

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EPIDEMIOLOGIA



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Análises composicionais de atividade física, comportamento sedentário e tempo de sono em ciclos de 24 horas e seu efeito transversal e longitudinal na adiposidade de adolescentes

RENATA DE LIMA CONTREIRA

PELOTAS, 2023

Análises composicionais de atividade física, comportamento sedentário e tempo de sono em ciclos de 24 horas e seu efeito transversal e longitudinal na adiposidade de adolescentes

A apresentação desta Dissertação de Mestrado ao Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Pelotas, é requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Epidemiologia.

Orientador: Prof. Dr. Inácio Crochemore Mohnsam da Silva

Coorientadora: Andrea Tuchtenhagen Wendt

Pelotas, 2023

C764a Contreira, Renata de Lima

Análises composicionais de atividade física, comportamento sedentário e tempo de sono em ciclos de 24 horas e seu efeito transversal e longitudinal na adiposidade de adolescentes / Renata de Lima Contreira ; Inácio Crochemore Mohnsam da Silva, orientador ; Andrea Tuchtenhagen Wendt, coorientadora. — Pelotas, 2023.

143 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Pelotas, 2023.

1. Epidemiologia. 2. Comportamento sedentário. 3. Atividade física. 4. Adiposidade. 5. Coorte de nascimento. I. Silva, Inácio Crochemore Mohnsam da, orient. II. Wendt, Andrea Tuchtenhagen, coorient. III. Título.

CDD : 614.4

RENATA CONTREIRA

Análises composicionais de atividade física, comportamento sedentário e tempo de sono em ciclos de 24 horas e seu efeito transversal e longitudinal na adiposidade de adolescentes

Data da Defesa: 26 de maio de 2023.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Inácio Crochemore Mohnsam da Silva - orientador
Universidade Federal de Pelotas
Presidente

Prof^a. Dr^a. Bruna Gonçalves Cordeiro da Silva(examinadora)
Universidade Federal de Pelotas
Examinadora interna

Prof^a. Dr^a. Kelly Samara da Silva (examinadora)
Universidade Federal de Santa Catarina
Examinadora externa

AGRADECIMENTOS

Enfim o dia mais esperado chegou, o final do mestrado! Como sempre ao final de cada ciclo temos muito e há muitos para agradecer.

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado sabedoria, dedicação e perseverança para chegar até aqui.

Agradeço à minha família por sempre apoiar as minhas decisões e oferecer suporte quando necessário. Sobretudo, ao meu irmão César que esteve mais presente durante este período da pós-graduação, oferecendo apoio operacional para que eu pudesse ter mais tempo dedicado aos estudos.

Essencialmente, é preciso lembrar e agradecer aos bons professores que tive ao longo da vida acadêmica em especial a quatro mulheres que plantaram a sementinha da pesquisa em mim e abriram portas que me direcionaram para a Epidemiologia: Elma Izze, Angélica Osório, Denise Gigante e Renata Bielemann.

Um agradecimento aos meus colegas de mestrado pela parceria e companheirismo nos estudos também é importante. Especialmente às minhas queridas “Petits” Andressa Cardoso, Larissa Neves, Laura Goularte e Luciana Perrone, que juntas formamos um quinteto incrível e forte. A pós-graduação é um tempo difícil, desafiador, cheio de crises existenciais, dilemas e surtos, mas a certeza do apoio de vocês tornou esta etapa mais leve, divertida e suportável. Gratidão ao nosso convívio que transcendeu à sala de aula, tornando-se amizade boa e para a vida.

Trazer à lembrança outras pessoas que em algum momento se fizeram ou ainda estão presentes na minha vida também é essencial, por isso agradeço a todos os demais amigos de longa ou curta data que, com carinho sempre torcem pelo meu sucesso e vibram com as minhas conquistas.

Ao Bruno Gaudino, agradeço pelas importantes contribuições nas análises.

Concluindo, agradeço ao Grupo de Pesquisa em Acelerometria (GEPEA) que me acolheu desde o primeiro momento, este grupo é incrível, puro alto astral, composto por pessoas extremamente competentes e dedicadas ao que fazem. O convívio com vocês foi fundamental para o meu crescimento e o desenvolvimento deste trabalho.

Por fim, agradeço às pessoas mais importantes desta trajetória, às quais possibilitaram a construção/execução deste trabalho, aos meus queridos, orientador Inácio e coorientadora Andrea. Cada um com suas características que juntas fizeram de vocês uma

dupla perfeita, assertiva, acessível, compreensível e sempre disposta a ajudar. Tenham certeza de que essa jornada só chegou ao final, com êxito, porque ela foi trilhada com o incansável apoio de vocês que confiaram na minha capacidade em todas as vezes que eu mesmo duvidei. Obrigada por serem essas pessoas extraordinárias, de corações generosos! Saibam que carrego um grande orgulho e imensa gratidão por ter trabalhado com vocês e desejo que a vida retribua com abundância a tudo que fizeram por mim.

RESUMO

CONTREIRA, Renata de Lima. **Análises composicionais de atividade física, comportamento sedentário e tempo de sono em ciclos de 24 horas e seu efeito transversal e longitudinal na adiposidade de adolescentes.** Dissertação (Mestrado em Epidemiologia) – Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2023.

A obesidade, caracterizada principalmente pelo excesso de gordura corporal, é considerada um problema de saúde pública global em ascensão, tendo praticamente triplicado nas últimas quatro décadas. A causa fundamental do acúmulo excessivo de gordura corporal é o desequilíbrio energético, porém diversos outros fatores contribuem para o acúmulo de peso, incluindo aspectos comportamentais como atividade física, comportamento sedentário e sono. Estes comportamentos há muito tempo vêm sendo estudados de forma individual. No entanto, a literatura recente passou a apontar a interrelação destes comportamentos e que, por serem codependentes, devem ser estudados como tal. Assim, surgiu a análise de dados composicionais, uma nova abordagem analítica que busca entender a relação simultânea de atividade física, comportamento sedentário e sono com a saúde. Associada a esta abordagem, se utiliza uma técnica denominada substituição isotemporal composicional que, consiste na realocação de tempo entre os comportamentos a fim de estimar os efeitos em um desfecho de saúde. Deste modo, esta dissertação teve por objetivo investigar os efeitos das realocações de tempo entre os comportamentos de movimento em ciclos de 24 horas na adiposidade corporal de adolescentes utilizando uma abordagem de dados composicionais e substituição isotemporal composicional. Para este estudo, foram realizadas análises transversais e longitudinais avaliando jovens aos 11 e 15 anos pertencentes à Coorte de Nascimentos de 2004, de Pelotas. Atividade física leve, moderada, vigorosa, comportamento sedentário e sono foram estimados por acelerômetros de punho e conjuntamente formaram o ciclo de 24 horas que, foi a exposição utilizada. O desfecho foi o percentual de gordura corporal estimado por absorciometria de raios X de dupla energia (DEXA). Inicialmente foram realizadas análises descritivas para caracterizar a amostra e, para lidar com a colinearidade dos comportamentos, a análise de dados composicionais foi utilizada. A substituição isotemporal composicional de 30 minutos também foi utilizada para a realocação de tempo entre os comportamentos e a regressão linear aplicada para estimar o efeito dessas mudanças na

composição dos ciclos de 24 horas sobre a adiposidade em análises brutas e ajustadas. Tanto os resultados transversais aos 15 anos e longitudinais aos 11 e 15 anos brutos demonstraram que a realocação de tempo de atividade física moderada a vigorosa para os outros comportamentos investigados (atividade física leve, comportamento sedentário e sono) foi associada ao aumento no percentual de gordura corporal e as realocações reversas, ou seja, realocações dos outros comportamentos para atividade física moderada a vigorosa foram associadas a redução deste indicador. Porém, nas análises ajustadas, nenhuma associação foi observada. Considerando diversos fatores de confusão, os resultados deste trabalho demonstraram que não há associação entre as realocações dos comportamentos de movimento do ciclo de 24 horas e adiposidade corporal em adolescentes.

Palavras-chave: Comportamento Sedentário; Sono; Atividade Física; Adiposidade; Coorte de Nascimento.

ABSTRACT

CONTREIRA, Renata de Lima. **Compositional analysis of physical activity, sedentary behavior and sleep time in 24-hour cycles and their cross-sectional and longitudinal effect on adiposity in adolescents.** Dissertation (Master's in Epidemiology) – Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2023.

Obesity, characterized mainly by excess body fat, is considered a global public problem on the rise, having tripled in the last four decades. The fundamental cause of excessive accumulation of body fat is energy imbalance, but several other factors contribute to weight accumulation, including behavioral aspects such as physical activity, sedentary behavior and sleep. These behaviors have long been studied individually. However, recent literature has started to point out the interrelation of these behaviors and that, as they are codependent, they should be studied as such. Thus, compositional data analysis emerged, a new analytical approach that seeks to understand the simultaneous relationship of physical activity, sedentary behavior and sleep with health. Associated with this approach, a technique called compositional isometric substitution was used to study the effects on the health outcome. Thus, this dissertation aimed to investigate the effects of time reallocations between movement behaviors in 24-hour cycles on body adiposity in adolescents using a compositional data approach and isometric substitution. For this study, cross-sectional and longitudinal analysis were estimated by wrist accelerometers and together they formed 24-hour cycle, which was the exposure used. The outcome was percentage of body fat estimated by dual-energy-x-ray-absorptiometry (DEXA). Initially, descriptive analysis was carried out to characterize the sample and, to deal with the collinearity of behaviors, compositional data analysis was used. The 30 minute compositional isometric substitution was also used to reallocate time between behaviors and applied linear regression to estimate the effect of these changes on composition of 24-hour cycles on adiposity in crude and adjusted analysis. Both the cross-sectional results at 15 years and the longitudinal results at 11 and 15 years raw demonstrated that the reallocation of time from moderate-to-vigorous physical activity to the other investigated behaviors (light physical activity, sedentary behavior and sleep) was associated with an increase in the percentage of body fat and reverse reallocations, that is, reallocations from other behaviors to moderate-to-vigorous physical activity were associated with a reduction in this indicator. However in the adjusted analysis,

no association was observed. Considering several confounding factors, the results of this study demonstrated that there is no association between the reallocations of movement behaviors in the 24-hour cycle and body adiposity in adolescents.

Key words: Sedentary Behavior; Sleep; Physical Activity; Adiposity; Birth Cohort.

SUMÁRIO

Apresentação	12
Projeto de Pesquisa.....	13
Relatório de Trabalho de Campo.....	94
Artigo original	115
Comunicado à imprensa.....	142

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação está constituída, de acordo com as normas do Programa de Pós-graduação em Epidemiologia da Universidade Federal de Pelotas, pelo projeto de pesquisa revisado após período de qualificação, relatório de campo descrevendo o envolvimento em coletas de dados na Coorte de Nascimentos de 2004 de Pelotas, o produto principal contendo artigo científico formatado para submissão no Cadernos de Saúde Pública, e um breve comunicado à imprensa.

PROJETO DE PESQUISA

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EPIDEMIOLOGIA**



PROJETO DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Análises composicionais de atividade física, comportamento sedentário e tempo de sono em ciclos de 24 horas e seu efeito na adiposidade de adolescentes

RENATA DE LIMA CONTREIRA

PELOTAS, 2021

Renata de Lima Contreira

Análises composicionais de atividade física, comportamento sedentário e tempo de sono em ciclos de 24 horas e seu efeito na adiposidade de adolescentes

Projeto de Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Epidemiologia.

Orientador: Prof. Dr. Inácio Crochemore Mohnsam da Silva

Coorientadora: Andrea Tutchenhagen Wendt

Pelotas, 2021

SUMÁRIO DO PROJETO DE PESQUISA

1. INTRODUÇÃO.....	18
2. REVISÃO DE LITERATURA	22
2.1 Composição Corporal	22
2.2. Métodos de avaliação da composição corporal.....	24
2.3 Análises Composicionais e Substituição Isotemporal.....	26
2.4. Análises composicionais e seus efeitos na composição corporal.....	29
2.5. Características e resultados dos estudos selecionados	45
3. MODELO CONCEITUAL E MARCO TEÓRICO	48
4. JUSTIFICATIVA.....	53
5. OBJETIVOS	55
5.1 Objetivo Geral.....	55
5.2 Objetivos Específicos	55
6. HIPÓTESES	56
7. MÉTODOS	57
7.1. Delineamento	57
7.2. População em estudo	57
7.4. Critérios de inclusão para este projeto	57
7.3. Coorte de nascimentos de 2004 de Pelotas	57
7. 3. 1.1 Acompanhamento dos 11 anos	58
7. 3. 1. 2. Localização dos Participantes.....	59
7. 3. 1. 4. Agendamento das visitas/ Logística.....	60
7. 3. 2. 1. Acompanhamento dos 15 anos	63
7. 3. 2. 2. Localização dos Participantes.....	64
7. 3. 2. 3. Seleção e treinamento de pessoal / Estudo Piloto.....	65
7. 3. 2. 4. Agendamento das visitas/ Logística.....	65
7. 3. 2. 5. Acelerometria.....	66
7. 3. 2. 6. DEXA	67

7.5. Cálculo do tamanho de amostra	68
7.6. Instrumentos e Definição operacional das variáveis.....	68
7.6.1 Acelerômetros e Variável Independente.....	68
7. 6. 2. DEXA e Variável Dependente	70
8. PROCESSAMENTO E ANÁLISE DE DADOS.....	72
9. CONTROLE E QUALIDADE DOS DADOS	74
10. DIVULGAÇÃO DOS DADOS E PRODUTOS ESPERADOS.....	75
11. ASPÉCTOS ÉTICOS.....	76
12. LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	77
13. ORÇAMENTO/ FINANCIAMENTO.....	78
14. CRONOGRAMA	79
15. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80

1. INTRODUÇÃO

A obesidade é considerada como uma doença crônica multifatorial não transmissível, caracterizada principalmente pelo acúmulo excessivo de gordura corporal, e vem sendo entendida como uma epidemia global (WHO, 2017). Estimativas recentes indicam que a prevalência de sobrepeso e obesidade têm aumentado em todo o mundo e praticamente triplicou nas últimas quatro décadas. Em, 2016, 39% da população adulta apresentava excesso de peso. Em crianças e adolescentes, em 1975, a prevalência de excesso de peso era de 4%, destes 1% apresentava obesidade. Com um aumento significativo em 2016, essas prevalências chegaram a mais de 18% e 7%, respectivamente (RISK; COLLABORATION, 2017; WHO, 2017).

No Brasil, a última estimativa da Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) indicou que a prevalência de excesso de peso em adultos, nos últimos 20 anos, aumentou de 43,3% para 61,7%. Neste mesmo período a obesidade duplicou de 12,0% para 26,5%. Em adolescentes (15 a 17 anos) a prevalência de excesso de peso foi de 19,4% e, dentre estes, 6,7% apresentavam obesidade, sendo maior nas meninas (PNS,2019). A obesidade pode ser mensurada em níveis populacionais por meio do cálculo do índice de massa corporal (IMC). O IMC maior que 25 kg/m² e maior que 30 kg/m² são caracterizados como sobrepeso e obesidade, respectivamente (WHO, 2000). Em adolescentes, os mesmos cálculos são realizados, mas os critérios para definir sobrepeso ou obesidade partem de uma comparação específica por idade e sexo com curvas de referências da Organização Mundial da Saúde (OMS) (WHO,2007). Para crianças, adolescentes e adultos, o excesso de peso detectado pelo IMC está fortemente relacionado a medidas elevadas de percentual de gordura corporal e a circunferência da cintura (WHO, 2000; WHO,2007).

Cabe ressaltar também que o excesso de peso se distribui de maneira diferente na população. Em países de renda alta, os homens apresentam taxas mais elevadas de sobrepeso e obesidade, enquanto nos países de renda média e baixa as mulheres apresentam taxas mais elevadas (GBD,2017). Considerando apenas a obesidade, a prevalência é maior entre as mulheres independente do índice socioeconômico do país (RISK; COLLABORATION,2017; GBD,2017). Entre crianças e adolescentes, a prevalência de obesidade é maior nos países de renda alta, mas também tem crescido nos países de renda média-baixa (RISK; COLLABORATION,2017).

O excesso de gordura corporal na adolescência está associado a diversas consequências negativas para a saúde, como maior obesidade na vida adulta, maior risco e

início precoce de doenças crônicas, incluindo diabetes tipo 2, câncer, doença renal crônica, doenças cardiovasculares, depressão e à mortalidade na vida adulta (LEE; YONN,2018).

A causa fundamental do excesso de gordura corporal é um desequilíbrio entre consumo e gasto energético. No entanto, a obesidade é multideterminada, incluindo aspectos ambientais, culturais, sociais, genéticos e metabólicos no seu desenvolvimento, facilitando o acúmulo de gorduras e dificultando o emagrecimento (BUFF et al, 2007). Fatores comportamentais como a inatividade física e o comportamento sedentário são fortes influenciadores no excesso de peso (WHO,2018). Assim, mais tempo gasto em atividade física, menor tempo em comportamento sedentário e sono adequado podem contribuir para a manutenção do peso ideal (SAUNDERS et al, 2016).

A atividade física é definida pelo movimento corporal produzido pela contração voluntária dos músculos esqueléticos que resulta em gasto de energia, e pode ser categorizada pela intensidade baseada em equivalentes metabólicos da tarefa (METs). Assim, atividades físicas entre 1,5 e 2,9 METs são consideradas leves, entre 3 e 5,9 METs moderadas e a partir de 6 METs, vigorosas (CASPERSEN, POWELL, CHRISTENSON, 1985) (STRATH et al,2013). As evidências dos benefícios da atividade física para a saúde física, mental e cognitiva vêm sendo estabelecidas em todas as idades (BULL et al, 2020).

Em recente revisão sistemática, Poitras e colaboradores (2016) evidenciaram que em crianças e adolescentes a atividade física, em diferentes intensidades, está associada a vários desfechos positivos em saúde, dentre esses a redução da adiposidade corporal, contribuindo para a manutenção do peso saudável (POITRAS et al, 2016). No entanto, estimativas globais, do ano de 2020, indicam que 81% dos adolescentes não atingem as recomendações de atividade física da OMS de 2010, que é de pelo menos 60 min/dia de atividade física de intensidade moderada a vigorosa (AFMV) durante todos os dias da semana envolvendo, em pelo menos três dias da semana, atividades de fortalecimento dos músculos e ossos (GUTHOLD et al, 2020; WHO, 2020).

O comportamento sedentário, definido como o baixo gasto de energia, menor ou igual a 1,5 METs, no período de vigília em uma postura reclinada ou sentada (TREMBLAY et al, 2017), acarreta vários efeitos prejudiciais à saúde, como piora da aptidão física, aumento da incidência de doenças cardiovasculares e da adiposidade corporal (BULL et al, 2020). Uma revisão sistemática sobre comportamento sedentário e indicadores de saúde em crianças e jovens, sintetizou 235 estudos realizados em 71 países, incluindo 1.795.329 indivíduos. A revisão evidenciou que maior tempo gasto em atividades sedentárias favorece o surgimento do sobrepeso e da obesidade (CARSON et al, 2016). O Guia de Atividade Física para a

População Brasileira indica que, para indivíduos de 6 a 17 anos, o tempo de tela deve ser limitado a no máximo 2 horas diárias e recomenda que o comportamento sedentário pode ser reduzido, movimentando-se por pelo menos 5 minutos a cada hora de comportamento sentado ou reclinado ou deitado (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021).

Outro elemento que compõe uma rotina de 24 horas e que também está associado a desfechos de saúde, incluindo o sobrepeso e obesidade, é o sono, o qual é caracterizado pela inibição dos músculos voluntários e atividade sensorial e consciência reduzida (CARSKADON; DEMENT, 2011). O sono é considerado a extremidade mais baixa da intensidade de gasto energético (0,95 METs) (CARSKADON; DEMENT, 2011; AINSWORTH et al, 2011).

Manter um sono adequado em quantidade e qualidade é essencial para um bom desempenho das atividades diárias e bem-estar ao longo do dia. A curta duração do sono, ou seja, um tempo de sono inferior a 7 horas, está associada a resultados adversos à saúde, como mortalidade, acidente vascular cerebral e doença coronariana, diabetes tipo 2 e hipertensão (CAPPUCIO et al, 2010; CAPPUCIO et al, 2011; STRANGES et al, 2010). Em adolescentes a duração do sono é afetada por diferentes fatores comportamentais, psicológicos, sociais e ambientais e o sono insuficiente está associado a déficits de desempenho acadêmico, transtornos de humor e comportamento e depressão (O'BRIEN, 2009). Uma recente revisão sistemática com 42 estudos prospectivos indicou que o sono inadequado em quantidade e qualidade está associado a maior risco de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes (MILLER et al, 2018).

Recomendações da Fundação Nacional do Sono dos Estados Unidos indicam que crianças em idade escolar (6-13 anos) devem dormir entre 9 a 11 horas por noite enquanto que adolescentes (14-17 anos) necessitam de uma noite de sono entre 8 e 10 horas (HIRSHKOWITZ et al, 2015). Não existem, até o momento, recomendações para a duração do sono de jovens brasileiros.

Atividade física insuficiente, comportamento sedentário e tempo de sono não satisfatório são comportamentos que vêm sendo estudados como fatores de risco para a saúde há muito tempo, mas de forma independente ((POITRAS et al, 2016; MILLER et al, 2018; GUTHOLD et al, 2020)

Estudos recentes sugerem que estes comportamentos estão inter-relacionados e são codependentes, portanto, devem ser analisados de maneira integrada, como dados composicionais de um dia que é finito e limitado a 24 horas ou 1440 minutos (PEDISIC, 2014; CHAPUT et al, 2014). Por serem comportamentos que compõem o total do dia, modificações

em um dos comportamentos especificamente, afetam o tempo gasto nos demais dentro de 24 horas. Nesse sentido, um equilíbrio entre estes comportamentos sugere a possibilidade do alcance da “saúde ideal” (TREMBLAY et al., 2007).

Uma das formas de avaliar o uso do tempo nos 1440 minutos do dia é a análise composicional de dados. A composição é formada por proporções quantitativas que compõem um todo. Por exemplo, um dia tem 24 horas e no decorrer deste período um indivíduo tem necessariamente variados comportamentos dentre estes o sono, comportamento sedentário e atividade física. A análise de dados composicionais tem sido utilizada para investigar as implicações da integração destes comportamentos na saúde (CHASTIN et al, 2015; CARSON et al, 2016; MERT et al, 2016). Essa abordagem integrativa entre os comportamentos tem ganhado destaque entre os pesquisadores e pode ser também denominada como pesquisa do uso do tempo (PEDISIC, 2014).

Nesse contexto, a abordagem estatística utilizada nas análises para ver associação entre os dados composicionais e um desfecho de saúde é predominantemente denominada de substituição isotemporal composicional. Essa abordagem consiste em modelos de realocação de uso do tempo em diferentes comportamentos (sono, comportamento sedentário e diferentes níveis de atividade física) a fim de estimar seus potenciais efeitos em um desfecho de saúde. O efeito dessa realocação leva em conta o tempo gasto em um comportamento em relação aos outros, visto que são comportamentos interdependentes (PEDISIC, 2014; DUMUID et al, 2018).

Como exemplo, um estudo utilizando análises composicionais e substituição isotemporal, de delineamento transversal, realizado com 1247 adultos, nos Estados Unidos, avaliou os comportamentos em 24 horas, de maneira objetiva por meio de sensor de movimento e subjetiva através de recordatório de atividade física (KIM et al, 2021). Os autores evidenciaram que utilizando os dados dos acelerômetros, uma realocação de 10 minutos de comportamento sedentário para AFMV ou (atividade física de intensidade leve (AFL) gerou uma redução de 0,14 unidades do IMC (KIM et al, 2021).

Embora o avanço do uso de acelerômetros em pesquisas populacionais tenha possibilitado a utilização dessas novas abordagens, análises composicionais ainda são pouco exploradas na literatura, especialmente em adolescentes. Recentes revisões sistemáticas e narrativas demonstraram que a maioria dos estudos realizados são de delineamento transversal, com crianças ou adultos e predominantes de países de alta renda (CHAPUT; SAUNDERS; CARSON, 2017; ROLLO; ANTSYGINA; TREMBLAY, 2020).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Composição Corporal

A avaliação da composição corporal é importante para determinar a condição física e nutricional dos indivíduos, essencial para descrever o desenvolvimento e crescimento humano estando diretamente relacionada ao estado de saúde. Além disso, a avaliação da composição corporal se faz necessária para compreender a origem do processo saúde-doença e para o estabelecimento e monitoramento de intervenções nutricionais e terapêuticas (LOHMAN, 1992; THIBAUT; GENTON; PICHARD, 2012 ANDREOLI et al, 2016).

Os componentes corporais, como exemplo, a massa muscular, a densidade mineral óssea, sofrem alterações ao longo do ciclo vital e as mudanças são influenciadas por diversos aspectos fisiológicos de maturação, crescimento e envelhecimento, além de outros fatores como hábitos alimentares, nível de atividade física e outras características comportamentais (CAMERON, 2002). Neste sentido, a avaliação da composição corporal tem recebido importância cada vez maior devido às mudanças das dinâmicas comportamentais nas sociedades e do papel dos componentes corporais na saúde humana.

Para a avaliação da composição corporal tem-se como base a divisão do corpo em diferentes compartimentos, podendo esta separação ser feita em diferentes modelos de dois, três, quatro ou mais compartimentos. O primeiro modelo de dois compartimentos foi proposto por Behnke (1942) e tem por finalidade estimar a massa gorda (gordura corporal) e a massa livre de gordura (demais componentes corporais) (BEHNKE, 1942). O modelo de três compartimentos foi proposto por Siri (1961) e incluiu a estimativa de um terceiro componente, a água corporal total, onde a massa livre de gordura foi dividida em água corporal total e os sólidos restantes (proteínas e minerais e massa seca livre de gordura) (SIRI, 1961). Posteriormente, o modelo de quatro compartimentos que divide o corpo em gordura, água, proteína e mineral também foi desenvolvido. Este método, geralmente é limitado a ambientes clínicos devido ao custo e a necessidade do equipamento para as medidas (WELLS et al., 1999).

Por fim, temos o modelo multicompartimental que usa vários métodos para medir o mesmo compartimento utilizando-os como confirmação uns dos outros. O modelo proposto por Wang e colaboradores (1992), tem como base o modelo de cinco níveis de complexidade da composição corporal: I. atômico, II. molecular, III. celular, IV. tecidual, e V. corpo inteiro (Figura 1) (WANG et al, 1992; ELLIS, 2000; KURIYAN, 2018). Abaixo estão descritos os

componentes dos modelos de cinco níveis de complexidade (HEYMSFIELD, WANG et al. 1997; Ellis 2000):

I. Atômico – Formado por 11 elementos químicos. Em torno de 96% da massa corporal é contabilizada basicamente por quatro elementos: oxigênio, carbono, hidrogênio e nitrogênio. Outros elementos importantes são cálcio, potássio, fósforo, enxofre, sódio, cloro e magnésio;

II. Molecular - Consiste de seis componentes (água, lipídios, proteínas, carboidratos, minerais ósseos e minerais de tecidos moles);

III. Celular - Inclui sólidos extracelulares, fluidos extracelulares e as células;

IV. Tecidual - Formado pelo tecido adiposo, músculo esquelético, órgãos viscerais e osso. Também são enquadrados nesse grupo os órgãos individuais, como o cérebro, coração, fígado e baço;

V. Corpo inteiro - Compreendido pelos membros, tronco e cabeça. Este modelo tornou-se padrão-ouro para a pesquisa da composição corporal (ELLIS,2000).

