERS et al., 2018b, 2018a). A análise bayesiana foi incorporada porque permite probabilidade direta declarações a serem feitas sobre parâmetros (efeitos em nível populacional), permite que resultados zero sejam determinados, fornece estimativas de incerteza em torno de valores de parâmetros que são mais intuitivamente interpretáveis do que aqueles de testes de hipótese nula sozinhos e auxilia na interpretação de valores *p* (VALENTIN AMRHEIN, SANDER GREENLAND, 2019; WASSERSTEIN; LAZAR, 2016). A combinação de ambas as análises (ou seja, frequentista e Bayes) permitiria uma indicação de significância estatística e permitiria uma afirmação de provável efeito (ou não).

5.4.2. Estudo 2

As análises para este estudo foram realizadas para: (1) descrever os dados gerais para pré-escolares A e NA com as recomendações de sono; (2) testar a correlação entre as variáveis; (3) realizar a análise do perfil latente e identificar o número adequado de clusters; (4) descrever e comparar os agrupamentos observados; (5) associar essas soluções de cluster com marcadores de obesidade. Assim, essas etapas são descritas a seguir.

Primeiro, os dados foram testados quanto à normalidade e homogeneidade com os testes de Shapiro-Wilk e Levene. Os dados descritivos da amostra geral de pré-escolares A e NA com recomendações de sono foram apresentados como média e desvio-padrão. Para comparar comportamentos de movimento e marcadores de obesidade entre eles, foi adotado o teste t de amostras independentes, com $p < 0,05$ e D de Cohen como tamanho do efeito. Essas análises foram realizadas no *software* SPSS (20.0).

Como premissa para a realização da Análise do Perfil Latente, a correlação entre as variáveis (CS, AFL, AFMV, duração do sono, IMC e CC) foi testada por meio do teste de correlação de Pearson e adotando o valor de r e p como nível de significância. Duas análises de perfil latente foram realizadas separadamente, para identificar o número de clusters (k-classes) e pertinência de classe para pré-escolares A e NA com recomendações de sono, respectivamente. Comportamentos de movimento (CS, AFL, MVPA) e idade em meses foram usados para ambos. Foram realizados modelos com um a seis perfis. O número de classes e a associação de classe foram determinados usando os seguintes critérios: critérios de informação Bayesiana (BIC), Critério de Informação de Akaike (AIC), valor de entropia (0,0–1,0) e valor p como critério da qualidade da classificação de associação de classe. Assim, a solução de agrupamento que apresentou valores menores para AIC, BIC e valor- p foi considerada a melhor alternativa. A análise do perfil latente foi realizada no RStudio (1.3.1073; <https://www.rstudio.com/> acessado em 29 de dezembro de 2021), utilizando-se o tidyLPA (ROSENBERG et al., 2018), MPlus Automation (MICHAEL N. HALLQUIST; JOSHUA F. WILEY, 2018) e dplyr (HADLEY WICKHAM, ROMAIN FRANÇOIS, 2020). Foram definidos quatro agrupamentos para pré-escolares A e quatro agrupamentos para pré-escolares NA. Os clusters foram rotulados de acordo com suas características descritivas mais predominantes relacionadas aos comportamentos de movimento (AFL, AFMV e CS). Assim, para pré-escolares A, os clusters foram: A/baixo CS; A/baixa AFMV; A/alta AFMV; e A/alta

AFL. Para pré-escolares NA, os agrupamentos foram denominados como: NA/médio CS, NA/alto CS; NA/alta AFMV; e NA/baixa AFMV.

Após a definição dos agrupamentos, foram realizados testes de normalidade e homogeneidade (testes de Shapiro-Wilk e Levene), e as diferenças entre os agrupamentos foram analisadas por meio de análise de variância unidirecional (ANOVA). Os dados foram apresentados como média e IC 95%, adotando-se $p < 0,05$ e η^2 parcial como tamanho do efeito.

Por fim, para testar as associações entre clusters, IMC e CC, foram utilizadas análises de regressão linear simples, com clusters como variável independente, considerando AIC e BIC como índices do modelo de ajuste. A colinearidade foi testada pelo valor VIF, usando *software* SPSS (20,0) (IBM, Chicago, EUA) e $p < 0,05$.

5.4.3. Artigo 3

Para análise linear, os dados foram submetidos a partir dos testes de normalidade e homogeneidade de Shapiro Wilk e Levene. Em seguida, aplicou-se o teste t de *Student* para amostras não pareadas para comparar as variáveis contínuas sendo idade, IMC, escore z de IMC, duração do sono, tempo de tela, AFMV e AFT entre pré-escolares que atendiam ou não as recomendações de sono usando valor de $p < 0,05$ como significativo e IC95%. A comparação das distribuições de frequência da variável contínua sexo entre pré-escolares que atendiam ou não as recomendações de sono foram verificadas por meio do teste qui-quadrado, adotando-se o valor de X^2 e $p < 0,05$ como significância. Essas análises foram realizadas no *software* SPSS, versão 20 (Chicago, EUA). Esses dados foram utilizados como descritivos da amostra.

Para avaliar a estrutura e dinâmica da rede composta pelas variáveis avaliadas, redes não direcionadas e ponderadas foram realizadas utilizando um modelo gráfico gaussiano (GGM) (LAURITZEN; WERMUTH, 1989). Para controlar possíveis relações espúrias e estimar um modelo mais interpretável e esparsos, foi utilizada a regularização L1, que corrige possíveis erros do Tipo 1 (CONSTANTINI et al., 2015). A regularização L1 utiliza um parâmetro de ajuste para controlar a esparsidade do modelo, sendo minimizado pelo *Extended Bayesian Information Criterion (EBIC)* (CHEN; CHEN, 2008). O EBIC utilizará um hiperparâmetro de ajuste γ , definido como 0,5 no presente estudo. Este método converge para uma rede mais robusta e confiável (BOCCALETTI et al., 2006).

Após estimar a rede geral, foram computadas as redes que representam os caminhos mais curtos do nó do sono ao IMC, de acordo com as idades de 3,4 e 5 anos. As redes de caminhos permitem a identificação de variáveis que possivelmente mediam a relação entre sono e IMC. O caminho mais curto entre as variáveis fixas é estimado a partir do algoritmo de Dijkstra (DIJKSTRA, 1959). Dado que as correlações parciais entre um nó e todos os outros nós da rede estão diretamente relacionadas aos coeficientes de regressão obtidos em um modelo de regressão múltipla, e estes podem ser interpretados como efeitos preditivos (LANGLEY et al., 2015). As redes de caminhos fornecem os caminhos ou caminhos de intervenção mais eficazes, que podem ser úteis para planejar e intervir em sistemas complexos, como o desenvolvimento infantil.

Foi utilizado o layout de Fruchterman e Reingold, que coloca os nós com conexões mais fortes no centro da rede e os nós com conexões mais fracas mais próximos da periferia da rede (FRUCHTERMAN; REINGOLD, 1991). Todas as análises foram realizadas usando o *software* estatístico “Rstudio”. As redes foram construídas e visualizadas usando o pacote R “qgraph” (EPSKAMP; SCHMITTMANN; BORSBOOM, 2012).

A operacionalização das análises estatísticas pode ser visualizada no quadro 5 abaixo.

Quadro 5. Operacionalização das variáveis e tratamento estatístico dos estudos realizados na tese doutoral.

Estudo	Variável independente	Variável dependente	Variáveis de ajuste	Análise estatística
1	Sexo (M/F), Idade (anos), IMC (Kg/m ²), CS (min/dia), AFL (min/dia), e AFMV (min/dia)	Sono categorizado em “short sleeper” (3-4 anos: ≤600 min/dia; 5 anos: ≤540 min/dia). “Good sleeper” (3-4 anos: ≥600 min/dia; 5 anos: ≥540 min/dia)	Sexo, IMC, idade	Análise composicional
2	Sexo (M/F), Idade (anos), IMC (Kg/m ²), CS (min/dia), AFL (min/dia), e AFMV (min/dia)	Sono categorizado em “short sleeper” (3-4 anos: ≤600 min/dia; 5 anos: ≤540 min/dia). “Good sleeper” (3-4 anos: ≥600 min/dia; 5 anos: ≥540 min/dia)	Sexo, idade	Teste t para amostras não pareadas, análise de cluster, análise discriminante, ANOVA <i>one way</i> , análise de regressão
3	Sexo (M/F), AFMV categorizada em “não atende AFMV” (3-5 anos: <60min/dia) e “atende AFMV” (3-5 anos: ≥60min/dia), AFT categorizada em “não atende AFT” (3-4 anos: <180min/dia) e “atende AFT” (3-4 anos: ≥180min/dia), escore z de IMC, tempo de tela categorizado em “não atende tela” (3-4 anos: ≥60min/dia; 5 anos: ≥120min/dia) e “atende tela” (3-4 anos: ≤60min/dia; 5 anos: ≤120min/dia)	Sono categorizado em “short sleeper” (3-4 anos: ≤600 min/dia; 5 anos: ≤540 min/dia). “Good sleeper” (3-4 anos: ≥600 min/dia; 5 anos: ≥540 min/dia)	-	Análise de redes de caminhos

Fonte: a própria autora.

6. RESULTADOS

A execução desta tese resultou na produção de 3 artigos originais que compõem o capítulo de resultados:

- Estudo 1 - Movement behaviors in short versus adequate nocturnal sleepers: A compositional analysis of preschoolers.
- Estudo 2 - Associations between Movement Behaviours and Obesity Markers among Preschoolers Compliant and Non-Compliant with Sleep Duration: A Latent Profile Analysis.
- Estudo 3 - Paths Towards a Healthier BMI among Short and Adequate Sleepers: a Network Path Analysis in Preschoolers.

6.1 Artigo 1

Received: 2 August 2021 | Revised: 17 October 2021 | Accepted: 20 October 2021

DOI: 10.1002/ajhb.23694



American Journal of Human Biology

WILEY

ORIGINAL RESEARCH ARTICLE

Movement behaviors in short versus adequate nocturnal sleepers: A compositional analysis of preschoolers

Alessandra Araújo de Souza¹ | Cain C. T. Clark² | Jorge Mota^{3,4} | Rafael Miranda Tassitano⁵ | Michael J. Duncan⁶ | Clarice M. de L. Martins^{3,4,7}

¹Department of Physical Education, Federal University of Tocantins, Tocantinópolis, Brazil

²Centre for Intelligent Healthcare, Coventry University, Coventry, UK

³Research Centre of Physical Activity, Health and Leisure, Faculty of Sport Sciences, University of Porto, Porto, Portugal

⁴University of Porto, Laboratory for Integrative and Translational Research in Population Health (ITR), Porto, Portugal

⁵Department of Physical Education, Federal Rural University of Pernambuco, Pernambuco, Brazil

⁶Centre for Applied Biological and Exercise Sciences, Coventry University, Coventry, UK

⁷Federal University of Paraíba, Associated Program of Physical Education UPE/UFPB, João Pessoa, Brazil

Correspondence

Alessandra Araújo de Souza, Federal University of Tocantins, Street 6, Santa Rita Village, Zip code: 77900-000, Tocantinópolis-TO, Brazil.

Email: alessandra.araujo@mail.uft.edu.br

Abstract

Background: Accruing adequate daily amounts of time spent on movement behaviors (physical activity (PA), sedentary behavior (SB), and sleep) in childhood has been associated with positive short and long-term health outcomes. Nonetheless, how waking time is distributed across PA and SB among preschoolers who are short and adequate sleepers at night is unknown.

Aim: This study investigated: (1) if there are differences in a movement behaviors composition among adequate and short nocturnal sleepers; and (2) the association between preschoolers' time spent in PA, SB, and sleep among adequate and short nocturnal sleepers.

Methods: A total of 270 preschoolers (132 boys; 3.97 ± 0.81 years old; 15.48 ± 1.62 kg/m²) participated in this study. PA and SB were assessed using accelerometry (model wGT3X). Sleep duration was assessed through a parental-proxy interview, and preschoolers were stratified as short and adequate sleepers, according to attendance to international sleep duration guidelines. Compositional data analysis was used to explore the time-use patterns of behaviors among adequate and short sleepers.

Results: Short sleepers spent 97 min less time asleep, accumulated 32 min in more sedentary time ($p = .005$, Cohen's $d = 0.36$, Bayes Factor: 6.17), and 24 min more in light PA ($p = .0005$, Cohen's $d = 0.44$, Bayes Factor: 46.37) compared to adequate sleepers.

Conclusions: Being a short sleeper was associated with greater time spent in SB and light PA during their waking hours. The health implications of movement behaviors composition among short sleep preschoolers should be further investigated.

1 | INTRODUCTION

Accruing adequate amounts of time spent on physical activity (PA), sedentary behavior (SB), and sleep in childhood has been associated with positive short and long-term health outcomes (CARSON et al., 2019; CARSON; TREMBLAY; CHASTIN, 2017). PA, SB, and sleep are movement behaviors that comprise a movement continuum that children are engaged in during 24 h (TREMBLAY et al., 2017). The World Health Organization (2020) recommends that 3 and 4 years-old preschoolers should accumulate 180 min of total PA, with at least 60 min of moderate-to-vigorous-physical activity (MVPA), no more than 60 min in screen time during the day, and adequate sleep duration between 10 and 13 hours per day. For five-year-old preschoolers, PA recommendations are 60 min of MVPA, no more than 120 min per day of recreational screen time, and recommendation includes 9 to 11 h per day of good quality sleep (TREMBLAY et al., 2017; WHO, 2020).

Sufficient and high-quality sleep duration are associated with cognitive, psychosocial, and cardiometabolic benefits (MATRICCIANI et al., 2019; REYNAUD et al., 2018). Conversely, the association between short sleep duration with psychophysiological and physical mechanisms that lead to loss of concentration, and impaired emotional well-being, has been previously reported (COLTEN et al., 2006). Indeed, preschoolers spend ~30%–50% of their day sleeping (DE CRAEMER et al., 2018), and during waking hours, they are engaged in other movement behaviors (light physical activity [LPA], MVPA, or SB) (TREMBLAY et al., 2016, 2017).

More minutes in MVPA have been associated with higher sleep duration and quality in adults and older children (CHRISTIE; SEERY; KENT, 2016). During the early years, sleep duration (short vs. adequate) can mediate obesity, cognitive, and cardiometabolic outcomes. Previously, Reynaud et al. (REYNAUD et al., 2018) showed that in preschoolers, adequate sleepers have better cognitive development and function while. Nonetheless, these results do not take into account the co-dependence between movement behaviors (LAURENT; SPENCER, 2020). Conversely, using a compositional approach that accounts for the compositional nature of movement behaviors, Williams et al. (WILLIAMS et al., 2014) showed that being a physically active preschooler is associated with less sleep duration and more minutes awake at night, though differences in movement composition among adequate and short sleepers are still unknown.

Although the isolated role of sleep duration in children's health outcomes has been previously observed, the amount of time spent in awaking behaviors represent exclusive components of time use (GÁBA et al., 2020a), and being a short vs. adequate sleeper must consequentially account for in the remaining hours of the day. As a result, there remain gaps in our understanding as to whether short sleep has an influence on PA and SB, which is key to determine public health policy related to preschool children's health. Thus, the aim of this study was to investigate: (1) if there are differences in movement behaviors composition among adequate and short nocturnal sleepers; and (2) the association between preschoolers' time spent in PA, SB, and sleep, among adequate and short nocturnal sleepers.

2. METHODS

2.1. Study design

This cross-sectional study is part of the project “Movement's cool,” which aims to promote PA afterschool classes for low-income preschool children.

2.2. | Setting

Preschool children aged 3- to-5 years old of both sexes and registered in early education childhood centers (EECC) of Joao Pessoa were eligible. Joao Pessoa is a large seaside city in the northeast of Brazil, with a mixture of low to middle income and formal, as well as informal housing. The preschool public education zone is organized in nine districts. For this study, six EECC located in deprived areas with 3-to-5 years registered students were randomly selected and included in the study.

In these deprived low-income areas, the majority (62.5%) of mothers or fathers were unemployed. Over 45% of the mothers and 54% of the fathers had finished the ninth grade or less. The Human Development Index (HDI) for the EECC's areas ranges from 0.4 to 0.5 (low).

3. | Participants

Preschoolers were included in this study when did not present any neurologic, motor, and hearing alteration or other pathology that compromises daily PA; did not use medication that can influence the central nervous system and show the parent's consent to participate. Pre- schoolers were excluded from the study if they or their parents no longer wanted them to participate. All the eligible children aged three to 5 years old attending the six preschools ($n = 322$) were invited for assessments. However, considering that 28 parents were not assigned the consent form, the accelerometers were used for 294 pre- schoolers. Finally, due to the incorrect use of accelerometer by 24 preschoolers, our final sample was 270 children.

3.1. | Variables

3.1.1. | Anthropometric measures

Height (cm) and body mass (kg) were assessed using a *Holtain* stadiometer and weighing scale (Seca 708, Germany), while the participant was lightly dressed and bare-foot. Two measures were taken; if they differed, the average value was adopted. BMI was calculated by dividing body weight with the squared height in meters (kg/m^2) (CADENAS-SANCHEZ et al., 2016), and children were classified according to the BMI z-scores (WHO, 2006).

3.1.2. | Physical activity

PA was objectively assessed using accelerometers (Actigraph, model WGT3-X, Florida), a valid instrument for measuring PA in preschoolers (BORNSTEIN et al., 2011). The preschool teachers received training (verbal and written instructions) for the correct use of the accelerometer, including placement and the proper positioning. Preschoolers were instructed to wear the accelerometer on the right hip for seven consecutive days (Wednesday morning to Tuesday afternoon). Children were allowed to remove the device during water-based activities and while sleeping (at night). During preschool time, accelerometers were removed by teachers around 11:00 am for children's bath and attached properly after it (11:30 am). Parents were also instructed to remove the belt during the night and attach it when children woke up.

The device initialization, data reduction, and analysis were performed using the ActiLife software (version 6.13.3). Accelerometers were analyzed as ActiGraph counts considering vector magnitude and using a 15-s epoch length (CLIFF; REILLY; OKELY, 2009), and data were reintegrated in

60-s epochs for analysis. Periods of ≥ 20 min of consecutive zero counts were defined as non-wear time and removed from the analysis (ESLIGER; TREMBLAY, 2006). The first day of accelerometer data was omitted from analysis to avoid subject reactivity (ESLIGER; TREMBLAY, 2006). Valid data were considered for a minimum of 8 h of wear time, during at least 3 days (one weekend day and two weekdays), as done in a previous study with a similar sample (MONTGOMERY et al., 2004). The mean wear time was 10.9 ± 1.4 h of wear time between children.

Time spent in the commonly defined intensity domains light, moderate and vigorous was estimated using the cut-points proposed by Butte et al. (2014) for vector magnitude, with light intensity defined as 820 to 3.907 counts, moderate-intensity defined as 3.908 to 6.111 counts, and vigorous-intensity as ≥ 6.112 counts. The amount of time spent sedentary was set at 819 counts. For the statistical analysis, total physical activity (TPA), LPA, and MVPA were considered.

3.1.3. | Sleep time

Parents reported children's usual daily sleep hours (GOODLIN-JONES et al., 2008). Parents were asked to recall the total average hours their child sleep as follows: “On weekdays, how many hours of sleep does your child usually have during the night?” and “On weekend days, how many hours of sleep does your child usually have during the night?”. Separate questions were asked for weekdays and weekend days and were subsequently merged for analysis. Overall sleep hours were calculated as follows: $((\text{Sleep on weekdays} \times 5) + (\text{Sleep on weekend days} \times 2))/7$. The results were multiplied by 60 to represent minutes per day. This approach has been previously used in a similar population (MOTA; VALE, 2010) and has been validated against estimates from sleep logs and objective actigraphy in young children (GOODLIN-JONES et al., 2008).

Preschoolers were classified as short or adequate sleepers, considering established recommendations (TREMBLAY et al., 2016; WHO, 2019), according to age. Thus, short sleepers were: (a) 3-to-4 years old pre-schoolers that sleep less than 10 h per day; (b) 5 years old preschoolers that sleep less than 9 h per day. Adequate sleepers were: (a) 3-to-4 years old preschoolers that sleep between 10 and 13 h per day; (b) 5 years-old preschoolers that sleep between 9 and 11 h per day.

4. Procedures

All the preschools' staff and parents were informed about the research's goals, protocols, and procedures in meetings with the project coordinator (one session in each school) and agreed to participate in the present study. Trained physical education teachers and graduate students conducted the assessments. The school administration provided all socio-demographic data (children's age, birth date, parent's contact, and address). Parents/ caregivers were invited for a meeting at school and were interviewed individually. An interview was conducted with different children's caregivers (5.4% fathers, 76.2% mothers, 2.0% older brothers, 8.8% grandparents, 2.2% uncle, 5.4% others). Demographic information and sleep time were collected during this interview.

Assessments were conducted for 4 months (November/December 2019 and February/March 2020) when anthropometric, and accelerometer measures were carried out. The data collection was conducted by researchers graduate, master, and PhD students in physical education.