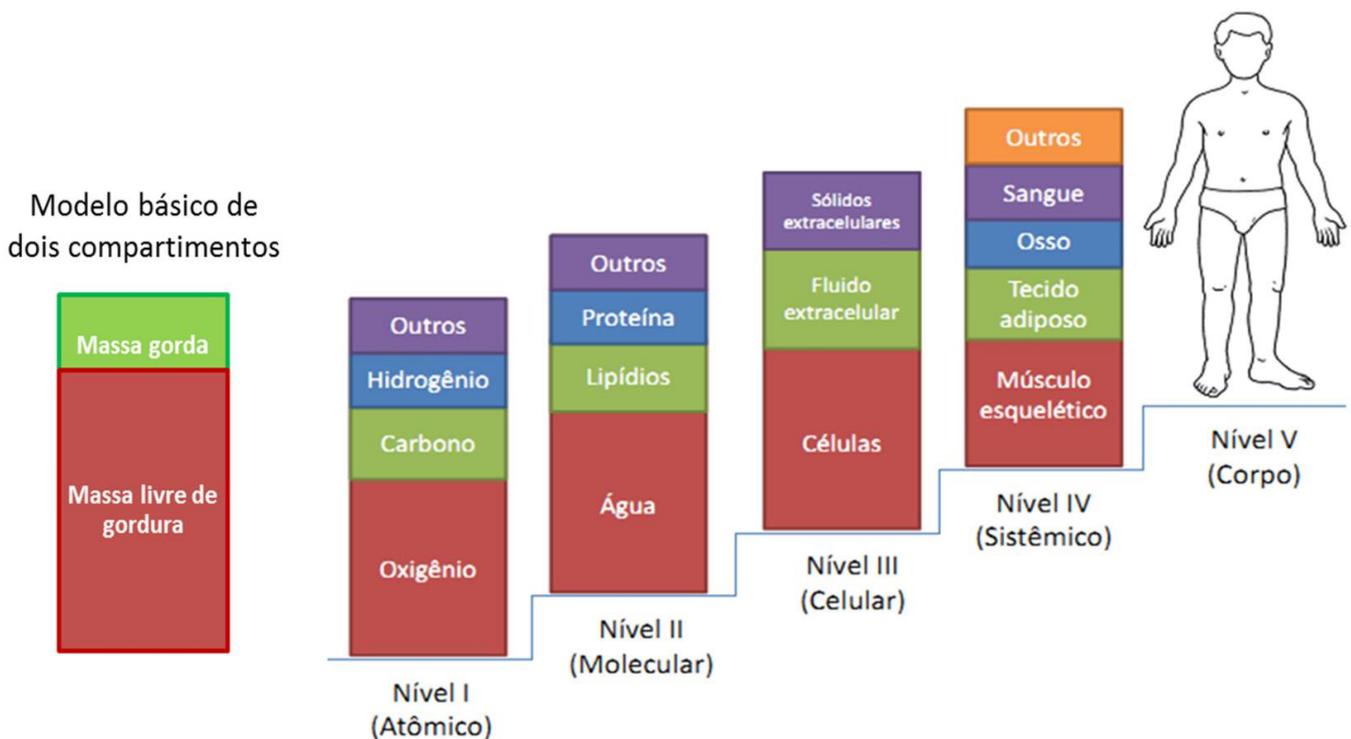


Figura 1. Modelo básico de dois compartimentos e modelo multicompartmental para determinação da composição corporal adaptado de Ellis (Ellis 2000)

2.2. Métodos de avaliação da composição corporal

Diferentes métodos foram desenvolvidos para avaliar a composição corporal, dentre estes, a antropometria destaca-se pelo fato de ser um método prático, não invasivo, de baixo custo operacional e fácil de ser aplicado. As medidas antropométricas são amplamente utilizadas em estudos epidemiológicos populacionais (KURIYAN, 2018).

Dentre as medidas antropométricas utilizadas, o IMC (calculado como a razão entre o peso corporal e o quadrado da estatura (m)), é amplamente aplicado, por utilizar variáveis de fácil mensuração como o peso corporal e a altura para determinar o estado nutricional do indivíduo (JAVED et al 2015). No entanto, apesar deste indicador ser largamente utilizado para explorar a associação entre obesidade e doenças, especialmente as cardiovasculares, o método possui inúmeras limitações, pois ele não é capaz de mensurar a distribuição da gordura corporal (JAVED et al 2015). Neste sentido, possui baixa sensibilidade para detectar excesso de gordura corporal já que podemos ter indivíduos com alto IMC devido a grande quantidade de massa magra, algo comum em pessoas que praticam mais atividade física (JAVED, 2015; GARRIDO-CHAMORRO et al., 2009; KURIYAN, 2018).

Outras medidas antropométricas também são utilizadas como a circunferência da cintura que permite avaliar a distribuição da gordura corporal central predizendo gordura visceral e, por esse motivo, tem sido bastante utilizada para avaliar o risco de doenças cardiovasculares e alterações metabólicas (WHO, 1998). A Relação Cintura Quadril (RCQ) é um exemplo de medida bastante informativa pois mede onde a gordura corporal é armazenada, se na parte superior (andróide) ou na parte inferior (ginóide) do corpo. A RCQ é calculada dividindo-se a circunferência da cintura pela circunferência do quadril e um valor acima dos indicadores de risco ($\geq 1,0$ para homens e $\geq 0,85$ para mulheres) sugere risco aumentado para problemas de saúde relacionados ao excesso de gordura (WHO, 1998).

As dobras cutâneas também são amplamente utilizadas para determinar a gordura corporal por ser um método de baixo custo e de fácil utilização. A partir das medidas de dobras cutâneas pode-se estimar o percentual de gordura corporal e a massa livre de gordura, por meio de equações específicas. No entanto, este método apresenta como fator limitante a capacidade de refletir apenas a disposição da gordura armazenada na região subcutânea (SOUZA et al, 2014).

Outro método de avaliação da composição corporal é a bioimpedância elétrica (BIA), que compreende o nível III (celular). Esse método baseia-se na condutividade elétrica para a estimativa dos compartimentos corporais (CARVALHO et al, 2018). O princípio da BIA é

que o tecido magro, composto de água e eletrólitos, é um bom condutor elétrico, enquanto a gordura, que não tem água, é um mau condutor. Os instrumentos BIA estão disponíveis em versões portátil, são seguros, fáceis de usar, de custo relativamente baixo e com carga mínima para o participante, o que o torna uma ferramenta útil para grandes estudos (ELLIS, 2000; KHALIL; MOHKAR; IBRAHIM, 2014). Apesar de sua facilidade técnica e alta reprodutibilidade, seus resultados podem ser afetados por diversos fatores como alimentação, ingestão de líquidos, desidratação ou retenção hídrica, utilização de diuréticos e ciclo menstrual e atividade física intensa antes da realização do teste (KHALIL; MOHKAR; IBRAHIM, 2014, KURIYAN, 2018).

Ainda, há os métodos realizados em laboratórios, com equipamentos sofisticados, tais como ultrassonografia, tomografia computadorizada, pletismografia (BOD POD), pesagem hidrostática, diluição de deutério (água duplamente marcada) e Densitômetro Ósseo com Raio-X (DEXA). Esses, por oferecerem estimativas precisas sobre gordura corporal, representam as melhores opções para a avaliação da composição corporal (ELLIS,2000). No entanto, são equipamentos de alto custo e complexos e por este motivo não são comumente utilizados em estudos populacionais (ELLIS, 2000; RODRÍGUEZ et al, 2004).

O DEXA, método previsto para utilização no presente projeto de pesquisa, avalia a composição corporal através do princípio de atenuação de raios X pelos diferentes tecidos corporais. Quando um feixe de raios X ultrapassa o indivíduo, a intensidade com que ele chega ao outro lado está relacionada com a espessura, densidade e composição química dos tecidos. A atenuação desses raios pelo osso, tecido magro e tecido gordo ocorre de forma diferente, refletindo suas densidades e composição química, fazendo a mensuração da gordura corporal total e por seguimento (membros superiores, tronco e membros inferiores) (GALLAGHER et al.,2000; CARVALHO et al, 2018). O DEXA é uma técnica de imagem no nível II (molecular) da composição corporal, foi desenvolvida, inicialmente, para medir o conteúdo e a densidade mineral óssea por região e de corpo total, mas também permite quantificar a massa gorda e a massa livre de gordura (LUKASKI, 1993). Esse instrumento avalia a composição corporal de forma multicompartimentada e representa o maior avanço no laboratório e na prática clínica, sendo considerado um método referência para avaliação da composição corporal em estudos com grandes populações (GALLAGHER et al.,2000; CARVALHO et al, 2018).

2.3 Análises Composicionais e Substituição Isotemporal

Durante muito tempo as pesquisas investigaram o efeito dos comportamentos (atividade física, comportamento sedentário e sono) sobre os desfechos em saúde separadamente. Estes estudos demonstraram que a prática regular de atividade física, redução do comportamento sedentário e o tempo suficiente de sono são benéficos à saúde, e protegem os indivíduos dos desfechos negativos relacionados à saúde como desenvolvimento de doenças crônicas, cardiovasculares e do risco de mortalidade por todas as causas. (LEE et al 2012; CARSON et al, 2013; ZHAO et al, 2013; PEDISIC, 2014; PEDISIC; DUMUID; OLDS, 2017).

A prática de atividade física exerce influência sobre a adiposidade corporal uma vez que eleva a taxa metabólica de repouso, propiciando um maior gasto energético, contribuindo desta forma para a redução da gordura corporal (CIOLAC, GUIMARÃES, 2004). O comportamento sedentário interfere no equilíbrio energético, tanto porque períodos mais longos neste comportamento geram uma redução do gasto energético quanto, pela sua associação com o uso frequente de telas, comportamento que favorece a distração no que tange ao maior consumo de alimentos altamente palatáveis, ricos em açúcar e gorduras (OLIVEIRA et al, 2016; HOBBS et al, 2015; BIDDLE; PEARSON; SALMON, 2018). O sono, por sua vez, quando em tempo insuficiente, favorece distúrbios metabólicos e afeta a regulação hormonal do centro da fome e saciedade, contribuindo para um maior consumo alimentar (BAYON et al, 2014; CHAPUT; DUTIL, 2016). Além, de contribuir para o comportamento sedentário, tendo em vista a sonolência e fadiga que a privação do sono causa ao longo do dia (HITZE et al, 2009).

Apesar destes efeitos estarem bem estabelecidos e documentados na literatura, evidências mais recentes sugerem que os comportamentos estão interligados, ou seja, ao longo do dia, o tempo gasto em um comportamento inevitavelmente influencia o tempo gasto em outro e que o balanço entre esses comportamentos é necessário para otimizar a saúde e por este motivo devem ser estudados de forma integrada (TREMBLAY et al, 2007; PEDISIC, 2014; CHASTIN, 2015; DUMUID et al, 2017). Desta forma, considerando a codependência entre os comportamentos, pesquisadores sugerem que os comportamentos devem compor um ciclo e serem analisados como partes de uma composição de uso do tempo a partir de análises de dados composicionais, visto que o dia é finito e limitado a 24 horas (PEDISIC, 2014).

A abordagem composicional dos ciclos de 24 horas também vem sendo denominada como o estudo do uso do tempo e se configura por um campo multidisciplinar que investiga a alocação de tempo durante um período determinado, podendo ser um dia ou qualquer tempo fixado, e os fatores que influenciam as escolhas dos indivíduos de como este tempo é utilizado (PEDISIC; DUMUID; OLDS, 2017). Essa abordagem foi integrada à epidemiologia, e neste sentido, a epidemiologia do uso do tempo conceitua-se como o estudo da prevalência/incidência, distribuições, determinantes, e efeitos dos padrões de uso do tempo relacionados à saúde em populações e de métodos para prevenir padrões de uso do tempo considerados não saudáveis para alcançar a distribuição ideal de tempo para a saúde da população (PEDISIC; DUMUID; OLDS, 2017).

Dentre os diversos constituintes de uso do tempo relacionados à saúde, destacaremos o comportamento sedentário, atividade física de diferentes intensidades (leve, moderada e vigorosa) e o tempo de sono, que têm sido os componentes de maior interesse dentro da epidemiologia do uso do tempo (PEDISIC; DUMUID; OLDS, 2017). O tempo gasto em cada comportamento pode variar, consideravelmente, entre os indivíduos, em diferentes populações e, até mesmo, de maneira individual, mas independente dessas variações, o total sempre somará um inteiro ou 100% (PEDISIC; DUMUID; OLDS, 2017).

Nesse sentido, a substituição isotemporal é uma abordagem estatística utilizada no campo da epidemiologia do uso do tempo, com a finalidade de modelar o impacto da realocação de tempo utilizado em um comportamento físico por outro (MEKARY et al, 2009). Este modelo, de substituição isotemporal, proposto por Mekary e colaboradores em 2009, tem sido considerado uma abordagem tradicional, onde os tempos gastos em cada comportamento diário (comportamento sedentário, atividade física e tempo de sono), tanto de maneira independente como a composição de tempo total diário, são reduzidos a blocos de tempo. Esses blocos são inseridos em um modelo de regressão, onde os tempos dos comportamentos individuais são sistematicamente removidos da análise, mas mantem-se o tempo total dos comportamentos diários constante (MEKARY, 2009). Assim é possível avaliar o impacto do uso do tempo em cada comportamento em detrimento ao outro, em um desfecho em saúde (MEKARY, 2009).

No entanto, esse modelo tradicional não leva em conta a natureza composicional dos dados, desta forma não pode ser considerado apropriado para analisar os dados de uso do tempo, sendo a análise de dados composicionais a técnica mais recomendada (PEDISIC, 2014; PEDISIC; DUMUID; OLDS, 2017). Métodos para análises de dados composicionais que buscam analisar de maneira integrada as proporções constituintes de um inteiro finito

foram desenvolvidos e são conhecidamente utilizados em diversas áreas tais como farmacologia, epidemiologia nutricional, geologia, entre outras áreas (AITCHISON, 1982; LEITE, 2016; SMITH; RENNER; HASLETT, 2016; TSILIMIGRS; FODOR, 2016). Porém na epidemiologia da atividade física seu uso ainda pode ser considerado recente.

Para contornar os problemas em relação a substituição isotemporal tradicional, Dumuid e colaboradores (2017), propuseram um modelo de substituição isotemporal diferente, baseado no modelo tradicional, porém levando em consideração a natureza codependente dos comportamentos e considerando uma análise de dados composicionais. Assim, surge a abordagem isotemporal composicional, também conhecida como análise de dados composicionais (CoDA – Compositional Data Analysis) (DUMUID et al, 2018). Neste modelo, o uso do tempo nos diferentes comportamentos deixa de ser considerado de forma absoluta e passa a ser analisado de forma relativa, ou seja, a mudança em um comportamento altera a proporção de tempo em todos os outros (DUMUID, 2017; DUMUID et al, 2020).

A abordagem CoDA considera que os dados de composição são limitados a um espaço específico, denominado de *simplex*, com uma geometria incompatível com os métodos estatísticos padrão. Dessa forma, para permitir a análise estatística, os dados dos diferentes comportamentos diários são transformados em coordenadas isométricas de razão logarítmica (*ilrs*). Essa transformação também permite a eliminação da multicolinearidade entre os comportamentos. Essa abordagem permite que todos os comportamentos sejam inseridos em um modelo atuando como variável de composição única, considerando o tempo relativo em cada comportamento. Essa análise é aplicada para verificar a associação entre o uso do tempo nos diferentes comportamentos e algum desfecho em saúde (BARCELÓ-VIDAL; MARTÍN-FERNÁNDEZ, 2014; PEDISIC; DUMUID; OLDS, 2017).

A substituição isotemporal composicional utiliza as *ilrs* para estabelecer novas composições e estimar o efeito de realocações de tempo entre os comportamentos e o desfecho de saúde investigado. Por exemplo, o modelo *ilr* é usado para estimar o percentual de gordura corporal em uma composição de linha de base (por exemplo, a composição do comportamento de atividade média diária) e, posteriormente, em novas composições (por exemplo, sono = sono médio +30 min, tempo sedentário = tempo sedentário médio -30 min, AFL = média de AFL e AFMV = média de AFMV). As diferenças absolutas estimadas em unidades de percentual de gordura corporal são calculadas usando previsões do modelo (ou seja, diferença estimada em percentual de gordura corporal = percentual de gordura corporal estimado na composição inicial – percentual de gordura corporal estimado na nova

composição). Os tamanhos de efeito são calculados dividindo as diferenças estimadas pelo desvio padrão médio do percentual de gordura corporal. Além disso, as realocações podem ser feitas em vários tempos diferentes, ou seja, a quantidade de tempo a ser realocada pode ser definida conforme o objetivo do pesquisador (DUMUID et al, 2018).

Cabe mencionar que o uso dessas abordagens tem sido possível devido ao avanço nas coletas de dados e avaliação da atividade física de maneira objetiva, por meio de acelerômetros, que melhoram a precisão dos dados e permitem quantificar o tempo gasto em cada intensidade de atividade física (CAIN et al, 2013).

Uma recente revisão sistemática incluiu oito estudos que utilizaram a abordagem composicional para examinar a associação dos comportamentos de 24 horas com desfechos de saúde em adultos (JANSSEN et al, 2020). Os estudos incluídos envolveram mais de 12.000 participantes e examinaram diversos desfechos como mortalidade, qualidade de vida, função cognitiva, saúde mental, adiposidade, marcadores cardiometabólicos entre outros. Dentre os estudos incluídos, cinco apresentaram resultados para realocações de tempo. Em geral, os resultados indicaram que realocações de tempo para AFMV sempre se mostram favoráveis à saúde, enquanto tempo realocado para comportamento sedentário causa efeitos desfavoráveis. Em relação ao sono, se a duração for insuficiente, uma realocação de tempo gasto em comportamento sedentário para tempo de sono pode ser benéfica à saúde. Já se o tempo de sono for suficiente e a atividade física insuficiente, os resultados melhorariam se o comportamento sedentário for substituído por atividade física, mantendo o tempo de sono (JANSSEN et al, 2020).

2.4. Análises composicionais e seus efeitos na composição corporal

Com o objetivo de encontrar estudos sobre as análises composicionais (atividade física, comportamento sedentário e tempo de sono) em um ciclo de 24 horas e seus efeitos na composição corporal em adolescentes, foi realizada uma busca sistematizada na base de dados PubMed. Quatro descritores foram, inicialmente, definidos para a chave de busca (*sleep, sedentary behavior, exercise e body composition*), porém foram adicionados outros três termos não cadastrados no sistema de metadados Medical Subject Headings (MeSH), que são: *“compositional data analysis”, “24-h cycle” e “isotemporal substitution”*. Estes três termos encontram-se como palavras-chave nos principais artigos sobre a temática. A busca não foi limitada apenas a adolescentes em virtude da existência de poucos estudos sobre o tema nesse grupo populacional e pela importância de acessar a literatura abrangendo outras

faixas etárias para melhor conhecimento do que está sendo discutido sobre a associação de interesse. Também não foi utilizado nenhum filtro para essa busca.

Na base acessada fez-se as seguintes combinações de termos: (((((((sleep) OR (sleep duration)) AND ((sedentary behavior) OR (sedentary time))) AND (((exercise) OR (physical activity)) OR (motor activity))) AND ((body composition) OR (adiposity))) OR ((24-h cycle) OR (24-h time-use))) AND (((compositional analysis) OR (compositional data analysis)) OR (compositional data))) OR ((isotemporal substitution) OR (compositional isotemporal substitution)).

A busca foi realizada em 28 de julho de 2021 e foram localizadas 631 referências. A Figura 2 apresenta o fluxograma do processo de seleção das referências. Para ser incluído na revisão os artigos deveriam ser originais e abordar os comportamentos de 24 horas (atividade física, comportamento sedentário e sono), análises composicionais (CoDA) e substituição isotemporal composicional. Foi realizada a checagem com o objetivo de verificar se havia artigos duplicados, não foram encontrados artigos duplicados. Após a leitura dos títulos, selecionou-se 128 artigos para a leitura dos resumos. Após a leitura dos resumos, foram selecionados 120 artigos, todos contemplavam atividade física, comportamento sedentário, tempo de sono ou substituição isotemporal. Após a leitura na íntegra dos artigos selecionados, 13 deles foram inseridos na presente revisão por atenderem aos critérios de inclusão. Foi realizada a consulta nas listas de referência dos artigos selecionados e não se encontrou nenhum de interesse que já não houvesse sido inserido na presente revisão. Os motivos para exclusão dos outros estudos foram pela falta de informações sobre um ou mais comportamentos e o não uso da abordagem composicional combinada com a substituição isotemporal. Após tentar de diversas maneiras, não foi possível acessar o conteúdo de um artigo na íntegra e por esse motivo não foi possível incluí-lo nesta revisão. As principais informações e resultados dos artigos selecionados estão resumidos no Quadro 1.

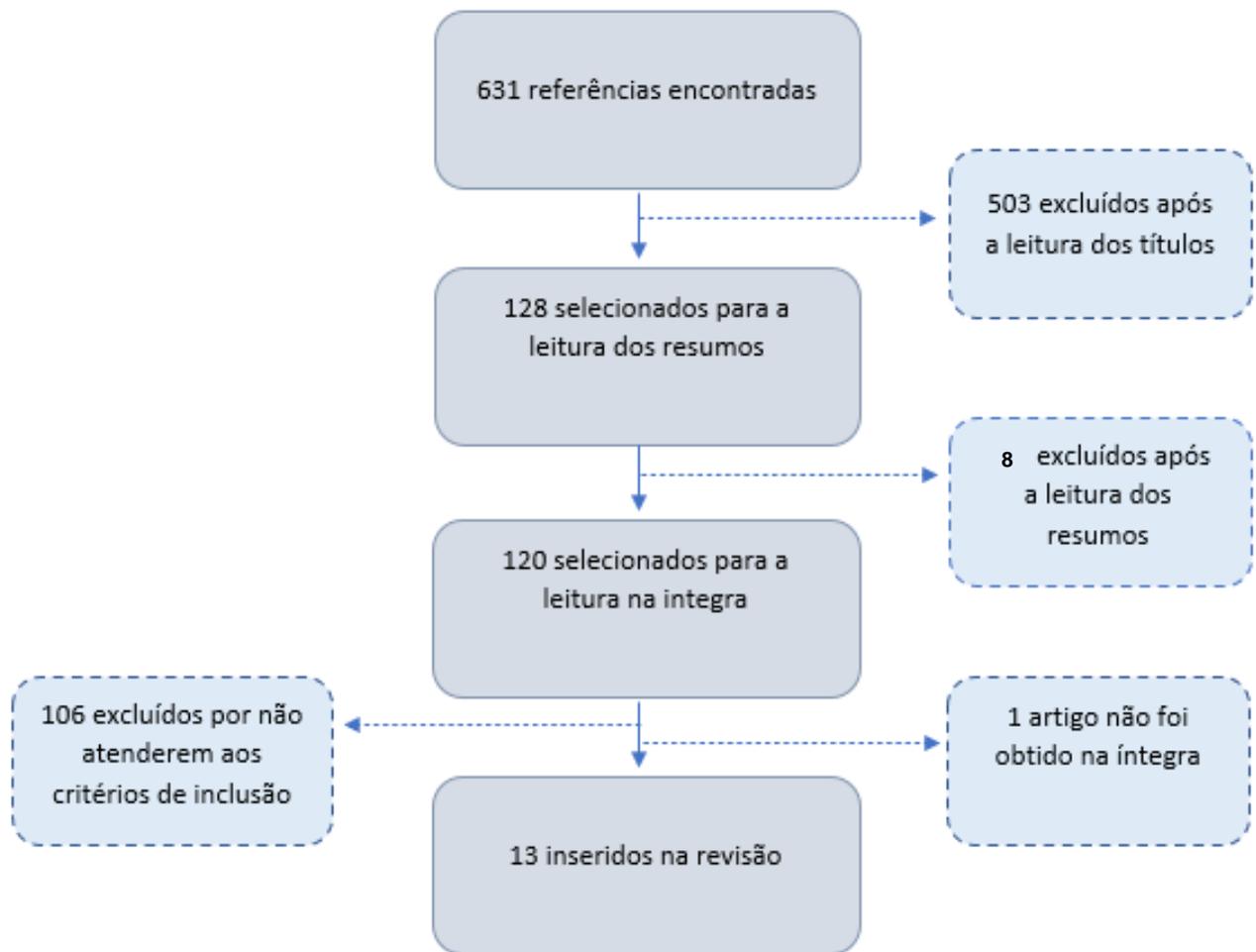


Figura 2. Fluxograma da revisão de literatura sobre o tema na PubMed.

Quadro 1. Resumo dos artigos selecionados

Autores/ Ano/	Objetivo	Delineamento, amostra e local de estudo	Medidas de composição corporal	Atividade física mensurada por meio de acelerometria
DUMUID et al 2018	Estimar a diferença na adiposidade associada à realocação isotemporal entre comportamentos de atividade diária e comparar os achados da substituição isotemporal composicional com aqueles obtidos da substituição isotemporal tradicional.	Estudo transversal 1.728 crianças de 9-11 anos da Austrália, Canadá, Finlândia e Reino Unido pertencentes ao Estudo Internacional de Obesidade Infantil, Estilo de Vida e Meio Ambiente de 12 nações (ISCOLE), 2011-2013)	% GC medido por bioimpedância elétrica (BIA) e escore z do índice de massa corporal (IMC).	Sono, CS, AFL e AFMV medidos por acelerômetro Actigraph GT3X + (ActiGraph LLC, Pensacola, FL) usados no quadril direito, por um período de 7 dias, durante 24 horas (removido somente em atividades aquáticas).
<p>Principais Resultados:</p> <p>Média de tempo diário em cada comportamento: Meninos: sono 38,2%; tempo sedentário 35,4%; AFL 21,4%; AFMV 5,0% e meninas: sono 39,2%; tempo sedentário 36,1%; AFL 20,9%; AFMV 3,8%.</p> <p>Utilizando substituição isotemporal tradicional, as diferenças absolutas no % GC estimado pareceram ser maiores quando o tempo foi realocado entre AFL e AFMV (meninos) ou AFL ou tempo sedentário e AFMV (meninas).</p> <p>Utilizando a substituição isotemporal composicional, para ambos os sexos, o %GC estimado mais elevado foi associado à realocação do tempo de AFMV para outros comportamentos. As diferenças estimadas na adiposidade não foram simétricas, por exemplo, uma realocação de 30 minutos de AFMV para o tempo sedentário foi associada a uma maior diferença absoluta de % GC estimado (+2,31 TE = 0,36 para meninos; + 2,94 TE 0,41 para meninas) do que quando 30 min foi realocado de sedentário para AFMV (-1,54 TE = 0,24 para meninos; -1,78 TE = 0,25 para meninas). Para meninos, a realocação de qualquer tempo gasto em AFMV para AFL tendeu a prever maior aumento no % GC, enquanto para as meninas, a realocação de qualquer tempo gasto em AFMV tanto para o tempo sedentário quanto AFL teve predição semelhante no aumento do %GC.</p>				

Ambos os modelos composicionais e tradicionais estimaram um aumento no %GC quando o tempo foi realocado de AFMV para qualquer outro comportamento. No entanto, ao contrário dos modelos tradicionais, os modelos composicionais encontraram que as diferenças na adiposidade estimada não eram necessariamente simétricas quando uma atividade estava sendo deslocada ou deslocando outra. Os modelos também diferiram na estimativa de % GC que não foi linearmente proporcional à quantidade de tempo realocada

<i>Autores/ Ano/</i>	Objetivo	Delineamento, amostra e local de estudo	Medidas de composição corporal	Atividade física mensurada por meio de acelerometria
CARSON et al 2016	Examinar as relações entre sono, tempo de sedentarismo e atividade física e indicadores de saúde crianças e jovens por meio de análises composicionais.	Estudo transversal Amostra representativa nacional de 4169 crianças e jovens (com idades entre 6 e 17 anos) participantes dos ciclos 1 a 3 da Pesquisa Canadense de Medidas de Saúde. (CHMS) Canadá	IMC a partir de peso e altura mensurados objetivamente e escore z calculados de acordo com as curvas da OMS por idade e sexo. Medidas de circ. da cintura foram utilizadas apenas nos ciclos 2 (2009-2011) e 3 (2012-2013) da pesquisa, medida ao nível da crista ilíaca. No ciclo 1 a circ. da cintura. foi medida no ponto médio entra a última costela palpável e a crista ilíaca.	Tempo sedentário, AFL e AFMV foram medidos por acelerômetros Actical usados na cintura (Philips Respironics, Ore., EUA), durante as horas de vigília por 7 dias consecutivos O tempo de sono foi medido subjetivamente por meio de questionário. Os participantes (de 12 a 17 anos) ou seus pais/responsáveis (de 6 a 11 anos) respondiam a seguinte pergunta: “Quantas horas você (seu filho) costuma passar dormindo em um período de 24 horas, excluindo o tempo de descanso.”