5. | Ethical aspects

The researchers meet the teachers, staff, school manager, and parents to inform all the study's

aims and procedures, to explain the instruments, and to ask for parents' consent. All procedures were approved by Ethics Committee with Human Beings, under protocol: 30900320.4.0000.5188. The Helsinki Declarations' ethical aspects were followed (EBIHARA, 2000).

6. |Statistical analysis

Statistical analysis was conducted using R <https://cran.r-project.org/>; R Core Team, version 3.6.1, 2019) using the compositions (version 1.40–1) (VAN DEN BOOGAART; TOLOSANA-DELGADO, 2008) and robCompositions (version 0.92–7) (TEMPL; HRON; FILZMOSER, 2011) packages. A compositional data analysis (CoDA) approach (see Bezerra et al. (2021a) and Mota et al. (MOTA et al., 2020)) was utilized for analyzing the time-use patterns of behaviors among short sleepers and “adequate” sleepers. Thus, two 24-h time-use compositions were considered for short and “adequate” sleepers, respectively, representing the relative amounts of time spent in sleep, SB, LPA, and MVPA. We calculated the robust center (i.e., the vector of compositional means) for the 24-h compositions, which reduces the influence of outlying observations (ŠTEFELOVÁ et al., 2018). The dispersion of time-use data was assessed using a variation matrix (CHASTIN et al., 2015).

The 24-h compositions for short and “adequate” sleepers were visualized in a ternary diagram, while the differences in the composition were visualized using violin and box plots. Welch's *t* tests (which account for unequal variance) were used to test the difference between short and “adequate” sleepers in each of the time-use components, with the first pivot coordinate (representing the dominance of a given time-use component over the remaining ones) as the dependent variable. The first pivot coordinate includes all relative information about the first part of the time-use composition. To permit representation of each part of the time-use composition using a single pivot coordinate in every given analysis, their order was systematically rearranged.

A set of robust compositional regression analyses were then conducted to determine the association between sleep duration (dichotomized as short sleepers and “adequate” sleepers) and the relative amount of time spent in waking behaviors within the 24-h composition (ŠTEFELOVÁ et al., 2018). Indeed, the 24-h composition was mapped into actual Euclidean space using isometric log-ratio (ilr) coordinates (PAWLOWSKY-GLAHN; EGOZCUE; TOLOSANA-DELGADO, 2015). This log transformation was adapted from Hron et al. (HRON; FILZMOSER; THOMPSON, 2012) (see Mota et al. (2020), Bezerra et al. (2021a)) to adequately adjust the models for time spent in the other behaviors. Briefly, the ilr coordinates were created using a sequential binary partition (SBP) process (EGOZCUE et al., 2003), which was obtained by partitioning the composition, where one set is designated to appear in the numerator of the first ilr coordinate.

The other in the denominator, next, one of the previously constructed sets is further partitioned into two sets, again coding the parts to be in the numerator (+1), the denominator (−1), and uninvolved parts (0). The final ilr's were constructed as normalized log ratios of the geometric mean of parts (DUMUID et al., 2018; DUMUID; PEDIŠI; ANTONI, 2020). The outcome variable in the regression analysis was expressed as the first pivot coordinate, which enables interpretation of regression coefficients in terms of dominance of a given compositional part with reference to the remaining parts of the 24-h composition. All regression models were adjusted for sex (dichotomized as boys and girls), BMI, and age.

Bayes Factors were also computed, alongside Welch's *t*-tests, to express the probability of a difference given H_1 (alternate hypothesis) relative to H_0 (null hypothesis; i.e., where values larger than 1 are in favor of H_{01}) assuming that H_0 and H_1 are equally likely, and using a default prior (MARSMAN; WAGENMAKERS, 2017; WAGENMAKERS et al., 2018a). Bayes factors were reported as the probability of the data given the alternate, relative to the null hypothesis, or vice-versa (classified as anecdotal (BF1-3), moderate (BF3-10), strong (BF10-30), very strong (BF30-100), or extreme (BF > 100) (MARSMAN; WAGENMAKERS, 2017; WAGENMAKERS et al., 2018a, 2018b). Bayesian analysis was incorporated because it permits direct probability statements to be made

about parameters (population-level effects), allows zero results to be determined, provides estimates of uncertainty around parameter values that are more intuitively interpretable than those from null hypothesis testing alone, and aids in the interpretation of p -values (VALENTIN AMRHEIN, SANDER GREENLAND, 2019; WASSERSTEIN; LAZAR, 2016). Combining both analyses (i.e., frequentist and Bayes) would allow an indication of statistical significance and permit a probably of effect (or not) statement to be drawn.

7. Results

Compositional means for time-use and participant characteristics are presented in Table 1. We found that, on average, short sleepers spent approximately 96 min less time asleep compared with adequate sleepers. The remained differences are distributed on 32 min more sedentary time (50%), nearly 24 min more LPA (37.5%), and around 4 min more MVPA (6.2%).

When we examined the differences in PA and SB according to sleep duration category, we noted that short sleepers spent a significantly higher proportion of time engaged in SB ($p = .005$, Cohen's $d = 0.36$, Bayes Factor: 6.17 [moderate evidence of difference]) and LPA

TABLE 1 Descriptive data regarding time-use and participant characteristics split by sleep category

	All	Adequate sleepers	Short sleepers
Sleep (min·day ⁻¹)	567 (47%)	624 (50%)	527 (45%)
SB (min·day ⁻¹)	446 (31%)	425 (30%)	456 (32%)
LPA (min·day ⁻¹)	250 (17%)	233 (16%)	262 (18%)
MVPA (min·day ⁻¹)	66 (5%)	63 (4%)	67 (5%)
Age (y)	3.97 ± 0.81	4.44 ± 0.78	3.71 ± 0.69
BMI z-score	−0.3 ± 1.34	−0.6 ± 0.15	−0.1 ±
0.09 Sex (M/F)	132/138	49/46	83/92

Note: Movement behaviors and compositions are presented as mean (% time per day). Abbreviations: BMI, body mass index; LPA, light physical activity; Min/day, minutes per day; MVPA, moderate-to-vigorous physical activity; SB, sedentary behavior.

TABLE 2 Differences in movement behaviors according to sleep duration

		Statistic	p value	Mean difference	95% CI	Cohen's d
SB (mins·day ⁻¹)	BF	6.17	-	-	-	-
	Welch's t	2.84	.005*	32.15	9.83–54.48	0.36
LPA (mins·day ⁻¹)	BF	46.38	-	-	-	-
	Welch's t	3.56	.0005*	24.76	11.03–38.48	0.45
MVPA (mins·day ⁻¹)	BF	0.29	-	-	-	-
	Welch's t	1.16	.2474	3.91	2.74–10.55	0.16
Sleep (mins·day ⁻¹)	BF	7.04 x 10 ⁶	-	-	-	-
	Welch's t	−6.06	< .0001*	−64.81	−82.62–43.01	0.80

Note: All adjusted for age, BMI, and sex. Values are expressed as differences relative to the “adequate” sleepers. Abbreviations: BF, Bayes Factors; CI, confidence interval; LPA, light physical activity; Min/day, minutes per day; MVPA, moderate-to-vigorous physical activity; SB, sedentary behavior. *Significant differences between adequate and short sleepers.

($p = .0005$, Cohen's $d = 0.44$, Bayes Factor: 46.37 [very strong evidence of difference]), but no

significant difference was noted for MVPA ($p = .24$) compared to adequate sleepers (Table 2).

Furthermore, following robust compositional regression analysis, significant associations between short sleep duration, and the 24-h behaviors compositions were seen (Table 3). Indeed, being a short sleeper was associated with a higher amount of time spent in SB ($p = .005$) and LPA ($p = .0007$), relative to the remaining behaviors, respectively. The distribution of data within the interquartile interval of sleep, SB, LPA, and MVPA showed that the spread was wider for SB and LPA in short than adequate sleepers (Figure 1).

The SB, LPA, and MVPA compositions of participants are displayed in a ternary plot, separated according to the sleep duration category (Figure 2).

8. | Discussion

The current study investigated the association between movement behaviors and nocturnal sleep duration among preschoolers who were adequate or short sleepers. Our main results highlighted that being a short sleeper was associated with a higher amount of time spent in SB and LPA, to the detriment of the remaining behavior. For SB, the magnitude of the evidence was moderate, while for LPA, more robust evidence was observed. However, no significant difference was noted for MVPA.

TABLE 3 Multivariate compositional regression analyses of the associations between short sleep duration (explanatory variable) and time spent in waking behaviors (outcome variables)

Variables	β	95% CI	p -value
SB (mins·day ⁻¹)	6.09	(1.78, 10.41)	.005*
LPA (mins·day ⁻¹)	11.65	(4.89, 18.41)	.0007*
MVPA (mins·day ⁻¹)	4.76	(-9.51, 20.03)	.21

Note: All adjusted for age, BMI, and sex. β : Non-standardized regression coefficient for the first pivot

coordinate. Abbreviations: CI, confidence interval; LPA, light physical activity; MVPA, moderate-to-vigorous physical activity; SB, sedentary behavior. *Significant relation between short sleep duration and 24-h movement behaviors.

This is the first study to account for the possible differences in movement behaviors composition, according to preschoolers' compliance with sleep duration recommendations. Although direct comparisons with other studies covering preschool children is not possible, in a recent compositional study with older children and adolescents, Gába et al. (2020) observed that short sleepers spend more time in SB (95 min/day for children) when compared to adequate sleepers. Moreover, similarly to our findings, those children are also less engaged in MVPA during the remaining awake hours of the day (16 min/day). Indeed, short sleepers may feel less motivated or even too tired on the subsequent day to engage in those PA of moderate or vigorous intensity, or even to break SB (ORTEGA et al., 2010).

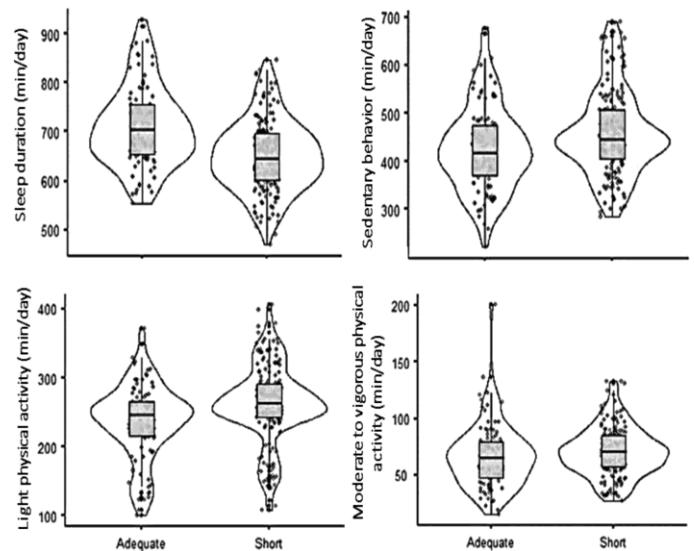


FIGURE 1 Box and violin plot of daily physical behaviors in minutes split by sleep duration

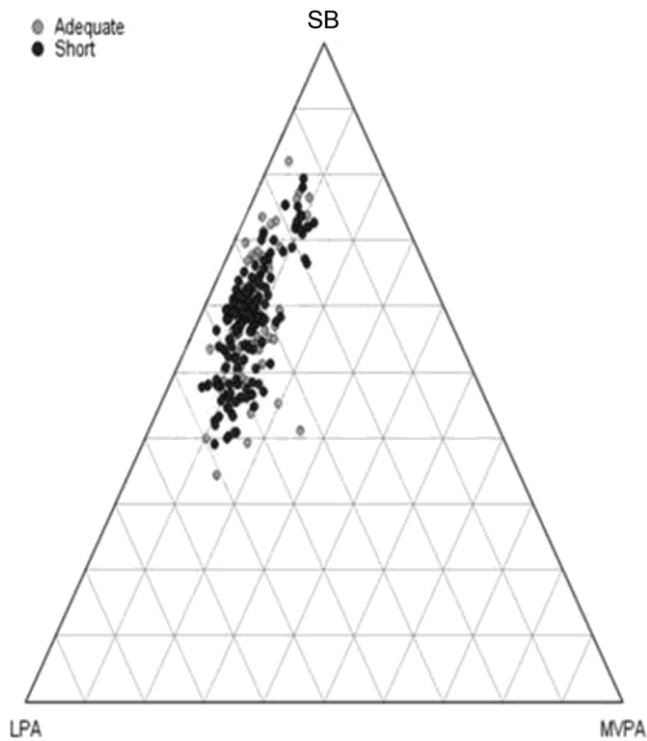


FIGURE 2 The ternary plot shows a composition of movement behaviors (sedentary—SED, light intensity physical activity—LPA, and moderate to vigorous physical activity—MVPA) of short and adequate sleepers

The more significant amount of time spent in LPA and SB for short sleepers observed in the current study is somewhat contrary to previous literature that does not explore behaviors through a compositional approach (LIN et al., 2018; SORIĆ et al., 2015). Lin et al. (LIN et al., 2018) showed that children who sleep more spend more time in LPA and MVPA, but not in SB. Conversely, when investigating preschool children, Williams et al. (WILLIAMS et al., 2014) reported that those who accumulate more time in all physical activity intensities show less total sleep time and stay awake for more extended periods at night than their less active peers. Interestingly, Sorić et al. (SORIĆ et al., 2015) observed that spending an extra hour in bed leads to a 16 min- reduction in MVPA during the following day

Although more time accumulated in movement behaviors, such as PA, may lead to less sleep opportunity (EKSTEDT et al., 2013), it is essential to note that the procedures used to assess movement behaviors (average time of several days), and its repercussion on sleep time is something that cannot be verified (WILLIAMS et al., 2014). Indeed, Ekstedt et al. (EKSTEDT et al., 2013) reported that greater engagement in MVPA is associated with better sleep efficiency or less awakening at night when considering the child's within variation, which was not observed when considering the average time of the group.

Results from the ternary plot show a slight overlap between the adequate and short sleepers. Although differences between sleep duration of these two groups represent 5% of the daily composition, in absolute values, it represents more than 95 min/day of nocturnal sleeping hours. Considering the co-dependence between movement behaviors (MARTINS et al., 2021; TREMBLAY et al., 2016) the reduced amounts of hours observed for short sleepers may reverberate in an unhealthier composition along the day. Moreover, the current study results also highlighted that 62.9% of boys and 66.7% of girls are short sleepers. A high percentage of low-income children who do not adhere to sleep recommendations have been previously reported (MARTINS et al., 2020a; TOMAZ et al., 2019). Indeed, the short sleep duration is a secular trend and has been previously reported (MATRICCIANI et al., 2019; MATRICCIANI; OLDS; PETKOV, 2012). Matricciani et al. (MATRICCIANI; OLDS; PETKOV, 2012) showed that children's sleep time has decreased by 0.75 min each year during the past century. Determinants of short sleep are the most diverse and have been reported (BUXTON et al., 2016; CAIN; GRADISAR, 2010; HALE; GUAN, 2017). With the advent of smartphones, tablets, and personal computers, pre-schoolers are increasingly exposed to screen time (BUXTON et al., 2016; CAIN; GRADISAR, 2010; HALE; GUAN, 2017). Systematic reviews reported the

essential and negative impact of electronic devices for shorter sleep duration and delayed sleep time (CAIN; GRADISAR, 2010; HALE; GUAN, 2017). Better quality sleep is related to parental control or house rules well-established for sleep time, such as not drinking or eating food containing caffeine and not using screens before bedtime (BUXTON et al., 2016). In contrast, poor sleep quality was more likely when children and parents use screens at bedtime (BUXTON et al., 2016).

This study has some limitations, such as the lack of a sleep quality assessment, which may be useful for future studies to consider, and the lack of information concerning naps during school hours. Previous studies support that those with longer nighttime sleep tend to have less time spent in daytime naps (SPENCER et al., 2016), and that naps are related to shorter sleep duration during the night (IWATA et al., 2011; SPENCER et al., 2016; STATON et al., 2020; WU et al., 2018). Therefore, based on these preliminary results, it seems that naps and nocturnal sleep are negatively linked by a compensating mechanism. Moreover, a reduction in naps' duration from 3 to 5 years of age has been previously reported (JENNI; CARSKADON, 2005; MURTHY et al., 2015). Indeed, the assessed preschoolers spend 10 h per day at preschool settings, where classrooms support more than 30 children, in high temperatures and no specific place for naps is available. Thus, even accounting for a specific time for naps in preschools' schedule, children usually spend this time awake in indoor sedentary activities. Finally, data from New Zealand, China, Canada, and Singapore showed that in these samples, nap duration is $\sim 1:14$ h (MINDELL et al., 2009), which is above duration dedicated for naps in the assessed preschools (1 h).

The principal strength of this study was that considering the whole compositional day of the children, based on objectively and validated measurement of PA and SB to assess movement behaviors, allows a better comprehension of what

adequate and short sleepers do when they are awake. As there are no prior published studies with preschoolers that the authors are aware of, which have used a compositional analysis approach to assess the association between movement behaviors among adequate and short sleepers, direct comparisons with other studies are not possible. However, this highlights the need for further examinations in this field, where the constrained nature of movement behaviors is acutely considered.

9. | Conclusion

The current study highlighted that compared to adequate sleepers, short sleepers spent higher absolute and proportional amounts of time engaged in SB and LPA, but no significant difference was noted for MVPA. Further studies exploring differences in sleep duration in early childhood are needed, considering the compositional nature of movement behaviors.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors declare that there is no acknowledgment.

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no potential conflict of interest concerning this research, support for authorship, and/or publication of investigation.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Alessandra Araújo de Souza: Conceptualization (equal); data curation (equal); formal analysis (equal); investigation (lead); methodology (equal); writing – original draft (lead); writing – review and editing (equal). Cain Clark: Data curation (lead); formal analysis (lead). Jorge Mota: Writing – review and editing (equal). Rafael Miranda Tassitano: Writing – original draft (equal); writing – review and editing (equal). Michael J. Duncan: Writing – original draft (equal); writing – review and editing (equal). Clarice M. de L. Martins: Conceptualization (equal); investigation (equal); methodology (equal); writing – original draft (equal); writing – review and editing (equal).

DATA AVAILABILITY STATEMENT

Data available on request due to privacy/ethical restrictions.

ORCID

Alessandra Araújo de Souza 

<https://orcid.org/0000-0003-0303-169X>

Cain C. T. Clark  <https://orcid.org/0000-0002-6610-4617>

Jorge Mota  <https://orcid.org/0000-0001-7571-9181>

Rafael Miranda Tassitano 

<https://orcid.org/0000-0002-2713-8670>

Michael J. Duncan  <https://orcid.org/0000-0002-2016-6580>

Clarice M. de L. Martins 

<https://orcid.org/0000-0002-4947-9329>

How to cite this article: de Souza, A. A., Clark, C.C.T., Mota, J., Tassitano, R. M., Duncan, M. J., & Martins, C. M. d. L. (2022). Movement behaviors in short versus adequate nocturnal sleepers: A compositional analysis of preschoolers. *American Journal of Human Biology*, 34(5), e23694. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23694>

6.2 Artigo 2



International Journal of *Environmental Research and Public Health*



Article

Associations between Movement Behaviours and Obesity Markers among Preschoolers Compliant and Non-Compliant with Sleep Duration: A Latent Profile Analysis

Alessandra A. de Souza ^{1,*}, Jorge A. P. S. Mota ^{2,3}, Gustavo M. G. da Silva ⁴, Rafael M. Tassitano ⁵, Cain C. T. Clark ⁶, Michael J. Duncan ⁷ and Clarice M. de L. Martins ^{2,3}

check for
updates 

Citation: Souza, A.A.d.; Mota, J.A.P.S.; Silva, G.M.G.d.; Tassitano, R.M.; Clark, C.C.T.; Duncan, M.J.; Martins, C.M.d.L. Associations between Movement Behaviours and Obesity Markers among Preschoolers Compliant and Non-Compliant with Sleep Duration: A Latent Profile Analysis. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2021**, *18*, 9492. <https://doi.org/10.3390/ijerph18189492>

¹Department of Physical Education, Federal University of Tocantins, Tocantinópolis 77900-000, Brazil

²Research Centre of Physical Activity, Health and Leisure, Faculty of Sport Sciences, University of Porto, 4050-313 Porto, Portugal; jmota@fade.up.pt (J.A.P.S.M.); claricemartinsufpb@gmail.com (C.M.d.L.M.)