Principais resultados:

Médias de tempo gasto em cada comportamento (amostra total): 40% do período de 24 horas dormindo, 38% em tempo sedentário, 18% em AFL e 4% em AFMV. Maiores efeitos nos indicadores de saúde foram observados ao realocar 10 minutos de AFMV para outros comportamentos, em particular no tempo sedentário. Por exemplo, a realocação de 10 minutos de AFMV para tempo sedentário, AFL e sono resultou em um aumento de 5,1%, 1,2% e 1,1% no escore z do IMC, respectivamente; no entanto, os efeitos não foram simétricos. Por exemplo, tirar 10 minutos do tempo sedentário, AFL e sono e colocá-lo em AFMV resultou em uma redução de menos

de 1% no escore z do IMC. Realocações de 10 min de AFMV para qualquer outro comportamento também resultaram em aumento da circunferência da cintura. Já, as realocações de 10 min de CS para outros comportamentos resultou em diminuição da circunferência da cintura. As realocações foram na mesma direção para ambos indicadores, porém na circunferência da cintura tiveram uma magnitude de efeito mais baixa.

Autores/ Ano/	Objetivo	Delineamento, amostra e local de estudo	Medidas de composição corporal	Atividade física mensurada por meio de acelerometria
REES-PUNIA et al; 2021	Investigar a partir de análise de dados composicionais e de substituição isotemporal composicional as relações prospectivas entre os comportamentos de uso do tempo e a mudança de três anos no peso auto-relatado em homens e mulheres adultos latinos, negros e brancos	Estudo longitudinal com análise prospectiva 549 participantes com idade entre 30 e 65 anos participantes do Estudo de Prevenção ao Câncer-3 (CPS-3) é um estudo de coorte prospectivo com base nos EUA de incidência e mortalidade de câncer, iniciado pela Sociedade Americana do Câncer (ACS) Estados Unidos	No início do CPS-3 AVSS (2015), e no acompanhamento de rotina (2018) os participantes auto-relataram o peso (em libras). A mudança de peso de três anos foi calculada como a diferença entre o peso de 2018 e 2015. A mudança de peso foi avaliada continuamente para modelos de regressão, e grupos de mudança de peso foram usados para análises descritivas: perda de peso (> -2 lbs.), Peso estável (\pm 2 lbs.) E ganho de peso (> 2 lbs.).	Tempo sedentário, AFL, AFM e AF vigorosa foram coletados durante dois trimestres não consecutivos (Q1 / Q3 ou Q2 / Q4), por meio de acelerômetro Actigraph GT3x +, usados no quadril alinhado com a linha média da coxa não dominante, por 7 dias consecutivos, em cada trimestre, durante todas as horas de vigília, exceto ao tomar banho ou nadar. O tempo médio de sono foi calculado a partir dos diários de 24 horas para os participantes com pelo menos três dias válidos de dados diários simultâneos com o uso do acelerômetro.

Principais Resultados:

A média geral de uso do tempo diário foi de 41,6% em CS, 18,4% em AFL, 4,0% em AFM, 0,6% em AFV, e 35,5% dormindo.

Utilizando análises composicionais a substituição de 30 minutos do tempo sedentário por qualquer outro comportamento não se associou a diferença estatisticamente significativa de peso quando todas as mulheres foram analisadas em conjunto, porém a substituição do tempo sedentário por sono foi associada ao ganho de peso 1,52 libras (intervalo de confiança de 95% (IC 95%) = 0,25, 2,79) em mulheres brancas e ganho de 1,31 libras (IC 95% = 0,40, 2,21) em homens brancos, e a substituição por AFMV foi associada a perda de 3,49 libras (IC 95% = -6,76, -0,22) em participantes latinos

Autores/ Ano/	Objetivo	Delineamento, amostra e local de estudo	Medidas de composição corporal	Atividade física mensurada por meio de acelerometria
PELCLOVÁ et al, 2020	Utilizar a análise composicional de dados para investigar as associações prospectivas entre mudanças nos comportamentos diários e adiposidade em mulheres idosas; e examinar como a realocação do tempo entre os comportamentos foi associada a mudanças longitudinais na adiposidade	Estudo longitudinal de 7 anos em mulheres idosas a partir de 60 anos da Europa Central (n = 158, idade basal de 63,9 ± 4,4 anos). Mulheres idosas foram recrutadas nos programas da Universidade da Terceira Idade para participar de atividades físicas e medições de composição corporal. A primeira coleta de dados foi realizada entre 2009-2011 e 7 anos depois, em 2016-2018 foram coletados no mesmo mês, novos dados de acompanhamento.	A porcentagem de gordura corporal (% GC) foi avaliado por BIA e classificado como 'normal' (≤35%) e obesidade (> 35%) O IMC foi categorizado como peso normal (<25 kg / m2), sobrepeso (25-29,9 kg / m2) e obesidade (≥30 kg / m2).	AFL, AFMV e CS foram medidos no início do estudo e no acompanhamento usando um acelerômetro Uniaxial ActiGraph GT1M (Manufacturing Technology Inc., FL, EUA), fixado no quadril direito. Os participantes foram orientados a usar o acelerômetro por 8 dias consecutivos durante as horas de vigília, exceto para tomar banho e nadar. O tempo de sono foi presumido em 8 horas/dia com base em relatórios anteriores da duração do sono para a faixa etária e o tempo médio sem uso do acelerômetro, observado na amostra no início e no acompanhamento.

Principais Resultados:

Média de tempo em cada comportamento: no início do estudo: CS 52,6%, AFL 43,2% e AFMV 4,2 %. No acompanhamento: CS 59,7%, AFL 37,0% e AFMV 3,3 %
Ao longo de 7 anos, a prevalência de obesidade na amostra aumentou 10,1% e 14,6% de acordo com o IMC e % GC, respectivamente, e o tempo gasto em CS aumentou em 14%, enquanto o tempo gasto em AFL e AFMV diminuiu 14% e 21%, respectivamente. O aumento no CS em detrimento de AFL e AFMV durante o período de 7 anos foi associado a IMC e % GC mais elevados no acompanhamento (ambos p < 0,01). O aumento de AFL ou AFMV às custas de CS foi associado com redução do IMC e % GC no seguimento. Na amostra, a maior mudança no IMC (0,75 kg / m2; (IC 95%: 0,37-1,13) e % GC (1,28 U; IC 95%: 0,48-2,09) foi associada à realocação longitudinal de 30 min de AFMV para o CS.

<i>Autores/ Ano/</i>	Objetivo	Delineamento, amostra e local de estudo	Medidas de composição corporal	Atividade física mensurada por meio de acelerometria
KIM et al 2021	Determinar as relações entre os componentes de uso do tempo e o IMC usando CoDA, e examinar se as associações de CoDA observadas variam por tipo de métodos de avaliação em uma amostra representativa de adultos.	<p>Estudo transversal</p> <p>1247 participantes entre 20 e 75 anos pertencentes ao estudo auxiliar do projeto Pesquisa de Avaliação da Atividade Física (PAMS), um estudo transversal que examinou as relações entre medidas de AF baseadas em monitor e baseadas em relatório.</p> <p>Estados Unidos</p>	IMC	<p>Sono, CS, AFL e AFMV foram medidos por 2 métodos: por sensores (SWA) e por recordatórios.</p> <p>SenseWear Armband Mini (SWA) (BodyMedia, Inc., Pittsburgh, PA) é uma ferramenta de monitoramento de reconhecimento de padrões não invasiva que utiliza vários sensores bem como um acelerômetro triaxial. Os participantes usaram o SWA por 24 horas em um dia selecionado aleatoriamente</p> <p>Recordatório de 24h de atividade física (24PAR). O 24PAR foi administrado por telefone, no dia seguinte ao uso do SWA, para recordar e relatar as atividades realizadas no dia anterior (ou seja, no mesmo dia de monitoramento do SWA).</p> <p>O tempo de sono era auto relatado nesse questionário.</p> <p>Foram obtidas medidas replicadas em outro dia aleatório (pelo menos 12 dias após a primeira medição) para obter medidas replicadas de SWA e 24PAR.</p>

Principais Resultados:

Tempo médio em cada comportamento de acordo com diário: Sono 26,2%, CS 50,9%, AFL 17,6%, AFMV 5,3% e de acordo com SWA: Sono 20,8%, CS 60,7%, AFL 15,6%, AFMV 2,9%

Os resultados do estudo mostram que indivíduos obesos passaram mais tempo em CS e menos tempo em atividade física de qualquer intensidade em relação aos indivíduos não obesos. Usando o recordatório, as análises ajustadas para os fatores de confusão o tempo gasto em sono ($p = 0,011$), CS ($p = 0,002$) e AFMV ($p = 0,018$) foram significativamente associados ao IMC. Os indivíduos com mais tempo de sono e AFMV em relação a outros comportamentos tendiam a ter IMC mais baixo e indivíduos com mais tempo de CS tenderam a ter IMC mais alto.

Usando SWA após ajuste todos os preditores foram significativamente associados ao IMC. Os indivíduos com mais tempo em sono, AFL ou AFMV em relação a outros comportamentos tendiam a ter IMC mais baixo ($p < 0,001$). Indivíduos que tinham uma proporção maior de CS tendiam a ter IMC mais alto ($p < 0,001$). Utilizando a substituição isotemporal, usando recordatório, uma realocação de 10 minutos de CS para AFMV e de CS para sono foi associada a um IMC inferior de 0,05 e 0,10 unidades, respectivamente. Usando SWA, uma realocação de 10 minutos de CS para AFMV ou AFL foi associada a um IMC inferior de 0,14 unidade; e IMC inferior de 0,18 unidade para uma realocação de 10 min de CS para sono. As estimativas de efeito foram maiores, indicando associações mais fortes, ao usar dados do SWA em relação ao recordatório. Uma tendência idêntica de associações foi observada para a realocação de 30 minutos.

<i>Autores/ Ano/</i>	Objetivo	Delineamento, amostra e local de estudo	Medidas de composição corporal	Atividade física mensurada por meio de acelerometria
GÁBA et al 2021	Examinar as associações composicionais prospectivas entre padrões de CS e mudanças longitudinais nos parâmetros de composição corporal, e usar a modelagem de substituição isotemporal composicional para analisar as mudanças longitudinais nos	Estudo longitudinal Utilizando dados da coorte internacional de 182 mulheres com 60 anos ou mais que frequentaram programas na Universidade da Terceira Idade na República Tcheca, Polônia e Eslováquia (três países da Europa Central), período de	IMC Composição corporal foi avaliada por BIA Indicadores de adiposidade: índice de massa gorda e tecido adiposo visceral Indicadores de massa muscular: índice de massa livre de gordura e a razão entre conteúdo extracelular/ intracelular	CS, AFL e AFMV foram avaliados por acelerômetro Hipworn ActiGraph GT1M (Manufacturing Technology Inc., FL, EUA) utilizado por pelo menos 7 dias consecutivos durante o tempo de vigília exceto em atividades aquáticas e banho, em ambos acompanhamentos. As participantes foram instruídas a usar o dispositivo O comportamento de vigília foi presumido em 16 horas/dia com base em descobertas

	parâmetros de composição corporal associados à realocação de tempo de CS para AF em mulheres idosas.	acompanhamento de sete anos. República Tcheca		anteriores sobre a duração média do sono na população-alvo.
--	--	--	--	---

Principais Resultados:

O tempo médio em cada comportamento durante o período de vigília foi: CS: 449,1 min/dia, AFL: 362,6 min/dia e AFMV: 37,3 min/dia
Um aumento significativo no índice de massa gorda ($\beta_{\text{irr1}} = 0,61$, IC 95%: 0,18, 1,04) e tecido adiposo visceral ($\beta_{\text{irr1}} = 6,01$, IC 95%: 1,52, 10,5) foi associado a uma proporção basal mais alta de tempo gasto em episódios sedentários longos (isto é, episódios sedentários de ≥ 30 min). A realocação de 1 h / semana e 3,5 h / semana do tempo gasto em longos episódios sedentários em favor de AFL foi associada a uma diminuição significativa no índice de massa gorda em 0,78% (IC 95%: 0,24, 1,32) e 3,13% (IC95 %: 0,97, 5,29), respectivamente. Nenhuma associação foi encontrada para indicadores de massa muscular.

<i>Autores/ Ano/</i>	Objetivo	Delineamento, amostra e local de estudo	Medidas de composição corporal	Atividade física mensurada por meio de acelerometria
GÁBA et al 2021	Investigar associações composicionais entre CS específico do contexto e adiposidade e estimar as diferenças na adiposidade associadas à substituição de CS escolar e fora da escola por atividade física (AF)	Estudo transversal 336 participantes crianças e adolescentes de 8 a 18 anos recrutados nas escolas rurais e urbanas da República Tcheca República Tcheca	O % de massa gorda e índice de massa gorda avaliados por BIA, foram usados como indicadores de adiposidade,	CS, AFL, AFM, AFV e sono foram medidos usando o acelerômetro ActiGraph de pulso GT9X Link ou wGT3X-BT (ActiGraph Corp., Pensacola, FL, EUA) por 7 dias consecutivos, exceto para tomar banho e nadar.

Principais Resultados:

Tempo gasto em cada comportamento: sono: 33,3%, CS: 45,6%, AFL 16,1%, AFM 4,7% e AFV 0,3%.
Os meninos tiveram % de massa gorda e índice de massa gorda significativamente mais baixos, em 8,2% pontos e 1,6 kg / m² (p < 0,001 para ambos), respectivamente, em comparação com as meninas.

Em relação aos comportamentos de 24 horas, associações significativas entre CS fora da escola e adiposidade foram encontrados em ambos os meninos ($\beta_{lr1} = 0,63$, IC 95% = 0,03-1,22 para % de massa gorda; $\beta_{lr1} = 0,76$, IC 95% = 0,03-1,49 para índice de massa gorda) e meninas ($\beta_{lr1} = 0,62$, IC 95% = 0,25-0,98 para % de massa gorda; $\beta_{lr1} = 0,80$, IC 95% = 0,28-1,32 para índice de massa gorda). Em meninas, a substituição de 30min / dia de CS fora da escola por AFL fora da escola foi associada com % de massa gorda e índice de massa gorda mais baixos em 10,1% (IC 95% = 3,3 a 17,9) e 14% (IC 95% = 2,7 a 24,0), respectivamente. As diferenças estimadas na adiposidade não foram simétricas porque maior % de massa gorda em 13,5% (IC 95% = 3,3 a 24,7) e índice de massa gorda em 18% (IC 95% = 2,3 a 36,1) foram associados a uma realocação de 30 minutos de AFL para CS no período fora da escola. Nenhuma associação significativa foi encontrada para o CS escolar.

Autores/ Ano/	Objetivo	Delineamento, amostra e local de estudo	Medidas de composição corporal	Atividade física mensurada por meio de acelerometria
GÁBA et a 2020	Aplicar CoDA para investigar associações transversais entre adiposidade e: (1) padrões sedentários, (2) realocações do tempo gasto em diferentes episódios sedentários para AF e (3) realocações do tempo entre episódios sedentários de diferentes durações	Estudo transversal Dados de um estudo longitudinal realizado com alunos de escolas primárias da República Tcheca 425 crianças de 7 a 12 anos de idade República Tcheca	% de massa gorda, Índice de massa gorda e tecido adiposo visceral foram avaliados por avaliados por BIA	CS, AFL, AFMV foram avaliados por sete dias consecutivos usando um acelerômetro ActiGraph GT3X no quadril (ActiGraph, LLC., FL, EUA). O tempo de vigília foi estipulado em 16 horas/dia, considerando que crianças dormem 8 horas/dia.

Principais Resultados:

A média em cada comportamento, durante as horas de vigília foi de 360,7 min/dia em CS, 344,3 min/dia em AFL e 52,8 min/dia em AFMV.
 Percentual de massa gorda significativamente maior (% de massa gorda; $\beta_{lr1} = 0,18$; IC 95%: 0,01, 0,34 $p = 0,040$) e tecido adiposo visceral (TAV; $\beta_{lr1} = 0,37$; IC95%: 0,03, 0,71 $p = 0,034$) foram associados ao tempo gasto em episódios sedentários intermediários com duração de 10-29 min (em relação aos comportamentos restantes).
 Substituir o tempo gasto no CS total por AFMV foi associado a uma diminuição no TAV. Substituir 1 h / semana do tempo gasto em episódios sedentários intermediários com AFMV foi associado a 2,9% (IC 95%: 1,2, 4,6), 3,4% (IC 95%: 1,2, 5,5) e 6,1% (IC 95%: 2,9, 9,2) menor % de massa gorda, índice de massa gorda e TAV,

respectivamente. Além disso, a substituição de 2 h / semana de tempo gasto em episódios sedentários intermediários por episódios sedentários curtos foi associada a 3,5% (IC 95%: 0,02, 6,9) % de massa gorda inferior.

<i>Autores/ Ano/</i>	Objetivo	Delineamento, amostra e local de estudo	Medidas de composição corporal	Atividade física mensurada por meio de acelerometria
FARRAHI et al, 2021	Examinar como as composições de uso do tempo durante o dia de 24 horas (ou seja, as quantidades relativas de tempo de sono, em CS, AFL e AFMV), e como as realocações de tempo entre os comportamentos estão associadas com marcadores de saúde cardiometabólicos.	Estudo transversal 3443 adultos, idade média 46,6 anos pertencentes a coorte de nascimentos da Finlândia do Norte do ano de 1966 (NFBC1966). Finlândia	Circunferência da cintura IMC Gordura corporal, massa gorda e área de gordura visceral foram estimadas por análise de impedância bioelétrica	AFL, AFMV e CS foram avaliados por acelerômetro no quadril (Hookie AM20; Traxmeet Ltd., Espoo, Finlândia) durante todas as horas de vigília, exceto atividades aquáticas por 14 dias consecutivos. Sono: A duração do sono foi autorrelatada em resposta à pergunta "Quantas horas você dorme em média por dia?" As respostas foram convertidas em minutos por dia de tempo de sono.

Principais Resultados:

Média de tempo gasto em cada comportamento: Sono 35,8%, CS 34,5%, AFL 26,5% e AFMV 3,2%

A composição dos comportamentos de 24 horas foi significativamente associada a todos os desfechos cardiometabólicos ($p < 0,001$) Independentemente da forma de associação com a duração do sono, em relação a todos os outros comportamentos, mais tempo diário em AFMV e AFL foi consistentemente associado de forma benéfica com resultados cardiometabólicos (por exemplo, gordura corporal: AFMV, $\beta = -0,11$; LPA, $\beta = -0,15$ e massa gorda $\beta = -0,15$; LPA, $\beta = -0,24$). Na regressão linear, a duração do sono, em relação a todos os outros comportamentos, mais tempo dormindo e CS foram ambos prejudiciais aos resultados (por exemplo, massa gorda: sono, $\beta = 0,13$; SB, $\beta = 0,26$); uma exceção foi para o tempo em AFL que não foi significativamente associado à circunferência da cintura. Para os resultados que mostraram uma relação em forma de U com a duração do sono, geralmente mais CS diário em relação a todos os outros comportamentos foi prejudicialmente associado aos resultados. Mais sono foi prejudicialmente associado ao IMC ($\beta = 0,11$). Em relação as realocações de tempo, mais tempo diário em AFMV e AFL, em

relação a outros comportamentos, foi associado de forma favorável a todos os resultados cardiometabólicos. Em relação a outros comportamentos, mais tempo diário em CS foi adversamente associado a medidas de adiposidade, e mais tempo diário de sono foi adversamente associado a medidas de adiposidade.

Autores/ Ano/	Objetivo	Delineamento, amostra e local de estudo	Medidas de composição corporal	Atividade física mensurada por meio de acelerometria
CHASTIN et al 2015	Investigar o efeito combinado do tempo gasto em atividade física, comportamento sedentário e sono sobre obesidade e marcadores de saúde cardiometabólicos e a consequência sobre esses marcadores de saúde de deslocar o tempo gasto em um comportamento por outro	Estudo transversal Este estudo é uma análise de dados secundários do ciclo 2005–2006 da Pesquisa Nacional de Exame da Saúde e Nutrição (NHANES) com uma amostra de 1.937 participantes adultos (21 a 64 anos) Estados Unidos	IMC e circunferência da cintura	O tempo gasto em CS, AFL e AFMV foi avaliado por acelerômetro (Actigraph 7164; Actigraph, LLC, Pensacola, FL), usado no quadril por 7 dias durante as horas de vigília. A duração do sono foi auto-relatada como um número inteiro de 1 a 24 horas em resposta à pergunta “Quanto você realmente dorme à noite durante a semana ou dia de trabalho”. O tempo de sono também foi expresso em uma proporção de 24 horas.

Principais Resultados:

Tempo médio em cada comportamento: Sono 28,71%, CS 40,58%, AFL 29,23%, AFMV 1,48%

A distribuição do tempo gasto no sono, CS, AFL e AFMV está significativamente associada ao IMC e circunferência da cintura. Dentro da composição, o efeito positivo mais forte é encontrado para a proporção de tempo gasto em AFMV. Os efeitos da AFMV substituindo outro comportamento e da AFMV sendo substituído por outro comportamento são assimétricos. Por exemplo, a realocação de 10 minutos de CS para AFMV foi associada a uma circunferência da cintura mais baixa em 0,001%, mas deslocar 10 minutos de AFMV para CS, foi associado a uma circunferência da cintura 0,84% maior. A proporção de tempo gasto em AFL e CS foi prejudicialmente associada a marcadores de obesidade, mas a associação com o CS foi mais forte.

<i>Autores/ Ano/</i>	Objetivo	Delineamento, amostra e local de estudo	Medidas de composição corporal	Atividade física mensurada por meio de acelerometria
OVIEDO-CARO; BUENO- ANTEQUERA; MUNGUÍA- IZQUIERDO, 2019	Avaliar as associações entre a composição de atividade e adiposidade e aptidão cardiorrespiratória (ACR) durante o meio da gestação e investigar como realocações de tempo entre comportamentos de atividade estão associados com adiposidade favorável ou desfavorável e ACR.	Estudo transversal 130 mulheres saudáveis grávidas (idade entre 18 e 45 anos) recrutadas em clínica pré-natal de um hospital da Espanha Espanha	IMC Índice de massa gorda medido por BIA Dobras cutâneas medidas por paquímetro.	Os comportamentos (sono, CS, AFL e AFMV) foram medidos objetivamente usando um monitor multissensor Sensewear Mini Armband (BodyMedia Inc) (SWA), ao longo de 24 horas durante 9 dias. As participantes foram instruídas a retirar o monitor apenas para atividades aquáticas, as quais foram registradas em um diário.
Principais Resultados:				
<p>A média de tempo nos comportamentos de 24h foram: sono: 30,7%, CS 41,7%, AFL 22,2% e AFMV 5,4%</p> <p>A composição da atividade estava significativamente associada a todos os indicadores de adiposidade. As maiores diferenças estimadas encontradas na adiposidade foram observadas para a realocação do tempo de AFMV para CS. Entre as diferenças, as maiores diferenças foram observadas para o IMG, seguido da soma das dobras cutâneas e do IMC, embora em pequena magnitude. Por exemplo, a realocação de 30 minutos de AFMV para CS foi associada a maior adiposidade, aproximadamente 8,7% para IMG (0,80 kg / m², IC de 95%: 0,33-1,29, TE: 0,23), 6,0% para a soma das dobras cutâneas (2,65 mm, IC 95%: 0,83-4,52, TE: 0,21) e 3,8% para o IMC (1,02 kg / m², IC de 95%: 0,42-1,64, TE: 0,25) em comparação com a composição média.</p>				
<i>Autores/ Ano/</i>	Objetivo	Delineamento, amostra e local de estudo	Medidas de composição corporal	Atividade física mensurada por meio de acelerometria
DUMUID et al 2019	Avaliar como a realocação do tempo entre sono, comportamento sedentário,	Estudo transversal 938 Participantes (idade entre 11-12 anos) foram	Composição corporal medida por BIA	A composição dos comportamentos diários (sono, tempo sedentário, atividade física leve e AFMV) foi medida por Acelerômetro

	AFL e AFMV está associada à composição corporal das crianças.	retirados do estudo transversal Ponto de Verificação de Saúde Infantil aninhado entre os acompanhamentos 6 e 7 do Estudo Longitudinal de crianças australianas Austrália		GENEActiv (Activinsights Ltd, Kimbolton, Cambridgeshire, Reino Unido) usado no punho não dominante durante 24 horas pelo período de 8 dias.
Principais Resultados:				
Tempo médio gasto em cada comportamento: sono 39,4%, CS 46,9%, AFL 11,3% e AFMV 2,4%.				
As realocações envolvendo AFMV como o comportamento dominante (realocações AFMV para o restante) foram associadas a maiores diferenças estimadas na composição corporal do que realocações entre outras atividades. Por exemplo, uma realocação de 15 minutos de AFMV para outras atividades estava associado a diferenças percentuais absolutas de + 1,7% (tamanho do efeito [ES] = 0,5) para gordura troncular, + 0,8% (ES = 0,3) para gordura não troncular e -2,6% (ES = 0,5) para massa livre de gordura. Em comparação, uma realocação de 15 minutos de sono para comportamentos restantes tendeu a estar associado a apenas + 0,1% de gordura troncular, + 0,0% de gordura não troncular e -0,1% de massa livre de gordura. As realocações entre sono, tempo sedentário e AFL não foram associadas a diferenças na composição corporal.				
As diferenças de composição corporal estimadas foram menores quando o tempo foi realocado para AFMV do que quando a mesma quantidade de tempo foi realocada longe da AFMV (não eram simétricas). As durações crescentes de tempo realocadas para AFMV foram associadas a diferenças decrescentes, enquanto as durações crescentes de tempo realocadas longe de AFMV foram associadas a diferenças crescentes em todos os compartimentos do corpo.				
Autores/ Ano/	Objetivo	Delineamento, amostra e local de estudo	Medidas de composição corporal	Atividade física mensurada por meio de acelerometria
FAIRCLOUGH et al 2017	Usar a análise de dados composicionais para examinar a adiposidade e as previsões cardiorrespiratórias ao	Estudo transversal 169 crianças entre 9 e 10 anos de idade, de escolas primárias participantes do	IMC escore z de IMC atribuídos % Razão cintura/altura	CS, AFL e AFMV e sono foram avaliados usando o acelerômetro triaxial ActiGraph GT9X (ActiGraph, Pensacola, FL) usado no punho não dominante por 24 h/dia por 7 dias, exceto para atividades aquáticas.

	realocar durações fixas de tempo entre comportamentos de movimento em uma amostra de crianças inglesas	estudo transversal Escolas Ativas: Skelmersdale (AS:Sk) Inglaterra		
<p>Principais Resultados:</p> <p>Tempo gasto em cada comportamento: sono 38%, comportamento sedentário 35%, AFL 25% e AFMV 2%.</p> <p>CS foi maior e AFL e AFMV foram menores no grupo de crianças com excesso de peso em relação às crianças com baixo peso e peso normal.</p> <p>Crianças com 15 min a menos de AFMV e 15 min a mais de CS tinham um IMC escore z predito 0,83 unidade mais alto do que o IMC escore z médio predito.</p> <p>Das realocações de 15 min, as maiores diferenças na gordura prevista foram observadas para crianças com menor AFMV, em favor de qualquer outro comportamento. As realocações opostas (maior AFMV e menor sono, CS e AFL) previram as associações opostas de gordura (menor IMC escore z e menor razão cintura-estatura) no entanto, essas relações foram assimétricas</p>				

%GC: percentual de gordura corporal; **BIA:** bioimpedância elétrica; **IMC:** índice de massa corporal; **AFL:** atividade física de intensidade leve; **AFM:** atividade física de intensidade moderada; **AFV:** atividade física de intensidade vigorosa; **AFMV:** atividade física de intensidade moderada e vigorosa; **CS:** comportamento sedentário; **TS:** tempo de sono; **AF:** atividade física; **CC:** composição corpora; **Circ. C:** circunferência da cintura; **Ilr:** razão logarítmica isométrica; **TE:** tamanho do efeito

2.5. Características e resultados dos estudos selecionados

Um resumo das características dos estudos é apresentado na Tabela 1.