³Laboratory for Integrative and Translational Research in Population Health (ITR), 4050-091 Porto, Portugal

⁴Research Centre in Sports Sciences, Health Sciences and Human Development (CIDESD), University of Maia (ISMAI), 4475-690 Maia, Portugal; gugonsilva@gmail.com

⁵Department of Physical Education, Federal Rural University of Pernambuco, Recife 50010-000, Brazil; rafael.tassitano@ufrpe.br

⁶Faculty of Health and Life Sciences, Coventry University, Coventry CV1 5FB, UK; ado183@coventry.ac.uk

⁷Centre for Applied Biological and Exercise Sciences, Coventry University, Coventry CV1 5FB, UK; aa8396@coventry.ac.uk

* Correspondence: alesandra.araujo@mail.uft.edu.br

Academic Editor: Paul B. Tchounwou

Received: 11 August 2021

Accepted: 2 September 2021

Published: 8 September 2021

Abstract: This study identifies physical activity (PA) and sedentary behaviour (SB) clusters in preschoolers compliant (C) or non-compliant (NC) with sleep recommendations; and associates these clusters with obesity markers. PA and SB were objectively assessed (Actigraph WGT3-X) in 272 preschoolers (4.4 ± 0.7 years old). Sleep duration was parent-reported, and preschoolers were classified as C (3–4 years old: 600–780 min/day; 5 years old: 540–660 min/day) or NC with sleep recommendations. Body mass index (BMI) and waist circumference (WC) were assessed according to international protocols. Moderate to vigorous physical activity (MVPA) and light physical activity (LPA) were categorized as low/high (<60 min/>60 min/day or <180 min/180 min/day, respectively). SB was defined according to mean values between clusters. Latent profile analysis was performed. Associations between the observed clusters and obesity markers were determined using linear regression (RStudio; 1.3.1073). Four cluster solutions for C and NC preschoolers were identified. A negative association between C/Low MVPA cluster and BMI, and a positive association between NC/Low MVPA and BMI ($\beta = -0.8$, 95%CI = $-1.6; -0.1$, and $\beta = 0.9$, 95%CI = $0.1; 1.7$, respectively) were observed. No association was seen for SB clusters. Adequate sleep duration may have a protective role for preschoolers' BMI, even if the children do not comply with MVPA recommendations.

Keywords: cluster analysis; physical activity; sedentary behaviour; obesity

1. Introduction

Sleep is a daily behaviour that positively or negatively impacts on the entire day (MEDIC; WILLE; HEMELS, 2017), as short sleep duration has been associated with low emotional regulation (BOUVETTE-TURCOT et al., 2015) and cognitive function (VAUGHN et al., 2015), and higher odds of obesity development when compared to adequate sleep duration (ALVAREZ et al., 2020). Preschoolers with adequate sleep duration show lower rates of obesity (CLIFFORD et al., 2012; STOUGH et al., 2018) and better social and emotional health (MUÑIZ; SILVER; STEIN, 2014), compared to those who do not accrue adequate sleep. Therefore, the American Academy of Sleep Medicine (2016) and Andersen et al. (2010) recommend that parents/guardians adopt hygiene habits related to sleep, namely: having a comfortable, quiet, and dark room; maintaining regular hours for sleeping and waking up; avoiding exposing preschoolers to screens or caffeine intake before bed; regulating the number of hours of sedentary behaviour (SB) throughout the day, in addition to facilitating a physically active lifestyle (AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS, 2016; ANDERSON; WHITAKER, 2010).

The World Health Organization (2019) recommends that children aged three to four years accumulate between 10 and 13 daily sleeping hours, while the American Academy of Sleep Medicine (PARUTHI et al., 2016) suggests the same amount for three- to five-year-old children. Although there are specific recommendations for sleep duration among preschoolers, it is known that daily behaviours, such as sleep, physical activity (PA), and sedentary behaviour (SB), are co-dependent (TREMBLAY et al., 2017) and may cluster in different ways (FLEARY, 2017).

Of note, Latent Profile Analysis has been used to identify those with similar behaviours patterns, grouping them into classes (PRONK et al., 2004). Previous studies on children have used latent profile analysis to characterize sleep, PA, and SB cluster, for example (LAXER et al., 2017; TORRES-LOPEZ et al., 2020), focusing on obesogenic-related outcomes (CAMERON et al., 2011; FUKUDA et al., 2019; MIGUEL-BERGES et al., 2017; SALDANHA-GOMES et al., 2020).

In early childhood, Saldanha-Gomes et al. (2020) explored the association between latent patterns of diet, sleep, PA, and SB with obesity markers, and showed that five-year-old girls allocated to the high TV screen time/high outdoor PA cluster had 10% more body fat than those in other clusters. This study highlighted important evidence in the current literature, exploring latent patterns of movement behaviours and obesity markers in preschoolers. However, sleep duration varies substantially, and there is great variability in sleep patterns between preschool age children (GALLAND et al., 2012; SAWYER; HEUSSLER; GUNNARSSON, 2019). Moreover, the association between clusters of movement behaviours and obesity markers, such as body index mass (BMI) and waist circumference (WC), between those children who comply or do not comply with sleep recommendations remains an unexplored issue.

Results from this specific age group are limited, even considering that several health-related risks factors appear in this period of life (KURSPAHIĆ-MUJČIĆ; MUJČIĆ, 2020; RUAN et al., 2015; ZHANG et al., 2016), and behaviours adopted in early childhood tend to track throughout life (MATRICCIANI et al., 2017). Therefore, this study sought to identify PA and SB clusters in preschoolers that comply or do not comply with sleep recommendations, and to investigate the association of these clusters with obesity markers. This information is critical to further understand in detail how movement behaviours are grouped in preschoolers, which may support the inception of strategies to effectively intervene and ameliorate health-related risks.

1. Materials and Methods

1.1. Setting

This study is part of the “Movement’s Cool” project, which analyses the associations between movement behaviours and health outcomes in low-income preschool children from Early Education Childhood Centers (EECC) in João Pessoa, Brazil. This study was conducted during November and December 2019; and February and March 2020, and previously approved by the Ethics Committee (protocol number: 2.727.698). The Helsinki Declarations’ ethical aspects were followed (EBIHARA, 2000).

The public school system is distributed in nine educational zones of the city, where the EECC are located. These EECC are spaces for full-time education for children from 0 to 5 years old, with similar physical structures. From those, six educational zones have registered children aged between 3 and 5 years old, and three EECC, situated in deprived areas of the three different education districts, were conveniently selected. In these areas, it was observed that 62.5% of mothers or fathers were unemployed. Forty-five percent of mothers and 54% of fathers had finished the 9th grade or less.

1.2. Participants

In the three EECC assessed, 322 preschoolers were registered, and all of them were invited to participate in the study. Preschoolers were eligible for the study when parents or guardians signed the consent form and they did not present physical or psychological illness reported by parents, which made it impossible to participate in the study. Preschoolers were discontinued from the study when they refused to use the accelerometer or declined to participate in the study.

Thus, 28 parents or guardians did not sign the consent form, and 294 preschoolers were considered for the sample, but 22 preschoolers did not validate the minimum accelerometer wear time (8 h/day), and 272 (138 boys) completed the entire study protocol.

1.3. Sample Size

A posteriori sample calculation was performed, using the F tests category (ANOVA one-way), and the mean values of BMI, WC and “n” of each cluster. Thus, effect sizes for BMI (0.462) and for WC (0.506) were calculated. An alpha error of 5% and a beta error of 95% were adopted, besides the number of cluster groups. In this sense, 112 (for BMI) or 96 (for WC) preschoolers were calculated to compose the final sample, with both effect sizes corresponding to 96% of actual power.

1.4. Variables

1.4.1. Physical Activity and Sedentary Behaviour

PA and SB were objectively assessed using accelerometers (Actigraph, model WGT3-X, Pensacola, FL, USA). Parents and preschool teachers were instructed (verbally and written) on the adequate use of the device. Accelerometers were located on the right hip for seven consecutive days (Wednesday morning to Tuesday afternoon). In addition, parents and teachers were also instructed to remove children’s accelerometers for water-based activities and while sleeping (at night).

ActiLife software, version 6.13.3 (Actigraph, Pensacola, FL, USA), was used for device initialization, reduction of data, and analyses. Raw data were sampled at 90 Hz. Accelerometers were analyzed as ActiGraph counts normalized for each child’s mean wear time in vector magnitude, considering a 15-s epoch length (CLIFF; REILLY; OKELY, 2009). Data were reintegrated in 60-s epochs for analysis. Periods of 20 min of consecutive zero counts were defined as non-wear time and removed from the analysis (ESLIGER; TREMBLAY, 2006). The first day of accelerometer data was omitted from analysis to reduce the impact of subject reactivity (ESLIGER; TREMBLAY, 2006). Valid data were considered for a minimum of 8 h of wear time, during at least three days (one weekend day and two weekdays), concordant with a previous study (MONTGOMERY et al., 2004). The mean wear time was 10.9 h (SD 1.4 h of wear time between children).

To estimate the intensities of PA, cut-offs proposed by Butte et al. (BUTTE et al., 2014a) were used, considering vector magnitude, as follows: (1) light physical activity (LPA) from 820 to 3907

counts per minute (cpm); (2) moderate physical activity (MPA) from 3908 to 6111 cpm; and (3) vigorous physical activity (VPA) 6112 cpm. SB was considered as 819 cpm. For the statistical analysis, LPA, moderate-to-vigorous physical activity (MVPA), and SB were considered. Then, PA categories were determined following the WHO recommendations for three to four years old [11] and five years old (WHO, 2020). Thus, three- to four-year-old preschoolers who accumulated at least 180 min of PA, of which 60 min were MVPA, or five-year-old preschoolers who accumulated at least 60 min of MVPA were considered C with MVPA recommendations. Preschoolers who do not accumulate it were classified as NC (MVPA). Those who accumulated less than 180 min of PA were classified as low LPA.

1.4.2. Sleep Duration

Parents were asked about the total average hours their child slept according to the following questions: “On weekdays, how many hours of sleep does your child usually have during the night?” and “On weekend days, how many hours of sleep does your child usually have during the night?”. Overall, sleep hours were calculated as follows: $((\text{Sleep on weekdays} \times 5) + (\text{Sleep on weekend days} \times 2)) / 7$. The results were multiplied by 60 to represent minutes per day. This method has been previously used in a similar population (MOTA; VALE, 2010).

Preschoolers were classified as C or NC with sleep recommendations, according to the WHO (WHO, 2019) and Paruthi et al. (2016) recommendations, being: (a) preschoolers C: aged 3 to 4 years old that sleep between 600 and 780 min/day, and five years-old that sleep 540 to 660 min/day; (b) NC: preschoolers aged 3 to 4 that sleep less than 600, and aged five years, that sleep less than 540 min/day.

1.4.3. Anthropometric Measures

A stadiometer (Holtain) and weighing scale (Seca 708, Hamburg, Germany) were used to assess height (cm) and body weight (Kg) with preschoolers being lightly dressed and barefoot. Researchers performed two measures, and if they differed, a third measure was taken. BMI was calculated as Kg/m^2 . Preschoolers' BMI were categorized according to WHO cut-offs for this age (DE ONIS; ONYANGO, 2008). Finally, WC was measured using a steel anthropometric measuring tape. Three measures were taken with the measuring tape positioned between the ribs and the iliac crest.

1.5. Statistical Analysis

Analyses for this study were performed to: (1) describe the general data for preschoolers C and NC with sleep recommendations; (2) test the correlation between variables; (3) perform the latent profile analysis, and identify the adequate number of clusters; (4) describe and compare the observed clusters; (5) associate these cluster solutions with obesity markers. Thus, these steps are described below.

First, data were tested for normality and homogeneity with Shapiro–Wilk and Levene tests. The descriptive data of the general sample of preschoolers C and NC with sleep recommendations were presented as mean and standard deviation. To compare movement behaviours and obesity markers between them, the independent samples *t*-test was adopted, with $p < 0.05$ and Cohen's *D* as effect size. These analyses were performed in SPSS (20.0).

As a premise for performing the Latent Profile Analysis, the correlation between variables (SB, LPA, MVPA, sleep duration, BMI, and WC) were tested using Pearson's correlation test and adopting *r* and *p*-value as the significance level. Two latent profile analyses were performed separately, to identify the number of clusters (*k*-classes) and class membership for preschoolers C and NC with sleep recommendations, respectively. Movement behaviours (SB, LPA, MVPA) and age in months were used for both. Models with one to six profiles were performed. The number of classes and class membership were determined using the following criteria: Bayesian information criteria (BIC), Akaike Information Criterion (AIC), entropy value (0.0–1.0), and *p*-value as the criterion of the quality of class membership classification. Thus, the cluster-solution that showed smaller values for AIC, BIC, and *p*-

value was considered the better alternative. The latent profile analysis was performed in RStudio (1.3.1073; <https://www.rstudio.com/> accessed on 29 December 2020), using the tidyLPA (ROSENBERG et al., 2018), MPlus Automation (MICHAEL N. HALLQUIST; JOSHUA F. WILEY, 2018), and dplyr (HADLEY WICKHAM, ROMAINFRANÇOIS, 2020) packages. Four clusters for C preschoolers and four clusters for NC preschoolers were defined. The clusters were labelled according to their most predominant descriptive characteristics related to movement behaviours (LPA, MVPA and SB). Thus, for C preschoolers, the clusters were: C/Low SB; C/Low MVPA; C/High MVPA; and C/High LPA. For NC preschoolers, the clusters were named as: NC/Medium SB, NC/High SB; NC/High MVPA; and NC/Low MVPA.

After the clusters were defined, normality and homogeneity tests were performed (Shapiro–Wilk and Levene tests), and differences between clusters were analysed using one-way analysis of variance (ANOVA). The data were presented as mean (95%CI), adopting $p < 0.05$ and partial η^2 as the effect size.

Finally, to test the associations between clusters, BMI, and WC, simple linear regression analyses were used, with clusters as the independent variable, considering AIC and BIC as fit model indexes. Collinearity was tested by VIF value, using SPSS (20.0) (IBM, Chicago, IL, USA) and $p < 0.05$.

2. Results

2.1. Participants' Descriptive Characteristics According to Compliance with Sleep Recommendations

Most of the assessed preschoolers were NC with sleep and MVPA recommendations. None of the assessed children slept more than the recommended amount. Preschoolers were classified on the 50th percentile for BMI. NC preschoolers were younger (4.2 ± 0.7 vs. 4.8 ± 0.7 years old, $p < 0.01$) than their C peers (Table 1).

Table 1. Children's descriptive data.

	Total (n=272) (Mean±SD)	Compliant (n = 134) Mean±SD	Non-compliant (n = 138) Mean±SD	p	Cohen's D	X ² (p)
Gender (male/female)	134/138	67/67	67/71	-	-	0.1 (0.8)
Age (years)	4.4±0.7	4.8±0.7	4.2±0.7 ¹	<0.01	0.8	-
SB (min/day)	381.4±97.4	382.7±94.4	380.2±100.6	0.8	0.0	-
LPA (min/day)	215.5±50.6	217.6±49.6	213.5±51.6	0.5	0.1	-
AFMV (min/day)	58.6±22.4	59.5±24.5	57.9±20.2	0.5	0.1	-
Sleep (min/day)	565.9±66.6	612.1±53.1	521.1±43.8 ¹	<0.01	1.9	-
BMI (Kg/m ²)	15.8±1.6	15.8±1.6	15.9±1.6	0.5	-0.1	-
WC (cm)	51.3±3.8	51.1±3.6	51.7±4.0	0.2	-0.2	-

SD: standard deviation; SB: sedentary behaviour; LPA: light physical activity; MVPA: moderate to vigorous physical activity; BMI: body mass index; WC: waist circumference. X²: chi-squared value. Data are presented as mean and standard deviation. ¹ Statistical difference between compliant and non-compliant preschoolers (t-test to unpaired sample).

2.2. Correlations between Movement Behaviours, BMI, and WC

Correlations were seen between SB with LPA ($r = 0.18$, $p = 0.04$) and sleep duration ($r = 0.22$, $p = 0.01$). LPA was correlated with MVPA ($r = 0.42$, $p < 0.001$), and sleep ($r = 0.25$, $p = 0.00$). Correlations between MVPA and WC were also seen ($r = 0.20$, $p = 0.02$), and BMI and WC were positively correlated ($r = 0.60$, $p < 0.001$) (Supplementary Table S1).

2.3. Clusters Solutions According to Compliance with Sleep Recommendations

In Table 2, four classes were observed for preschoolers C or NC with sleep recommendations, considering that these represented the best fit model to AIC, BIC, entropy, and p -value.

Table 2. Criteria to model fit of latent profile analysis.

Compliant				
Classes	AIC	BIC	Entropy	<i>p</i> value
1	1533.1	1556.3	1.0	
2	1514.6	1552.3	0.8	0.0
3	1499.9	1552.1	0.8	0.0
4 ¹	1474.5	1541.2	0.8	0.0
5	1463.1	1544.3	0.9	0.0
6	1456.4	1552.0	0.9	0.0
Non-compliant				
Classes	AIC	BIC	Entropy	<i>p</i> value
1	1578.5	1601.9	1.0	
2	1550.2	1588.3	0.8	0.0
3	1533.6	1586.3	0.8	0.0
4 ¹	1494.0	1561.4	0.9	0.0
5	1484.2	1566.2	0.8	0.0
6	1491.7	1588.3	0.5	0.9

AIC: Akaike Information Criterion; BIC: Bayesian information criteria. ¹ Better fit model according to AIC, BIC, entropy, and *p*-value.

2.4. Graphical Representation of Clusters Solutions

Figure 1 presents the mean z-scores for SB, LPA, MVPA and age, for each class of preschoolers C and NC with sleep recommendations (Figure 1).

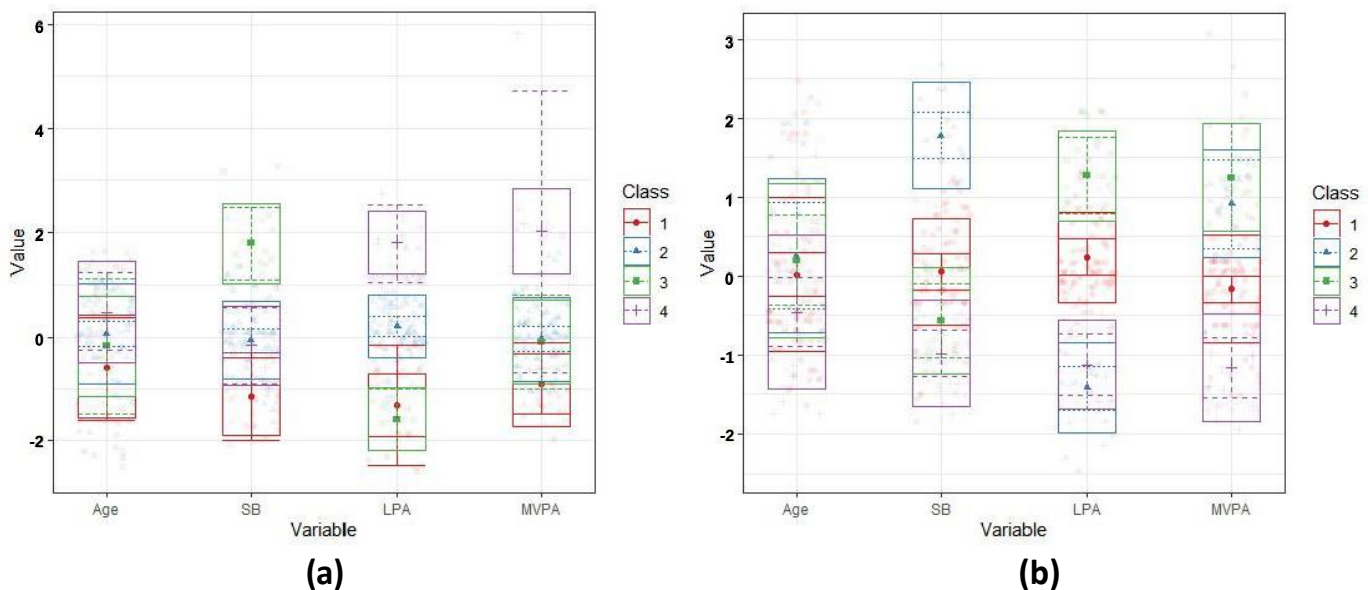


Figure 1. Z-score of movement behaviours clustered in four classes. (a) Clusters solutions of preschoolers C with sleep recommendations; (b) Clusters solutions of preschoolers NC with sleep recommendations.

2.5. Descriptive Characteristics of Each Cluster Solution

The descriptive data of each cluster solution is presented in Table 3. For C preschoolers, no significant differences in movement behaviours (SB, LPA, MVPA) were observed between clusters ($p > 0.05$), except for C/Low MVPA children (MVPA: 56.5, 95%CI: 51.9–61.0 min/day). All preschoolers were classified as normal weight, and no statistical differences were seen for BMI and WC between clusters ($p > 0.05$).

For NC preschoolers, the NC/High SB cluster had the highest SB between clusters (558.8, 95%CI: 525.9;591.7 min/day, $p < 0.01$), while the NC/Low MVPA had the lowest (278.3, 95%CI: 258.6;298.0, $p < 0.01$). NC/High SB and NC/Low MVPA clusters spent less time in LPA (139.4, 95%CI: 125.3;153.5 min/day, and 152.1, 95%CI: 140.2;164.0 min/day, $p < 0.01$). The NC/High MVPA cluster accumulated more than twice the time spent in MVPA than the NC/Low MVPA cluster (34.2, 95%CI: 28.4;39.9 min/day vs. 85.7, 95%CI: 79.7;91.6 min/day, $p < 0.01$). Concerning sleep duration, no statistical difference was observed between NC clusters ($p > 0.05$).