Dos 13 artigos selecionados, o primeiro publicado foi no ano de 2015, nenhum foi realizado no Brasil (todos de países de renda alta) e 10 deles possuíam delineamento transversal. Os estudos selecionados apresentaram tamanhos de amostra variados entre 4.169 crianças e jovens canadenses (6-17 anos), participantes dos ciclos 1 a 3 da Pesquisa Canadense de Medidas de Saúde (CHMS), e 130 mulheres saudáveis grávidas (idade entre 18 e 45 anos), recrutadas em clínica pré-natal de um hospital da Espanha. As faixas etárias estudadas também foram variadas, desde 6 até 75 anos. Seis estudos foram realizados com crianças e adolescentes. Todos os artigos selecionados utilizaram os dados de acelerometria para analisar os comportamentos de atividade física.

Dentre todos os estudos, 10 fizeram análises composicionais em relação ao uso do tempo durante o período de 24 horas e contemplaram o tempo em atividade física, comportamento sedentários e sono. Por outro lado, os três restantes, por considerarem apenas o período de vigília, estipulado em 16 horas, foram restritos aos diferentes níveis de atividade física e comportamento sedentário.

Tabela 1. Características dos estudos incluídos na revisão sistemática

Características dos estudos	n (%)
Ano de publicação	
Até 2018	4 (30,8)
2019 a 2021	9 (69,2)
Local de realização	
América do Norte	4 (30,8)
Europa	7 (53,8)
Oceania	1 (7,7)
Multicontinental	1 (7,7)
Delineamento	
Longitudinal	3 (23,1)

Características dos estudos	n (%)
Transversal	10 (76,9)
Tempo de acompanhamento*	
< 5 anos	1 (7,7)
≥ 5 anos	2 (15,4)
Tamanho amostral	
≤ 400	5 (38,5)
401 a 1000	2 (15,4)
> 1000	6 (46,1)
Sexo	
Ambos os sexos	10 (76,9)
Apenas mulheres	3 (23,1)
Faixa etária (anos)	
≤ 19	6 (46,1)
20 a 59	2 (15,4)
≥ 60	5** (38,5)

* Apenas três estudos foram de delineamento longitudinal.

** Três estudos também incluíram a faixa etária de 20 a 59 anos.

Em relação aos resultados, todos estudos encontraram associações inversas para o tempo realocado como atividade física moderada e vigorosa com indicadores de adiposidade. Ou seja, mais tempo gasto em atividade física moderada e vigorosa resultou em benefícios na composição corporal.

Entre os seis estudos que foram realizados com crianças e/ou adolescentes, abrangendo a faixa etária de 6 a 18 anos, todos foram de delineamento transversal (CARSON et al, 2016; FAIRCLOUGH et al 2017; DUMUID et al, 2018; DUMUID et al 2019; GÁBA et a 2020; GÁBA et al 2021). Os estudos buscaram avaliar a associação da composição entre os comportamentos de 24 horas, medidos objetivamente, e a composição corporal. Seus resultados demonstraram, em geral, que menores medidas de adiposidade foram encontradas naqueles indivíduos com maior tempo de AFMV em relação ao tempo gasto em outros comportamentos, especialmente no comportamento sedentário.

De modo geral, os resultados ainda demonstraram que utilizando a substituição isotemporal composicional, menores medidas de adiposidade foram encontradas quando a AFMV foi substituída por qualquer outro comportamento. No entanto, os resultados se mostraram assimétricos quando outro comportamento substituída a AFMV. Por exemplo, a realocação de 10 minutos de AFMV para tempo sedentário, AFL e sono resultou em um aumento de 5,1%, 1,2% e 1,1% no escore z do IMC, respectivamente; no entanto, ao tirar 10 minutos do tempo sedentário, AFL e sono e colocá-lo em AFMV resultou em uma redução de menos de 1% no escore z do IMC (CARSON et al, 2016). Em geral, realocações de qualquer comportamento para AFMV não apresenta a mesma magnitude de efeito do que realocações inversas (AFMV para qualquer outro comportamento). As durações crescentes de tempo realocadas para AFMV têm sido associadas a diferenças decrescentes nos indicadores de adiposidade, enquanto as durações crescentes de tempo realocadas longe de AFMV foram associadas a diferenças crescentes nesses indicadores (CARSON et al, 2016; FAIRCLOUGH et al 2017; DUMUID et al, 2018; DUMUID et al 2019; GÁBA et a 2020; GÁBA et al 2021).

Entre os estudos com adolescentes, apenas um estudo não considerou o ciclo de 24 horas, investigou apenas o tempo de vigília, estabelecido em 16 horas, considerando o tempo de sono de 8 horas para a faixa etária em estudo (GÁBA et a 2020). Porém, esse estudo encontrou resultados semelhantes aos obtidos no ciclo de 24 horas, aplicando a CoDA para investigar associações transversais entre adiposidade e padrões sedentários.

Cinco estudos incluíram a população adulta (CHASTIN et al, 2015; OVIEDO-CARO; BUENO-ANTEQUERA; MUNGUÍA-IZQUIERDO, 2019; KIM et al, 2021; FARRAHI et al, 2021; REES-PUNIA et al,2021), um deles também incluiu a população idosa em sua amostra (KIM et al, 2021) e outro foi realizado apenas com mulheres gestantes (OVIEDO-CARO; BUENO-ANTEQUERA; MUNGUÍA-IZQUIERDO, 2019). Quatro estudos foram de delineamento transversal (CHASTIN et al, 2015; OVIEDO-CARO; BUENO-ANTEQUERA; MUNGUÍA-IZQUIERDO, 2019; KIM et al, 2021; FARRAHI et al, 2021) e, em geral, os resultados demonstraram que a distribuição do tempo gasto no ciclo de 24 horas está significativamente associada aos indicadores de obesidade e que realocações de tempo em comportamento sedentário para atividade física

resultam em melhores medidas de adiposidade. Além disso, dois estudos demonstraram que o efeito positivo mais forte da associação é encontrado para a proporção de tempo gasto em AFMV em relação aos outros comportamentos e também mostrou a assimetria na substituição dos comportamentos. Por exemplo, a realocação de 10 minutos de comportamento sedentário para AFMV foi associada a uma redução de 0,001% na circunferência da cintura, mas deslocar 10 minutos de AFMV para comportamento sedentário, foi associado a um aumento de 0,84% na circunferência da cintura (CHASTIN et al, 2015). O estudo de delineamento longitudinal, acompanhou durante três anos, 549 participantes com idade entre 30 e 65 anos e demonstrou que a substituição do tempo sedentário por sono foi associada ao ganho de peso e a substituição por AFMV foi associada a perda de peso (REES-PUNIA et al, 2021)

Outros dois estudos de delineamento longitudinal foram realizados com mulheres idosas acompanhadas durante sete anos, porém considerando apenas o ciclo de vigília, estabelecido em 16 horas, considerando um período de 8 horas de sono para a população estudada. Os resultados de ambos demonstraram que maiores tempos gastos em comportamento sedentário, em detrimento de outros comportamentos, foram associados a maiores índices de adiposidade. E realocações de tempo em atividade física de qualquer intensidade para comportamento sedentário foram associadas a um resultado negativo nos indicadores de adiposidade, porém maiores efeitos negativos foram observados quando as realocações foram realizadas de AFMV para comportamento sedentário (PELCLOVÁ et al, 2020; GÁBA et al, 2021).

3. MODELO CONCEITUAL E MARCO TEÓRICO

A prevalência de sobrepeso e obesidade, resultados do excesso de gordura corporal, tem aumentado rapidamente e em níveis preocupantes (WHO, 2017). Neste sentido, é de grande relevância estudar aspectos que se relacionam com seu desenvolvimento na população. A composição corporal é influenciada por diversos aspectos, como os fatores individuais: genética, atividade física, dieta, hábitos de vida; fatores familiares: nível educacional e econômico e fatores geográficos: local de moradia, ritmo urbano, segurança (BUFF et al, 2007).

Em nível proximal a dieta exerce forte influência sobre a composição corporal, já que uma quantidade energética acima das necessidades ocasiona acúmulo de gordura corporal (KANT; GRAUBARD et al, 2005). A qualidade da dieta também está associada à adiposidade visto que o maior consumo de alimentos industrializados, de alta densidade energética, ricos em gorduras e açúcares e o baixo consumo de frutas, vegetais e leite, ocasiona aumento da gordura corporal. Neste mesmo sentido de equilíbrio energético, encontram-se a falta de atividade física e o excesso de tempo em comportamento sedentário, fatores comportamentais que também favorecem o acúmulo de gordura corporal (KANT; GRAUBARD et al, 2005).

A prática de atividade física resulta em gasto energético maior, elevando a taxa metabólica de repouso após a sua realização, pelo aumento da oxidação de substratos e estimulação da síntese proteica (CIOLAC, GUIMARÃES, 2004; WIKLUND, 2016). Neste sentido, o exercício físico é capaz de propiciar o aumento da massa óssea e muscular e a redução de gordura corporal (CIOLAC, GUIMARÃES, 2004; WIKLUND, 2016). Outro mecanismo pelo qual a prática de atividade física pode influenciar a composição corporal é agindo no controle da ansiedade e depressão, os quais podem também afetar as escolhas alimentares (LENG et al, 2016; LUBANS et al, 2016).

O comportamento sedentário contribui bastante para um desequilíbrio energético, visto que está muito associado ao hábito dos indivíduos passarem horas sentados em frente a computadores, televisão ou videogames (OLIVEIRA et al, 2016). A exposição às telas compromete a regulação do balanço energético, pois além de reduzir o tempo disponível para a prática de atividade física, está associada ao consumo de alimentos obesogênicos (HOBBS et al, 2015; BIDDLE; PEARASON; SALMON, 2018). Além disso, a distração ocasionada pelas telas faz com que o indivíduo perca o controle da fome e saciedade levando-o a consumir alimentos de alta densidade energética e em quantidades excessivas (BICKHAM et al, 2013; OLIVEIRA et al, 2016). O comportamento sedentário e a ingestão calórica excessiva também podem reduzir a sensibilidade à insulina, hormônio que age como importante regulador do metabolismo (MYERS; KOKKINOS; NYELIN, 2019).

Outro aspecto comportamental que está associado com composição corporal é o sono, em termos de duração e qualidade. O padrão inadequado do

sono, ou seja, a curta duração, a privação crônica e a má qualidade do sono, pode contribuir para distúrbios metabólicos facilitando um maior ganho de peso (BAYON et al, 2014; CHAPUT; DUTIL, 2016). Atualmente, os indivíduos utilizam muitos equipamentos eletrônicos por longos períodos, a exposição às telas retarda o início e causa redução da duração do sono ((BIDDLE; PEARASON; SALMON, 2018).

O tempo de sono também influencia nos hormônios responsáveis pela regulação da fome e saciedade (leptina e grelina) e o cortisol, a alteração nesses hormônios, causada pela restrição do sono, promove aumento do apetite e o aumento do desejo por alimentos com altas densidades energéticas (DASHTI et al, 2015; TOMIYAMA, 2019). A redução do sono noturno também pode resultar em fadiga e sonolência durante o dia, fatores que podem favorecer um desinteresse pela prática de atividade física e o aumento do comportamento sedentário (HITZE et al, 2009).

Ainda em nível proximal, a composição dos comportamentos do ciclo de 24 horas composta pelos três comportamentos apresentados anteriormente também parece exercer uma influência na composição corporal quando analisados em diferentes combinações entre eles. Há evidências que esses comportamentos agem isoladamente, de maneira diferente, sobre a adiposidade. No entanto, uma recente revisão sistemática demonstrou que a combinação de maior tempo em atividade física, duração do sono adequada e menor tempo em comportamento sedentário mostra-se favorável a melhores índices de composição corporal (SAUNDERS et al 2016).

Em um nível intermediário, a composição corporal difere entre os sexos. Essa diferença pode ser observada desde muito cedo na vida, porém acentua-se na adolescência, devido à ação dos hormônios esteroides (WELLS, 2007). Homens possuem maior quantidade de massa magra, enquanto as mulheres têm mais massa gorda; além disso, a deposição de gordura também difere, os homens têm maior probabilidade de acumular tecido adiposo ao redor do tronco e abdômen, já as mulheres geralmente acumulam gordura ao redor do quadril e coxas (ZAFON, 2007). O sexo também é um determinante para a atividade física desde idades tenras (RICARDO et al, 2019), e por questões sociais e culturais que limitam a prática entre as meninas, essa diferença se perpetua. Diversos estudos demonstram que o sexo masculino é fisicamente mais ativo que o

feminino (HALLAL et al, 2006; ALEKSOVSKA et al, 2019)

Os fatores genéticos como o índice de gordura corporal dos pais, especialmente o materno, exerce forte influência sobre a obesidade do filho, uma vez que estudos indicam que filhos de pais obesos apresentam maior risco de desenvolverem a obesidade (LARNKJAER et al, 2010; WENG et al 2012). Além disso, exposições do início da vida também parecem ser importantes. O elevado peso ao nascer e o rápido ganho de peso nos primeiros anos de vida também estão associados a maior adiposidade na adolescência (LARNKJAER et al, 2010; GONZALES; NAZMI; VICTORA, 2010; WENG et al, 2012). Em relação ao aleitamento materno, uma revisão sistemática mostrou que a maior duração da amamentação confere efeito protetor contra a obesidade. Crianças amamentadas por sete meses ou mais foram menos propensas a desenvolver obesidade comparadas àquelas com menos de três meses de amamentação. Além disso, a revisão mostrou um aumento gradativo entre a diminuição do risco de obesidade e a duração do aleitamento (YAN et al, 2014).

Em nível distal, estão os fatores socioeconômicos, como escolaridade materna e renda familiar, que exercem influência sobre a prática de atividade física, tempo de sono e a qualidade da dieta. Adolescentes de menor nível socioeconômico apresentam uma tendência de níveis mais baixos de atividade física e passam mais tempo em comportamento sedentário em comparação àquelas de maior nível socioeconômico (DRENOWATZ et al, 2010). Em relação ao sono, os adolescentes de classes econômicas mais baixas tendem a apresentar menor tempo de sono (BERNARDO et al, 2009). O nível socioeconômico e escolaridade materna também têm influência direta na dieta em termos quantitativos e qualitativos (MOLINA et al,2010).

Também em nível distal, em simbiose com os aspectos mencionados anteriormente de mesmo nível, encontram-se os fatores socioculturais e geográficos que interferem na prática de atividade física e comportamento sedentário. Dentre os fatores socioculturais, o apoio social dos amigos e familiares é frequentemente associado à maior prática de atividade física e menor comportamento sedentário (PIOLA, 2020; GARRIGUET; BUSHNIK; COLLEY, 2017). Já em relação aos determinantes geográficos, o clima, e os aspectos socioeconômicos contextuais como o local de moradia e a segurança do local de residência são influenciadores da prática da atividade física. Em

idades grandes, com maior tráfego urbano, os indivíduos tendem a praticar menos atividade física (PÉREZ; MATTIELLO, 2018). Existe uma escassez e distribuição desigual de oportunidades em termos de áreas livres disponíveis como parques, praças, ciclovias (PÉREZ; MATTIELLO, 2018).

A Figura 3 expressa graficamente o que se expõe no presente marco teórico em formato de Modelo Teórico. Organizado por níveis hierárquicos, em síntese, as variáveis mais distais exercem influência sobre aquelas de nível intermediário e estas sobre o nível mais proximal ao desfecho.

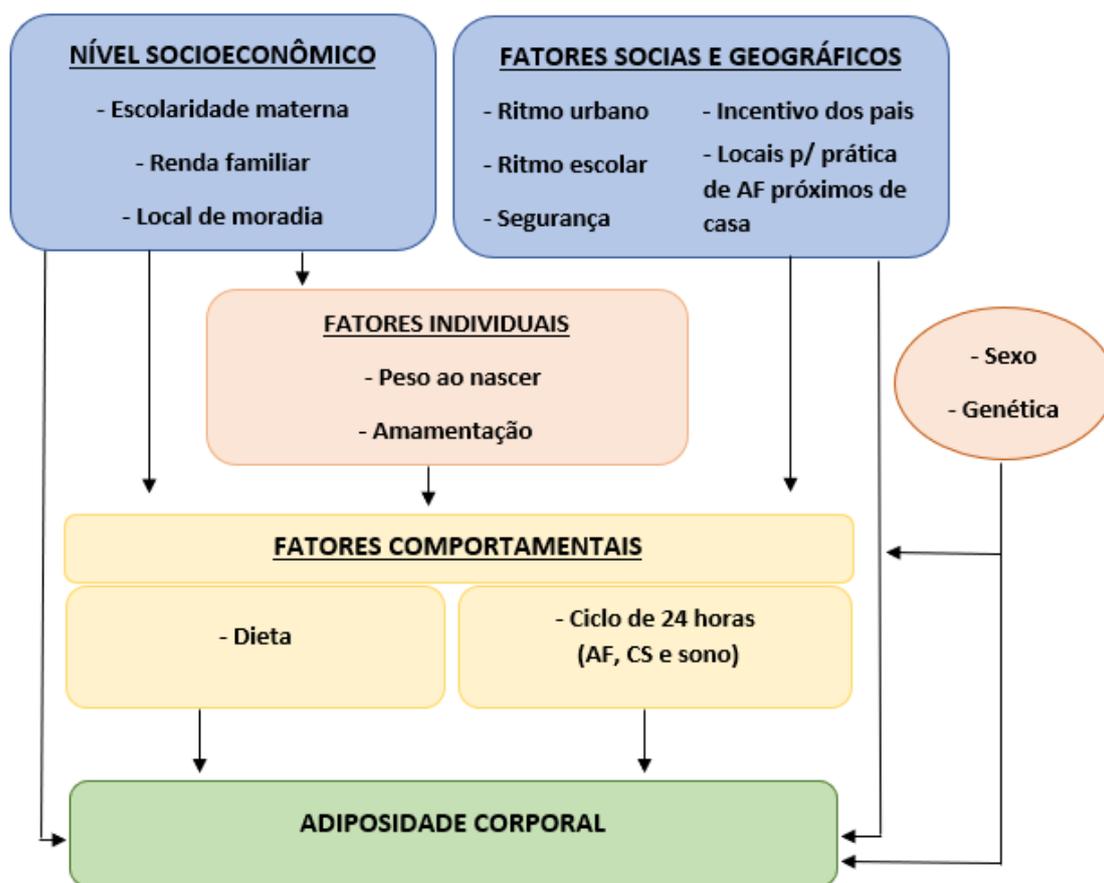


Figura 3. Modelo Teórico

4. JUSTIFICATIVA

A obesidade na adolescência está associada a antecipação de incidência de desfechos de saúde cardiometabólicos como hipertensão e diabetes e, além disso, associa-se à obesidade na vida adulta. Assim, a compreensão de sua determinação para embasar estratégias de preveni-la desde a adolescência tem um benefício imediato e futuro (MUST, 1996; ZAFON, 2007; LEE; YONN,2018).

Dados recentes indicam que a prevalência da obesidade mais que triplicou nos últimos 40 anos, contituindo-se em um dos problemas epidemiológicos mundial mais preocupantes da atualidade (WHO,2017). É bem conhecido que a obesidade é uma doença de causas multifatoriais, sendo a falta de atividade física, o comportamento sedentário e o tempo de sono fatores que de maneira independente contribuem para o seu desenvolvimento (MILLER et al,2018; BULL et al, 2020).

A prevalência de comportamento sedentário e inatividade física na adolescência é preocupante e está associada a vários desfechos negativos à saúde, dentre eles, a obesidade (SHERRY; PEARSON; CLEMES et al, 2016; DUMITH et al, 2011). No entanto, evidências recentes mostraram que estes comportamentos estão interligados, e desta forma é necessário haver um equilíbrio entre eles para a obtenção de maiores efeitos benéficos à saúde (CARSON et al, 2016; DUMUID et al, 2017; DUMUID et al, 2018). Neste sentido, estudos sobre a epidemiologia do uso do tempo têm buscado encontrar um equilíbrio ideal para estes comportamentos, utilizando abordagens estatísticas capazes de analisar estes diferentes comportamentos como uma única composição. Além disso, a modelagem de substituição isotemporal permite que realocações de tempo sejam feitas estimando o resultado no desfecho investigado se o uso do tempo fosse diferente. Essa abordagem além de ser coerente com a interdependência dos comportamentos, tem como potencial mensagens claras para a população sobre possíveis combinações que podem ser balanceadas e serem responsáveis por melhores indicadores de saúde.

As pesquisas existentes com análises composicionais e substituição isotemporal têm encontrado que a composição do uso do tempo relaciona-se a vários desfechos em saúde da mesma forma que mostram a importância das análises composicionais e medidas objetivas dos comportamentos para poder

utilizar esta abordagem (JANSSEN et al, 2020). Apesar da escassez de pesquisas com análises composicionais e substituição isotemporal, as existentes têm se concentrado em estudar a adiposidade e biomarcadores cardiometabólicos (JANSSEN et al, 2020). No entanto, ainda existe uma série de questões em aberto na literatura sobre quais os melhores instrumentos para medir o tempo gasto nos comportamentos e até mesmo sobre qual seria a composição diária mais adequada de uso do tempo.

Não foram encontrados estudos de delineamento longitudinal que avaliassem a composição dos comportamentos de 24 horas e a composição corporal de adolescentes. Além disso, os poucos estudos abrangendo essa faixa etária não avaliaram a composição corporal com equipamentos mais objetivos, em medir os comportamentos de 24 horas e a adiposidade, e foram todos realizados em países de renda alta (CARSON et al, 2016; FAIRCLOUGH et al 2017; DUMUID et al, 2018; DUMUID et al 2019; GÁBA et a 2020; GÁBA et al 2021). A literatura também aponta que estudos longitudinais devem ser realizados para se conhecer o tamanho do efeito dessas realocações em longo prazo e para que a temporalidade das associações possa ser estabelecida (DUMUID et al, 2017; DUMUID et al, 2018). Outra lacuna apontada pela literatura é a falta de informação sobre a dieta dos indivíduos, um componente diretamente ligado à composição corporal, necessário para um melhor ajuste nas análises (CARSON et al, 2016).

Desta forma, se faz necessário estudos que possam colaborar no esclarecimento de lacunas apontadas em estudos anteriores, principalmente em países de renda baixa e média onde a distribuição do tempo gasto em cada comportamento pode ser reflexo de rotinas e convenções sociais diferentes de países ricos (ex: rotinas escolares, deslocamento ativo para escola entre outras). Além disso, novas descobertas em relação ao efeito do uso do tempo sobre a saúde são muito importantes para nortear políticas e permitir que novas recomendações de saúde pública sejam elaboradas afim de promover o uso saudável do tempo (PEDISIC, 2014).

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo Geral

Investigar os efeitos da composição do tempo gasto em atividade física, comportamento sedentário e sono em um ciclo de 24h aos 11 e 15 anos no percentual de gordura corporal de adolescentes de 15 anos pertencentes a uma coorte de nascimentos.

5.2 Objetivos Específicos

- Descrever as médias de percentual de gordura corporal dos adolescentes e de tempo gasto em ciclos de 24 horas em atividade física (leve, moderada e vigorosa), comportamento sedentário e sono.
- Avaliar os efeitos da realocação do tempo entre os distintos comportamentos do ciclo de 24 horas aos 11 anos sobre o percentual de gordura corporal de adolescentes aos 15 anos em análises prospectivas.
- Avaliar os efeitos da realocação do tempo entre os distintos comportamentos do ciclo de 24 horas aos 15 anos sobre o percentual de gordura corporal de adolescentes em análises transversais.

6. HIPÓTESES

- O ciclo de 24h será composto por aproximadamente 30% de tempo de sono, 50% de comportamento sedentário e 15% atividades físicas leves e 5% entre atividades físicas moderadas e vigorosas;
- Realocações de tempo para atividade física de qualquer intensidade em detrimento aos outros comportamentos aos 11 e 15 anos estarão associadas a menor percentual de gordura corporal, tanto nas análises prospectivas quanto nas transversais, no entanto este efeito será maior para as intensidades moderada e vigorosa.
- Realocações de outros comportamentos para tempo de sono, quando este for em quantidade insuficiente, estarão associadas a menor percentual de gordura corporal.
- Realocações de tempo em atividade física de qualquer intensidade para comportamento sedentário estarão associadas a maior percentual de gordura corporal

7. MÉTODOS

7.1. Delineamento

O delineamento do presente estudo será longitudinal do tipo coorte. Serão analisados dados de dois acompanhamentos de uma coorte de nascimentos de base populacional de Pelotas/RS, iniciada em 2004, incluindo todos os nascidos vivos da cidade durante esse ano. A coorte de Pelotas de 2004 vem sendo acompanhada em diferentes períodos do tempo e os dados do presente estudo serão referentes aos acompanhamentos dos 11 e 15 anos.

Entre os delineamentos observacionais, o estudo de coorte se configura como a melhor fonte de evidência para responder à pergunta de pesquisa que está sendo proposta, com a possibilidade de estabelecer uma relação temporal entre exposição e desfecho.

7.2. População em estudo

Indivíduos nascidos na zona urbana do município de Pelotas, no ano de 2004.

7.3. Critérios de inclusão para este projeto

Serão incluídos todos os adolescentes pertencentes à coorte que participaram dos acompanhamentos dos 11 e 15 anos e que apresentam informações completas de acelerometria e composição corporal.

7.4. Coorte de nascimentos de 2004 de Pelotas

As coortes de nascimento de Pelotas são estudos longitudinais realizados com nascidos vivos da zona urbana da cidade, com o objetivo de investigar inúmeros aspectos de saúde dos indivíduos, desde o nascimento e no decorrer da vida. A primeira coorte foi constituída em 1982. Devido a relevância dos dados

obtidos nos acompanhamentos e a necessidade de se fazer comparações e monitoramento das mudanças de saúde que ocorrem entre as diferentes gerações, outras coortes foram criadas. Os novos estudos de coorte foram formados, respeitando um intervalo de 11 anos. Atualmente, Pelotas conta com quatro coortes de nascimentos, 1982, 1993, 2004 e 2015.

No ano de 2004, todos os nascidos em hospitais de Pelotas, cujas famílias residissem na cidade, foram considerados elegíveis para o estudo. Nesse ano, nasceram 4.263 crianças, 32 mães se recusaram a participar do estudo, ficando a coorte com 4.231 participantes.

Acompanhamentos mais antigos dessa coorte foram realizados aos 3, 12, 24 e 48 meses e 6-7 anos, sendo que nestas etapas as taxas de acompanhamento foram de 95,7%, 94,3%, 93,5%, 92,0% e 90,2%, respectivamente. Os acompanhamentos mais recentes foram realizados em 2015 e 2019-20, e serão descritos em maiores detalhes nos próximos itens por se tratarem das principais fontes de dados para esse projeto de pesquisa.