2.6. *Relations between Cluster Solutions and Obesity Markers*

The linear regression analysis showed that the cluster with preschoolers who comply with sleep recommendations but had low MVPA (C/Low MVPA cluster) was negatively associated with BMI ($\beta = -0.8$, 95%CI = 1.6; 0.1). However, the cluster of those who do not comply with sleep and MVPA recommendations (NC/Low MVPA cluster) was positively associated with BMI ($\beta = 0.9$, 95%CI = 0.1;1.7). No association was seen for clusters with low, medium or high SB, and no association was observed for WC (Table4).

Table 3. Descriptive data of latent profile classes according to compliance with sleep recommendations.

Atende as recomendações							
	C/Low SB (n = 23) (Mean (95%CI))	C/Low MVPA (n = 91) (Mean (95%CI))	C/High LPA (n = 13) (Mean (95%CI))	C/High MVPA (n = 7) (Mean (95%CI))	p	η² Parcial	X² (p)
Gender (M/F)	12/11	47/44	7/6	1/6	-	-	3.8 (0.3)
Age (years)	4.4 (4.1;4.7)	4.9 (4.7;5.1) ¹	4.7 (4.4;5.0)	4.8 (4.3;5.4)	0.04	0.1	-
SB (min/day)	347.6 (299.3;395.9)	392.5 (373.3;411.6)	373.9 (324.3;423.5)	387.7 (318.6;456.8)	0.3	0.0	-
LPA (min/day)	231.2 (208.7;255.3)	209.9 (199.7;220.1)	236.8 (208.4;265.3)	235.0 (217.6;252.4)	0.3	0.1	-
MVPA (min/day)	63.1 (54.4;71.7)	56.5 (51.9;61.0)	68.2 (42.4;94.1)	71.3 (51.1;91.4)	0.6	0.0	-
Sleep (min/day)	625.9 (603.3;648.5)	611.4 (600.7;622.2)	589.7 (553.2;626.2)	616.7 (565.4;668.1)	0.3	0.0	-
BMI (Kg/m ²)	16.4 (15.9;16.8)	15.5 (15.2;15.9)	15.6 (14.9;16.3)	16.7 (15.3;18.1)	0.2	0.1	-
WC (cm)	51.6 (50.2;52.9)	50.7 (50.0;51.5)	51.8 (49.3;54.2)	52.4 (48.9;55.9)	1.0	0.0	-
Non-compliant							
	NC/Medium SB (n = 84) (Mean (95%CI))	NC/High SB (n = 15) (Mean (95%CI))	NC/High MVPA (n = 19) (Mean (95%CI))	NC/Low MVPA (n = 20) (Mean (95%CI))	p	η² Parcial	X² (p)
Gender (M/F)	38/46	9/6	12/7	8/12	-	-	3.4 (0.3)
Age (years)	4.2 (4.1;4.4)	4.4 (4.0;4.8)	4.4 (4.0;4.7)	3.9 (3.6;4.2)	0.1	0.0	-
SB (min/day)	384.7 (368.0;401.4)	558.8 (525.9;591.7) ²	326.4 (296.6;356.3) ^{2,3}	278.3 (258.6;298.0) ^{2,3}	<0.01	0.5	-
LPA (min/day)	226.3 (220.0;232.7)	139.4 (125.3;153.5) ²	279.9 (265.1;294.7) ^{2,3}	152.1 (140.2;164.0) ^{2,3}	<0.01	0.7	-
MVPA (min/day)	54.0 (51.2;56.7)	76.2 (66.0;86.3) ²	85.7 (79.7;91.6) ²	34.2 (28.4;39.9) ^{2,3,4}	<0.01	0.6	-
Sleep (min/day)	526.3 (516.8;535.8)	505.4 (484.4;526.5)	506.3 (482.0;530.0)	524.8 (506.0;543.4)	0.1	0.0	-
BMI (Kg/m ²)	15.7 (15.4;16.0)	16.0 (15.3;16.7)	16.0 (15.4;16.7)	16.5 (15.4;17.7)	0.2	0.0	-
WC (cm)	51.5 (50.8;52.3)	51.6 (49.9;53.3)	52.0 (49.4;54.6)	52.0 (49.9;54.2)	0.9	0.0	-

C: compliance with sleep recommendations; NC: non-compliance with sleep recommendations; SD: sleep duration; SB: sedentary behaviour; LPA: light physical activity; MVPA: moderate to vigorous physical activity; BMI: body mass index, WC: waist circumference; X²: chi-squared value. ¹ Statistical difference with C/Low SB cluster. ² Statistical difference with NC/Medium SB cluster. ³ Statistical difference with NC/High SB; ⁴ Statistical difference with NC/High MVPA. One-way ANOVA test.

Table 4. Associations between clusters and obesity markers, according to compliance with sleep recommendations.

		Compliant		
IMC (Kg/m ²)	β	IC95%	t	p
C/Low SB (n = 23)		Ref		
C/Low MVPA (n = 91)	-0.8	-1.6; -0.1	-2.1	0.0 ¹
C/High LPA (n = 13)	-0.8	-1.9;0.4	-1.3	0.2
C/High MVPA (n = 7)	0.3	-1.1;1.7	0.5	0.6
CC (cm)	β	95%CI	t	p
C/Low SB (n = 23)		Ref		
C/Low MVPA (n = 91)	-1.4	-3.0;0.2	-1.7	0.1
C/High LPA (n = 13)	-0.6	-3.0;1.8	-0.5	0.6
C/High MVPA (n = 7)	0.6	-2.4;3.5	0.4	0.7
		Non-Compliant		
IMC (Kg/m ²)	β	IC95%	t	p
NC/medium SB (n = 84)		Ref		
NC/High SB (n = 15)	0.3	-0.6;1.2	0.7	0.5
NC/High MVPA (n = 19)	0.3	-0.5;1.2	0.8	0.4
NC/Low MVPA (n = 20)	0.9	0.1;1.7	2.1	0.0 ¹
CC (cm)	β	95%CI	t	p
NC/medium SB (n = 84)		Ref		
NC/High SB (n = 15)	-0.2	-2.4;2.0	-0.2	0.8
NC/High MVPA (n = 19)	0.0	-2.0;2.0	0.0	1.0
NC/Low MVPA (n = 20)	0.8	-1.2;2.8	0.8	0.4

Ref: reference category; C: compliance with sleep recommendations; NC: non-compliance with sleep recommendations; SD: sleep duration; BMI: body mass index; WC: waist circumference; MVPA: moderate to vigorous physical activity; SB: sedentary behaviour. ¹ Significant association between the cluster and BMI. Model adjusted by sex and age.

3. Discussion

The present study identified clusters of movement behaviours among preschoolers C and NC with the sleep duration recommendations, and subsequently discerned the association of these clusters with children's BMI and WC. Although studies pertaining to preschoolers' sleep patterns have been conducted (CAMERON et al., 2011; MIGUEL-BERGES et al., 2017), the present study adds important and novel information to the literature, highlighting that, according to sleep duration, preschoolers are grouped in different latent profiles, which are differently related to obesity markers. Our main findings demonstrate that the C with sleep duration recommendations and low MVPA cluster was negatively associated with BMI, while the NC with sleep duration and low MVPA cluster was positively associated with BMI. Similar results have not been seen for WC.

Previous studies have reported that in later childhood, there is a negative association between sleep duration and BMI, as it promotes harmful alteration in satiation/appetite mechanism through subsequent downregulation (KJELDSEN et al., 2014; KLINGENBERG et al., 2013). Insufficient sleep increases fasting ghrelin level stimulating hunger, and decreases serum fasting leptin, which increases appetite, and consequently, body weight. Although these mechanisms have not been completely investigated in such young children, it is important to reinforce that preschool children should spend approximately one third of their day sleeping (PARUTHI et al., 2016; WHO, 2019).

Vézina-In et al. (2017) and Kuzik and Carson (2016) showed that sleep duration is negatively associated with BMI in preschoolers. Indeed, the current results

highlighted the role of sleep in BMI for those preschoolers with low MVPA. Considering the co-dependence between movement behaviours (MARTINS et al., 2020d; TREMBLAY et al., 2017), it seems plausible that for the C preschoolers, the amount of time allocated to sleep may positively compensate the unhealthy impact of low MVPA in BMI. Moreover, unhealthy behaviours tend to aggregate (MAYNE; VIRUDACHALAM; FIKS, 2020). Indeed, an unhealthy risk behaviour may potentiate other risk behaviours, such as short sleep and low MVPA, which negatively impact children's health outcomes, such as BMI. Thus, understanding how movement behaviours cluster and associate with obesity markers, according to sleep duration, provides important new insights for promoting and adopting effective intervention strategies to prevent, or at least ameliorate preschoolers' obesity.

In the present study, no association was seen for low, medium, or high SB clusters for both C and NC preschoolers. Similar results covering different analytical approaches have been previously reported in preschool children (BYUN; LIU; PATE, 2013; CLIFF et al., 2014; KUZIK; CARSON, 2016). In a cluster analysis with older children, Santaliestra-Pasías et al. (2015) showed that in boys, BMI, WC, and skinfolds, in clusters with greater SB (about 13 h/day) and less participation in sports (0.17 h/week), were higher than in the others, although SB had been subjectively assessed, and the role of sleep in obesity parameters had not been considered. Although the direct link between SB and BMI in youth has been previously reported (POOROLAJAL et al., 2020; TREMBLAY et al., 2011), the rapid body growth observed in early childhood (MOON, 2020; SUTHARSAN et al., 2015), combined with the intermittent movement patterns between SB and PA (BROWN et al., 2006), may in somehow differentiate the observed associations, when contrasting with the results previously seen at later ages.

Further, no difference was seen for movement behaviours or obesity markers among the four clusters of C sleepers. Conversely, NC sleeper clusters differed in movement behaviours. Based on studies conducted in adult populations, it is plausible to speculate that C preschoolers have more well-established habits throughout the day, extending to healthy waking behaviours, i.e., PA (BROMLEY et al., 2012; SCHMID et al., 2009). Nonetheless, being NC with sleep recommendations may compromise the children's whole day, making them irritable, drowsy, or fatigued (OGINSKA; POKORSKI, 2006). Moreover, the results also indicated that preschoolers in the NC group slept 70-to-95 min/day less than established recommendations (PARUTHI et al., 2016), which is concordant with previous studies that have reported daily sleep deficit in preschoolers (DRAPER et al., 2020a; MARTINS et al., 2020a; MATRICCIANI; OLDS; PETKOV, 2012), and in later childhood (GÁBA et al., 2020b). Corroborating these results, in a systematic review, Matricciani et al. (MATRICCIANI; OLDS; PETKOV, 2012) reported that, during the last century, children of all age groups slept 0.75 min less each year. Indeed, the advances in technology, with overuse of television, smartphones, computers, and other types of screens, associated with the absence of sufficient boundaries of use for sleep and sleep-wake routines, may negatively affect children's sleeping hours (MAYNE; VIRUDACHALAM; FIKS, 2020; SALDANHA-GOMES et al., 2020).

The current results did not show any association between the clusters and WC. Indeed, the association between movement behaviours with WC in this specific age group is controversial. Leppänen et al. (2016) indicated no association between PA or

SB with WC in 4 year-old children, while Arhab et al. (2019) when assessing 2 to 6 year-old preschoolers, reported a negative association with PA and positive association with SB. Considering the co-dependence between movement behaviours, Carson et al. (2017) reported no association between the 24 h composition of movement behaviours and WC.

Despite its novel and important additions to the literature, the present study has some limitations. The assessed preschoolers were normal-weight and thus, the results of the present study should be considered representative of this group. It is also important to highlight that these children spend 10 h per day at preschool settings, where they have at least three main meals, which implies in a very similar caloric ingestion among them throughout the weekday. Although it could be considered a limitation in terms of the generalization of the results, studies are in agreement that insufficient sleep is associated with hypertension, diabetes, and mental health in adolescents, adults, and the elderly (CHATTU et al., 2019; MILOJEVICH; LUKOWSKI, 2016; RIEMANN, 2018; THOMAS; CALHOUN, 2017).

Additionally, sleep was assessed via a proxy report questionnaire answered by parents; therefore, the non-objective measure of the variable may have caused some overestimation or underestimation of the values. Despite this, children's sleep based on parents' reports is the most commonly used approach used in this age range, with good consistency and reliability routinely reported (PLANCOULAIN et al., 2018; SALDANHA-GOMES et al., 2020). Second, we did not assess sleep quality. So, although we observed shorter sleep duration in NC preschoolers, we do not know if the quality of the sleep may have offset this. Moreover, the lack of information related to naps during the days is an important limitation, as it could be a mediating factor of total sleep duration. However, in the assessed context, children do not sleep during the day. The ECEC have the same built structure, and approximately 30 children in a small class, where the high temperature all year round, the absence of air conditioner, and the considerable noise during daytime make taking naps difficult. Despite these limitations, we were able to establish clusters for PA and SB according to compliance with sleep recommendations in a suitable number of preschoolers. Considering that behaviours established in early childhood tend to track later in life, the early detection of possible correlates and determinants of obesity are important in a public health approach.

4. Conclusion

Preschoolers in the low MVPA and insufficient sleep cluster showed a positive association with BMI. In contrast, a negative association was seen for those in low MVPA but sufficient sleeping hours cluster. These results suggest that sleep can be a protective factor for BMI even for those children non-compliant with MVPA recommendations.

Supplementary Materials: The following are available online at <https://www.mdpi.com/article/10.3390/ijerph18189492/s1>, Table S1: Correlations between SB, LPA, MVPA, sleep duration, BMI, and WC.

Author Contributions: Conceptualization, A.A.d.S. and C.M.d.L.M.; methodology,

A.A.d.S. and C.M.d.L.M.; formal analysis, A.A.d.S.; investigation, A.A.d.S. and C.M.d.L.M.; data curation, A.A.d.S.; writing—original draft preparation, A.A.d.S. and J.A.P.S.M. and G.M.G.d.S. and R.M.T. and C.C.T.C. and M.J.D. and C.M.d.L.M.; writing—review and editing, A.A.d.S., J.A.P.S.M., G.M.G.d.S., R.M.T., C.C.T.C., M.J.D. and C.M.d.L.M.; visualization, C.M.d.L.M.; supervision, C.M.d.L.M.; project administration, A.A.d.S. and C.M.d.L.M.; funding acquisition: This research received no external funding. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research received no external funding.

Institutional Review Board Statement: The study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki, and approved by the Ethics Committee of the Federal University of Paraiba (protocol code 2.727.698 and 21 June 2018).

Informed Consent Statement: Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

Data Availability Statement: The data included in the present study are available upon request from corresponding author.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

6.3 Artigo 3

PATHS TOWARDS A HEALTHIER BMI AMONG SHORT AND ADEQUATE SLEEPERS: A NETWORK PATH ANALYSIS IN PRESCHOOLERS

ABSTRACT

Introduction: short sleep duration has been seen as a predictor of higher BMI in youth. Sleep duration varies substantially along early childhood, and the paths towards a healthier BMI, according to compliance with sleep recommendations are unexplored in preschoolers. **Aim:** to construct a sleep-BMI model to capture the direct and indirect paths to intervening towards a healthier BMI, according to preschoolers' compliance with sleep recommendations and age. **Methods:** 272 preschoolers (4.5 ± 0.0 ; 138 boys) participated in the study. Sleep and screen time (ST) were subjectively assessed in a face-to-face interview with primary caregivers. Physical activity (PA) was assessed using accelerometer (wGT3X-BT). Preschoolers were categorized as compliant or not with sleep, screen time, and PA (total – TPA; and moderate-to-vigorous intensity - MVPA) recommendations. BMIz-score was calculated according to sex and age of preschoolers. All the assessed variables, besides sex and age were included in a Network Path Analysis (NPA) as nodes. A general NPA, and three different NPA, according to age, were performed in RStudio (version 1.4.1717), and centrality measures were calculated. **Results:** for all ages, the NPA showed positive and strong relations between sleep-ST ($r=0.17$), ST-age ($r=0.41$), and negative relation between age and BMIz scores ($r=-0.07$). At three years old, a direct and negative path between sleep-BMIz score was observed. At four and five years old, this relationship became positive. Further, girls were more compliant with sleep, ST and total PA recommendations. TPA showed the highest expected influence value in the general, 3 and 4 years old NPA. **Conclusion:** The NPA analysis showed different directions for the relationship between sleep and BMIz score, according to age. Intervention strategies to a healthier BMI among preschoolers compliant or not with sleep recommendations should focus in increasing TPA.

1. INTRODUCTION

Worldwide, approximately 10% of preschoolers are overweight or obese (United Nations Children's Fund - UNICEF, 2019). Obesity in early childhood is a public health problem (BHADORIA et al., 2015; DE ONIS, 2015) due to its repercussions on actual and later health (ENGIN, 2017; SANDERS et al., 2015), as adiposity in early childhood tracks across all age groups (DE MENEZES et al., 2014).

The benefits of movement behaviours in preventing obesity and promoting the general health are well-established (CARSON; TREMBLAY; CHASTIN, 2017; DE SOUZA et al., 2021; JI et al., 2018; WYSZYŃSKA et al., 2021). Preschoolers aged three to four years old should accumulate 10 to 13 sleeping hours, and for those by age five, nine to 11 sleeping hours

are recommended (CANADIAN SOCIETY FOR EXERCISE PHYSIOLOGY, 2018b; TREMBLAY et al., 2012, 2016).

In preschoolers, sleep covers more than a third of the child's day (TREMBLAY et al., 2016, 2017; WHO, 2019), and is responsible for the greatest adherence when comparing to the other behaviours, though its prevalence varies from 36% to 83% between preschoolers (DRAPER et al., 2020b; KIM et al., 2020; LEPPÄNEN et al., 2019; VALE; MOTA, 2020). It is known that a short sleep duration is linked to a longer time exposition to caloric consumption (BARON et al., 2011), and an unbalance between leptin and ghrelin concentrations (TAHERI et al., 2004), which leads to deregulation of satiety and hunger. Moreover, short sleepers who accumulate less than 60 daily minutes of moderate-to-vigorous physical activity (MVPA) show a negative relationship with BMI, that is not seen for those who are adequate sleepers (DE SOUZA et al., 2021). Therefore, it is plausible to suggest that there is a difference between complying or not with sleep recommendations when considering its relationship with BMI. In fact, the relationship between sleep and BMI is well-established in adolescence and adulthood, whereas in early childhood, data are inconclusive (KUZIK; CARSON, 2016; LOUZADA et al., 2012; VÉZINA-IM et al., 2017).

Sleep and BMI are consequence of the interaction between several sociocultural, biological and behavioral correlates and determinants (KUZIK et al., 2020), that have autonomous causal power to influence each other. Such interactions can be understood as a complex system due to its unpredictable, dynamic, and sensitive characteristics, that interact to create an emerging observable pattern (OLBRICH; ACHERMANN; WENNEKERS, 2011).

In contrast to commonly used cause models, and in line with recent literature (ZHANG et al., 2018), network models contemplate the notion of mutually reinforcing cycles (eg, short sleep leading to high BMI and high BMI leading to short sleep). Additionally, the exploration of potential pathways that account for the association between short sleep and high BMI is needed, as effectiveness of intervention strategies depend on choosing the right path solutions. This paper focusses on constructing an enhanced sleep-BMI model, by using the Network Path Analysis (NPA), to capture the direct and indirect paths to intervening towards a healthier BMI, according to preschoolers' compliance with sleep recommendations and age.

2. Material and Methods

This study is part of the “Movement’s Cool” project, which analysed the associations between movement behaviours and health outcomes in low-income preschool children from Early Education Childhood Centers (EECC) in João Pessoa, Brazil. Assessments were conducted for four months (November/December 2019, and February/March 2020), and Ethics Committee previously approved the project with Human Beings, protocol number: 30900320.4.0000.5188. The Helsinki Declarations’ ethical aspects were followed (EBIHARA, 2000).

2.1. Setting and Participants

In João Pessoa, the public education area is divided in nine districts, and six of them have 3-to-5 years-old registered children. Six EECC, located in deprived areas of the six different districts, were conveniently selected, considering the number of registered children in each preschool and logistic aspects for data assessment. In these six EECCs, 322 registered preschoolers in 2019 from those, 294 preschoolers attended the eligible criteria: a) no limiting disease; and b) parental assigned consent.

From the 294 eligible children, 272 (138 boys) completed the assessment protocol and were included in this study. A total of 62.5% of mothers or fathers of the assessed children were unemployed, and 45% of mothers and 54% of fathers had finished the 9th grade or less.

2.2. Sleep duration

Parents were asked about the total average hours their child sleep according to the following questions: “On weekdays, how many hours of sleep does your child usually have during the night?” and “On weekend days, how many hours of sleep does your child usually have during the night?”. Overall, sleep hours were calculated as follows: $((\text{Sleep on weekdays} \times 5) + (\text{Sleep on weekend days} \times 2)) / 7$. The results were multiplied by 60 to represent minutes per day. This method has been previously used in a similar population (LEMOS et al., 2021; MARTINS et al., 2020a, 2021).