7. 4. 1. Acompanhamento dos 11 anos

Até o ano de 2010, os acompanhamentos das coortes de nascimentos de Pelotas eram realizados nas residências dos indivíduos, onde se coletava a maior parte das informações de saúde, principalmente por meio de questionários. Pelo contexto de coleta de dados, mensurações objetivas e aplicações de exames para exposições e desfechos de saúde eram limitadas. A partir de 2010, uma clínica estruturada para aplicação de questionários e testes psicológicos, bem como para realização de exames de última geração sobre composição corporal e outros aspectos de saúde foi organizada junto ao Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia (PPGEpi) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

Os acompanhamentos das coortes passaram a ser realizados neste novo espaço. O acompanhamento dos 6-7 anos, da coorte de 2004, foi o primeiro a ser realizado na clínica, e manteve parte do seu trabalho de campo nos domicílios, mas os seguintes passaram a ser totalmente realizados na clínica.

O acompanhamento dos 11 anos, foi realizado entre 03 de fevereiro e 25 de setembro de 2015. Foram coletadas informações sobre diversos aspectos de saúde dos adolescentes, realizados exames psicológicos e de composição corporal e a atividade física foi mensurada por acelerômetros. Entrevistou-se 3566 indivíduos, constatados 98 óbitos, e perdas e recusas que totalizaram 567 indivíduos. A taxa de acompanhamento deste período foi de 86,6%.

7. 4. 2. Localização dos Participantes

Com o objetivo de localizar os indivíduos pertencentes à coorte, foram realizadas visitas nas escolas municipais e estaduais de ensino fundamental da cidade de Pelotas, a partir do mês de junho de 2014. Nessas visitas eram entregues *folders* informativos aos alunos e funcionários, visando identificar possíveis participantes e informá-los do acompanhamento a ser realizado no ano seguinte.

Além das visitas às escolas, outra estratégia de busca foi empregada, a qual consistia em realizar contato telefônico, a partir de listas contendo os dados de identificação dos adolescentes, para atualização de dados cadastrais dos participantes (endereço, ponto de referência da residência, contato telefônico de algum parente ou conhecido, nome e/ou endereço da escola).

Em caso de não localização dos participantes por meio dessas estratégias, eram realizadas visitas aos endereços contidos em bancos de dados, fornecidos em visitas prévias.

7. 4. 3. Seleção e treinamento de pessoal / Estudo Piloto

Para formar a equipe de trabalho deste acompanhamento, foi realizado um processo seletivo e para participar, os indivíduos deveriam se inscrever na secretaria do programa e atender aos pré-requisitos: possuir ensino superior completo, experiência prévia em trabalho de campo e disponibilidade de horário para o trabalho e treinamentos.

Ocorreu um treinamento geral com o objetivo de apresentar o trabalho a ser realizado e treinamento específico para a aplicação dos questionários. No total, 85 candidatos participaram desta etapa, e após foram submetidos a um

teste prático, com o objetivo de observar a desenvoltura destes na aplicação do instrumento, e uma prova teórica sobre a correta aplicação das questões e situações de campo. Os candidatos selecionados realizaram treinamentos específicos para as funções que desempenhariam: entrevistas, exames, antropometria entre outros. As avaliações e treinamentos foram realizados pelas doutorandas e a supervisora de trabalho de campo.

Após a seleção da equipe de trabalho, foi realizado um estudo piloto, no dia 30 de janeiro de 2015, para observar o funcionamento da logística proposta para o acompanhamento

7. 4. 4. Agendamento das visitas/ Logística

Uma vez identificado os participantes, novos contatos telefônicos foram realizados com o objetivo de agendar visitas, dos adolescentes e seus responsáveis, à Clínica Médica de Pesquisa em Saúde Coletiva, localizada no Centro de Pesquisas em Saúde Dr. Amílcar Gigante, onde ocorreu a coleta de dados.

Os atendimentos eram realizados de segunda a sexta-feira, em dois turnos de trabalho de seis horas corridas, os quais aconteciam das 8 às 14 horas (turno da manhã) e das 14 às 20 horas (turno da tarde). Nos sábados o período de atendimento era das 9 às 17 horas. Inicialmente, eram agendados cinco adolescentes para cada turno de trabalho, um aumento gradativo foi realizado até chegar a 20 atendimentos por turno.

Ao chegar à clínica, o adolescente era atendido na recepção, onde fornecia documentos para fins de cadastro, após esta etapa, participante e acompanhante recebiam crachás de identificação para usar durante todo o período em que estivessem na clínica. Além de identificá-los, o crachá indicava todos os locais pelos quais deveriam passar, a fim de garantir que os participantes realizassem todos os procedimentos previstos. Além do crachá, os visitantes também utilizaram pulseiras, que continham códigos de barras, com dados de identificação, para leitura nas salas de exames e entrevistas.

Após o recebimento de crachás e pulseiras, o adolescente e responsável eram chamados para leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), destinado ao responsável, e o Termo de Assentimento Livre

e pré-informado, ao adolescente. Ao final do TCLE, constava uma lista com os procedimentos (questionários e exames) que seriam realizados e o jovem deveria marcar se recusasse ou relatasse possuir algum impedimento para a realização dos exames, e o doutorando de plantão era chamado para tentar reverter a recusa ou confirmar o critério de exclusão ou a recusa, assinalando no crachá. O mesmo ocorria para o(a) responsável e, no caso de não ser a mãe biológica, era assinalado como critério de exclusão para os exames. Após assinatura dos Termos, o adolescente era conduzido para os responsáveis pelo fluxo da clínica, que encaminhavam para as entrevistas ou para os equipamentos.

Entre a realização dos exames e dos questionários, era oferecido aos entrevistados um lanche e acesso a computadores com internet e televisão, na sala de recreação, a qual era supervisionada por uma monitora. Ao término de todos os procedimentos, o participante era encaminhado novamente à recepção onde era colocado um acelerômetro no punho de seu braço não dominante, para mensuração objetiva de atividade física. Por fim, os indivíduos recebiam ajuda de custo pelo deslocamento e eram liberados.

7. 4. 5. Acelerometria

Para a coleta de medidas objetivas de atividade física, estavam disponíveis acelerômetros dos modelos *Actigraph wGT3X-BT* e *Actigraph wActiSleep-BT* (Figura 4). Tais equipamentos são responsáveis pela captação de movimentos corporais permitindo estimar os padrões de atividade física dos indivíduos. A preparação dos aparelhos era realizada através do *software Actilife 6.11.6.623 BETA*, assim como a conferência inicial dos dados.



Figura 4. Modelo dos acelerômetros (a) ActiGraph wGT3X-BT e (b) ActiGraph wActiSleep-BT

Os aparelhos eram programados para captar dados a partir das 14 horas, para acelerômetros colocados no turno da manhã, a partir das 20 horas, para aqueles colocados no turno da tarde, e a partir das 18 horas para aqueles colocados aos sábados. Os equipamentos eram distribuídos de maneira que a captação de dados totalizasse pelo menos cinco dias completos, dependendo do dia de colocação. Os acelerômetros colocados nas segundas, terças e quartas-feiras eram coletados na segunda-feira posterior à colocação do monitor. Acelerômetros colocados nas quintas, sextas-feiras e sábados eram coletados na quarta-feira posterior à colocação do monitor.

Os acelerômetros foram preparados para captar os dados com uma frequência de detalhamento das informações de 60Hz. Para identificação dos dados e registro dos usuários, eram usadas na preparação do acelerômetro as seguintes informações: (a) número identificador; (b) primeiro nome e as iniciais do sobrenome; (c) data de nascimento.

Conforme mencionado, anteriormente, o equipamento era colocado pelas recepcionistas (no punho do braço não dominante, com os pinos voltados para os dedos) que orientavam o adolescente sobre o uso e entregavam um guia de orientações sobre a utilização do acelerômetro. O adolescente era orientado a utilizar o aparelho durante as 24 horas do dia, inclusive no banho, para dormir e em qualquer outra atividade. Passado o período programado para a captação dos dados, coletores (*motoboys*) se deslocavam até o local previamente combinado, para a retirada e recolhimento do aparelho. Posteriormente, o aparelho era levado ao Centro de Pesquisas Epidemiológicas onde eram

iniciados os procedimentos de *download* dos arquivos registrados nos monitores, em um computador exclusivo para este fim. Após estes procedimentos, o acelerômetro tinha sua bateria recarregada e era disponibilizado para uso novamente.

Para os dados serem considerados válidos, inicialmente, em uma inspeção preliminar, o participante deveria ter mantido o aparelho fixado no punho por um período mínimo equivalente a 50% do tempo determinado para o uso. Caso contrário, este dado precisaria ser novamente coletado. Neste caso, a equipe responsável contactava o adolescente para realizar o agendamento de recolocação do aparelho que, nesta situação, era feita pelo mesmo *motoboy* que realizara o recolhimento do aparelho. Caso o adolescente não aceitasse recolocar, o mesmo passava a ser contabilizado como perda.

Algumas situações caracterizavam o adolescente como critério de exclusão para esta etapa específica do estudo, sendo as seguintes: (a) incapacidade de deslocar-se caminhando de um lugar ao outro, (b) distúrbios mentais nos quais o adolescente não permite a colocação do aparelho e (c) não residir em Pelotas, exceto moradores de Capão do Leão (cidade vizinha) ou quando o adolescente estivesse de férias, em Pelotas, permanecendo o tempo suficiente para a captação dos dados e retirada do equipamento ou ainda quando os responsáveis se disponibilizavam a enviar o aparelho de volta à Pelotas por meio de correio.

7. 4. 6. Acompanhamento dos 15 anos

Em 2019-20, os indivíduos foram recrutados para novo acompanhamento, na clínica, onde também foram coletadas informações sobre diversos aspectos de saúde dos adolescentes, realizados exames psicológicos e de composição corporal e a atividade física foi mensurada por acelerômetros. O acompanhamento presencial foi realizado entre 20 de novembro de 2019 e 17 de março do ano seguinte.

Cabe ressaltar que, devido à pandemia de COVID-19, em março de 2020 o trabalho de campo precisou ser interrompido e, até o momento, havia se entrevistado 1.949 indivíduos. Em alternativa à interrupção do acompanhamento

presencial, seguiu-se um acompanhamento telefônico até o mês de outubro de 2020. Nestas ligações os indivíduos respondiam apenas os questionários gerais. Durante este período, foram entrevistados 64 adolescentes e 80 responsáveis, totalizando 2.029 indivíduos entrevistados, correspondendo a uma taxa de acompanhamento de 50,4%.

7. 4. 7. Localização dos Participantes

Em agosto de 2019, iniciou-se a busca aos participantes, foram adotadas diferentes estratégias para localizá-los. Primeiramente, foram realizadas ligações telefônicas para todos os contatos cadastrados no banco de dados do último acompanhamento com o objetivo de atualizar os dados cadastrais (endereços, contatos telefônicos, ponto de referência da residência, nome e/ou endereço de trabalho do responsável e contato de algum familiar ou conhecido próximo) e informar sobre a realização de novo acompanhamento. Simultaneamente, uma busca foi iniciada em redes sociais, por meio da rede social Facebook, utilizando a busca textual pelos nomes dos participantes e de seus pais ou responsáveis. Nessa rede, houve interação com os participantes e divulgação de informações sobre o acompanhamento via perfil “Coortes Pelotas” e via *fanpage* da Coorte 2004. No decorrer do tempo, o aplicativo *WhatsApp* também passou a ser utilizado para localizar os adolescentes e responsáveis.

Este formato de busca manteve-se até o início do trabalho de campo, quando se passou a fazer rastreamento domiciliar dos participantes que até aquele momento não haviam sido localizados. Esse rastreamento consistia em visitas domiciliares aos endereços contidos em bancos de dados, fornecidos no acompanhamento anterior. Uma vez localizado o adolescente, era feita a atualização cadastral e informado que, em breve, receberiam uma ligação a fim de agendar uma visita ao Centro de Pesquisas em Saúde Dr. Amílcar Gigante, onde ocorreria a realização de exames e entrevistas.

7. 4. 8. Seleção e treinamento de pessoal / Estudo Piloto

Para formar a equipe de trabalho foram realizados dois processos seletivos (um para auxiliares de pesquisa e outro para entrevistadoras) por meio de edital público, divulgado nos *sites* e redes sociais da Universidade Federal de Pelotas e do Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia.

Em ambos os processos seletivos, ocorreram treinamentos gerais com o objetivo de apresentar o trabalho a ser realizado e treinamento específico para a aplicação dos questionários (entrevistadoras) e agendamentos (auxiliares de pesquisa). Um grupo de 71 e 172 candidatos participaram dos treinamentos para auxiliar de pesquisa e entrevistadoras, respectivamente, e após foram submetidos a testes práticos, com o objetivo de observar a desenvoltura destes nas atividades propostas, e uma prova teórica sobre temas abordados nos treinamentos. Os candidatos selecionados realizaram treinamentos específicos para as funções que desempenhariam no trabalho de campo: entrevistas, aplicação de exames, entre outros. As avaliações e treinamentos foram realizadas pelas doutorandas e a supervisora de trabalho de campo.

Após a seleção da equipe de trabalho, foi realizado um estudo piloto, no dia 18 de novembro de 2019, para observar o funcionamento da logística proposta para o acompanhamento.

7. 4. 9. Agendamento das visitas/ Logística

Na clínica, o atendimento aos participantes foi realizado de segundas-feira a sábados, em dois turnos de trabalho de seis horas corridas, os quais aconteciam das 8h30 às 14h30 horas (turno da manhã) e das 14h30 às 20h30 horas (turno da tarde).

Após agendamentos, os participantes compareciam à clínica acompanhados de seus responsáveis. Inicialmente, foram agendados três adolescentes por turno, aumentando-se gradativamente até chegar a pelo menos 22 adolescentes por dia de visita.

O participante agendado, ao chegar à clínica, era atendido pelas recepcionistas. Elas solicitavam os documentos para confirmação de cadastro e entregavam crachás e pulseiras de identificação aos participantes e responsáveis para serem utilizados durante todo o período que permanecessem na clínica. O crachá, além de identificar os participantes, especificava os locais pelos quais estes deveriam passar, garantido que todos os procedimentos fossem realizados. A pulseira continha um código de barras para leitura nas salas de entrevistas e nos exames, evitando, assim, erros de digitação dos números de identificação (ID).

Após esta etapa, os participantes eram conduzidos à leitura do TCLE, destinado ao responsável, e do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido, ao adolescente. Ao final do TCLE constava uma lista com os procedimentos que seriam realizados. Caso o adolescente ou o responsável recusassem algum, o doutorando ou pós-doutorando de plantão era chamado para tentar reverter a recusa.

Após assinatura dos termos, o adolescente era encaminhado para a entrevista ou para os equipamentos e o responsável, para entrevista ou psicólogo(a). Entre a realização dos procedimentos, era oferecido aos participantes um lanche, na sala de recreação, e acesso a televisão e *Wi-fi*.

Ao término dos de todos os procedimentos, o adolescente era encaminhado à recepção, onde era colocado um acelerômetro no punho de seu braço não dominante e fornecida uma ajuda de custo pelo seu deslocamento.

7. 4. 10. Acelerometria

Para a coleta de medidas objetivas de atividade física, estavam disponíveis acelerômetros do modelo *Actigraph wGT3X-BT*. A preparação dos aparelhos era realizada através do *software Actilife 6.11.6.623 BETA*, assim como a conferência inicial dos dados.

Os aparelhos eram programados para captar dados a partir das 14 horas, para acelerômetros colocados no turno da manhã, e a partir das 20 horas, para aqueles colocados no turno da tarde, eram distribuídos de maneira que a captação de dados totalizasse sete dias completos.

Os procedimentos de preparação, colocação e retirada dos equipamentos foram os mesmos adotados no acompanhamento dos 11 anos.

7. 4. 11. DEXA

A avaliação da composição corporal foi realizada pelo DEXA, para essa estava disponível o Densitômetro Ósseo com Raio-X baseado em enCORE (modelo Lunar Prodigy marca GE Healthcare®) (Figura 4).

Na sala própria para realização do DEXA, o adolescente deitava-se em uma cama anexa ao aparelho e era realizado um *scanner* do fêmur, coluna e de corpo inteiro. Este equipamento exigia que as medidas de peso e altura do participante tivessem sido aferidas previamente. O adolescente não poderia ter pinos/placas nos ossos ou estar usando qualquer objeto de metal, com exceção de aparelho ortodôntico. Indivíduos muito altos (altura > 192 cm) ou com obesidade extrema (peso > 120 kg) não poderiam realizar o exame de corpo inteiro, pois são situações em que partes do seu corpo saem das linhas de demarcações do equipamento.

O exame também não era realizado em jovens cadeirantes, com deformidades osteoarticulares e nem em adolescentes grávidas ou com suspeita de gravidez, pois a gravidez é uma contraindicação absoluta para a realização do exame. Maiores detalhamentos sobre o exame estão relatados no item 7.6.2 deste projeto. É importante relatar que, durante este acompanhamento, o equipamento estragou, impossibilitando seu uso durante 12 dias. Neste período, 231 adolescentes compareceram à clínica e foram contabilizados como perdas para esse exame.



Figura 5. Modelo do DEXA Lunar Prodigymarca GE Healthcare®

7.5. Cálculo do tamanho de amostra

Por tratar-se de um estudo de corte, com dados já coletados, não foi necessário realizar o cálculo de tamanho de amostra. No entanto, será realizado cálculo de poder e o resultado será apresentado junto ao artigo e volume final deste projeto.

7. 6. Instrumentos e Definição operacional das variáveis

7. 6. 1. Acelerômetros e Variável Independente

Aos 11 e 15 anos, atividade física, comportamento sedentário e tempo de sono foram avaliados por acelerômetros à prova d'água (modelos ActiGraph wGT3X-BT e ActiGraph wActiSleep-BT). Os dispositivos mensuram o movimento humano por meio da aceleração da gravidade, medida em três eixos (x, y e z), e fornecem seus resultados em equivalente gravitacional ("g") como unidade de medida (onde $1g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (metro por segundo ao quadrado)). Maiores

detalhamentos sobre os acelerômetros foram mencionados em sessões anteriores (itens 7.4. 5. e 7.4.10.).

A variável independente será a composição do ciclo de 24 horas, criada a partir da combinação entre as medidas de tempo em atividade física, comportamento sedentário e sono, avaliados aos 11 e 15 anos, operacionalizada de maneira contínua, em minutos por dia. Os comportamentos serão avaliados através dos dados brutos obtidos pelos acelerômetros. Todos os períodos com aceleração abaixo de 50 mg que não forem considerados sono, serão considerados comportamento sedentário. A atividade física será medida em diferentes intensidades, sendo considerada leve entre 50 e inferior a 100 mg e moderada a vigorosa acima de 100 mg.

O parâmetro de sono será detectado pelo algoritmo proposto por Van Hess e colaboradores (2015). Este algoritmo verifica mudanças no ângulo de elevação do braço (eixo z) dentro de determinadas janelas de tempo (VAN HEES et al, 2015). Neste trabalho, utilizaremos mudanças de três graus em janelas de cinco minutos. Posteriormente, o algoritmo irá procurar pelo período mais longo sem mudanças no ângulo do punho, dentro do período de 24 horas. Este período será definido como a janela de tempo de sono (tempo entre o início e final do sono) (VAN HEES et al, 2018).

Conforme já mencionado, as informações obtidas sobre atividade física, comportamento sedentário e tempo de sono serão combinadas em ciclos de 24 horas. Para compor este ciclo será considerada a média dos dias de uso do acelerômetro em percentagem do tempo de uso em cada comportamento e se levará em conta o tempo gasto em cada um desses comportamentos ao longo do dia. Esses comportamentos serão expressos como um conjunto de coordenadas de razão de log isométrica (*l/r*). O indivíduo pode variar o seu comportamento de um dia para o outro e também pode se comportar de maneira diferente aos finais de semana, podendo este tempo variar e não ser exatamente de 24 horas. Deste modo, um ciclo será considerado completo do despertar de um dia até o despertar do dia seguinte.

7. 6. 2. DEXA e Variável Dependente

A variável dependente será o percentual de gordura corporal, avaliado pelo DEXA (modelo Lunar Prodigimarca GE Healthcare®), aos 15 anos, analisada de forma contínua, em percentual em relação à massa corporal total.

O posicionamento do indivíduo para a realização do exame é demonstrado na Figura 5 e o resultado do exame na Figura 6.

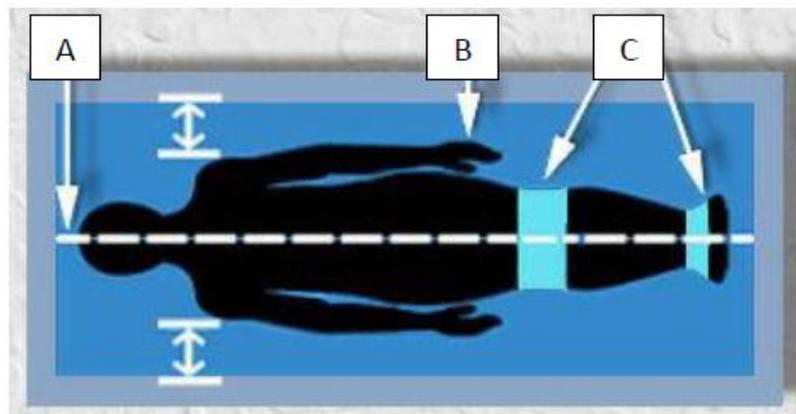


Figura 6. Posicionamento do paciente para o exame de corpo inteiro

A: Indivíduo dentro da área demarcada pelas linhas, centralizado na mesa de exame, utilizando a linha central da mesa como referência para alinhar o participante; **B:** indivíduo de barriga para cima, com as pernas juntas, mãos deverão estar viradas para o lado com os polegares para cima, com as palmas direcionadas para as pernas e os braços estendidos ao longo do corpo. **C:** Uma vez posicionado, colocar as fitas adesivas ao nível dos joelhos e dos tornozelos.

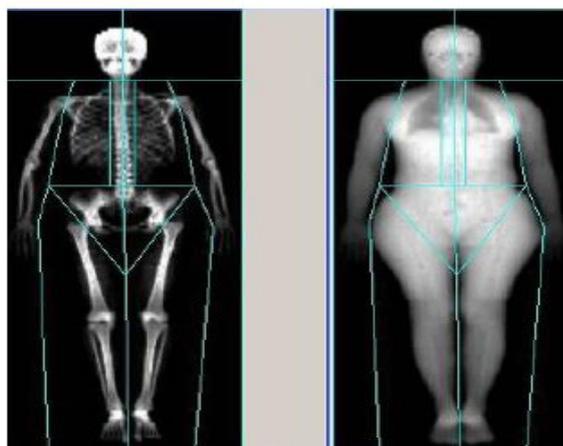


Figura 7. Resultados de imagem obtido no exame DEXA

7. 6. 3. Variáveis Complementares (Covariáveis)

Além das variáveis de exposição e desfecho, outras variáveis independentes serão utilizadas nas análises do presente projeto, conforme descritas no Quadro 2.

Quadro 2. Variáveis utilizadas para controle de confundimento.

Variável	Acompanhamento	Operacionalização	Tipo
Sexo	Perinatal	Masculino/Feminino	Dicotômica
Cor da pele	4 anos	Branca, Preta, Parda/Morena, Outra	Categórica
Escolaridade materna	11 e 15 anos	Anos de escolaridade	Numérica discreta
Obesidade materna (peso e altura)	4 anos	IMC	Numérica contínua
Altura	11 e 15 anos	Cm	Numérica contínua
Nível socioeconômico	11 e 15 anos	Quintis de riqueza	Categórica
Consumo energético diário	11 e 15 anos	Calorias diárias	Numérica contínua
Gordura corporal do adolescente aos 11 anos	11 anos	Percentual de gordura	Numérica contínua

8. PROCESSAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

Inicialmente, se realizará a análise descritiva da amostra. As variáveis contínuas com distribuição simétrica, serão descritas por média e desvio-padrão e as variáveis que apresentarem distribuição assimétrica, serão descritas por mediana e intervalo interquartil. A descrição das variáveis categóricas será por meio de frequências absolutas e relativas e intervalos de confiança.

Após a descrição inicial da amostra será realizada uma comparação da analítica com a coorte original para observar se os indivíduos participantes desta amostra são representativos da coorte como um todo. Para isso serão utilizados testes de qui-quadrado para variáveis categóricas e testes T e Kruskal Wallis para variáveis contínuas com distribuição simétrica e assimétrica, respectivamente.

Dada a natureza composicional dos comportamentos de 24 horas, uma abordagem de análise composicional de dados (CoDA) de uso de tempo será feita a fim de respeitar a inter-relação entre os comportamentos.

Especificamente, será utilizada uma composição de comportamentos de 24 horas em quatro partes que consiste em tempo de sono, comportamento sedentário, AFL e AFMV. Esses comportamentos serão expressos como um conjunto de coordenadas de razão de log isométrica (*ilr*), que podem ser analisadas ao invés de valores absolutos brutos (por exemplo, minutos de AFMV) usando métodos estatísticos padrão e explicarão a variância total da composição.

A descrição da composição do uso do tempo será feita pela média geométrica, matriz de variação e utilização de parcelas quaternárias.

Para as análises transversais e longitudinais, um modelo de regressão linear com ajuste para fatores de confusão será construído, tendo o percentual de gordura corporal como variável dependente e *ilrs* de composição de atividades do ciclo de 24 horas como variáveis explicativas. O modelo será ajustado para as seguintes covariáveis que serão incluídas todas em um mesmo momento: sexo, cor da pele, altura, IMC materno, nível socioeconômico e qualidade da dieta. Na análise longitudinal será acrescentado o percentual de gordura corporal do adolescente, aos 11 anos como fator de ajuste tentando lidar com possível causalidade reversa na associação.

A análise de substituição isotemporal composicional será aplicada para estimar as diferenças no percentual de gordura corporal associadas à realocação do tempo entre os comportamentos de 24 horas, o modelo linear acima será usado como uma fórmula preditiva. Primeiro, o percentual de gordura corporal será previsto para a composição média de comportamentos (ex: sono = 576 minutos; sedentário = 683 minutos; atividade física leve = 158 minutos; AFMV = 23 minutos). Em um segundo passo, o percentual de gordura corporal será estimado para uma composição de comportamentos em que o tempo será realocado entre os comportamentos. Por exemplo, a nova composição de comportamentos representando a realocação de 30 minutos do sono para AFMV será sono = 546 minutos; sedentário = 683 minutos; atividade física leve = 158 minutos; AFMV = 53 minutos. A diferença estimada no percentual de gordura corporal para a realocação de 30 minutos de sono para AFMV será calculada ao encontrar a diferença entre os dois percentuais de gordura corporal previstos.

A análise composicional, transformação dos comportamentos em *ilrs* de composição, será conduzida no *software* R, versão 4.1.0 e o *software* Stata 17.0 será utilizado para determinar as análises descritivas e análises posteriores às transformações *ilrs*. O nível de significância será estabelecido em 5%.

9. CONTROLE E QUALIDADE DOS DADOS

Durante os acompanhamentos dos 11 e 15 anos, para fins de controle de qualidade dos dados coletados, o DEXA era calibrado com frequência diária e semanal. Em relação à acelerometria, o banco de dados era verificado periodicamente e, a partir dessa rotina, eram identificados e corrigidos possíveis problemas na programação dos acelerômetros ou pendências e inconsistências.

10. DIVULGAÇÃO DOS DADOS E PRODUTOS ESPERADOS

Os achados deste estudo serão publicados, em formato de artigo científico em revistas científicas nacionais e/ou internacionais, bem como através de informes com os principais resultados para divulgação na imprensa local.

11. ASPÉCTOS ÉTICOS

Todos os acompanhamentos da Coorte de 2004 ocorreram sob critérios éticos, foram submetidos para apreciação e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Pelotas. Os acompanhamentos dos 11 e 15 anos estão aprovados por meio do número e parecer 3.554.667 (CAAE: 20183419.1.0000.5317). Foi obtido o consentimento informado por escrito de todos os participantes antes da coleta de informações e realização dos exames e garantido sigilo das informações.

O presente projeto não necessita ser submetido à aprovação de um Comitê de Ética, pois visa utilizar dados já coletados e submetidos aos pressupostos éticos.

12. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Algumas limitações precisam ser consideradas. Os acelerômetros utilizados neste estudo quantificam o tempo gasto em diferentes intensidades de atividade com base nos limiares de aceleração proveniente de movimentos corporais. Este método funciona razoavelmente bem para identificar posturas inativas, AFL e AFMV, mas é limitado em sua capacidade de distinguir entre posturas inativas de pé e reclináveis. Assim, uma limitação é que o acelerômetro mede a inatividade física, nesse projeto considerada como sendo comportamento sedentário. Isso, pode influenciar os resultados superestimando o tempo em que o indivíduo permanece em comportamento sedentário.

Outra limitação refere-se ao fato de ter apenas dois pontos de medição de dados, ao longo de quatro anos, isso pode ser prejudicial visto que os padrões de mudança na prática de atividade física podem não ter sido detectados.

Vale mencionar que, devido à interrupção do acompanhamento dos 15 anos, em virtude da pandemia de COVID-19, apenas cerca da metade dos participantes serão estudados. No entanto, pela forma de convite para participação no estudo essa amostra é representativa da coorte como um todo. A comparação da amostra analítica com a coorte original poderá avaliar a extensão desse problema, bem como avaliar se critérios de exclusão do DEXA ou da acelerometria. Por fim, perdas e critérios de exclusão do DEXA (ex: pessoas com excesso de peso que extrapolam as dimensões do equipamento) ou da acelerometria também precisam ser avaliadas a partir dos bancos de dados.

13. ORÇAMENTO/ FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, por meio da concessão de bolsa de mestrado. Os recursos financeiros destinados para os acompanhamentos dos 11 e 15 anos foram obtidos pelos financiamentos de projetos, por meio de órgãos de pesquisas: Departamento de Ciência e Tecnologia (DECIT), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Associação Brasileira de Saúde Coletiva (ABRASCO). Os exames foram realizados no centro de pesquisas epidemiológicas da Universidade Federal de Pelotas.

15. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAS, D. (1982). Designs for large scale time use studies of the 24hour day. In Z. Staikov. *It's about time:Proceedings of the International Research Group on Time Budgets and Social Activities*. Sofia,Bulgaria: **Institute of Sociology at the Bulgarian Academy of Sciences**. p.17-53. 1982

AINSWORTH, B.E. et al. Compendium of Physical Activities: A second update of codes and MET values. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 243(8), 1575-1581.2011.

AITCHISON, J. The statistical analysis of compositional data. **Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)**, v. 44, n. 2, p. 139-160, 1982.

ALEKSOVSKA, K. et al. Biological determinants of physical activity across the life course: a “Determinants of Diet and Physical Activity” (DEDIPAC) umbrella systematic literature review. **Sports medicine-open**, v. 5, n. 1, p. 1-18, 2019.

ANDREOLI, A. et al. Body composition in clinical practice. **European Journal Of Radiology**, [S.L.], v. 85, n. 8, p. 1461-1468, ago. 2016.

BARCELÓ-VIDAL, C.; MARTÍN-FERNÁNDEZ, J. The mathematics of compositional analysis. **Austrian Journal of Statistics**, v. 45, n. 4, p. 57-71, 2016.

BAYON, V. et al. Sleep debt and obesity. **Annals of medicine**, v. 46, n. 5, p. 264-272, 2014.

BEHNKE, A. R. Physiologic studies pertaining to deep sea diving and aviation, especially in relation to the fat content and composition of the body: the harvey lecture, march 19, 1942. Bulletin of the New York Academy of Medicine, New York, v. 18, n. 9, p. 561-85, 1942.

BERNARDO, M.P. S. L. et al. Duração do sono em adolescentes de diferentes níveis socioeconômicos. **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**, v. 58, p. 231-237, 2009.

BICKHAM, D. S. et al. Characteristics of screen media use associated with higher BMI in young adolescents. **Pediatrics**, v. 131, n. 5, p. 935-941, 2013.

BIDDLE, S. J. H., PEARSON, N., SALMON, J. Sedentary Behaviors and Adiposity in Young People: Causality and Conceptual Model. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 46,1, p. 18-25, 2018.

BUFF, C.G. et al. Frequência de síndrome metabólica em crianças e adolescentes com sobrepeso e obesidade. **Revista paulista de pediatria**, v. 25, p. 221-226, 2007.

BULL, F. C. et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. **British journal of sports medicine**, v. 54, n. 24, p. 1451-1462, 2020.

CAIN, K. L. et al. Using accelerometers in youth physical activity studies: a review of methods. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 10, n. 3, p. 437-450, 2013.

CAMERON, N. 2002. Human growth and development, Academic Pr. p.456

CAPPUCCIO, F.P. et al. Sleep duration predicts cardiovascular outcomes: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Eur Heart J*. 2011;32(12):1484–1492.

CAPPUCCIO FP, et al. Quantity and quality of sleep and incidence of type 2 diabetes: a systematic review and metaanalysis. *Diabetes Care*. 2010;33(2):414–420.

CARSKADON, M.A.; DEMENT, W.C. Monitoring and staging human sleep. In M. H. Kryger, T. Roth & W. C. Dement (Eds.), **Principles and practice of sleep medicine**, 5th ed. (pp. 16-26). 2011. St. Louis, MO: Elsevier Saunders.

CARSON, V. et al. Associations between sleep duration, sedentary time, physical activity, and health indicators among Canadian children and youth using compositional analyses. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 41, n. 6, p. S294-S302, 2016.

CARSON, V. et al. Light-intensity physical activity and cardiometabolic biomarkers in US adolescents. **PloS one**, v. 8, n. 8, p. e71417, 2013.

CARSON, V. et al. Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth: an update. **Applied physiology, nutrition, and metabolism**, v. 41, n. 6, p. S240-S265, 2016.

CARVALHO, A. S. et al. Composição corporal funcional: breve revisão. **Caderno de Educação Física e Esporte**, v. 16, n. 1, p. 235-246, 2018.

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

CHAPUT, J. P. et al. Importance of all movement behaviors in a 24 hour period for overall health. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 11, n. 12, p. 12575–12581, 2014.

CHAPUT, J. P.; SAUNDERS, T. J.; CARSON, V. Interactions between sleep, movement and other non-movement behaviours in the pathogenesis of childhood obesity. **Obesity Reviews**, v. 18, p. 7-14, 2017.

CHAPUT, J.P.; DUTIL, C. Lack of sleep as a contributor to obesity in adolescents: impacts on eating and activity behaviors. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v.13, p. 103, 2016

CHASTIN, S.F. 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* 2015; 10: e0139984.

CIOLAC, E.G.; GUIMARÃES, G.V. Exercício físico e síndrome metabólica. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 10, p. 319-324, 2004.

DASHTI, H. et al. Short Sleep Duration and Dietary Intake: epidemiologic evidence, mechanisms, and health implications. *Advances In Nutrition*, [S.L.], v. 6, n. 6, p. 648-659, 1 nov. 2015.

DRENOWATZ, Clemens et al. Influence of socio-economic status on habitual physical activity and sedentary behavior in 8-to 11- year old children. *BMC public health*, v. 10, n. 1, p. 1-11, 2010.

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

DUMUID, D. et al. Adiposity and the isothermal substitution of physical activity, sedentary time and sleep among school-aged children: a compositional data analysis approach. *BMC public health*, v. 18, n. 1, p. 1-10, 2018.

DUMUID, D. et al. Compositional data analysis for physical activity, sedentary time and sleep research. *Statistical methods in medical research*, v. 27, n. 12, p. 3726-3738, 2017.

DUMUID, D. et al. Compositional data analysis in time-use epidemiology: what, why, how. *International journal of environmental research and public health*, v. 17, n. 7, p. 2220, 2020.

DUMUID, D. et al. The association of the body composition of children with 24-hour activity composition. **The Journal of pediatrics**, v. 208, p. 43-49. e9, 2019.

DUMUID, D. et al. The compositional isothermal substitution model: a method for estimating changes in a health outcome for reallocation of time between sleep, physical activity and sedentary behaviour. **Statistical methods in medical research**, v. 28, n. 3, p. 846-857, 2017.

ELLIS, K. J. Human Body Composition: in vivo methods. **Physiological Reviews**, [S.L.], v. 80, n. 2, p. 649-680, 4 jan. 2000. American Physiological Society.

FAIRCLOUGH, S.J. et al. Fitness, fatness and the reallocation of time between children's daily movement behaviours: an analysis of compositional data. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 14, n. 1, p. 1-12, 2017.

FARRAHI, V. et al. Compositional associations of sleep and activities within the 24-H cycle with Cardiometabolic health markers in adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 53, n. 2, p. 324, 2021.

GÁBA, A. et al. Prospective study on sedentary behaviour patterns and changes in body composition parameters in older women: a compositional and isothermal substitution analysis. **Clinical Nutrition**, v. 40, n. 4, p. 2301-2307, 2021.

GÁBA, A. et al. Replacing school and out-of-school sedentary behaviors with physical activity and its associations with adiposity in children and adolescents: a compositional isothermal substitution analysis. **Environmental health and preventive medicine**, v. 26, n. 1, p. 1-9, 2021.

GALLAGHER, D. et al. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. **The American journal of clinical nutrition**, v. 72, n. 3, p. 694-701, 2000.

GARRIDO-CHAMORRO R., et al. Correlation between body mass index and body composition in elite athletes. **J Sports Med Phys Fitness** 2009; 49(3):278-284.

GARRIGUET, D.; BUSHNIK, T.; COLLEY, R. **Parent-child association in physical activity and sedentary behaviour**. Statistics Canada, 2017.

GBD 2015 OBESITY COLLABORATORS. Health effects of overweight and obesity in 195 countries over 25 years. **New England Journal of Medicine**, v. 377, n. 1, p. 13-27, 2017.

GONZALEZ, D.; NAZMI, A.; VICTORA, C. G. Growth from birth to adulthood and abdominal obesity in a Brazilian birth cohort. **International journal of obesity**. 2005. p. 195–202, 2010.

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

HALLAL, P.C. et al. Adolescent physical activity and health: a systematic review. **Sports Med**. 2006;36(12):1019-30.

HEYMSFIELD, S. et al. Human body composition: advances in models and methods. **Annual review of nutrition**, v. 17, n. 1, p. 527-558, 1997.

HIRSHKOWITZ, M. et al. National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: methodology and results summary. **Sleep Health**. 2015;1(1):40-3.

HITZE, B. et al. Determinants and impact of sleep duration in children and adolescents: data of the Kiel Obesity Prevention Study. **European journal of clinical nutrition**, v. 63, n. 6, p. 739-746, 2009.

HOBBS, M. et al. Sedentary behaviour and diet across the lifespan: an updated systematic review. **British journal of sports medicine**, v. 49,18, P. 1179-88, 2015.

JANSSEN, I. et al. A systematic review of compositional data analysis studies examining associations between sleep, sedentary behaviour, and physical activity with health outcomes in adults. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 45, n. 10, p. S248-S257, 2020.

JAVED, A. et al. Diagnostic performance of body mass index to identify obesity as defined by body adiposity in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. **Pediatric Obesity**, [S.L.], v. 10, n. 3, p. 234-244, 25 jun. 2014.

KANT, A.K.; GRAUBARD, B.I. A comparison of three dietary pattern indexes for predicting biomarkers of diet and disease. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 24, n. 4, p. 294-303, 2005.

KHALIL, S.; MOHKOTAR, M.; IBRAHIM, F. The Theory and Fundamentals of Bioimpedance Analysis in Clinical Status Monitoring and Diagnosis of Diseases. **Sensors**, [S.L.], v. 14, n. 6, p. 10895-10928, 19 jun. 2014.

KIM, Y. et al. Associations of movement behaviors and body mass index: comparison between a report-based and monitor-based method using compositional data analysis. **International Journal of Obesity**, v. 45, n. 1, p. 266-275, 2021.

KUMAR, B. et al Physical activity and health in adolescence. **Clin Med (Lond)**. 2015 Jun;15(3):267-72.

KURIYAN R. Body composition techniques. **Indian J Med Res**. 2018 Nov;148(5):648-658.

LARNKJÆR, A. et al. Effect of growth in infancy on body composition, insulin resistance, and concentration of appetite hormones in adolescence. **The American Journal Of Clinical Nutrition**, [S.L.], v. 91, n. 6, p. 1675-1683, 21 abr. 2010.

LEE, E. Y.; YOON, K.. Epidemic obesity in children and adolescents: risk factors and prevention. **Frontiers Of Medicine**, [S.L.], v. 12, n. 6, p. 658-666, 2 out. 2018.

LEE, I.M. et al. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. **The lancet**, v. 380, n. 9838, p. 219-229, 2012.

LEITE, M.L.C. Applying compositional data methodology to nutritional epidemiology. **Statistical methods in medical research**, v. 25, n. 6, p. 3057-3065, 2016.

LENG, G. et al. The determinants of food choice. **Proceedings Of The Nutrition Society**, [S.L.], v. 76, n. 3, p. 316-327, 2016.

LOHMAN, T.G. Advances in body composition assessment. Champaign (IL): Human Kinetics; 1992.

LUBANS, D. et al. Physical activity for cognitive and mental health in youth: a systematic review of mechanisms. **Pediatrics**, v. 138, n. 3, 2016.

LUKASKI, H. C. Soft tissue composition and bone mineral status: evaluation by dual-energy X-ray absorptiometry. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 123, n. 2, p. 438-43, 1993.

MEKARY, R. A. et al. Isotemporal substitution paradigm for physical activity epidemiology and weight change. **American Journal of Epidemiology**, v. 170, n. 4, p. 519–527, 2009.

MERT, M.C. et al. Compositional data analysis in epidemiology. **Stat Meth Med Res.** 2016.

MILLER, M. A. et al. Sleep duration and incidence of obesity in infants, children, and adolescents: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. **Sleep**, v. 41, n. 4, p. zsy018, 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Promoção da Saúde. **Guia de Atividade Física para a População Brasileira.** Brasília: Ministério da Saúde, 54 p. 2021.

MOLINA, M.C.B et al. Predictivos socioeconómicos de la calidad de la alimentación de niños. **Revista de Saúde Pública**, v. 44, n. 5, p. 785-732, 2010.

MUST, A. Morbidity and mortality associated with elevated body weight in children and adolescents. **The American journal of clinical nutrition**, v. 63, n. 3, p. 445S-447S, 1996.

MYERS, J.; KOKKINOS, P.; NYELIN, E. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and the metabolic syndrome. **Nutrients**, v. 11, n. 7, p. 1652, 2019.

O'BRIEN, L.M. The neurocognitive effects of sleep disruption in children and adolescents. **Sleep Medicine Clinics**, v. 6, n. 1, p. 109-116, 2011.

OLIVEIRA, J. S. et al. ERICA: uso de telas e consumo de refeições e petiscos por adolescentes brasileiros. **Revista de Saúde Pública**, v. 50, 2016.

OVIEDO-CARO, M.A.; BUENO-ANTEQUERA, J.; MUNGUÍA-IZQUIERDO, D. Associations of 24-hours activity composition with adiposity and cardiorespiratory fitness: The PregnActive project. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 30, n. 2, p. 295-302, 2020.

PEDIŠIĆ, Ž. Measurement issues and poor adjustments for physical activity and sleep undermine sedentary behaviour research – The focus should shift to the

balance between sleep, sedentary behaviour, standing and activity. **Kinesiology**, 46(1), 135-146. 2014.

PEDIŠIĆ, Ž.; DUMUID, D.; OLDS, S.T. Integrating sleep, sedentary behaviour, and physical activity research in the emerging field of time-use epidemiology: definitions, concepts, statistical methods, theoretical framework, and future directions. **Kinesiology**, v. 49, n. 2., p. 252-269, 2017.

PELCLOVÁ, J. et al. Are longitudinal reallocations of time between movement behaviours associated with adiposity among elderly women? A compositional isotemporal substitution analysis. **International Journal of Obesity**, v. 44, n. 4, p. 857-864, 2020.

PÉREZ, L. M.; MATTIELLO, R. Determinantes da composição corporal em crianças e adolescentes. **Revista Cuidarte**, v. 9, n. 2, p. 2093-2104, 2018.

PIOLA, Thiago Silva et al. Nível insuficiente de atividade física e elevado tempo de tela em adolescentes: impacto de fatores associados. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, p. 2803-2812, 2020.

PNS Pesquisa nacional de saúde: 2019: **atenção primária à saúde e informações antropométricas**: Brasil / IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. - Rio de Janeiro: IBGE, 2020. 66p.

POITRAS, et al. Systematic review of the relationships between objectively measured physical activity and health indicators in school-aged children and youth. **Applied Physiology, Nutrition, And Metabolism**, [S.L.], v. 41, n. 63, p. 197-239, jun. 2016.

REES-PUNIA, E. et al. Composition of time in movement behaviors and weight change in Latinx, Black and white participants. **Plos one**, v. 16, n. 1, p. e0244566, 2021.

RICARDO, L. I. et al. Objectively measured physical activity in one-year-old children from a Brazilian cohort: levels, patterns and determinants. **International Journal Of Behavioral Nutrition And Physical Activity**, [S.L.], v. 16, n. 1, p. 1-13, dez. 2019.

RISK, N. C. D.; COLLABORATION, F. Articles Worldwide trends in body-mass index , underweight , overweight , and obesity from 1975 to 2016 : a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128 · 9 million children , adolescents , and adults. p. 2627–2642, 2017.

RODRÍGUEZ, G. et al. Body composition in adolescents: measurements and metabolic aspects. **International Journal of Obesity**, v. 28, n. 3, p. S54-S58, 2004.

ROLLO, S.; ANTSYGINA, O.; TREMBLAY, M. S. The whole day matters: understanding 24-hour movement guideline adherence and relationships with health indicators across the lifespan. **Journal of sport and health science**, 2020.

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**, [S.L.], v. 41, n. 6, p. 283-293, jun. 2016.

SHERRY, A.P.; PEARSON, N.; CLEMES, S.A. The effects of standing desks within the school classroom: a systematic. 2016.

SIRI, W. E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of method. In: BROZEK, J.; HENSCHER, A. (Ed.). *Techniques for measuring body composition*. Washington: National Academy of Sciences, 1961. p. 223-44.

SMITH, P.F.; RENNER, R. M.; HASLETT, S. J. Compositional data in neuroscience: If you've got it, log it!. **Journal of neuroscience methods**, v. 271, p. 154-159, 2016.

SOUZA, R.G.M. et al. Métodos de análise da composição corporal em adultos obesos. **Revista de Nutrição**, v. 27, p. 569-583, 2014.

STRANGES, S. et al. A population-based study of reduced sleep duration and hypertension: the strongest association may be in premenopausal women. **J Hypertens**. 2010;28(5):896–902.

STRATH, S.J. et al. Guide to the assessment of physical activity: clinical and research applications: a scientific statement from the American Heart Association. **Circulation**, v. 128, n. 20, p. 2259-2279, 2013.

THIBAUT, R.; GENTON, L.; PICHARD, C.. Body composition: why, when and for who?. **Clinical Nutrition**, [S.L.], v. 31, n. 4, p. 435-447, ago. 2012.

TOMIYAMA, A. J. Stress and Obesity. **Annual Review Of Psychology**, [S.L.], v. 70, n. 1, p. 703-718, 4 jan. 2019.

TREMBLAY, M. S. et al. Incidental movement, lifestyle-embedded activity and sleep: New frontiers in physical activity assessment. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 32, n. SUPPL. 2E, p. 208–217, 2007.

TREMBLAY, M. S. et al. Sedentary Behavior Research Network (SBRN) - Terminology Consensus Project process and outcome. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 14, n. 1, p. 1–17, 2017.

TSILIMIGRAS, M.C.B; FODOR, A.A. Compositional data analysis of the microbiome: fundamentals, tools, and challenges. **Annals of epidemiology**, v. 26, n. 5, p. 330-335, 2016.

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

VAN HEES, V.T. et al. Estimating sleep parameters using an accelerometer without sleep diary. **Scientific reports**, v. 8, n. 1, p. 1-11, 2018.

WANG, Z. et al. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. **The American journal of clinical nutrition**, v. 56, n. 1, p. 19-28, 1992.

WELLS, J. C. et al. Four-component model of body composition in children: density and hydration of fat-free mass and comparison with simpler models. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 69, n. 5, p. 904-12, 1999.

WENG, S. F. et al. Systematic review and meta-analyses of risk factors for childhood overweight identifiable during infancy. **Archives of disease in childhood**, v. 97, n. 12, p. 1019-1026, 2012.

WIKLUND, P. The role of physical activity and exercise in obesity and weight management: Time for critical appraisal. **Journal of sport and health science**, v. 5,2, P. 151-154., 2016.

WHO. World Health Organization. **Global action plan on physical activity 2018-2030: more active people for a healthier world**. World Health Organization, 2019.

WHO. World Health Organization. **Child growth standards: Head circumference-for-age, arm circumference-for-age, triceps skinfold-for-age and subscapular skinfold-for-age: Methods and development**. World Health Organization; Geneva: 2007.

WHO. World Health Organization. **Consideration of the evidence on childhood obesity for the Commission on Ending Childhood Obesity: report of the Ad hoc Working Group on Science and Evidence for Ending Childhood Obesity**. World Health Organization; Geneva: 2016.

WHO. World Health Organization. **Obesity: preventing and managing the global epidemic**. 2000.

WHO. World Health Organization **Obesity and Overweight**. 2017 <http://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (acesso em 07/05/2021)

WHO **Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour: at a glance**]. Genebra: Organização Mundial da Saúde; 2020.

YAN, J. et al. The association between breastfeeding and childhood obesity: a meta-analysis. **BMC public health**, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2014.

ZAFON, Carles. Oscillations in total body fat content through life: an evolutionary perspective. **Obesity Reviews**, v. 8, n. 6, p. 525-530, 2007.

ZHAO, H. et al. Sleep duration and cancer risk: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. **Asian Pacific Journal of Cancer Prevention**, v. 14, n. 12, p. 7509-7515, 2013.

RELATÓRIO DE CAMPO

RELATÓRIO DE CAMPO

Devido às recomendações sanitárias em virtude da pandemia da COVID-19, a turma de mestrandos 2021-2023 do Programa de Pós-graduação em Epidemiologia (PPGEpi) não realizou consórcio de pesquisa, formato tradicional de coleta de dados coletiva que produz os dados dos estudos nesse nível de formação. Deste modo, os discentes se inseriram nas pesquisas em andamento ou utilizaram dados já coletados anteriormente no âmbito do PPGEpi.

Nesse sentido, o presente estudo utilizou dados da Coorte de Nascimentos 2004, coletados nos anos de 2015 e 2019. Como contrapartida e para potencializar a formação prática, a mestranda participou da equipe que conduziu o trabalho de campo referente ao acompanhamento dos 18 anos, ocorrido durante o ano de 2022. Este trabalho de campo, foi dividido em duas modalidades incluindo as entrevistas que, ocorreram no domicílio dos adolescentes e os exames que foram realizados na clínica do Centro de Pesquisas em Epidemiologia.

A colaboração da mestranda ocorreu em diversas etapas do acompanhamento, desde o mês de janeiro de 2022 até o mês de agosto do mesmo ano. Neste período, a aluna contribuiu com a revisão dos questionários a serem aplicados na pesquisa bem como esteve envolvida nos processos de recrutamento, seleção e treinamento de entrevistadores e auxiliares de pesquisa para o acompanhamento, inclusive fez supervisão in loco de entrevistas domiciliares. Também realizou plantões de supervisão do trabalho de campo, dando suporte operacional aos entrevistadores, foi responsável pela criação e manutenção da agenda que organizava a coleta de dados a partir dos exames na clínica de pesquisa.

Além dessas contribuições, esteve mais diretamente envolvida com a coleta de dados da acelerometria, colaborando com a capacitação e supervisão dos auxiliares de pesquisa e processos de programação, *downloads* e extração dos dados de acelerômetro. Sobre esse componente, o relatório específico da acelerometria, com participação da mestranda e demais responsáveis específicos por essa coleta de dados, é apresentado no Anexo I deste item. O trabalho de campo foi encerrado no dia 30 de dezembro de 2022.

ANEXO I – Relatório de Campo

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Medicina
Programa de Pós-Graduação Em Epidemiologia

COORTE DE NASCIMENTO DE 2004 DE PELOTAS-RS:
ACOMPANHAMENTO DOS 18 ANOS

Relatório Acelerometria



Pelotas, janeiro de 2023

1. Acelerometria

A mensuração da prática de atividade física, comportamento sedentário e sono durante o acompanhamento dos 18 anos das crianças nascidas em 2004 foi realizada através da utilização de acelerômetros. Esses dispositivos capturaram os movimentos corporais para produzir as estimativas citadas anteriormente. A logística da “Acelerometria” envolve todos processos e logística envolvida na coleta de dados utilizando acelerômetros.

2. Equipe

O projeto tem como coordenadores o Prof. Aluísio Jardim Dornellas de Barros, a Prof^a. Iná da Silva dos Santos, a Prof^a. Alicia Matijasevich Manitto e a Prof^a. Luciana Tovo Rodrigues, do Programa de Pós-graduação em Epidemiologia (Departamento de Medicina Social) da Universidade Federal de Pelotas. A coordenação de campo está a cargo da Prof^a. Luciana Tovo Rodrigues.

A acelerometria é coordenada pelo Prof. Inácio Crochemore-Silva e as coletas do campo da Coorte 2004 foram conduzidas pela auxiliar de pesquisa Deize Elizandra Vieira Fanka, com o auxílio dos bolsistas de graduação, e a retirada dos acelerômetros foi realizada pela equipe de motoboys, no domicílio dos participantes. Ambas as funções foram desempenhadas sob supervisão inicialmente da mestranda Renata Contreira e posteriormente pela doutoranda Giulia Salaberry Leite. A auxiliar de pesquisa da acelerometria Deize Elizandra Vieira Fanka era responsável pela entrega diária da lista de busca de acelerômetros para os motoboys, recebimento dos acelerômetros retornados, higienização dos acelerômetros, download e conferência inicial dos dados. Além disso, era responsável pela programação dos acelerômetros e atualização da planilha de controle da acelerometria (em formato Excel) e do status do dado no RedCap. Também coordenava o agendamento de colocações pendentes.

A equipe de bolsistas da acelerometria que atuou no acompanhamento dos 18 anos foi composta pelos bolsistas Guilherme Guadagnini Granada e Thales Gabriel Torres de Souza. Os bolsistas auxiliavam nas atividades de programação dos acelerômetros, higienização dos dispositivos, ligações de

agendamento de colocações e recolocações e atualizações de planilhas de controle de pendências de colocações e recolocações.

A equipe de motoboys que atuou durante o acompanhamento foi composta pelo auxiliar de pesquisa João Paulo Oliveira dos Santos. O motoboy era responsável pela coleta dos acelerômetros nas residências das crianças e retornos destes ao Centro de Pesquisa. Além disso, realizava as colocações pendentes e recolocações agendadas para serem realizadas no domicílio.

O motoboy João Paulo Oliveira dos Santos trabalhou na acelerometria durante todo o período de acompanhamento, de 21 de Março de 2022 até o dia 30 de Dezembro de 2022, correspondendo ao primeiro dia de trabalho de campo e último dia de coleta de acelerômetro. O mesmo recebeu um R\$11,00 (onze reais) por acelerômetro resgatado ou colocação de acelerômetro realizada.