Preschoolers were classified as adequate or short sleepers, according to previously established recommendations by WHO (WHO, 2019) and Tremblay et al. (2017). Thus: a) adequate sleepers: three to four years old preschoolers that sleep between 10 to 13 hours per day (600 to 780 minutes per day), and five years old preschoolers that sleep between nine to 11

hours per day (540 to 660 minutes per day); b) short sleepers: preschoolers aged three to four years old that sleep less than 600 minutes per day, and aged five years old that accumulated less than 540 minutes per day.

2.3. Physical activity and Sedentary Behavior

PA and SB were objectively assessed using accelerometers (Actigraph, model WGT3-X, Florida). Children's primary caregivers and preschool teachers were instructed (verbally and written) on the adequate use of the device, and to remove it for water-based activities and while sleeping (at night). Accelerometers were located on the right hip, for seven consecutive days (Wednesday morning to Tuesday afternoon).

ActiLife software (version 6.13.3) was used for device initialization, reduction of data, and analyses. Accelerometers were analysed as ActiGraph counts considering vector magnitude, using a 15-s epoch length (CLIFF; REILLY; OKELY, 2009), and data were reintegrated in 60-s epochs for analysis. Periods ≥ 20 min of consecutive zero counts were defined as non-wear time and removed from the analysis (ESLIGER; TREMBLAY, 2006). The first day of accelerometer data was omitted from analysis to reduce the impact of subject reactivity (ESLIGER; TREMBLAY, 2006). Valid data were considered for a minimum of 8h of wear time, during at least three days (one weekend day and two weekdays), concordant with previous work (MONTGOMERY et al., 2004). The mean wear time was 10.9 hours ($SD \pm 1.4h$ of wear time between children).

To estimate the intensities of PA, cut-offs proposed by Butte et al. (2014) were used. Thus, light PA was estimated when 820 to 3,907 counts were observed, moderate PA as 3,908 to 6,111 counts, and vigorous PA as $\geq 6,112$ counts. For statistical analysis, preschoolers were then considered compliant or non-compliant with TPA and MVPA guidelines (WHO, 2019; WHO, 2020).

Preschoolers were categorized as "meet physical activity recommendations" when: a) they were between three and four years old and had accumulated 180 minutes of total PA (TPA), and at least 60 minutes of moderate to vigorous physical activity; b) were five years old and had accumulated at least 60 minutes of MVPA. Preschoolers were categorized as "does not meet the physical activity recommendations" when: a) they were between three and four years old and accumulated less than 180 minutes of TPA, or less than 60 minutes of MVPA; b) were five years old and had accumulated less than 60 minutes of MVPA. The categorization followed

the recommendations established by the World Health Organization (WHO, 2019; WHO, 2020) and Tremblay et al. (2016; 2017).

2.4. Screen time

Parents were asked “how many hours their child uses smartphones and/or notebooks, plays video games, and watches TV on weekdays and weekends”. These questions were performed separated and combined after (Cronbach’s $\alpha = 0.87$) for the purposes of analysis.

Preschoolers were categorized in compliant or non-compliant with screen time guidelines (CANADIAN SOCIETY FOR EXERCISE PHYSIOLOGY, 2018b; TREMBLAY et al., 2012, 2016): a) compliant – 3 to 4 years-old preschoolers that accumulated less than 60 minutes of screen time during the day, and 5 years-old preschoolers that accumulated less than 120 minutes of screen time during the day; b) non-compliant – 3 to 4 years-old preschoolers that accumulates more than 60 minutes of screen time, and 5 years-old preschoolers that accumulated more than 120 minutes of screen time per day.

2.5. Anthropometric measures

A stadiometer (Holtain) and weighing scale (Seca 708, Germany) were used to assess height (cm) and body weight (Kg) with preschoolers being lightly dressed and barefoot. Researchers performed two measures, and if they differed, a third measure was taken. BMI was calculated as Kg/m^2 . Preschoolers’ BMI z score was categorized according to WHO cut-offs for this age (DE ONIS; ONYANGO, 2008).

2.6. Statistical analysis

For linear analysis, data were submitted to Shapiro Wilk and Leve's normality and homogeneity tests. After that, Student's t test for unpaired samples was applied to compare the continuous variables being age, BMI, BMI z score, sleep duration, screen time, MVPA and TPA between short and adequate sleepers using p value <0.05 as significant, and CI95%. The comparison of the frequency distributions of the continuous variable gender between short and adequate sleepers was verified using the chi-square test, adopting the value of X^2 and $p < 0.05$ as

significance. These analyses were performed in software SPSS, version 20 (Chicago, USA). These data were used as descriptive of sample.

To evaluate the structure and dynamics of the network composed by the assessed variables, undirected and weighted networks were performed using a Gaussian graphic model (GGM) (LAURITZEN; WERMUTH, 1989). To control possible spurious relationships, and to estimate a more interpretable and sparser model, the L1 regularization, which corrects possible Type 1 errors, was used (Constantini et al., 2015). L1 regularization uses an adjustment parameter to control the sparsity of the model, being minimized by the Extended Bayesian Information Criterion (EBIC) (CHEN; CHEN, 2008). The EBIC will use a hyperparameter of adjustment γ , defined as 0.5 in the present study. This method converges to a more robust and reliable network (BOCCALETTI et al., 2006).

After estimating the general network, the networks that represent the shortest paths from the sleep node to BMI were computed, according to age groups. Path networks allow the identification of variables that possibly mediate the relationship between sleep and BMI. The shortest path between the fixed variables is estimated from the Dijkstra algorithm (Dijkstra, 1959). Given that the partial correlations between a node and all other nodes in the network are directly related to the regression coefficients obtained in a multiple regression model, these can be interpreted as predictive effects (LANGLEY et al., 2015). Pathway networks provide the most effective intervention pathways or pathways, which can be useful for planning and intervening in complex systems, such as child development.

The Fruchterman and Reingold layout, which places the nodes with stronger connections into the center of the network, and the nodes with weaker connections closer to the periphery of the network (FRUCHTERMAN; REINGOLD; WILEY, 1991), was used. All analyzes were performed using the “Rstudio”-statistical software. The networks were constructed and visualized using the R-package “qgraph” (EPSKAMP; SCHMITTMANN; BORSBOOM, 2012).

3. Results

Adequate sleepers are older, with a lower BMI Z-score, and accumulate 96.7 more minutes asleep than their short sleepers' peers (Table 1).

Table 1. Descriptive statistics by short and adequate sleepers.

	Total	Short sleepers (n=162)	Adequate sleepers (n=110)	X ² or Cohen's D (p value)
Gender (M/F)	134/138	78/84	56/54	0,2 (0,7)
Age (years)	4.5±0.0	4.2±0.1	4.8±0.1 ^a	-0.7 (<0.001)
BMI (Kg/m ²)	15.8±0.1	15.9±0.1	15.7±0.2	0.1 (0.4)
BMI (z score)	-0.3±0.1	-0.1±0.1	-0.6±0.1 ^a	0.4 (0.0)
Sleep duration (min/day)	565.9±4.0	526.8±3.4	623.5±4.9 ^a	-2.1 (<0.001)
Screen time (min/day)	169.3±5.8	168.4±7.3	170.7±9.6	-0.0 (0.9)
MVPA (min/day)	58.1±1.2	57.8±1.5	58.7±2.2	-0.0 (0.7)
TPA (min/day)	274.2±3.7	274.1±4.5	274.3±6.5	-0.0 (1.0)

Font: the author. BMI: body index mass; BMIz: body index mass score z; MVPA: moderate to vigorous physical activity; TPA: total physical activity. ^a: significant differences between short and adequate sleepers considering unpaired T test and p<0.05.

A general network analysis was conducted to explore the relationships between compliance with sleep recommendations and compliance with PA (total and moderate-to-vigorous), with screen time, demographic correlates, and BMIz score (supplementary file 1). Results highlighted main relationships between sleep and TPA (r= -0.09), MVPA (r= -0.02), and screen time (r= 0.16).

A NPA model including all ages was conducted (figure 1), considering sleep as a fixed node point, and BMI z-score as the end point. It was observed an indirect (dashed lines), weak, and positive paths between BMIz score, sleep, screen time, and MVPA. A direct (solid line) and strength path between compliance with sleep and screen time recommendations, age and BMIz was also observed (figure 1).

Figure 1. Network Path Analysis for the relationship between sleep compliance and BMI z-scores considering all ages.

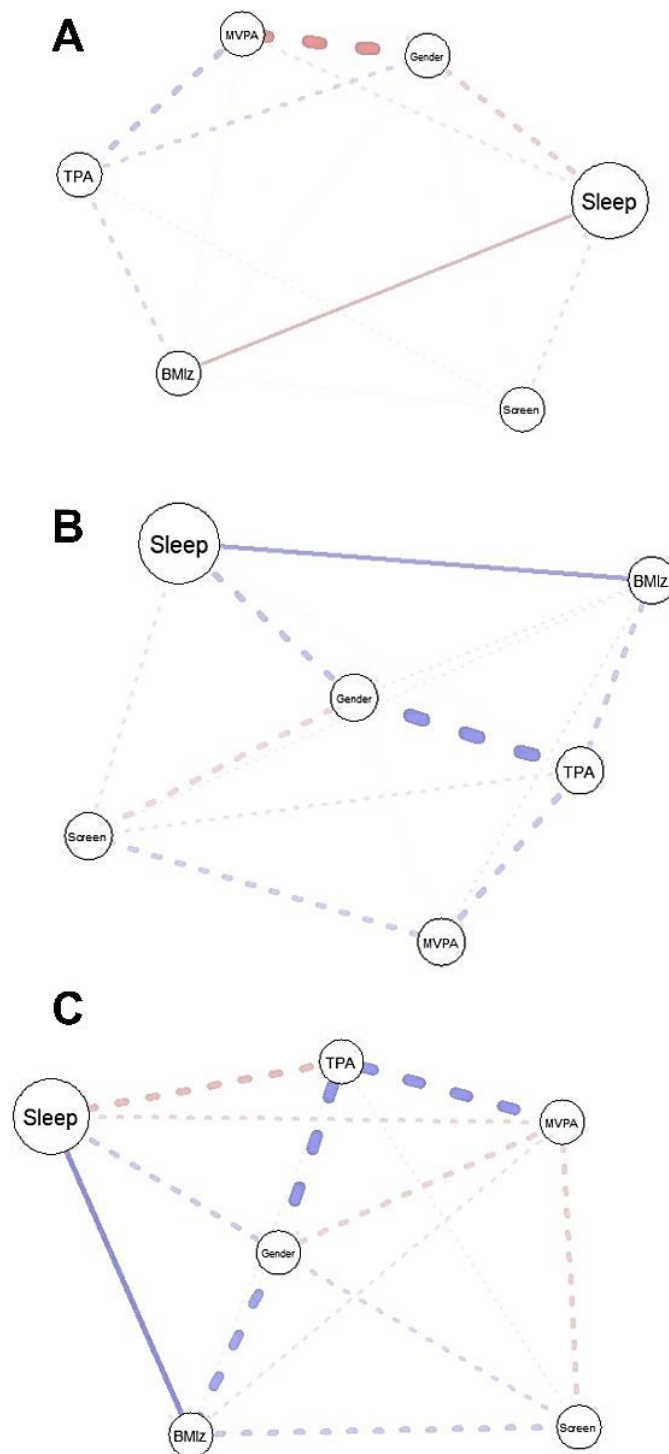
The centrality measures highlighted compliance with TPA recommendations as the variable with the greatest strength, and expected influence in the network, while age showed the greatest closeness and betweenness.

Variable	Expected Influence (approx.)
Gender	0.02
MVPA	0.03
Sleep	0.05
Screen	0.12
BMiZ	0.19
TPA	0.45

When considering NPA by age (figure 3), for the three-years-old (panel A), a direct (solid line) and negative relationship between compliance with sleep and BMI z-scores was observed. Furthermore, indirect paths (dashed lines) between BMIz scores and gender, MVPA and TPA were seen. For the four and five-years-old (panels B and C, respectively), a direct and

positive relation between sleep and BMIz score was seen. Sex (being a girl) was associated with compliance with sleep, screen time and TPA recommendations.

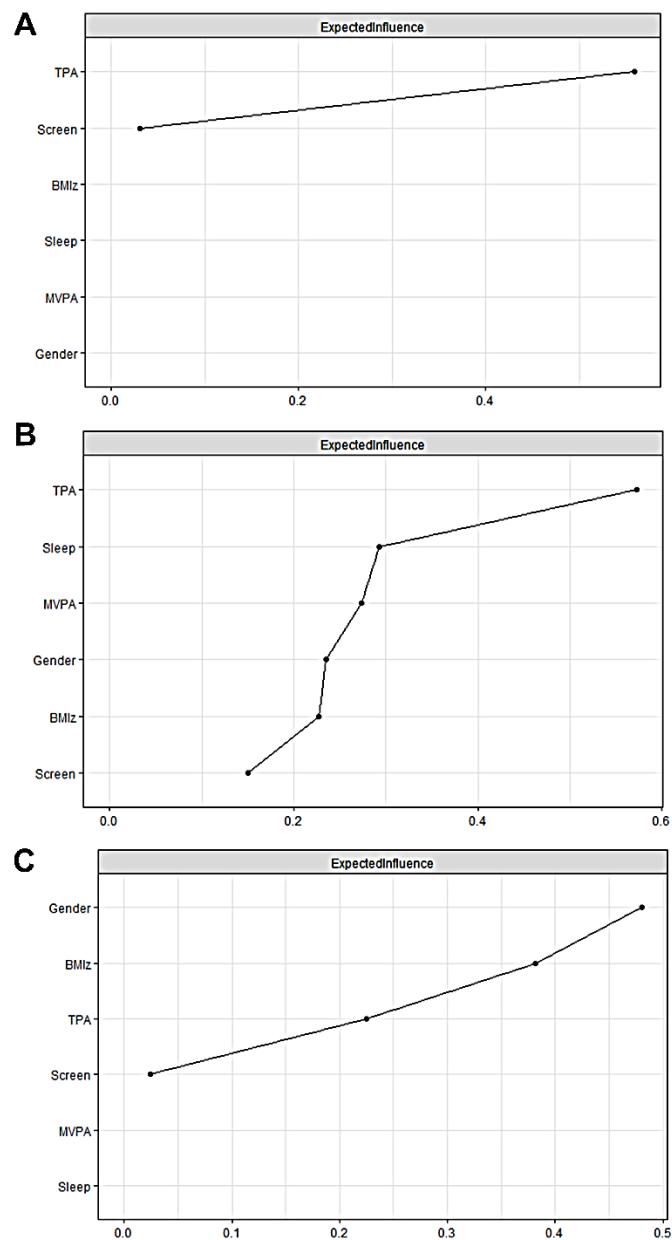
Figure 3. Network Path Analysis for the relationship between sleep compliance and BMI z-scores, according to age



Font: the author. (A: three years old; B: four years old; C: five years old). Blue lines indicate positive, and red lines indicate negative paths; solid lines indicate direct, and dotted lines indicate indirect paths.

The centrality measures highlighted compliance with TPA recommendations as the variable with the greatest expected influence at 3 (panel A) and 4 years old (panel B). At 5 years-old (panel C), sex becomes the main expected influent variable (Figure 4).

Figure 4. Expected influence values according to age



Font: the author. (A: three years old; B: four years old; C: five years old).

4. Discussion

The present study aimed to use NPA to describe a model that capture the direct and indirect paths towards a healthier BMI, according to preschoolers' compliance with sleep

recommendations and age. Our main results showed different paths, according to age: 1) at three years old, a negative direct path between sleep and BMIz score was shown, while as children get older, a positive direct path between sleep and BMIz score was seen; 2) at three years-old, indirect paths linking MVPA and TPA adherence, with a great sex influence were observed; for the older, a further indirect path linking screen time adherence emerged.

It is well-known that excessive weight in this age group should be prevented, specially due to its proximity to the adiposity rebound period, that may extend obesity throughout the second childhood and other age groups (HWANG et al., 2020; TAYLOR et al., 2011). Though obesity is a multifactorial etiological condition (PARK et al., 2019), that involves social, cultural, environmental and behavioral factors (PARK et al., 2019), movement behaviours account for an important portion. Previous studies carried out with preschoolers showed that short sleep duration is a strong predictor of increased BMI (CARSON; TREMBLAY; CHASTIN, 2017; DE SOUZA et al., 2021; JI et al., 2018; WYSZYŃSKA et al., 2021) due to the associated increase in cortisol secretion (EYTHORSDDOTTIR et al., 2020; FERNANDEZ-MENDOZA et al., 2014; MARCEAU et al., 2019; SARIDJAN et al., 2017). Moreover, leptin and ghrelin dysregulation cause hunger and eating desire (KROLL et al., 2020), and a long awake period has been associated to an increased caloric intake (Poggiogalle et al., 2016).

Indeed, prior studies using a linear approach captured evidence on the association between sleep and BMI (CARSON; TREMBLAY; CHASTIN, 2017; DE SOUZA et al., 2021; JI et al., 2018; WYSZYŃSKA et al., 2021). Nonetheless, exploring a multifactorial condition requires a multifactorial approach, as different determinants interact simultaneously. Previously, studies carried out with preschoolers used a non-linear perspective to explore complex and multifactorial outcomes, such as fundamental motor skills and executive functions (Bezerra et al. 2021; Martins, Clark, et al. 2020). Nevertheless, studies exploring obesity markers, has not been seen.

In the current study, the three years-old NPA highlighted the direct inverse association between sleep and BMIz score. The indirect paths showed positive association between sex (being a boy), sleep and MVPA, but negative with BMIz score. DeCraene et al. (2021) have also reported similar results, showing that preschoolers non-compliant with sleep recommendations had higher BMIz score than their compliant peers. Indeed, since early ages, boys are culturally more exposed to moderate-vigorous intense activities, that are associated with a better sleep quantity and quality (GHROUZ et al., 2019; JANSSEN et al., 2020; KREDLOW et al., 2015), preventing the excessive weight gain during this age. Moreover, those

that remain sleeping for longer periods, are less likely to excessive food intake (POGGIOGALLE et al., 2016), and are also more likely to be engaged in PA along the day (GÁBA et al., 2020a; SOUZA et al., 2021), contributing to a reduced BMIz score. Nonetheless, these findings should be interpreted with caution, as children present greater sleep time variabilities at young ages (BATHORY; TOMOPOULOS, 2017).

On the other hand, in four- and five-year-olds, the “sleep-BMIz score” path emphasized that adherence to sleep recommendations was associated to higher BMIz scores, and with a further path linking screen time adherence, besides MVPA (3 and 4 years old) and TPA (5 years old). More time in formal schooling without time dedicated to naps, and maybe more screen time exposure out of school, in somehow, explain the positive relation between sleep and BMIz score. Nonetheless, it is important to highlight that the participants of this study are normal-weight. Considering children’s fast growth process during early childhood, and sleep contribution on growth hormone’s secretion during night sleep (CAUTER; PLAT, 1996; LYU et al., 2020), the positive relationship observed is expectable as children get older.

Moreover, at five years-old, adherence to TPA and MVPA recommendations were negatively related to adherence to sleep recommendations. The assessed preschoolers spend 10 daily hours at preschool settings, where manual sedentary activities are prevalent during mostly of the day. Though speculative, it is possible to argue that only after school, children engage in more active moments, that prolong their waking time and delays their bedtime, impacting on children’s sleep duration, as suggested by Kitamura et al. (2015).

For all the three age groups, an indirect positive path between screen time and sleep was seen. Previous studies have shown that excessive screen time before bedtime or while in bed, is related to shorter sleep duration during early childhood (TWENGE; HISLER; KRIZAN, 2019). The blue light present in several screen devices, inhibit the production of melatonin by the pineal gland (HIGUCHI et al., 2003; WOOD et al., 2013; ZIMMERMAN, 2008), which implies in a onset sleep delay, while waking time remains the same. Furthermore, screens reduce time in rapid eye movement sleep, increasing the number of nocturnal awakenings and daytime sleepiness (Chang et al., 2015). Results from an experimental study showed an increase in sleep duration while the proper use of screens is stablished (Bickham et al., 2018). Finally, the use of screens for just one hour before bed corresponds to sleep damage in the same intensity and proportion as the use throughout the entire day (HYSING et al., 2015), and this can be complemented by the fact that mobile screens are more harmful to preschoolers than non-mobile advices, due to its high availability (TWENGE; HISLER; KRIZAN, 2019).

Further, the centrality indexes showed TPA (3 and 4 years-old) and BMIz score (5 years-old) as the modifiable variable with the greatest expected influence. Indeed, all paths presented in the emergent patterns are direct or indirectly related to TPA. Previous research has shown that preschoolers with short sleep duration spend more time being sedentary, than those who comply with sleep recommendations (GÁBA et al., 2020a; SOUZA et al., 2021). As postulated by the theory of energy conservation, short sleep duration is related to excessive energy expenditure to keep one alert, when it was supposed to sleep. As consequence, body conserves more energy, though with less motivation to PA, especially those with higher intensities (MOSTAZIR et al., 2016). In this sense, interventions aiming to healthily ameliorate the relationships between sleep and BMI should focus on children's adherence to TPA recommendations, even for those who do not adhere to sleep recommendations.