A doutoranda Giulia Salaberry Leite era responsável pela verificação dos dados de download, da planilha de controle e das informações do bloco da acelerometria no RedCap. Também era responsável pela extração dos dados para o formato '.csv' e análise no R. Além disso, realizavam quinzenalmente a atualização dos números de monitoramento do andamento da acelerometria dentro do trabalho de campo.

3. Acelerômetro

Os acelerômetros utilizados no trabalho de campo foram da marca *ActiGraph*, modelo *wGT3X-BT* (figura 1). Ao início do acompanhamento estavam disponíveis 283 dispositivos. A preparação dos acelerômetros foi realizada através do *software Actilife* versão 6.13.4, assim como a conferência inicial dos dados (descrito no item 5).



Figura 1- Acelerômetro *ActiGraph* – modelo *wGT3X-BT*.

3.1 Programação dos acelerômetros

Os aparelhos eram programados para captar dados a partir da meia noite (00h00) do dia seguinte da colocação. Os acelerômetros colocados nas segundas-feiras eram retirados na sexta-feira da mesma semana e da mesma forma para os demais dias da semana. Assim, a captação dos dados totalizava cinco dias de uso, contabilizando três dias de dados. Devido ao número total de acelerômetros e sobreposição do trabalho de campo com a Coorte de 2015 e 1982, não era possível a utilização dos equipamentos por oito dias, fato que resultaria em sete dias completo de dados.

Os acelerômetros eram preparados para captar os dados com uma frequência de detalhamento das informações de 60Hz. Para identificação dos dados e registro dos usuários, eram usadas na preparação do acelerômetro as seguintes informações: (a) número identificador (ID); (b) primeiro nome e as iniciais do sobrenome; e (c) data de nascimento. Além destas práticas, para a preparação dos acelerômetros, a bateria dos mesmos era carregada até 100% de sua capacidade antes de serem acionados. Todas etapas de programação estão descritas detalhadamente no manual de orientações (Material adicional A).

3.2 *Download* e armazenamento dos dados

Ao fazer *download* dos dados, cada dado era armazenado em dois formatos distintos, *AGD* e *GT3X*. Os arquivos em formato *AGD* eram gerados com uma *epoch* de cinco segundos.

Havia um computador específico para efetuar o *download* dos dados, sendo os arquivos gerados e armazenados primeiramente nesta máquina. Os *downloads* eram realizados diariamente, assim que os acelerômetros retornavam à clínica, entregues pela equipe de motoboys. Após a conferência dos dados, os dados eram transferidos para um programa de compartilhamento de arquivos entre computadores (*Dropbox*), através do qual eram compartilhados com outro computador da acelerometria (computador exclusivo para armazenamento e análises). Todas etapas de *download* e

armazenamento estão descritas detalhadamente no manual de orientações (Anexo A).

4. Logística da coleta de dados

4.1 Rotina de colocação e retirada dos acelerômetros

A colocação do acelerômetro do jovem era realizada na clínica, no dia agendado previamente na entrevista domiciliar para o jovem e seu responsável (caso fosse menor de idade) comparecerem para realizar o acompanhamento dos 18 anos.

A quantidade de jovens que estavam agendados para a clínica era verificado ao início de cada dia do trabalho de campo, através do calendário do *RedCap*, pelo funcionário da acelerometria, responsável pela preparação dos aparelhos. Os acelerômetros eram programados para todas as entrevistas do dia, seguindo o protocolo descrito no item 3.1.

Depois de finalizada a programação, cada aparelho era colocado em uma embalagem plástica individualizada, acompanhadas por uma etiqueta de identificação contendo o número de identificação da criança (ID), o nome do jovem e o número do acelerômetro. Na sequência, os acelerômetros eram organizados em quatro caixas, sendo cada caixa destinada para um dos horários de agendamento das entrevistas (figura 2).



Figura 2 – Caixas contendo os acelerômetros programados para cada horário de entrevista.

A caixa de cada horário era entregue ao início do horário de entrevista na recepção, junto a uma lista contendo as informações sobre os aparelhos

disponíveis na caixa: número de identificação da criança (ID), nome do jovem, número do acelerômetro e um espaço para preenchimento da recepção (figura 3). Os dados informados nas etiquetas e na lista para a recepção também eram adicionados a uma planilha de controle da acelerometria (arquivo em Excel), através da qual era realizado o controle da situação de entrada e saída dos acelerômetros, bem como o controle dos dados após o retorno dos acelerômetros.



Figura 3 – Caixas e lista entregues na recepção a cada horário, contendo os acelerômetros programados.

O espaço destinado à recepção na lista era preenchido pelas recepcionistas, com um *status* descrevendo o que aconteceu com o acelerômetro destinado para cada ID, conforme as seguintes legendas: *Colocado* - quando o aparelho era colocado no jovem; *Recusa* - quando a colocação foi recusada pelo jovem; *Perda* - quando o jovem se enquadrava em alguma das situações descritas a seguir no item 7; *Não Realizado/Ausente* - quando a visita a clínica deixava de ser realizada por algum motivo, como ausência ou reagendamento.

Essa lista era utilizada para facilitar o controle do setor da acelerometria e pelas recepcionistas da clínica, para preencher o bloco da acelerometria no *RedCap*. Desta forma, ao final de cada horário de entrevista, a lista preenchida

pela recepção, junto à caixa dos acelerômetros, retornava para a acelerometria, onde era realizada a atualização da planilha de controle da acelerometria (arquivo em *Excel*), repassando as informações contidas na lista da recepção.

O preenchimento do bloco da acelerometria no *RedCap* era de responsabilidade das recepcionistas da clínica, onde eram inseridas as seguintes informações: (a) foi colocado o acelerômetro (não/ sim/ recusa/ perda); (b) data de colocação do acelerômetro; (c) número do acelerômetro; (d) bairro da retirada; (e) endereço da retirada; (f) data da retirada; (g) turno da retirada (manhã/ tarde); (h) observações.

A colocação dos acelerômetros era realizada ao final dos procedimentos da clínica, quando a responsável pelo fluxo da clínica encaminhava o jovem para realizar a finalização do acompanhamento junto à recepção. Neste momento, as recepcionistas eram responsáveis por retirar o aparelho na recepção e colocar o acelerômetro no jovem, conforme protocolo descrito a seguir no item 4.1.1. Era de responsabilidade das recepcionistas informar e esclarecer o jovem sobre o protocolo de utilização do acelerômetro, bem como combinar com ele a retirada no domicílio, confirmando as informações de endereço, data e turno da retirada.

A logística acima descrita era o protocolo padrão na rotina das colocações dos acelerômetros. Entretanto, algumas especificidades também necessitam ser abordadas. Existiram algumas situações em que a colocação imediata não foi possível de ser realizada, geralmente por pedido do jovem ou responsável. Nestes casos, o jovem era avisado que em breve seria realizado um novo contato para colocação do acelerômetro. Posteriormente a equipe da acelerometria ficava ciente da pendência de colocação dos acelerômetros, através da lista da recepção, sendo estas colocações agendadas posteriormente. Nestes casos, agendava-se a colocação através de ligação telefônica e o motoboy ia até o domicílio e efetuava a colocação do aparelho.

4.1.1 Colocação dos acelerômetros

As instruções de uso do acelerômetro e o dia marcado para coleta do aparelho foi sumarizado em uma folha que era repassada a todos os jovens e responsáveis no momento de colocação (Material adicional B). As

receptionistas da clínica eram instruídas a explicar objetivamente o que era, para que servia, como deveria ser utilizado e por quanto tempo deveria ser usado o acelerômetro.

Ao explicar sobre sua utilização era repassado principalmente que o aparelho deveria ser utilizado as 24 horas do dia durante o número de dias pré-estabelecido, sendo posicionado no centro da parte posterior do pulso, com o “botão” preto que protegia a entrada *USB* do aparelho voltado para mão, no braço esquerdo (Figura 4). A necessidade de que o monitor de atividade física fosse utilizado o máximo de tempo possível dentro do período era sempre ressaltada. Ressaltava-se também a importância de não retirar o acelerômetro (nem para tomar banho, nem para dormir, etc.) e, caso o jovem precisasse retirar o acelerômetro por algum motivo, era solicitado que ela o deixasse em um local seguro, livre do risco de dano ao aparelho, e que entrasse imediatamente em contato com a coorte, no setor da acelerometria, informando a retirada.

Depois de efetuada a colocação do aparelho no jovem, as receptionistas preenchiam o bloco da acelerometria no *RedCap*, marcando “sim” como resposta da pergunta “foi colocado o acelerômetro?” e agendavam com o jovem a data e turno mais oportuno para coleta do equipamento no domicílio. Juntamente, era entregue ao jovem a folha de instruções, com a data de coleta e telefone de contato da acelerometria.



Figura 4 - Posição correta do acelerômetro para fixação ao pulso.

4.1.2 Coleta dos acelerômetros

Diariamente, no início da manhã, o funcionário responsável pelas buscas dos acelerômetros passava na sala da acelerometria e recebia uma lista, gerada automaticamente pelo *RedCap*, com o número de identificação do jovem,

nome do jovem, a data e turno agendados e o endereço de retirada. Neste momento, este funcionário também deixava os acelerômetros coletados no dia anterior para manejo dos dados. Estes acelerômetros coletados eram conectados no computador, sendo realizado o *download* dos dados, como mencionado no item 3.2 (Figura 5).



Figura 5 - Acelerômetros conectados no computador destinado ao download dos dados.

Após *download* dos dados, era realizado o registro na planilha de controle da acelerometria (em formato *Excel*), permitindo identificar quais jovens tinham os dados validados. Neste momento, também era realizada uma atualização da situação do acelerômetro no bloco da acelerometria no *RedCap*, sendo preenchido “sim” na pergunta “acelerômetro retornou?” e “sim” para a pergunta “acelerômetro retornou com dados válidos?”, depois de verificada a situação do dado obtido. Após o preenchimento destas perguntas, o bloco da acelerometria era marcado como “completo” no *RedCap*, indicando não haver mais nenhuma pendência naquele ID.

Nos casos em que o acelerômetro apresentou algum problema, impossibilitando a coleta dos dados ou nos casos em que o jovem utilizou o acelerômetro por menos tempo que o protocolo, o dado era classificado como incompleto. Os arquivos *AGD* e *GT3X* deste ID eram transferidos para a pasta de “Dados Incompletos”. O bloco da acelerometria no *RedCap*, era atualizado preenchendo “sim” na pergunta “acelerômetro retornou?” e “não” para a pergunta “acelerômetro retornou com dados válidos?”.

5. Dados válidos

Ao fazer o *download* do dado, o *software Actilife* versão 6.13.4 permitia analisar quantos dias o jovem utilizou o dispositivo. Para o dado ser considerado válido neste momento, o jovem tinha que ter mantido o aparelho fixado no pulso por no mínimo um período equivalente a três dias completos. Também nesta conferência eram identificados e corrigidos possíveis problemas na programação dos acelerômetros, acelerômetros que apresentaram problemas de bateria ou estragaram durante o uso.

Ao final do campo, visando ampliar a amostra da acelerometria e garantir a qualidade dos dados, todas crianças com pelo menos um dia de dado completo foram levados para análise.

6. Perdas e recusas

Eram consideradas como perda as seguintes situações:

- Jovens cuja entrevista foi realizada por telefone, portanto sem a possibilidade de realizar a colocação;
- Jovens que residiam fora do município de Pelotas, inviabilizando a coleta do acelerômetro pelo motoboy;
- Jovens em que o acelerômetro não foi colocado no momento da visita a clínica e após este momento não se houve sucesso no contato com o jovem para realizar a colocação;
- Jovens que colocaram o acelerômetro, mas que pela análise dos dados foi constatado que a utilização do acelerômetro pelo jovem foi menor de um dia completo ou que ocorreu algum problema no acelerômetro no processo da coleta de dados;
- Jovens que colocaram o acelerômetro, mas que pela análise dos dados foi constatado que a utilização do acelerômetro pelo jovem foi menor do que um dia completo ou que ocorreu algum problema no acelerômetro no processo da coleta de dados;
- Jovens que colocaram o acelerômetro, mas que perderam o aparelho.

Nos casos em que os jovens não aceitavam colocar o acelerômetro, as recepcionistas eram orientadas a chamar o doutorando de plantão para conversar com o jovem, a fim de motivar a utilização e tentar reverter a recusa. Se mesmo após esta tentativa, o jovem seguisse não aceitando a colocação do acelerômetro, ela passava a ser contabilizada como recusa para acelerometria.

6. Critérios de exclusão

Foram consideradas como critério de exclusão especificamente da acelerometria os jovens com alguma limitação motora que pudesse interferir nos dados coletados ou incapacitadas de deslocar-se caminhando de um lugar ao outro. Além disso, jovens que residissem fora da cidade, mas que vieram realizar o acompanhamento, não utilizaram o dispositivo.

7. Conferência e análise dos dados

Foram verificadas as pastas contendo os dados de *download*, a planilha de controle e as informações do bloco da acelerometria no *RedCap*. A partir dessa rotina eram identificados e corrigidos possíveis problemas na verificação dos dados (dados considerados completos, mas com coleta insuficiente ou o contrário) ou inconsistências entre o número identificador que estava registrado no dado da Acelerometria e o número identificador correto registrado no *RedCap*.

Além disso, quinzenalmente também era realizado uma atualização dos números de monitoramento do andamento da acelerometria dentro do trabalho de campo, em relação à quantidade de acelerômetros colocados, dados coletados, dados válidos, dados incompletos, pendências de colocação, perdas e recusas do acompanhamento.

8. Treinamento da equipe técnica e das entrevistadoras

O primeiro treinamento da acelerometria com a equipe da clínica foi conduzido pelo Dr Otávio Leão e o segundo pela doutoranda Giulia Salaberry Leite e mestranda Renata Contreira, no qual foi realizada uma breve explicação

sobre o aparelho e sobre a medida que este realiza; destacados os materiais necessários no momento de realizar a colocação do acelerômetro no jovem, procedimentos, logística, protocolo de colocação, bem como todas os possíveis desafios que poderiam ser encontrados durante o campo.

Além dos protocolos da acelerometria, a equipe da clínica foi orientada especialmente sobre as pulseiras utilizadas para fixação do acelerômetro. As pulseiras utilizadas foram testadas dermatologicamente e deveriam ficar de uma maneira que não apertasse o jovem, passando no máximo um dedo de quem fosse realizar a colocação. Após, as candidatas foram divididas em duplas para realização das práticas de colocação do acelerômetro.

Além do treinamento, periodicamente eram reforçadas algumas instruções junto a equipe da clínica, fornecendo tanto um *feedback* geral sobre a desenvolvimento do campo.

O motoboy foi treinado para colocação e recebeu todas as instruções referentes ao uso dos acelerômetros pelo funcionário do laboratório de acelerometria.

9. Adaptações realizadas durante o acompanhamento

No final do ano de 2021, a equipe da acelerometria com a Coorte 2015 eu estava em andamento começou a notar um aumento no número de dispositivos estragados, devido à umidade interna. Dessa forma, para contornar essa situação, a equipe começou a utilizar fita isolante para vedar o dispositivo no dia sete de Janeiro de 2022. O uso foi avaliado e considerado efetivo, sendo realizado também na Coorte 2004 para evitar perdas de acelerômetros (Figura 6).



Figura 6 - Acelerômetros com fita isolante para evitar a umidade interna no dispositivo

10. Período de coleta e encerramento do trabalho de campo

O trabalho de campo do acompanhamento dos 18 anos teve início em 21 de março de 2022 e foi finalizado no dia 30 de dezembro de 2022. O quadro 1 mostra os números finais da acelerometria no acompanhamento de 18 anos do acompanhamento da Coorte 2004.

Quadro 1. Números finais da Acelerometria.

Acompanhamento 18 anos Coorte 2004		
	N	%
Entrevistas Domiciliares	3.489 ¹	85%
Atendidos na Clínica/Entrevistas domiciliares	3.309	95%
Acelerometria		
Acelerômetros colocados (percentual referente ao total de entrevistas na clínica)	2.926	88,4%
Dados completos (percentual referente ao total de acelerômetros colocados)	2.734	93,4%
Dados incompletos (percentual referente ao total de acelerômetros colocados)	183	6,6%
Detalhamento status dados da Acelerometria		
Dados válidos (percentual referente ao total de entrevistas na clínica)	2.734	82,6%
Critérios de exclusão	189	5,7%
Perdas	316 ²	9,6%
Recusas	70	2,1%
Aproveitamento dados incompletos		
Dados incompletos	183	
Aproveitados	88 ³	48%
Taxa Final de Acompanhamento da Acelerometria		
Acelerômetros com dados válidos (percentual referente ao total de entrevistas na clínica)	2.822 ⁴	85,3%
Acelerômetros com dados válidos (percentual referente ao total original da coorte – 4.231)	2.822	66,7%

¹Contabilizou-se o N de óbitos (107) e como denominador o N original do acompanhamento perinatal (4.231).

²Contabilizou-se as perdas (124), perdas definitivas de acelerômetros (9) e dados incompletos <3 dias de uso (183).

³Acelerômetros com pelo menos um dia de uso completo.

⁴Contabilizou-se os dados válidos (2.734) acrescido dos dados aproveitados (88) com pelo menos 1 dia de uso completo.

**MATERIAIS ADICIONAIS DO RELATÓRIO DE CAMPO DA
ACELEROMETRIA**

MATERIAL ADICIONAL A – Manual de instruções da acelerometria

Programação dos acelerômetros

- Conectar USB.
- Clicar em “INITIALIZE”, depois em “REGULAR INITIALIZATION”.
- Selecionar as datas (start date e stop date) e os horários.
- Clicar em “Enter subject info”.
- Clicar em “Clear”, para limpar dados do ID anterior.
- Inserir ID e nome no campo “subject name”.
- Clicar em “Initialize 1 device”.

OBS.: Na Coorte 2004, as datas sempre serão: data inicial o dia que está sendo programado o AC e data final, 5 dias depois da data atual. Ex.: 12/02/2020 como data inicial e 17/02/2020 como data final. O horário de início da coleta será no dia posterior a colocação do AC, ou seja, a partir da meia noite (00h00). Ex.: os participantes que vierem e colocarem o AC, a programação começa a contar à partir das 00:00. O horário de fim da coleta será no mesmo dia da retirada do AC, ou seja, da data final. O horário final será sempre às 00:00. O coletador fará a retirada pela manhã ou tarde de acordo com o turno combinado no dia da colocação na clínica.

Download dos dados

Primeira etapa

- Abrir o ActiLife e clicar em DOWNLOAD.
- “Change Location:” selecionar a pasta destinada aos dados da pesquisa no Dropbox.
- Clicar em “subject name – start date”.
- Selecionar Epoch de 5 segundos.
- Clicar em “download all devices”.

Segunda etapa

- Abrir o arquivo AGD.
- Analisar o gráfico de dados. Se não houver dados ou se houver menos dados referentes a um período menor do que a metade do tempo de coleta (na Coorte 2004 seriam 3 dias), é considerado pendência por dados incompletos. Se não for possível recolocar o AC em um segundo momento, temos uma perda.
- Remanejar os arquivos baixados (AGD e GT3X) e analisados para as pastas “DADOS COMPLETOS”, “DADOS INCOMPLETOS” ou “PERDAS”.

OBS. Quando o acelerômetro retorna para o *download*, deverá ser, primeiramente, **higienizado**, depois anotar o ID, o nome do participante, o número do acelerômetro e o *status* do dado (de acordo com a análise dos gráficos). No status dos dados: “OK” para dados completos (tempo de uso igual ou superior à metade do tempo de coleta) e “P” para dados incompletos (tempo de uso menor do que a metade do tempo de coleta ou sem dados em caso de AC estragado).

MATERIAL ADICIONAL B – Instruções para uso do acelerômetro entregue aos adolescentes



**Universidade Federal de Pelotas
Faculdade de Medicina
Centro de Pesquisas Epidemiológicas
Coorte de Nascimentos de 2004**



INSTRUÇÕES PARA USO DO MONITOR DE ATIVIDADE FÍSICA

Você está recebendo um monitor para utilizar no pulso por alguns dias. Esse aparelho irá medir **todos os movimentos corporais** realizados.

Por favor, não retire o aparelho em nenhum momento.

A pulseira utilizada para fixar o monitor é fabricada em vinyl, um tipo de material que não causa alergia, de acordo com consulta a dermatologistas.

Mas afinal, como funciona e para que serve o acelerômetro?

O acelerômetro é um sensor de movimento capaz de medir toda atividade física que você faz através da aceleração do seu corpo, ou seja, sempre que você se movimenta, o dispositivo capta e registra esses movimentos, para então ao final conseguirmos avaliar seu nível de atividade física. Em resumo, esses equipamentos permitem avaliar a frequência, a duração e a intensidade dos seus movimentos corporais.

IMPORTANTE!!!

O monitor deve ser utilizado por ___ dias durante 24 horas, até mesmo para dormir e durante o banho.

Após o banho ou contato com a água, aconselhamos secar a pele por baixo da pulseira.

Em caso de reações alérgicas ou qualquer outro problema relacionado ao uso do aparelho entrar em contato com o pesquisador responsável do estudo no horário **das 14 horas às 20 horas**. A **retirada** do monitor acontece no **turno da manhã das 8 horas**

às 12 horas e no turno da tarde das 14 horas às 18 horas. Não conseguimos agendar um horário específico.

Caso você tenha alguma dúvida quanto ao funcionamento do monitor ou queira mudar a **DATA** ou **TURNO** de busca do monitor entre em contato conosco!

Responsável: Deize Fanka **Telefone:** 32841300 **Ramal:** 394

DATA COMBINADA PARA BUSCAR O MONITOR:

Turno	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
Manhã						
Tarde						

Data de coleta: ____ / ____ / ____.

ARTIGO ORIGINAL

Normas de submissão Cadernos de Saúde Pública

<https://cadernos.ensp.fiocruz.br/csp/submissao/instrucao-para-autores>

ARTIGO

Associações dos comportamentos do ciclo de 24 horas e adiposidade de adolescentes: análise longitudinal composicional e de substituição isotemporal

Renata de Lima Contreira

Andrea Tuchtenhagen Wendt

Bruno Gonçalves Gaudino da Costa

Inácio Crochemore-Silva

Resumo

O objetivo deste estudo foi investigar os efeitos das realocações de tempo entre os comportamentos de movimento em ciclos de 24 horas na adiposidade corporal de adolescentes utilizando uma abordagem de dados composicionais e substituição isotemporal. Foram realizadas análises transversais aos 15 anos e longitudinais avaliando jovens aos 11 e 15 anos pertencentes à Coorte de Nascimentos de 2004, de Pelotas. Os comportamentos (atividade física leve, atividade física moderada a vigorosa, comportamento sedentário e sono) foram medidos por acelerômetros usados no punho. O percentual de gordura corporal foi estimado por absorciometria de raios X de dupla energia (DEXA). Transformações logarítmicas isométricas foram utilizadas para a composição de tempo, substituição isotemporal composicional de 30 minutos foi utilizada para a realocação de tempo entre os comportamentos e regressão linear aplicada para estimar o efeito dessas mudanças na composição dos ciclos de 24 horas sobre a adiposidade em análises brutas e ajustadas. Tanto os resultados transversais e longitudinais brutos mostraram que a realocação de tempo de atividade física moderada a vigorosa para outros comportamentos foi associada ao aumento no percentual de gordura corporal e as realocações reversas, ou seja, realocações de outros comportamentos para atividade física moderada a vigorosa foram associadas a redução

deste indicador. Porém, nas análises ajustadas, nenhuma associação foi observada. Considerando diversos fatores de confusão, não há associação entre as realocações dos comportamentos de movimento do ciclo de 24 horas e adiposidade corporal na faixa etária avaliada.

Palavras-chave: Comportamento Sedentário; Sono; Atividade Física; Adiposidade; Coorte de Nascimento

Introdução

A obesidade, caracterizada principalmente pelo excesso de gordura corporal, é considerada um problema de saúde pública global em ascensão, tendo praticamente triplicado nas últimas quatro décadas ^{1,2}. Entre crianças e adolescentes, a prevalência de obesidade é maior nos países de renda alta, mas também tem crescido nos países de renda média-baixa¹. No Brasil, a última estimativa da Pesquisa Nacional de Saúde com adolescentes demonstrou a prevalência de excesso de peso de 19,4% e, dentre estes, 6,7% apresentavam obesidade, sendo maior nas meninas ³.

O excesso de gordura corporal pode ser estimado a partir do percentual de gordura corporal, sendo este um parâmetro de avaliação da composição corporal expresso pelo percentual de massa gorda em relação à massa corporal total. Na adolescência, o percentual de gordura corporal está associado a diversas consequências negativas para a saúde, como maior probabilidade de obesidade na vida adulta, maior risco de doenças crônicas, cardiovasculares, depressão e mortalidade na vida adulta ⁴. A causa fundamental da obesidade é um desequilíbrio entre consumo e gasto energético. No entanto, fatores ambientais, culturais, sociais, genéticos e metabólicos contribuem para seu desenvolvimento, facilitando o acúmulo de gordura corporal e dificultando o emagrecimento ⁵. Além disso, fatores comportamentais como nível de atividade física, duração do sono e tempo gasto em comportamento sedentário são preditores do excesso de peso ⁶.

Atividade física, sono e comportamento sedentário são comportamentos que há muito tempo são estudados como fatores que influenciam diversos aspectos de saúde, porém na maioria das pesquisas estes comportamentos são tratados como atividades independentes ^{7,8,9}. No entanto, estes comportamentos em conjunto compõem o dia dos

indivíduos, que é finito e limitado a um período de 24 horas¹⁰. Assim, o tempo gasto em um ou outro comportamento, naturalmente, influencia o tempo despendido nos demais. Deste modo, a forma como os dados são analisados deve levar em conta o aspecto da codependência¹⁰.

Uma das formas de avaliar o uso do tempo no ciclo das 24 horas é a análise composicional de dados, que busca verificar a existência de associação entre a composição de comportamentos de movimento do dia e um desfecho de saúde. Esta abordagem se vale de transformações logarítmicas para expressar o tempo gasto em cada comportamento como proporções do dia, determinando a contribuição relativa de cada comportamento no uso do tempo^{11,12}.

Um balanço entre estes comportamentos sugere a possibilidade de identificação dos máximos benefícios para a saúde que poderiam ser alcançados¹⁰. Nesse sentido, a abordagem analítica de dados composicionais se utiliza de uma técnica denominada substituição isotemporal composicional que consiste em modelos de realocação do tempo em diferentes comportamentos a fim de estimar seus potenciais efeitos em um desfecho de saúde^{11,12}.

Pesquisas populacionais utilizando a abordagem composicional ainda são incipientes na literatura, sobretudo, em adolescentes. A maioria dos estudos existentes são de delineamento transversal e não consideram adequadamente, além da temporalidade, a influência de diversos potenciais fatores de confusão da associação entre os comportamentos de movimento e a composição corporal. Além disso, a maioria dos estudos foram realizados em países de alta renda^{13,14} que, têm padrões de uso de tempo divergentes dos países de média e baixa renda devido a diferenças nas rotinas, convenções e necessidades sociais. Adicionalmente, novas descobertas em relação ao efeito do uso do tempo sobre a saúde, incluindo a adiposidade são importantes para nortear políticas e permitir que novas recomendações de saúde pública sejam elaboradas a fim de promover um uso mais saudável do tempo¹¹.

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi investigar os efeitos da realocação do tempo gasto em atividade física em diferentes intensidades, comportamento sedentário e sono, durante o ciclo de 24 horas, na adiposidade corporal de adolescentes pertencentes a uma coorte de nascimentos brasileira em análises transversais e longitudinais.