This study has limitation that should be pointed out. The lack of objectively measured data on sleep duration is evident, though the procedures have shown good validity and reliability values (VALE; MOTA, 2020), and have been used in several studies with similar samples (GOODLIN-JONES et al., 2008; LAURENT et al., 2020; LEMOS et al., 2021; VALE; MOTA, 2020). Even studies that used objective sleep data, reported the absence of specific sleep-related cut-offs for preschoolers, which is an essential bias for data analysis (CHEN et al., 2019, 2020; GÁBA et al., 2020a). The lack of sleep quality measures is another limitation. At the best of our knowledge, only one study (WYSZYŃSKA et al., 2021) reported the relationship between sleep efficiency and preschoolers' BMI, what clearly points a field for future investigation. Finally, information about children's naps should be also added in future studies. Nonetheless, the assessed children spend several awaking hours in preschool settings, where they have a scheduled time for bath between 11:00 am and 11:30 pm. Considering there is only one bathroom available in the preschool, while one group is ready for the nap, the others are still in the classroom with the teachers playing and making noise, what compromises children's naps.

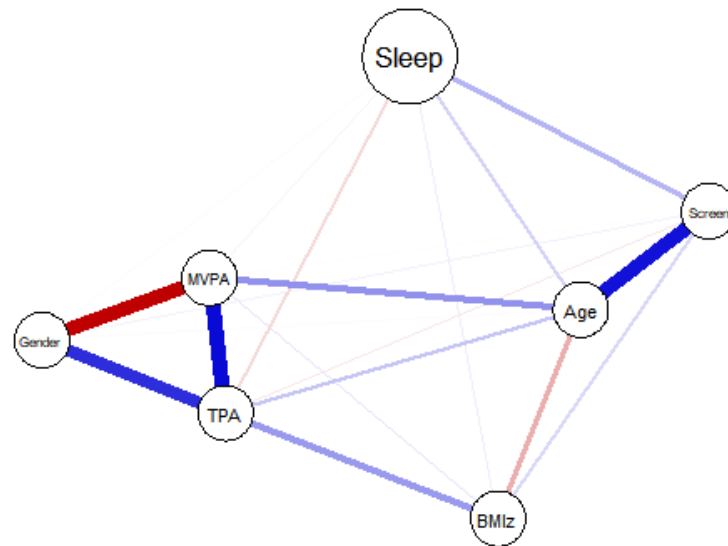
The non-linear approach presented is a clear strength of the current study, which adds the interconnected direct and indirect paths linking sleep and BMIz score and highlights its change along preschool years. Thus, teachers, child-care stakeholders, parents, and public health managers should be informed that interventions for these age groups must consider preschoolers specific characteristics, which are changeable during the rapid developmental process to which children are involved throughout early childhood.

Conclusion

The NPA analysis showed different direct and indirect paths linking compliance with sleep recommendations and BMI along preschool years. Interventions towards a healthier BMI among preschoolers compliant and non-compliant with sleep recommendations should focus on children's adherence to TPA recommendations for three and four years old, and gender for five years old.

Supplementary file 1

Supplementary file 1. Relationships between compliance with sleep, MVPA, TPA, and screen time recommendations, age, gender and BMI.



Font: the author. Solid blue lines indicate positive relationship, and red lines indicate negative ones.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente tese teve como objetivo analisar as possíveis associações entre comportamentos de movimento e indicadores de obesidade de pré-escolares que atendem ou não às recomendações de sono. Para tanto, foram realizados três estudos com a finalidade de responder a proposição teórica da tese. O primeiro verificou se havia diferença na composição do restante do dia, entre pré-escolares que atendiam ou não às recomendações de sono. Observou-se que pré-escolares que não atendem às recomendações de sono se envolvem durante mais tempo em comportamento sedentário e atividade física leve ao longo do dia, quando comparados aos seus pares que atendem a essas recomendações.

A partir desse primeiro resultado, e considerando que em faixas etárias mais velhas a curta duração do sono é apontada como um fator preditor de sobrepeso e obesidade, realizou-se o segundo estudo, com o objetivo de identificar clusters de atividade física e comportamento sedentário de pré-escolares que atendem ou não às recomendações de sono, e investigar possíveis associações com índice de massa corporal e circunferência da cintura. Os resultados permitiram identificar quatro clusters de comportamento de movimentos entre os pré-escolares que atendem ou não às recomendações de sono. Em ambas as categorias, pré-escolares que acumulam menos do que 60 minutos de atividade física moderada a vigorosa por dia, mas que atendam à recomendação de sono, apresentaram um fator de proteção para o IMC, ao passo que nenhuma relação foi verificada com a circunferência da cintura.

A obesidade é uma condição estabelecida ao longo da vida, a partir da interação de determinantes ambientais, sociais, biológicos, que interagem de forma não linear e dinâmica, sendo ainda desconhecidos os caminhos diretos e indiretos entre correlatos de diferentes naturezas, sono e IMC. O terceiro artigo foi realizado com o intuito de identificar caminhos para intervir no IMC de pré-escolares que atendem ou não as recomendações de sono, de acordo com a idade. Os resultados indicaram caminhos de associação distintos para cada uma das idades. Ainda, os resultados indicaram que para intervir com vistas a obter uma relação positiva entre IMC e sono, estratégias nas quais as crianças tenham a oportunidade de atender à recomendação de atividade física total devem ser priorizadas dos três aos quatro anos de idade, e o sexo possa ser considerado como uma variável que aos cinco anos será capaz de modificar a relação entre o sono, atividade física e tempo em frente a telas já que esta foi a variável com maior valor de influência esperada para essa idade.

A proposição teórica da presente tese era a de que atender as recomendações de sono implicaria em uma espiral positiva de engajamento na qual haveria também o atendimento as

recomendações de atividade física, de comportamento sedentário e um reduzido risco de apresentar alterações nos indicadores de obesidade. De modo complementar, propôs-se ainda que o não atendimento às recomendações de sono implicaria em uma espiral negativa de engajamento na qual poderia verificar não atendimento às recomendações de atividade física e comportamento sedentário, além de um maior risco de apresentar alterações nos indicadores de obesidade. A nossa proposição teórica foi parcialmente confirmada, pois, verificamos no estudo 1 que o atendimento às recomendações de sono esteve associado com o atendimento às recomendações de atividade física e reduzido comportamento sedentário ao longo do dia. Já no estudo 2 demonstra-se que o atendimento às recomendações de sono funcionou como um fator protetor para possíveis alterações no índice de massa corporal, ao passo que no estudo três esse dado pode ser observado também aos três anos de idade, especificamente. Contudo, faz-se a ressalva que variáveis como a idade e sexo parecem ser importantes e não foram incluídas na proposição teórica, principalmente quando consideramos a relação não linear entre todas as variáveis analisadas (sono, atividade física, e comportamento sedentário ou tempo em frente a telas).

Os dados apresentados dão suporte para a tese de que o atendimento às recomendações de sono deve ser um ponto primordial na educação dos pré-escolares, dos seus pais e responsáveis legais, já que o sono impacta diretamente não só no restante dos comportamentos (atividade física e comportamento sedentário) ao longo do dia, mas também no IMC.

Embora esta tese doutoral apresente evidências científicas que suportam a importância do sono na faixa etária pré-escolar, estudos futuros devem focar: 1) na utilização de medidas objetivas do sono; 2) no registro de possíveis cochilos ao longo do dia; 3) em verificar se os pré-escolares que não atendem as recomendações de sono são aqueles realmente considerados dormidores curtos com manifestações clínicas diurnas como sonolência, ou se não apresentam essas manifestações e dormir menos do que o recomendado é algo fisiológico desde essa idade.

Por fim, esta tese pode colaborar com a ciência a partir dos resultados referentes a três pontos importantes: a) a relação do sono com outros comportamentos de movimento, indicando que não atender as recomendações de sono está relacionado com o menor envolvimento em atividades físicas e maior em comportamento sedentário; b) pré-escolares que simultaneamente não atendem às recomendações de sono e acumulam menos do que 60 minutos diários em AFMV têm maior risco relativamente ao IMC; e c) a relação entre sono e IMC se manifesta de diferentes formas ao longo dos três, quatro e cinco anos de idade, e que a variável de maior influência esperada se altera aos 5 anos. Estes resultados indicam não só a possível implicação

do sono na infância com a saúde futura, mas também que dependente da idade, diferentes estratégias interventivas precisam ser pensadas.

Do ponto de vista educacional e social, o desenvolvimento deste trabalho permitiu verificar que pré-escolares em vulnerabilidade social apresentam percentual de não atendimento às recomendações de sono diferente do observado em países de alta renda. Compreende-se que apesar das dificuldades inerentes e da ausência de recursos financeiros e humanos, os espaços públicos educacionais devem ser um local de disseminação dessa informação e de fomento dos comportamentos saudáveis. Nas pré-escolas nas quais os dados foram coletados, não foram identificadas iniciativas que visassem a educação e conscientização sobre a importância da adesão às recomendações de comportamentos de movimento. Estratégias de disseminação dessa informação nos espaços educacionais são um passo importante a se realizar no futuro.

Pessoalmente/profissionalmente o presente estudo foi capaz de me indicar uma linha de pesquisa e uma população pouco investigada. A partir daí, junto com outros professores da instituição pública federal onde trabalho, desenvolvemos um projeto de pesquisa sobre sono desde a primeira infância até à idade adulta. Atualmente estamos envolvidos em uma iniciativa de criação de um instituto do sono na própria instituição. Este será um espaço de pesquisa interdisciplinar, com o objetivo de investigar e intervir em diferentes aspectos do sono dos pré-escolares.

8. REFERÊNCIAS

- ACEBO, C. et al. Sleep/wake patterns derived from activity monitoring and maternal report for healthy 1- to 5-year-old children. **Sleep**, v. 28, n. 12, p. 1568–1577, 2005.
- ALVAREZ, C. et al. Consequences of Low Sleep Duration in Anthropometric and Body Composition Parameters of Chilean Preschoolers. **Children**, v. 8, n. 1, p. 8, 2020.
- AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS. Healthy Sleep Habits: How Many Hours Does Your Child Need? **Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics**, 2016.
- ANDERSEN, E. et al. Objectively measured physical activity level and sedentary behavior in Norwegian children during a week in preschool. **Preventive Medicine Reports**, v. 7, p. 130–135, 2017.
- ANDERSON, S. E.; WHITAKER, R. C. Household routines and obesity in US preschool-aged children. **Pediatrics**, v. 125, n. 3, p. 420–428, 2010.
- ARHAB, A. et al. Association of physical activity with adiposity in preschoolers using different clinical adiposity measures: A cross-sectional study. **BMC Pediatrics**, v. 19, n. 1, p. 1–9, 2019.
- BARON, K. G. et al. Role of sleep timing in caloric intake and BMI. **Obesity**, v. 19, n. 7, p. 1374–1381, 2011.
- BATHORY, E.; TOMOPOULOS, S. Sleep Regulation, Physiology and Development, Sleep Duration and Patterns, and Sleep Hygiene in Infants, Toddlers, and Preschool-Age Children. **Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care**, v. 47, n. 2, p. 29–42, 2017.
- BEZERRA, T. A. et al. 24-Hour Movement Behaviour and Executive Function in Preschoolers: a Compositional and Isotemporal Reallocation Analysis. **European Journal of Sport Science**, v. 21, n. 7, p. 1064–1072, 2021a.
- BEZERRA, T. A. et al. A network perspective on the relationship between moderate to vigorous physical activity and fundamental motor skills in early childhood. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 18, n. 7, p. 774–781, 2021b.
- BHADORIA, A. et al. Childhood obesity: Causes and consequences. **Journal of Family Medicine and Primary Care**, v. 4, n. 2, p. 187, 2015.
- BICKHAM, D. S. et al. A Preliminary Evaluation of a School-Based Media Education and Reduction Intervention. **Journal of Primary Prevention**, v. 39, n. 3, p. 229–245, 2018.
- BOCCALETTI, S. et al. Complex networks : Structure and dynamics. **Physics Reports**, v. 424, n. 424, p. 175–308, 2006.
- BORNSTEIN, D. B. et al. Accelerometer-derived physical activity levels of preschoolers: A meta-analysis. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 14, n. 6, p. 504–511, 2011.
- BOUVETTE-TURCOT, A. A. et al. Effects of genotype and sleep on temperament. **Pediatrics**, v. 136, n. 4, p. e914–e921, 2015.
- BRASIL. LEI Nº 13.257. **Brasil**, v. III, n. 2, p. 2016, 2016.
- BROMLEY, L. E. et al. Sleep restriction decreases the physical activity of adults at risk for type 2 diabetes. **Sleep**, v. 35, n. 7, p. 977–984, 2012.
- BROWN, W. H. et al. Assessing preschool children’s physical activity: the Observational System for Recording Physical Activity in children-preschool version. **Res Q Exerc Sport.**, v. 77, n. 2, p. 167–76, 2006.

- BURKETTE, A.; KRETZSCHMAR JR., W. A. Complex Systems in Nature and Human Behavior. **Exploring Linguistic Science**, p. 13–24, 2018.
- BUTTE, N. F. et al. Prediction of Energy Expenditure and Physical Activity in Preschoolers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 46, n. 6, p. 1216–1226, 2014a.
- BUTTE, N. F. et al. Prediction of Energy Expenditure and Physical Activity in Preschoolers. **Med Sci Sports Exerc**, v. 46, n. 6, p. 1216–1226, 2014b.
- BUXTON, O. M. et al. HHS Public Access. v. 1, n. 1, p. 15–27, 2016.
- BYUN, W.; LIU, J.; PATE, R. R. Association between objectively measured sedentary behavior and body mass index in preschool children. **Int J Obes (Lond)**, v. 37, n. 7, p. 961–965, 2013.
- CADENAS-SANCHEZ, C. et al. Assessing physical fitness in preschool children: Feasibility, reliability and practical recommendations for the PREFIT battery. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 19, n. 11, p. 910–915, 2016.
- CAIN, N.; GRADISAR, M. Electronic media use and sleep in school-aged children and adolescents: A review. **Sleep Medicine**, v. 11, n. 8, p. 735–742, 2010.
- CAMERON, A. J. et al. Clustering of Obesity-Related Risk Behaviors in Children and Their Mothers. **Annals of Epidemiology**, v. 21, n. 2, p. 95–102, 2011.
- CANADIAN SOCIETY FOR EXERCISE PHYSIOLOGY. Canadian 24-Hour Movement Guidelines for Children and Youth 5-17 years. **Canadian Society for Exercise Physiology**, n. December 2014, p. 1–2, 2018a.
- CANADIAN SOCIETY FOR EXERCISE PHYSIOLOGY. Canadian 24-Hour Movement Guidelines for Children and Youth 5-17 years. n. December 2014, p. 1–2, 2018b.
- CARRINGTON, P. J.; SCOTT, J.; WASSERMAN, S. **Models and Methods in Social Network Analysis**. [s.l.] Cambridge University Press, 2006.
- CARSKADON, M.; DEMENT, W. Normal human sleep: an overview. In: KRYGER, M.; ROTH, T.; DEMENT, W. (Eds.). **Principles and practice of sleep medicine**. Philadelphia: Saunders, 2005. p. 13–23.
- CARSON, V. et al. Systematic review of the relationships between physical activity and health indicators in the early years (0-4 years). **BMC Public Health**, v. 17, n. Suppl 5, 2017.
- CARSON, V. et al. Associations between meeting the Canadian 24-Hour Movement Guidelines for the Early Years and behavioral and emotional problems among 3-year-olds. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 22, n. 7, p. 797–802, 2019.
- CARSON, V.; TREMBLAY, M. S.; CHASTIN, S. F. M. Cross-sectional associations between sleep duration, sedentary time, physical activity, and adiposity indicators among Canadian preschool-aged children using compositional analyses. **BMC Public Health**, v. 17, n. June, p. 294–302, 2017.
- CAUTER, E. VAN; PLAT, L. Physiology of during sleep growth hormone secretion Eve. **The Journal Pediatrics**, v. 128, n. 5, p. S32–S37, 1996.
- CHAN, S. **Complex Adaptive Systems**. ESD.83 Research Seminar in Engineering Systems. **Anais...**2001.
- CHANG, A. M. et al. Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 112, n. 4, p. 1232–1237, 2015.

- CHANG, Z.; LEI, W. A Study on the Relationship Between Physical Activity, Sedentary Behavior, and Sleep Duration in Preschool Children. **Frontiers in Public Health**, v. 9, n. April, p. 1–7, 2021.
- CHAPUT, J. P. et al. Proportion of preschool-aged children meeting the Canadian 24-Hour Movement Guidelines and associations with adiposity: Results from the Canadian Health Measures Survey. **BMC Public Health**, v. 17, n. Suppl 5, 2017.
- 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. 1–37, 2015.
- CHATTU, V. et al. The Interlinked Rising Epidemic of Insufficient Sleep and Diabetes Mellitus. **Healthcare**, v. 7, n. 1, p. 37, 2019.
- CHEN, B. et al. Socio-demographic and maternal predictors of adherence to 24-hour movement guidelines in Singaporean children. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 16, n. 1, p. 1–11, 2019.
- CHEN, B. et al. Associations between early-life screen viewing and 24 hour movement behaviours: findings from a longitudinal birth cohort study. **The Lancet Child and Adolescent Health**, v. 4, n. 3, p. 201–209, 2020.
- CHEN, J.; CHEN, Z. Extended Bayesian Information Criteria for Model Selection with Large Model Spaces. **Biometrika**, v. 95, p. 759–771, 2008.
- CHOKROVERTY, S. Physiologic changes in sleep. In: CHOKROVERTY, S. (Ed.). **Sleep disorders medicine: basic science, technical considerations, and clinical aspects**. Boston: Butterworth Heinemann, 1999. p. 95–126.
- CHRISTIE, A. D.; SEERY, E.; KENT, J. A. Physical Activity, Sleep Quality, and Self-Reported Fatigue Across the Adult Lifespan. **Exp Gerontol**, v. 77, p. 7–11, 2016.
- CLIFF, D. P. et al. Volumes and bouts of sedentary behavior and physical activity: Associations with cardiometabolic health in obese children. **Obesity**, v. 22, n. 5, p. 112–118, 2014.
- CLIFF, D. P. et al. Adherence to 24-Hour Movement Guidelines for the Early Years and associations with social-cognitive development among Australian preschool children. **BMC Public Health**, v. 17, n. Suppl 5, 2017.
- CLIFF, D. P.; REILLY, J. J.; OKELY, A. D. Methodological considerations in using accelerometers to assess habitual physical activity in children aged 0–5 years. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 12, n. 5, p. 557–567, 2009.
- CLIFFORD, L. M. et al. The Association Between Sleep Duration and Weight in Treatment-Seeking Preschoolers with Obesity. **Sleep Med**, v. 13, n. 8, p. 1102–1105, 2012.
- COLTEN, H. R. et al. **Sleep disorders and sleep deprivation: An unmet public health problem**. [s.l.: s.n.].
- CRABTREE, V. M. L.; WILLIAMS, N. A. Normal Sleep in Children and Adolescents. **Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America**, v. 18, n. 4, p. 799–811, 2009.
- DA COSTA, B. G. G. et al. Clustering of screen time behaviours in adolescents and its association with waist circumference and cardiorespiratory fitness. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 23, n. 5, p. 487–492, 2020.
- DE CRAEMER, M. et al. Compliance with 24-h movement behaviour guidelines among

belgian pre-school children: The toybox-study. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 10, p. 1–10, 2018.

DE MENEZES, C. F. B. et al. Incidence of overweight/obesity in preschool children during a two-year follow-up. **Revista de Nutricao**, v. 27, n. 3, p. 269–278, 2014.

DE ONIS, M. Preventing childhood overweight and obesity. **Jornal de Pediatria (Versão em Português)**, v. 91, n. 2, p. 105–107, 2015.

DE ONIS, M.; ONYANGO, A. W. **WHO child growth standards**. [s.l.: s.n.]. v. 371

DE SOUZA, A. A. et al. Associations between movement behaviours and obesity markers among preschoolers compliant and non-compliant with sleep duration: A latent profile analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 18, 2021.

DIJKSTRA, E. W. A Note on Two Problems in Connexion with Graphs. **Numerische Mathematik**, v. 271, p. 269–271, 1959.

DOGHARAMJI, K. The evaluation and management of sleep disorders. In: STOUDEMIRE A (Ed.). **Clinical psychiatry for medical students**. Philadelphia: Lippincott, 1998. p. 783–818.

DOS, C.; HALAL, S. EL; NUNES, M. L. Distúrbios do sono na infância Resumo ARTIGO DE REVISÃO. **Residência Pediátrica**, v. 8, n. 1, p. 86–92, 2018.

DRAPER, C. et al. Understanding the influence of 24-hour movement behaviours on the health and development of preschool children from low-income South African settings: the SUNRISE pilot study. **South African Journal of Sports Medicine**, v. 32, n. 1, p. 1–7, 2020a.

DRAPER, C. E. et al. The South African 24-hour movement guidelines for birth to 5 years: An integration of physical activity, sitting behavior, screen time, and sleep. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 17, n. 1, p. 109–119, 2020b.

DUMUID, D. et al. Adiposity and the isotemporal substitution of physical activity, sedentary time and sleep among school-aged children: A compositional data analysis approach. **BMC Public Health**, v. 18, n. 1, p. 1–10, 2018.

DUMUID, D.; PEDIŠI, Ž.; ANTONI, J. Compositional Data Analysis in Time-Use Epidemiology : What , Why , How. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, v. 17, n. 2220, p. 2:17, 2020.

DURACCIO, K. M.; JENSEN, C. D. Associations between physical and sedentary activity regularity and sleep in preschoolers and kindergartners. **Sleep Health**, v. 3, n. 4, p. 263–268, 2017.

EBIHARA, A. World medical association declaration of Helsinki. **Japanese Pharmacology and Therapeutics**, v. 28, n. 12, p. 983–986, 2000.

EGOZCUE, J. J. et al. Isometric Logratio Transformations for Compositional Data Analysis. **Mathematical Geology**, v. 35, n. 3, p. 279–300, 2003.

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

ENGIN, A. The Definition and Prevalence of Obesity and Metabolic Syndrome. In: ATILLA ENGIN (Ed.). **Obesity and Lipotoxicity**. [s.l.] Springer, 2017. p. 1–17.

EPSKAMP, S.; SCHMITTMANN, V. D.; BORSBOOM, D. qgraph : Network Visualizations of Relationships in Psychometric Data. v. 48, n. 4, 2012.

- ESLIGER, D. W.; TREMBLAY, M. S. Technical reliability assessment of three accelerometer models in a mechanical setup. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 38, n. 12, p. 2173–2181, 2006.
- EYTHORSDOTTIR, D. Y. et al. Associations between objective measures of physical activity, sleep and stress levels among preschool children. **BMC Pediatrics**, v. 20, n. 1, p. 1–7, 2020.
- FERNANDEZ-MENDOZA, J. et al. Insomnia symptoms, objective sleep duration and hypothalamic- pituitary-adrenal activity in children. **Eur J Clin Invest**, v. 44, n. 5, p. 493–500, 2014.
- FERREIRA, R. E. R. et al. Sono e Comportamento em Crianças Atendidas em Um Serviço de Psicologia. **Psicologia - Teoria e Prática**, v. 18, n. 2, p. 159–172, 2016.
- FLEARY, S. A. Combined Patterns of Risk for Problem and Obesogenic Behaviors in Adolescents : **Journal of School Health**, v. 87, n. 3, p. 182–193, 2017.
- FOTI, K. et al. Sufficient Sleep, Physical Activity, and Sedentary Behaviors. **Yearbook of Sports Medicine**, v. 41, p. 162–164, 2011a.
- FOTI, K. E. et al. Sufficient sleep, physical activity, and sedentary behaviors. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 41, n. 6, p. 596–602, 2011b.
- FRUCHTERMAN, T. M. J.; REINGOLD, E. M. Hypergraph drawing by force-directed placement. **Graph Drawing by Force-directed Placement**, v. 21, n. 11, p. 1129–1164, 1991.
- FRUCHTERMAN, T. M. J.; REINGOLD, E. M.; WILEY, J. **Graph Drawing by Force-directed Placement**. [s.l: s.n.].
- FUKUDA, K. et al. Preschool children’s eating and sleeping habits: late rising and brunch on weekends is related to several physical and mental symptoms. **Sleep Medicine**, v. 61, p. 73–81, 2019.
- FULL, K. M. et al. Latent profile analysis of accelerometer-measured sleep, physical activity, and sedentary time and differences in health characteristics in adult women. **PLoS ONE**, v. 14, n. 6, p. 1–13, 2018.
- GÁBA, A. et al. How do short sleepers use extra waking hours? A compositional analysis of 24-h time-use patterns among children and adolescents. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 17, n. 1, p. 1–11, 2020a.
- GÁBA, A. et al. Sedentary behavior patterns and adiposity in children: A study based on compositional data analysis. **BMC Pediatrics**, v. 20, n. 1, 2020b.
- GALLAND, B. C. et al. Normal sleep patterns in infants and children: A systematic review of observational studies. **Sleep Medicine Reviews**, v. 16, n. 3, p. 213–222, 2012.
- GHROUZ, A. K. et al. Physical activity and sleep quality in relation to mental health among college students. **Sleep and Breathing**, v. 23, n. 2, p. 627–634, 2019.
- GOODLIN-JONES, B. L. et al. The Children’s Sleep Habits Questionnaire in toddlers and preschool children. **Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics**, v. 29, n. 2, p. 82–88, 2008.
- GUERRERO, M. D. et al. Screen time and problem behaviors in children: Exploring the mediating role of sleep duration. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 16, n. 1, p. 1–10, 2019.
- GUILARDUCCI, B. C.; FRATUCCI, A. C. Teoria dos sistemas complexos e possíveis

- aplicações nos estudos sobre as políticas públicas de turismo. **Anptur.Org.Br**, 2016.
- HADLEY WICKHAM, ROMAIN FRANÇOIS, L. H. AND K. M. dplyr: A Grammar of Data Manipulation. <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>, 2020.
- HALE, L.; GUAN, S. Screen Time and Sleep among School-Aged Children and Adolescents: A Systematic Literature Review. **Sleep Med Rev**, v. 21, p. 50–58, 2015.
- HALE, L.; GUAN, S. Screen Time and Sleep among School-Aged Children and Adolescents: A Systematic Literature Review. **Physiology & behavior**, v. 176, n. 5, p. 139–148, 2017.
- HIGUCHI, S. et al. Effects of VDT tasks with a bright display at night on melatonin, core temperature, heart rate, and sleepiness. **Journal of Applied Physiology**, v. 94, n. 5, p. 1773–1776, 2003.
- HIRSHKOWITZ, M. et al. National sleep foundation's sleep time duration recommendations: Methodology and results summary. **Sleep Health**, v. 1, n. 1, p. 40–43, 2015.
- HRON, K.; FILZMOSER, P.; THOMPSON, K. Linear regression with compositional explanatory variables. **Journal of Applied Statistics**, v. 39, n. 5, p. 1115–1128, 2012.
- HWANG, I. T. et al. Body mass index trajectories and adiposity rebound during the first 6 years in Korean children: Based on the National Health Information Database, 2008–2015. **PLoS ONE**, v. 15, n. 10 October, p. 1–12, 2020.
- HYSING, M. et al. Sleep and use of electronic devices in adolescence: Results from a large population-based study. **BMJ Open**, v. 5, n. 1, p. 1–7, 2015.
- HYSING, M.; HARVEY, A. G.; TORGERSEN, L. Erratum: Trajectories and predictors of nocturnal awakenings and sleep duration in infants (Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics (2014) 35:5 (309-316)). **Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics**, v. 35, n. 6, p. 391, 2014.
- IWATA, S. et al. Determinants of sleep patterns in healthy Japanese 5-year-old children. **International Journal of Developmental Neuroscience**, v. 29, n. 1, p. 57–62, 2011.
- JANSSEN, X. et al. Associations of screen time, sedentary time and physical activity with sleep in under 5s: A systematic review and meta-analysis. **Sleep Medicine Reviews**, v. 49, p. 101226, 2020.
- JENNI, O. G.; CARSKADON, M. A. Normal human sleep at different ages: infants to adolescents. **Sleep Research Society - Basic Sleep Guide**, p. 11–20, 2005.
- Ji, M. et al. The relationship between obesity, sleep and physical activity in Chinese preschool children. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 3, 2018.
- KIM, H. et al. Associations between adherence to combinations of 24-h movement guidelines and overweight and obesity in Japanese preschool children. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 24, p. 1–11, 2020.
- KITAMURA, S. et al. Association between delayed bedtime and sleep-related problems among community-dwelling 2-year-old children in Japan. **Journal of Physiological Anthropology**, v. 34, n. 1, p. 11–14, 2015.
- KJELDSSEN, J. S. et al. Short sleep duration and large variability in sleep duration are independently associated with dietary risk factors for obesity in Danish school children. **International Journal of Obesity**, v. 38, n. 1, p. 32–39, 2014.
- KLINGENBERG, L. et al. Acute sleep restriction reduces insulin sensitivity in adolescent

boys. **Sleep**, v. 36, n. 7, p. 1085–1090, 2013.

KNUTSON, K. et al. The Metabolic Consequences of Sleep Deprivation. **Sleep Med Rev**, v. 11, n. 3, p. 133–178, 2007.

KREDLOW, M. A. et al. The effects of physical activity on sleep: a meta-analytic review. **Journal of Behavioral Medicine**, v. 38, n. 3, p. 427–449, 2015.

KROLL, C. et al. Association of LEP-rs7799039 and ADIPOQ-rs2241766 polymorphisms with sleep duration in preschool age children. **Sleep Medicine**, v. 66, p. 68–75, 2020.

KURSPAHIĆ-MUJČIĆ, A.; MUJČIĆ, A. Factors associated with overweight and obesity in preschool children. **Medicinski Glasnik**, v. 17, n. 2, p. 538–543, 2020.

KUZYK, N. et al. Systematic review of the relationships between combinations of movement behaviours and health indicators in the early years (0-4 years). **BMC Public Health**, v. 17, n. Suppl 5, 2017.

KUZYK, N. et al. Movement behaviours and physical, cognitive, and social-emotional development in preschool-aged children: Cross-sectional associations using compositional analyses. **PLoS ONE**, v. 15, n. 8 August, p. 1–16, 2020.

KUZYK, N.; CARSON, V. The association between physical activity, sedentary behavior, sleep, and body mass index z-scores in different settings among toddlers and preschoolers. **BMC Pediatrics**, v. 16, n. 1, p. 1–8, 2016.

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

LANGLEY, D. J. et al. **Should I get that Jab? Exploring Influence to encourage vaccination via online social media**. ECIS 2015 Research-in-Progress Papers. **Anais...**2015.

LAURENT, C.; SPENCER, R. A systematic review of the relationships between physical activity and sleep in youth. **Ann. Behav. Med**, v. 54, p. C312, 2020.

LAURENT, C. W. et al. Cross-sectional associations of 24-hour sedentary time, physical activity, and sleep duration compositions with sleep quality and habits in preschoolers. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 19, p. 1–13, 2020.

LAURITZEN, S. L.; WERMUTH, N. Institute of Mathematical Statistics is collaborating with JSTOR to digitize, preserve, and extend access to The Annals of Statistics. ® www.jstor.org. **The Annals of Statistics**, v. 17, n. 1, p. 31–57, 1989.

LAXER, R. E. et al. Clustering of risk-related modifiable behaviours and their association with overweight and obesity among a large sample of youth in the COMPASS study. **BMC Public Health**, v. 17, n. 1, p. 1–11, 2017.

LEMOS, L. et al. 24-hour movement behaviors and fitness in preschoolers: A compositional and isotemporal reallocation analysis. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, n. February, p. 1–9, 2021.

LEPPÄNEN, M. H. et al. Physical activity intensity, sedentary behavior, body composition and physical fitness in 4-year-old children: Results from the ministop trial. **International Journal of Obesity**, v. 40, n. 7, p. 1126–1133, 2016.

LEPPÄNEN, M. H. et al. Compliance with the 24-h movement guidelines and the relationship with anthropometry in Finnish preschoolers: The DAGIS study. **BMC Public Health**, v. 19, n. 1, p. 1–8, 2019.

- LIN, Y. et al. Temporal and bi-directional associations between sleep duration and physical activity/sedentary time in children: An international comparison. **Preventive Medicine**, v. 111, n. October 2017, p. 436–441, 2018.
- LOUZADA, M. L. DA C. et al. Horas de sono e índice de massa corporal em pré-escolares do sul do Brasil. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 99, n. 6, p. 1156–1158, 2012.
- LUKOSEVICIUS, A. P.; MARCHISOTTI, G. G.; SOARES, C. A. P. Panorama da complexidade: principais correntes, definições e constructos. **Sistemas & Gestão**, v. 11, n. 4, p. 455–465, 2017.
- LYU, X. et al. Acute sleep deprivation leads to growth hormone (GH). **General and Comparative Endocrinology**, p. 113545, 2020.
- MARCEAU, K. et al. Longitudinal associations of sleep duration, morning and evening cortisol, and body mass index during childhood. v. 27, n. 4, p. 645–652, 2019.
- MARKOV, D.; GOLDMAN, M. Normal Sleep and Circadian Rhythms: Neurobiologic Mechanisms Underlying Sleep and Wakefulness. **Psychiatric Clinics of North America**, v. 29, n. 4, p. 841–853, 2006.
- MARKOV, D.; JAFFE, F.; DOGHRAMJI, K. Update on parasomnias: a review for psychiatric practice. **Psychiatry (Edmont (Pa. : Township))**, v. 3, n. 7, p. 69–76, 2006.
- MARSMAN, M.; WAGENMAKERS, E. J. Bayesian benefits with JASP. **European Journal of Developmental Psychology**, v. 14, n. 5, p. 545–555, 2017.
- MARTINS, C. M. DE L. et al. Adherence to 24-hour movement guidelines in low-income Brazilian preschoolers and associations with demographic correlates. **American Journal of Human Biology**, n. July, p. 1–12, 2020a.
- MARTINS, C. M. DE L. et al. Association between Compliance with the 24-Hour Movement Guidelines and Fundamental Movement Skills in Preschoolers: A Network Perspective. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, v. 17, n. 5443, p. 1–13, 2020b.
- MARTINS, C. M. DE L. et al. A network perspective on the relationship between screen time, executive function, and fundamental motor skills among preschoolers. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 23, p. 1–12, 2020c.
- MARTINS, C. M. DE L. et al. Adherence to 24-hour movement guidelines in low-income Brazilian preschoolers and associations with demographic correlates. **American Journal of Human Biology**, v. 33, n. 4, p. 1–12, 2020d.
- MARTINS, C. M. DE L. et al. The combination of three movement behaviours is associated with object control skills, but not locomotor skills, in preschoolers. **European Journal of Pediatrics**, v. 180, n. 5, p. 1505–1512, 2021.
- MATRICCIANI, L. et al. Past, present, and future: trends in sleep duration and implications for public health. **Sleep Health**, v. 3, n. 5, p. 317–323, 2017.
- MATRICCIANI, L. et al. Children's sleep and health: A meta-review. **Sleep Medicine Reviews**, v. 46, p. 136–150, 2019.
- MATRICCIANI, L.; OLDS, T.; PETKOV, J. In search of lost sleep: Secular trends in the sleep time of school-aged children and adolescents. **Sleep Medicine Reviews**, v. 16, n. 3, p. 203–211, 2012.
- MAYNE, S. L.; VIRUDACHALAM, S.; FIKS, A. G. Clustering of unhealthy behaviors in a nationally representative sample of U.S. children and adolescents. **Preventive Medicine**, v.

130, n. June 2019, p. 105892, 2020.

MEDIC, G.; WILLE, M.; HEMELS, M. E. H. Short- and long-term health consequences of sleep disruption. **Nature and Science of Sleep**, v. 9, p. 151–161, 2017.

MERCEDES DE ONIS, ADELHEID ONYANGO, ELAINE BORGHI, AMANI SIYAM, A. P. WHO Child Growth Standards. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 51, n. 12, p. 1002–1002, 2009.

MICHAEL N. HALLQUIST; JOSHUA F. WILEY. MplusAutomation: An R Package for Facilitating Large-Scale Latent Variable Analyses in Mplus. **Struct Equ Modeling**, v. 25, n. 4, p. 621–638, 2018.

MIGUEL-BERGES, M. L. et al. Clustering of energy balance-related behaviours and parental education in European preschool children: The ToyBox study. **British Journal of Nutrition**, v. 118, n. 12, p. 1089–1096, 2017.

MILOJEVICH, H. M.; LUKOWSKI, A. F. Sleep and mental health in undergraduate students with generally healthy sleep habits. **PLoS ONE**, v. 11, n. 6, p. 1–14, 2016.

MINDELL, J. A. et al. Developmental aspects of sleep hygiene: Findings from the 2004 National Sleep Foundation Sleep in America Poll. **Sleep Medicine**, v. 10, n. 7, p. 771–779, 2009.

MIRMIRAN, M.; MAAS, Y. G. H.; ARIAGNO, R. L. Development of fetal and neonatal sleep and circadian rhythms. **Sleep Medicine Reviews**, v. 7, n. 4, p. 321–334, 2003.

MONTGOMERY, C. et al. Relation between physical activity and energy expenditure in a representative sample of young children. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 80, n. 3, p. 591–596, 2004.

MOON, R. C. Late Adiposity Rebound and the Probability of Developing and Reversing Childhood Obesity. **Journal of Pediatrics**, v. 216, p. 128–135.e3, 2020.

MOSTAZIR, M. et al. Evidence for energy conservation during pubertal growth. A 10-year longitudinal study (EarlyBird 71). **International Journal of Obesity**, v. 40, n. 11, p. 1619–1626, 2016.

MOTA, J. G. et al. Twenty-four-hour movement behaviours and fundamental movement skills in preschool children: A compositional and isotemporal substitution analysis. **Journal of Sports Sciences**, v. 38, n. 18, p. 2071–2079, 2020.

MOTA, J.; VALE, S. Associations between sleep quality with cardiorespiratory fitness and BMI among adolescent girls. **American Journal of Human Biology**, v. 22, n. 4, p. 473–475, 2010.

MUÑIZ, E. I.; SILVER, E. J.; STEIN, R. E. K. Family routines and social-emotional school readiness among preschool-age children. **Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics**, v. 35, n. 2, p. 93–99, 2014.

MURTHY, C. L. S. et al. Sleep Habits and Sleep Problems in Healthy Preschoolers. **Indian Journal of Pediatrics**, v. 82, n. 7, p. 606–611, 2015.

NEWMAN, M. E. J. et al. Complex Systems: A Survey. **arXiv**, n. I, 2011.

NIELSEN, M. S. et al. Physical activity, sedentary time, and sleep and the association with inflammatory markers and adiponectin in 8- to 11-year-old Danish children. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 13, n. 7, p. 733–739, 2016.

OGINSKA, H.; POKORSKI, J. Fatigue and mood correlates of sleep length in three age-

social groups: School children, students, and employees. **Chronobiology International**, v. 23, n. 6, p. 1317–1328, 2006.

OLBRICH, E.; ACHERMANN, P.; WENNEKERS, T. The sleeping brain as a complex system. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, v. 369, p. 3697–3707, 2011.

ORTEGA, F. B. et al. Sleep patterns in Spanish adolescents: Associations with TV watching and leisure-time physical activity. **European Journal of Applied Physiology**, v. 110, n. 3, p. 563–573, 2010.

OWENS, J. A.; MINDELL, J. A. Pediatric Insomnia. **Pediatric Clinics of North America**, v. 58, n. 3, p. 555–569, 2011.

PACE-SCHOTT, E. F.; HOBSON, J. A. The neurobiology of sleep: Genetics, cellular physiology and subcortical networks. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 3, n. 8, p. 591–605, 2002.

PARK, S. H. et al. Factors influencing obesity among preschoolers: multilevel approach. **International Nursing Review**, v. 66, n. 3, p. 346–355, 2019.

PARMEGGIANI, P. Physiology in sleep. In: KRYGER, M.; ROTH, T.; DEMENT, W. (Eds.). **Physiology in sleep**. Philadelphia: Saunders, 2005. p. 185–91.

PARUTHI, S. et al. Consensus Statement of the American Academy of Sleep Medicine on the Recommended Amount of Sleep for Healthy Children: Methodology and Discussion. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, v. 12, n. 11, p. 1549–1561, 2016.

PAWLOWSKY-GLAHN, V.; EGOZCUE, J. J.; TOLOSANA-DELGADO, R. **Modeling and Analysis of Compositional Data**. [s.l.: s.n.].

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

PIRES, M. L. N.; VILELA, C. B.; CÂMARA, R. L. Desenvolvimento de uma medida de hábitos de sono e aspectos da prevalência de problemas comportamentais de sono na infância: uma contribuição. **Processos clínicos e saúde mental**, p. 167–192, 2012.

PLANCOULAIN, S. et al. Night sleep duration trajectories and associated factors among preschool children from the EDEN cohort. **Sleep Medicine**, v. 48, p. 194–201, 2018.

POGGIOGALLE, E. et al. Reduced sleep duration affects body composition, dietary intake and quality of life in obese subjects. **Eating and Weight Disorders**, v. 21, n. 3, p. 501–505, 2016.

POOROLAJAL, J. et al. Behavioral factors influencing childhood obesity: a systematic review and meta-analysis. **Obesity Research and Clinical Practice**, v. 14, n. 2, p. 109–118, 2020.

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

REYNAUD, E. et al. Sleep and its relation to cognition and behaviour in preschool-aged children of the general population: a systematic review. **Journal of Sleep Research**, v. 27, n. 3, p. 1–13, 2018.

RIEMANN, D. Sleep hygiene, insomnia and mental health. **Journal of Sleep Research**, v. 27, n. 1, p. 3, 2018.

ROSENBERG, J. et al. tidyLPA: An R Package to Easily Carry Out Latent Profile Analysis

- (LPA) Using Open-Source or Commercial Software. **Journal of Open Source Software**, v. 3, n. 30, p. 978, 2018.
- ROTH, T.; ROEHR, T. Sleep organization and regulation. **Neurology**, v. 54, n. 5 Suppl 1, p. S2:7, 2000.
- RUAN, H. et al. Habitual Sleep Duration and Risk of Childhood Obesity: Systematic Review and Dose-response Meta-analysis of Prospective Cohort Studies. **Scientific Reports**, v. 5, n. November, p. 1–14, 2015.
- SADEH, A.; DARKB, I.; VOHRB, B. Newborns' sleep-wake patterns: the role of maternal, delivery and infant factors. **Journal of the Korean Medical Association**, v. 44, p. 113–126, 1996.
- SALDANHA-GOMES, C. et al. Clusters of diet, physical activity, television exposure and sleep habits and their association with adiposity in preschool children: The EDEN mother-child cohort. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 17, n. 1, p. 1–13, 2020.
- SANDERS, R. H. et al. Childhood obesity and its physical and psychological co-morbidities: a systematic review of Australian children and adolescents. **European Journal of Pediatrics**, v. 174, n. 6, p. 715–746, 2015.
- SANTALIESTRA-PASIAS, A. M. et al. Clustering of lifestyle behaviours and relation to body composition in European children. the IDEFICS study. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 69, n. 7, p. 811–816, 2015.
- SANTOS, J. L. et al. Maternal anthropometry and feeding behavior toward preschool children: Association with childhood body mass index in an observational study of Chilean families. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 6, p. 1–8, 2009.
- SARIDJAN, N. S. et al. The Prospective Association of the Diurnal Cortisol Rhythm With Sleep Duration and Perceived Sleeping Problems in Preschoolers: The Generation R Study. **Psychosom Med.**, v. 79, n. 5, p. 557–564, 2017.
- SAUNDERS, T. J. et al. Combinations of physical activity, sedentary behaviour and sleep: Relationships with health indicators in school-aged children and youth. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 41, n. 6, p. S283–S293, 2016.
- SAWYER, E.; HEUSSLER, H.; GUNNARSSON, R. Defining short and long sleep duration for future paediatric research: A systematic literature review. **Journal of Sleep Research**, v. 28, n. 6, p. 1–16, 2019.
- SCHMID, S. M. et al. Short-term sleep loss decreases physical activity under free-living conditions but does not increase food intake under time-deprived laboratory conditions in healthy men. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 90, n. 6, p. 1476–1482, 2009.
- SIEGEL, J. REM sleep. In: **Principles and practice of sleep medicine**. [s.l: s.n.]. p. 120–35.
- SIEGEL, J. M. Phylogeny and the function of REM sleep. **Behavioural Brain Research**, v. 69, n. 1–2, p. 29–34, 1995.
- SINTON, C. M.; MCCARLEY, R. W. Neurophysiological mechanisms of sleep and wakefulness: A question of balance. **Seminars in Neurology**, v. 24, n. 3, p. 211–223, 2004.
- SORIĆ, M. et al. Associations of objectively assessed sleep and physical activity in 11-year old children. **Annals of Human Biology**, v. 42, n. 1, p. 31–37, 2015.

- SOUZA, A. A. DE et al. Movement behaviors in short versus adequate nocturnal sleepers: A compositional analysis of preschoolers. **American Journal of Human Biology**, n. October, p. 1–10, 2021.
- SPENCER, R. M. C. et al. Sleep and behavior of preschool children under typical and nap-promoted conditions. **Sleep Health**, v. 2, n. 1, p. 35–41, 2016.
- STATON, S. et al. Many naps, one nap, none: A systematic review and meta-analysis of napping patterns in children 0–12 years. **Sleep Medicine Reviews**, v. 50, p. 101247, 2020.
- ŠTEFELOVÁ, N. et al. Robust compositional analysis of physical activity and sedentary behaviour data. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 10, 2018.
- STEWART, A A et al. International standards for anthropometric assessment. **Lower Hutt, New Zealand: International Society for the Advancement of Kinanthropometry**, p. 125f, 2011.
- STOUGH, C. O. et al. Are preschoolers meeting the mark? Comparing the dietary, activity, and sleep behaviors of preschoolers with obesity to national recommendations. **Journal of Pediatric Psychology**, v. 43, n. 4, p. 452–463, 2018.
- SUTHARSAN, R. et al. Rapid growth in early childhood associated with young adult overweight and obesity - evidence from a community based cohort study. **Journal of Health, Population and Nutrition**, v. 33, n. 1, p. 1–9, 2015.
- TAHERI, S. et al. Short sleep duration is associated with reduced leptin, elevated ghrelin, and increased body mass index. **PLoS Medicine**, v. 1, n. 3, p. 210–217, 2004.
- TASSITANO, R. M. et al. Clusters of non-dietary obesogenic behaviors among adolescents in Brazil: a latent profile analysis. **International Journal of Public Health**, v. 65, n. 6, p. 881–891, 2020.
- TAYLOR, R. W. et al. Changes in fat mass and fat-free mass during the adiposity rebound: FLAME study. **International Journal of Pediatric Obesity**, v. 6, n. 2–2, p. 243–251, 2011.
- TEMPL, M.; HRON, K.; FILZMOSE, P. robCompositions: An R-package for Robust Statistical Analysis of Compositional Data. **Compositional Data Analysis: Theory and Applications**, p. 341–355, 2011.
- THOMAS, S. J.; CALHOUN, D. Sleep, insomnia, and hypertension: current findings and future directions. **Journal of the American Society of Hypertension**, v. 11, n. 2, p. 122–129, 2017.
- TOMAZ, S. A. et al. Body mass index, physical activity, sedentary behavior, sleep, and gross motor skill proficiency in preschool children from a low- To middle-income urban setting. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 16, n. 7, p. 525–532, 2019.
- TORRES-LOPEZ, L. V. et al. Associations of Sedentary Behaviour, Physical Activity, Cardiorespiratory Fitness and Body Composition with Risk of Sleep-Related Breathing Disorders in Children with Overweight/Obesity: A Cross-Sectional Study. **Journal of Clinical Medicine**, v. 9, n. 5, p. 1544, 2020.
- TREMBLAY, M. S. et al. Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 8, n. 1, p. 98, 2011.
- TREMBLAY, M. S. et al. Canadian sedentary behaviour guidelines for the early years (aged

- 0-4 years). **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 37, n. 2, p. 370–380, 2012.
- 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.
- TREMBLAY, M. S. et al. Canadian 24-Hour Movement Guidelines for the Early Years (0-4 years): An Integration of Physical Activity, Sedentary Behaviour, and Sleep. **BMC Public Health**, v. 17, n. Suppl 5, 2017.
- TWENGE, J. M.; HISLER, G. C.; KRIZAN, Z. Associations between screen time and sleep duration are primarily driven by portable electronic devices: evidence from a population-based study of U.S. children ages 0–17. **Sleep Medicine**, v. 56, p. 211–218, 2019.
- UNITED NATIONS CHILDREN’S FUND (UNICEF). Prevention of Overweight and Obesity in Children and Adolescents: UNICEF Programming Guidance. **Nutrition Guidance Series**, 2019.
- VALE, S.; MOTA, J. Adherence to 24-hour movement guidelines among Portuguese preschool children: the prestyle study. **Journal of Sports Sciences**, v. 38, n. 18, p. 2149–2154, 2020.
- VALENTIN AMRHEIN, SANDER GREENLAND, B. M. ET AL. Retire statistical significance Valentin Amrhein, Sander Greenland, Blake McShane and more than 800 signatories. **Nature**, v. 567, p. 305–307, 2019.
- VAN DEN BOOGAART, K. G.; TOLOSANA-DELGADO, R. “compositions”: A unified R package to analyze compositional data. **Computers and Geosciences**, v. 34, n. 4, p. 320–338, 2008.
- VAUGHN, B. E. et al. Sleep as a Support for Social Competence, Peer Relations, and Cognitive Functioning in Preschool Children. **Behavioral Sleep Medicine**, v. 13, n. 2, p. 92–106, 2015.
- VÉZINA-IM, L. A. et al. Association Between Sleep Duration and Body Mass Index Among US Low-Income Preschoolers. **Obesity**, v. 25, n. 10, p. 1770–1775, 2017.
- WAGENMAKERS, E. J. et al. Bayesian inference for psychology. Part I: Theoretical advantages and practical ramifications. **Psychonomic Bulletin and Review**, v. 25, n. 1, p. 35–57, 2018a.
- WAGENMAKERS, E. J. et al. Bayesian inference for psychology. Part II: Example applications with JASP. **Psychonomic Bulletin and Review**, v. 25, n. 1, p. 58–76, 2018b.
- WARLAND, J. et al. Maternal sleep during pregnancy and poor fetal outcomes: A scoping review of the literature with meta-analysis. **Sleep Medicine Reviews**, v. 41, p. 197–219, 2018.
- WASSERMAN, S.; FAUST, K. Social Network Analysis in the Social and Behavioral Sciences. In: **Social Network Analysis**. [s.l: s.n.]. p. 3–27.
- WASSERSTEIN, R. L.; LAZAR, N. A. The ASA’s Statement on p-Values: Context, Process, and Purpose. **American Statistician**, v. 70, n. 2, p. 129–133, 2016.
- WHO. WHO child growth standards : length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight -for-height and body mass index-for-age : methods and development. **World Health Organization**, p. 3–312, 2006.
- WHO. **WHO Guidelines on physical activity, sedentary behaviour**. [s.l: s.n.].

WHO. **WHO Guidelines on physical activity, sedentary behaviour**. [s.l: s.n.].

WHO, W. H. O.-. Physical status: The use and interpretation of anthropometry. **World Health Organization - Technical Report Series**, n. 854, p. 1–454, 1995.

WILLIAMS, S. M. et al. Do more active children sleep more? A repeated cross-sectional analysis using accelerometry. **PLoS ONE**, v. 9, n. 4, p. 3–10, 2014.

WOOD, B. et al. Light level and duration of exposure determine the impact of self-luminous tablets on melatonin suppression. **Applied Ergonomics**, v. 44, n. 2, p. 237–240, 2013.

WU, R. et al. Sleep patterns in Chinese preschool children: A population-based study. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, v. 14, n. 4, p. 533–540, 2018.

WYSZYŃSKA, J. et al. Association between objectively measured body composition, sleep parameters and physical activity in preschool children: A cross-sectional study. **BMJ Open**, v. 11, n. 1, p. 1–8, 2021.

XIU, L. et al. Sleep and adiposity in children from 2 to 6 years of age. **Pediatrics**, v. 145, n. 3, 2020.

ZHANG, G. et al. Television watching and risk of childhood obesity: A meta-analysis. **European Journal of Public Health**, v. 26, n. 1, p. 13–18, 2016.

ZHANG, S. et al. Applications of social network analysis to obesity: a systematic review. **Obesity Reviews**, v. 19, n. 7, p. 976–988, 2018.

ZIMMERMAN, F. J. Children's Media Use and Sleep Problems: Issues and Unanswered Questions. Research Brief. **Henry J. Kaiser Family Foundation**, n. June, p. 1–8, 2008.

APÊNDICES

APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO

Link para o questionário:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdjA_V4o3DiJuKoSo3K_ArBf1ghAEWoxh8Iv7ugUy_n_LtsbQ/viewform

Nome do pai, mãe, ou responsável legal: _____

Endereço: _____

Telefone atual: _____

WhatsApp: _____

Data da coleta: ____ / ____ / ____

Nome da criança: _____

Data de nascimento da criança: ____ / ____ / ____

CREI que a criança estuda: _____

Com quantas semanas a criança nasceu? _____

Seu (ua) filho (a) nasceu prematuro (a)?

☐ Sim

☐ Não

Peso ao nascer: _____

Sexo:

☐ Masculino

☐ Feminino

Cor da pele:

☐ Branca

☐ Preta

☐ Parda

☐ Indígena

Tem irmãos?

☐ Sim

☐ Não

Quantos irmãos? _____

Quem é responsável pelos cuidados diários da criança?

☐ Mãe

☐ Pai

- ☐ Irmãos (ãs)
- ☐ Tios (ias)
- ☐ Avós
- ☐ Outros

Reside com os pais?

- ☐ Só com a mãe
- ☐ Só com o pai
- ☐ Com a mãe e o pai
- ☐ Outros

Escolaridade da mãe:

- ☐ Não alfabetizada
- ☐ Ensino fundamental incompleto
- ☐ Ensino fundamental completo
- ☐ Ensino médio incompleto
- ☐ Ensino médio completo
- ☐ Ensino superior incompleto
- ☐ Ensino superior completo
- ☐ Não sabe/não quer responder

Escolaridade do pai:

- ☐ Não alfabetizada
- ☐ Ensino fundamental incompleto
- ☐ Ensino fundamental completo
- ☐ Ensino médio incompleto
- ☐ Ensino médio completo
- ☐ Ensino superior incompleto
- ☐ Ensino superior completo
- ☐ Não sabe/não quer responder

Renda familiar mensal:

- ☐ Menos de 255,00
- ☐ De 255,00 a 510,00
- ☐ De 510,00 a 1.020,00
- ☐ De 1.020,00 a 2.040,00
- ☐ De 2.040,00 a 5.100,00
- ☐ Mais de 5.100,00
- ☐ Não sabe responder
- ☐ Não quer informar

Profissão da mãe: _____

Profissão do pai: _____

Quantos adultos vivem na casa:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 5

☐ 5 ou mais

Quantas crianças vivem na casa:

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 5

☐ 5 ou mais

Em um dia típico de semana, que horas a criança dorme? _: _____

Em um dia típico de semana, que horas a criança acorda? _: _____

Em um dia típico de final de semana, que horas a criança dorme? _____: _____

Em um dia típico de final de semana, que horas a criança acorda? _____: _____

Seu filho participa de alguma atividade física organizada, como esportes, lutas, dança, entre outros?

☐ Sim

☐ Não

Se sim, quantas vezes por semana? _____

Qual a duração de cada sessão? _____

A criança tem acesso a TV?

☐ Sim

☐ Não

Se sim, em um dia de semana, quantas horas ela passa assistindo TV? _____

E em um dia de final de semana, quantas horas ela passa assistindo TV? _____

A criança tem acesso a celular?

☐ Sim

☐ Não

Se sim, em um dia de semana, quantas horas ela passa usando o celular? _____

E em um dia de final de semana, quantas horas ela passa usando o celular? _____

A criança tem acesso a computador, notebook ou tablet?

☐ Sim

☐ Não

Se sim, em um dia de semana, quantas horas ela passa usando esses equipamentos? _____

E em um dia de final de semana, quantas horas ela passa usando esses equipamentos?

ANEXOS

ANEXO I – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA
PROJETO MOVEMENT'S COOL**

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Prezado (a) Senhor (a)

Este projeto é sobre NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA E FATORES SOCIAIS, FÍSICOS, PSICOLÓGICOS, COMPORTAMENTAIS E AMBIENTAIS da criança, e está sendo desenvolvido pelo Grupo de Estudos em Atividades físicas e Desfechos em Saúde (GEADES), que compõe o Laboratório de Estudos em Treinamento Físico Aplicado ao Desempenho e à Saúde (LETFADS), sob a orientação da Prof^a. Dr^a. CLARICE MARIA DE LUCENA MARTINS.

O objetivo do estudo é avaliar a relação entre os níveis de atividade física e os diversos fatores que podem influenciar e serem influenciados pela prática de atividade física, tais como habilidades motoras, peso corporal, frequência cardíaca, função executiva e o ambiente em que os pré-escolares dos CREIs do município de João Pessoa-PB estão inseridos.

Solicitamos a sua colaboração para coletar dados da sua criança quanto às características da composição corporal (peso, altura, idade, e outras medidas corporais), frequência cardíaca, mapeamento das ondas cerebrais, além da realização de alguns testes físicos que avaliarão o nível de habilidades motoras e a prática de atividade física que ele (a) realiza dentro e fora da escola. Realizaremos também três jogos em dispositivos eletrônicos que analisarão aspectos relacionados ao desenvolvimento da inteligência da sua criança. Solicitamos ainda sua colaboração em responder ao questionário que está junto a esta folha, para que possamos avaliar os estímulos físicos realizados à sua criança, como também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área de saúde e publicar em revistas científicas. Por ocasião da publicação dos resultados, o seu nome e o da sua criança será mantido em sigilo.

Informamos que essa pesquisa não oferece riscos previsíveis para a sua saúde.

Esclarecemos que a participação da criança é voluntária, portanto o (a) senhor (a) não é obrigado (a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas. Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano, nem haverá modificação na assistência que vem recebendo na Instituição.

Os pesquisadores estarão à sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecido (a) e dou o meu consentimento para minha criança participar da pesquisa e para a publicação dos resultados. Estou ciente que receberei uma cópia desse documento.

Assinatura do Responsável Legal



Espaço para impressão datiloscópica

Assinatura da Testemunha

Contato com o Pesquisador (a) Responsável:

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor contatar o (a) pesquisador (a) Clarice Maria de Lucena Martins. Endereço: Cidade Universitária, s/n – Castelo Branco, João Pessoa, CEP 57051-900, telefones: (83) 99993-0116. Email: claricemartinsufpb@gmail.com.

Ou

Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba - Centro de Ciências da Saúde - 1º andar, Campus I - Cidade Universitária CEP: 58.051-900 - João Pessoa-PB. Telefone: (083) 3216-7791. Email: eticaccsufpb@hotmail.com.

Atenciosamente,

Assinatura do Pesquisador Responsável

Obs.: O participante e o pesquisador responsável deverão rubricar todas as folhas do TCLE apondo suas assinaturas na última página do referido Termo.

ANEXO II – SINTAXE NA LINGUAGEM R UTILIZADA PARA A ANÁLISE DE CLUSTER

```
install.packages("tidyLPA")
install.packages("dplyr")
library(tidyLPA)
library(dplyr)
```

```
Dataatende <- read.delim(file.choose())
View(Dataatende)
```

```
Modeloatende <- Dataatende %>%
  select(SB, TPA, MVPa, Age) %>%
  single_imputation() %>%
  scale() %>%
  estimate_profiles(1:6, variances = "equal", covariances = "zero")
```

Modeloatende

```
plot_profiles(Modeloatende)
plot_density(Modeloatende)
get_data(Modeloatende)
get_fit(Modeloatende)
get_estimates(Modeloatende)
```

```
Datanãoadere <- read.delim(file.choose())
View(Datanãoadere)
```

```
Modelonãoadere <- Datanãoadere %>%
  select(SB, TPA, MVPa, Age) %>%
  single_imputation() %>%
  scale() %>%
  estimate_profiles(1:6, variances = "equal", covariances = "zero")
```

Modelonãoadere

```
plot_profiles(Modelonãoadere)
plot_density(Modelonãoadere)
get_data(Modelonãoadere)
get_fit(Modelonãoadere)
get_estimates(Modelonãoadere)
```

ANEXO III – SINTAXE NA LINGUAGEM R UTILIZADA PARA A ANÁLISE DE REDES GERAIS E DE CAMINHO

```

library(readxl)
cor1 <- read_excel("2021/Artigos/Artigo_3.1_Sono_Network_BMI/Pathway_analysis.xlsx")
View(cor1)

install.packages("qgraph")
library("qgraph")
install.packages("lavaan")
library("lavaan")

cor1=cor_auto(sleep)
network <- qgraph(cor(sleep), # correlações
  layout = 'spring',
  labels = colnames(sleep), #' cada nodo terá o nome da coluna de *Data*
  graph = 'pcor', #' *correlações parciais*
  sampleSize = 272, #' tamanho amostral
  legend = F,
  theme = 'colorblind',
  vsize = ifelse(colnames(sleep) == "Sle", 12, 8))

# Flow Sleep
flow(network, from = 'Sle')
#Caminhos de Sleep para BMI
pathways(network, from = "Sle",to = "BMI", fading = 0.25)
#Caminhos de Sleep para MVPA
pathways(network, from = "Sle",to = "MVPA", fading = 0.25)
#Caminhos de Sleep para Screen
pathways(network, from = "Sle",to = "Scr", fading = 0.25)
#Centralidade
centralityPlot(network,
  include = 'all',
  orderBy = 'ExpectedInfluence')
#Fixando com TPA (maior influência esperada)
network <- qgraph(cor(sleep), # correlações
  layout = 'spring',
  labels = colnames(sleep), #' cada nodo terá o nome da coluna de *Data*
  graph = 'pcor', #' *correlações parciais*
  sampleSize = 272, #' tamanho amostral
  legend = F,
  theme = 'colorblind',
  vsize = ifelse(colnames(sleep) == "TPA", 12, 8))
#Caminho TPA para todos os outros nós
pathways(network, from = "Sle",to = 1:7, fading = 0.25)
# Flow TPA
flow(network, from = 'TPA')

```