Metodologia

Delineamento e população

Trata-se de um estudo de coorte, com análises transversais e longitudinais contemplando os acompanhamentos dos 11 e 15 anos da Coorte de Nascimentos de 2004 de Pelotas. Entre os principais objetivos da Coorte está a investigação do efeito de exposições precoces e características sociodemográficas sobre inúmeros aspectos de saúde dos indivíduos no ciclo vital. Esta Coorte de Nascimentos, teve início ao recrutar, diariamente, todos os nascidos vivos, em partos hospitalares, cujas famílias residissem na zona urbana do município, no ano de 2004 (N= 4.231). Desde então, vários acompanhamentos foram realizados, ao longo da vida dos participantes, a saber: aos 3, 12, 24 e 48 meses e, posteriormente, aos 7, 11 e 15 anos, com taxas de acompanhamento ao redor de 90%. Mais detalhamentos sobre a Coorte podem ser encontrados em publicações prévias ¹⁵.

As análises transversais foram realizadas com os dados dos adolescentes aos 15 anos e as análises longitudinais com dados dos 11 e 15 anos. Compuseram as amostras analíticas deste estudo todos os participantes que apresentaram dados completos de desfecho, exposições e covariáveis de interesse para esta pesquisa. O acompanhamento dos 11 anos foi realizado no ano de 2015, com uma taxa de resposta de 86,6%. Já o acompanhamento dos 15 anos, realizado entre 2019 e 2020, foi interrompido devido à pandemia da COVID-19. Deste modo, a taxa de participação nesta etapa do estudo foi de 50,4%. No entanto, como a forma de agendamento dos participantes para comparecimento à clínica ocorreu pela data de aniversário, o potencial de representatividade da amostra é resultado da aleatoriedade do processo em termos de sexo, nível socioeconômico e outras características sociodemográficas.

Todas as etapas do estudo foram aprovadas pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Pelotas (Parecer 3.554.667 - CAAE: 20183419.1.0000.5317). Os participantes assinaram o termo de assentimento e seus responsáveis legais o termo de consentimento livre e esclarecido.

Percentual de gordura

Para as duas idades avaliadas, o percentual de gordura foi estimado pelo DEXA (modelo Lunar Prodigimarca GE Healthcare®), no momento em que o adolescente comparecia à clínica para os exames e entrevistas. O DEXA é um instrumento que avalia a composição corporal através do princípio da atenuação de raios X pelos diferentes

tecidos corporais, sendo considerado um método referência para esta avaliação em estudos com grandes populações ^{16,17}.

As medidas de composição corporal foram realizadas por equipe previamente treinada, com os indivíduos em posição supina, vestindo roupas leves e descalços, sem portar qualquer objeto de metal, com exceção de aparelho ortodôntico. Adolescentes com pino ou placa nos ossos, com deformidade osteoarticulares, gestantes ou com suspeita de gravidez não realizaram o exame.

Comportamentos do ciclo de 24 horas

Os comportamentos de movimento do ciclo de 24 horas foram estimados a partir da utilização de acelerômetros triaxiais da marca *Actigraph*, modelos *wGT3X-BT* e *wActiSleep-BT*. A preparação dos aparelhos e download dos dados foi realizada através do *software Actilife 6.11.6.623 BETA*. Aos 11 anos, os equipamentos foram distribuídos aos indivíduos de maneira que a captação de dados totalizasse pelo menos quatro dias completos. Os acelerômetros colocados nas segundas, terças e quartas-feiras eram coletados na segunda-feira posterior à colocação do monitor. Acelerômetros colocados nas quintas, sextas e sábados eram coletados na quarta-feira posterior à colocação do monitor. Aos 15 anos, os equipamentos colocados nas segundas-feiras eram retirados na segunda-feira da semana subsequente, e da mesma forma para os demais dias da semana. Assim, a captação dos dados totalizava sete dias completos de uso, restando ao menos seis dias completos de dados para análise. Na clínica, em ambos os acompanhamentos, a colocação do acelerômetro nos adolescentes era realizada ao final das entrevistas e dos demais exames. O local de utilização foi o punho não dominante, com os pinos voltados para os dedos. Todos os participantes foram orientados a utilizar o equipamento 24 horas do dia, inclusive no banho.

O processamento dos dados foi realizado no *software R* com o pacote GGIR ¹⁸. Este software permite a obtenção das estimativas baseada em dados brutos utilizando a métrica ENMO (*Euclidian Norm Minus One*), cálculo que considera a soma dos três eixos do acelerômetro, menos a unidade gravitacional $-(\sqrt{x^2 + y^2 + z^2} - 1)$ ¹⁸. Esse pacote de análise também detecta períodos anormais de aceleração incompatíveis com o movimento humano e períodos de não uso do equipamento e imputa os dados de acordo com as médias do período nos demais dias de uso ¹⁸. Nos dois acompanhamentos, para os

dados serem considerados válidos, um mínimo de três dias de uso foi exigido e pelo menos 16 horas por dia ¹⁹.

Os comportamentos avaliados pelo acelerômetro foram: atividade física leve, atividade física moderada a vigorosa, sono e comportamento sedentário (estimado a partir de inatividade física não decorrente do período de sono ou não uso). A média de minutos diários despendidos com aceleração entre 50 e 99mg foi considerada como atividade física leve, , enquanto tempo em atividade física moderada a vigorosa foi considerado aquele em que a aceleração mensurada estava acima de 100mg ²⁰. No presente estudo, os dados de atividade física moderada e atividade física vigorosas foram agrupados, pois devido ao baixo quantitativo de minutos gastos por dia em atividade física vigorosa, os modelos de análises não convergiram adequadamente, o que geraria valores negativos após as realocações.

O tempo de sono foi estimado por meio do algoritmo proposto por Van Hess e colaboradores (2015), o qual identifica o período total de sono, verificando as mudanças no ângulo de elevação do punho (eixo z) em determinadas janelas de tempo²¹. Neste trabalho foram adotadas mudanças de três graus em janelas de cinco minutos. Posteriormente o algoritmo define como tempo de sono o período mais longo sem mudanças no ângulo do punho. A variável utilizada nas análises foi a *STW (sleep time window)* a qual considera como janela de sono a diferença entre o horário do início do sono e o despertar. ^{21,22}.

Por fim, todos os períodos de aceleração abaixo de 50mg não considerados sono ou períodos de não uso foram classificados como comportamento sedentário.

Covariáveis

As covariáveis incluídas para fins descritivos e de ajuste foram as seguintes: sexo , altura aferida em estadiômetro aos 11 e 15 anos, cor da pele autorreferida (branca, preta e parda), índice de massa corporal (IMC) materno (coletado no acompanhamento dos 4 anos), renda familiar total em reais aos 11 e 15 anos, consumo energético (considerando a ingestão diária total de calorias aos 11 e 15 anos, estimado por questionário de frequência alimentar) e percentual de gordura corporal aos 11 anos, estimado pelo DEXA.

Análises Estatísticas

Inicialmente, foi realizada a análise descritiva dos participantes. Primeiro, comparando variáveis sociodemográficas da coorte original com as amostras analíticas para avaliar a representatividade dos participantes atuais. Após, foi realizada uma descrição do percentual de gordura segundo as covariáveis, bem como da média diária dos comportamentos de movimento de 24 horas. O teste T e a ANOVA foram utilizados para as variáveis contínuas de acordo com exposições dicotômicas e categóricas, respectivamente.

Dada a natureza composicional dos comportamentos de 24 horas, uma abordagem de análise composicional de dados e uso de tempo foi realizada a fim de respeitar a inter-relação entre os comportamentos ^{11,12}. A composição é constituída por comportamentos que consistem em quatro partes mutuamente exclusivas, ou seja tempo de sono, comportamento sedentário, atividade física leve e atividade física moderada a vigorosa, mas que coletivamente compõem as 24 horas do dia. Considerando a natureza finita de tempo do dia, esses comportamentos são codependentes e colineares, pois juntos devem sempre totalizar 24 horas. Devido a multicolinearidade dos comportamentos, as técnicas estatísticas tradicionais como a regressão linear com ajuste mútuo não dão conta de analisar diretamente estes dados de maneira relativa ^{11,12}. Assim, os comportamentos foram expressos como um conjunto de coordenadas de razão de log isométrica (*ilr*), que explicam a variância total da composição de tempo dos comportamentos de movimento de 24 horas de forma a lidar melhor com a colinearidade. A descrição da composição do uso do tempo foi feita pela média composicional dos comportamentos. Esse procedimento foi aplicado aos dados de acelerometria aos 11 e 15 anos.

Para as análises transversais aos 15 anos e longitudinais dos 11 e 15 anos, um modelo de regressão linear com ajuste para fatores de confusão foi construído, tendo o percentual de gordura corporal como variável dependente e *ilr* de composição dos comportamentos do ciclo de 24 horas como variáveis independentes. Foram apresentados modelos brutos e ajustados para cada análise. O modelo de análise transversal aos 15 anos foi ajustado para sexo, cor da pele, altura aos 15 anos, IMC materno coletado no acompanhamento de 4 anos, renda familiar aos 15 anos e consumo energético aos 15 anos. O modelo de análise longitudinal dos 11 e 15 anos foi ajustado para sexo, cor da pele, altura aos 11 anos, IMC materno coletado no acompanhamento de 4 anos, renda familiar aos 11 anos, consumo energético aos 11 anos e % de gordura corporal aos 11 anos. Os modelos analíticos são apresentados nas figuras suplementares 1 e 2.

A análise de substituição isotemporal composicional foi aplicada para estimar as diferenças no percentual de gordura corporal associadas à realocação do tempo entre os comportamentos de 24 horas. O modelo linear construído anteriormente foi utilizado como uma fórmula preditiva para a estimativa das mudanças no percentual de gordura. Primeiro, foi estimado o percentual de gordura corporal para a composição média de comportamentos observada entre os participantes. Em um segundo passo, o percentual de gordura corporal foi estimado para uma composição de comportamentos em que o tempo foi realocado entre os comportamentos, ou seja, foram testadas realocações de 30 minutos no uso do tempo mantendo as covariáveis constantes. A diferença absoluta estimada no percentual de gordura corporal para as realocações de tempo de 30 minutos foi calculada ao comparar a média inicial do percentual de gordura corporal da amostra com as médias de percentual de gordura corporal estimadas a partir das realocações de tempo entre os comportamentos.

As análises descritivas foram realizadas no *software* Stata 17.0. A análise composicional, transformação dos comportamentos em *ilrs* de composição e as regressões lineares foram conduzidas no *software* R, versão 4.2.2, utilizando os pacotes *Compositions* e *robCompositions*. O nível de significância foi estabelecido em 5%.

Resultados

Análises descritivas

As características sociodemográficas das amostras analíticas transversal e longitudinal e suas comparações com a coorte original são apresentadas na Tabela 1. Ao total 799 participantes foram incluídos nas análises transversais e 1008 nas análises longitudinais (Figura suplementar 3). A diferença entre o número de participantes se deu ao fato de que para as análises longitudinais foram considerados os dados de acelerometria e covariáveis do acompanhamento dos 11 anos, o qual teve uma maior taxa de resposta. A maioria dos adolescentes eram do sexo masculino, de cor da pele branca, com peso normal ao nascer e filhos de mães com 9 anos ou mais de escolaridade. Os valores médios de renda familiar (em reais) foram 803,4 (IC 95% 769,9 – 836,8) na coorte original, 709,5 (IC 95% 655,7 – 763,3) na amostra transversal e 689,9 (IC 95% 644,3 – 735,6) na amostra longitudinal (dados não apresentados na tabela). Não houve diferença entre as amostras analíticas e a coorte original em todas as variáveis investigadas.

Tabela 1. Análise descritiva da amostra. Comparativo entre a coorte original e as duas amostras analíticas, transversal aos 15 anos e longitudinal dos 11 aos 15 anos. (N=799 e 1008)

Variáveis	Coorte original (N= 4231)			Amostra analítica transversal 15 anos (N= 799)			Amostra analítica longitudinal 11-15anos (N= 1008)		
	N	%	IC 95%	N	%	IC 95%	N	%	IC 95%
Sexo (N=4231)									
Feminino	2036	48,1	46,6 – 49,6	389	48,7	45,2 – 52,2	495	49,1	46,0 – 52,1
Masculino	2195	51,9	50,3 – 53,3	410	51,3	47,8 – 54,8	513	50,9	47,8 – 53,9
Cor da pele (N=3798)									
Branca	2700	71,1	69,6 – 72,5	570	71,3	68,1 – 74,4	723	71,7	68,8 – 74,4
Preta	407	10,7	9,7 – 11,7	92	11,5	9,4 – 13,9	118	11,7	9,85 – 13,8
Parda	691	18,2	16,9 – 19,4	202	17,2	14,7 – 19,9	167	16,6	14,3 – 18,9
Baixo peso ao nascer > 2500g (N=4226)									
Sim	423	10	9,1 – 10,9	63	7,9	6,2 – 10,0	83	8,2	6,6 – 10,1
Não	3803	90	89,0 – 90,8	736	92,1	90,0 – 93,8	925	91,8	89,9 – 93,3
Escolaridade materna (em anos)* (N= 4186)									
Zero	43	1	0,7 – 1,3	4	0,5	0,2 – 1,3	5	0,5	0,2 – 1,1
1 a 4	611	14,6	13,5 – 15,6	106	13,3	11,1 – 15,9	135	13,5	11,4 – 15,7
5 a 8	1731	41,4	39,8 – 42,8	341	42,8	39,4 – 46,3	431	43,0	39,9 – 46,1
9 ou mais	1801	43	41,5 – 44,5	345	43,4	40,0 – 46,8	431	43,0	39,9 – 46,1

*Variável com 3 missing na análise transversal e 6 missing na análise longitudinal

As médias de adiposidade corporal de acordo com as covariáveis aos 11 e 15 anos são apresentadas de maneira detalhada na Tabela suplementar 1. Aos 11 anos, as maiores médias de adiposidade corporal foram observadas nos indivíduos do sexo feminino, de cor da pele branca, com peso normal ao nascer, filhos de mães obesas e com menor consumo energético. Aos 15 anos as maiores médias de adiposidade seguiram nas mesmas categorias, porém com magnitudes diferentes. A exceção observada foi em relação à altura, cor da pele e renda. Aos 11 anos os indivíduos mais altos e aos 15 anos os indivíduos mais baixos, apresentavam o maior percentual de gordura. Quanto à renda, aos 11 anos, os adolescentes mais ricos apresentavam maior adiposidade corporal. Aos 15 anos não houve diferença significativa no percentual médio de adiposidade de acordo com cor da pele e renda.

Com relação ao uso do tempo, aos 11 anos os adolescentes passaram, em média, 10,1%, do dia em atividade física leve (142 min/dia), 9,9% em atividade física moderada

(146 min/dia), 1,7% em atividade física vigorosa (24 min/dia), 35,2% dormindo (508 min/dia) e 43,1% em comportamento sedentário (620 min/dia). Já aos 15 anos, a média diária de tempo gasto em cada comportamento foi de 8,7% em atividade física leve (126 min/dia), 7,7% em atividade física moderada (110 min/dia), 0,7% em atividade física vigorosa (10 min/dia), 32,0% em sono (461 min/dia) e 50,9% em comportamento sedentário (733 min/dia) (Figura suplementar 4 e Tabela suplementar 2).

Análises transversais

A Figura 1A apresenta os resultados das realocações de tempo entre os comportamentos de movimento na adiposidade corporal dos adolescentes, em uma análise bruta transversal aos 15 anos. O percentual médio de adiposidade corporal aos 15 anos foi de 27,7. As substituições de tempo de sono ou de comportamento sedentário para atividade física moderada a vigorosa, bem como de atividade física leve para qualquer um dos outros comportamentos, resultaram em menor da adiposidade corporal em diferentes magnitudes. Por exemplo, a realocação de 30 minutos de sono substituídos para atividade física moderada a vigorosa ocasionou uma redução média de 2,6 p.p. (média = 25,1%; IC95% 24,0 – 26,2) na adiposidade corporal, enquanto que a mesma realocação de atividade física leve para atividade física moderada a vigorosa reduziu, em média, 6,1 p.p. (média= 21,6%; IC95% 19,8 – 23,4) a adiposidade corporal.

Por outro lado, as realocações de tempo de sono ou comportamento sedentário para atividade física leve, e de atividade física moderada a vigorosa para qualquer outro comportamento resultaram em incremento da adiposidade corporal. A substituição de 30 minutos de atividade física moderada a vigorosa para atividade física leve foi a que gerou maior aumento médio da adiposidade corporal, 6,0 p.p. (média= 33,7%; IC95% 32,0 – 35,5). Foi observada assimetria entre os efeitos de realocações, ou seja, o efeito da realocação de um comportamento para outro não foi exatamente igual ao da realocação reversa. Por exemplo, a realocação de 30 minutos de atividade física moderada a vigorosa para comportamento sedentário gerou uma maior diferença absoluta no percentual de gordura corporal (aumento de 3,1 p.p.), enquanto a mesma realocação de tempo de comportamento sedentário para atividade física moderada a vigorosa (redução de 2,3 p.p.).

Ao ajustar a análises para índice de massa corporal materno, sexo, cor da pele, altura, renda familiar e consumo energético, a média de adiposidade corporal passou a ser

de 20,5%. Nessas análises, nenhuma realocação apresentou mudança de adiposidade corporal estatisticamente significativa (Figura 1B).

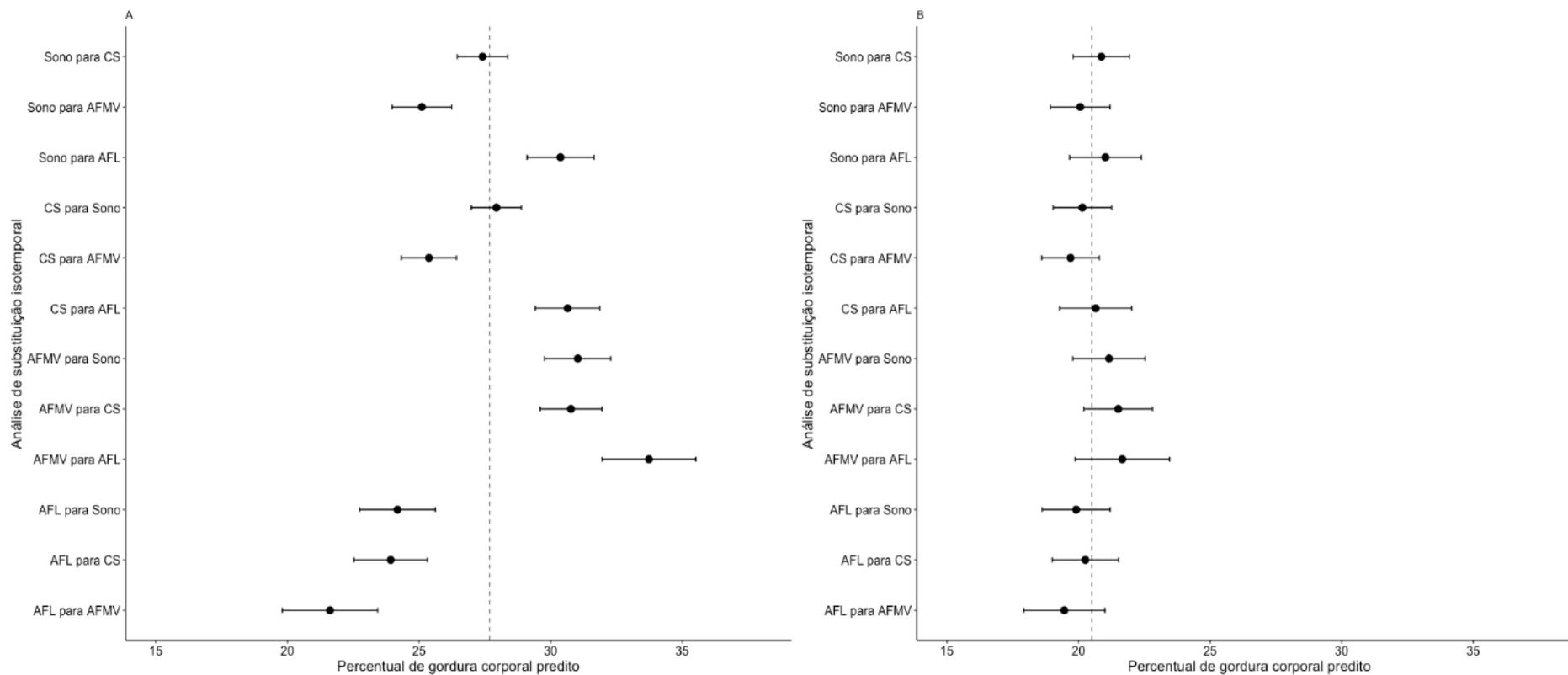


Figura 1. A) Análise transversal bruta, da realocação isotemporal de 30 minutos entre os comportamentos de movimento do ciclo de 24 horas e seus efeitos na adiposidade corporal dos adolescentes aos 15 anos de idade. **B)** Análise transversal ajustada, da realocação isotemporal de 30 minutos entre os comportamentos de movimento do ciclo de 24 horas e seus efeitos na adiposidade corporal dos adolescentes aos 15 anos de idade. Ajuste para índice de massa corporal materno, sexo, cor da pele, altura, renda familiar e consumo energético. (N =799)

Siglas: AFL: atividade física leve; AFMV: atividade física moderada a vigorosa; CS: comportamento sedentário

Análises longitudinais

A Figura 2A apresenta os resultados das realocações de tempo entre os comportamentos aos 11 anos na adiposidade corporal dos adolescentes aos 15 anos em uma análise bruta. De mesmo modo que ocorreu na análise transversal bruta, as realocações de tempo de sono ou de comportamento sedentário para atividade física moderada a vigorosa, bem como de atividade física leve para qualquer um dos outros comportamentos, resultaram em uma redução da adiposidade corporal, com magnitudes diferentes. Além disso, as realocações de tempo de sono ou comportamento sedentário para atividade física leve, bem como de atividade física moderada a vigorosa para qualquer outro comportamento ocasionaram aumento da adiposidade corporal. Assim como na análise transversal, a assimetria entre os efeitos das realocações também foi observada.

Ao ajustar a análises para índice de massa corporal materno, sexo, cor da pele, altura, renda familiar, consumo energético e percentual de gordura corporal aos 11, a média de adiposidade corporal passou a ser de 22,5%. Assim como nas análises transversais, as associações também desapareceram após ajustes. (Figura 2B).

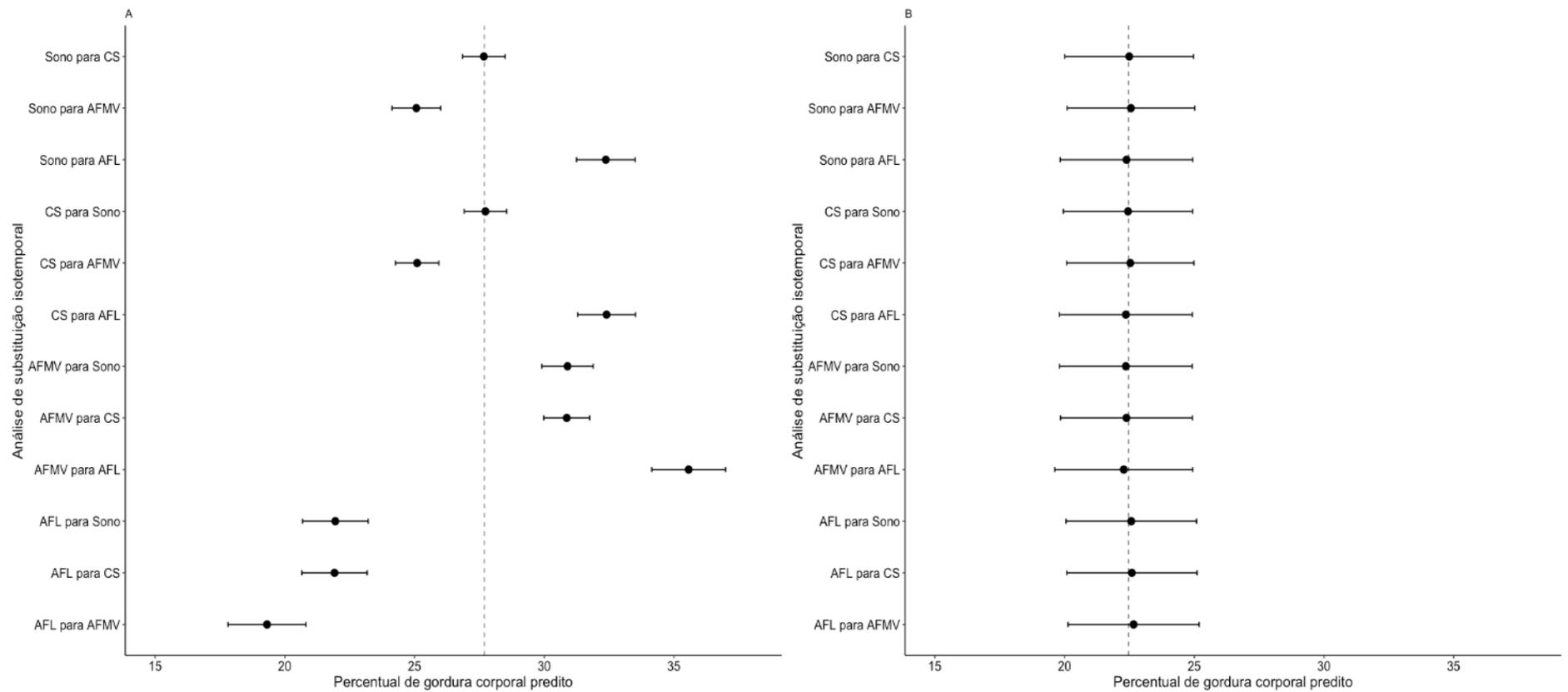


Figura 2. A) Análise longitudinal bruta, da realocação isotérmica de 30 minutos entre os comportamentos de movimento do ciclo de 24 horas aos 11 anos e seus efeitos na adiposidade corporal dos adolescentes aos 15 anos de idade. **B)** Análise longitudinal, da realocação isotérmica de 30 minutos entre os comportamentos de movimento do ciclo de 24 horas aos 11 anos e seus efeitos na adiposidade corporal dos adolescentes aos 15 anos de idade. Ajuste para índice de massa corporal materno, sexo, cor da pele, altura, renda familiar, consumo energético total e percentual de gordura aos 11 anos. (N =1008)

Símbolos: AFL: atividade física leve; AFMV: atividade física moderada a vigorosa; CS: comportamento sedentário

Discussão

Este estudo avaliou efeito da composição do uso do tempo diário na adiposidade corporal de adolescentes de uma coorte de nascimentos. Para o nosso conhecimento, este é o primeiro artigo a avaliar os efeitos das realocações entre os comportamentos de movimento de 24 horas no percentual de gordura corporal de adolescentes contendo análises transversais e longitudinais.

Em nossa hipótese, utilizando a substituição isotemporal composicional, esperávamos que as realocações de tempo gasto em comportamentos de intensidades mais leves por tempo em comportamentos de intensidade mais altas, resultariam em redução no percentual de gordura dos adolescentes. De certa forma, nossas análises brutas confirmaram essa hipótese. Por exemplo, a realocação de 30 minutos de qualquer comportamento (atividade física leve, comportamento sedentário ou sono) para atividade física moderada a vigorosa gerou uma redução no percentual de gordura corporal dos adolescentes. Consistentemente, as realocações de atividade física moderada a vigorosa para qualquer outro comportamento foram significativamente responsáveis pelo aumento da adiposidade corporal dos adolescentes. Porém, inesperadamente, as realocações de 30 minutos de atividade física leve para sono ou comportamento sedentário ocasionou uma redução da adiposidade corporal. No entanto, é importante ressaltar, que todas as associações observadas nas análises brutas desapareceram ao inserir os ajustes para uma ampla gama de fatores de confusão tanto nas análises transversais quanto longitudinais.

Em relação às realocações envolvendo a atividade física moderada a vigorosa, nossos resultados brutos são consistentes com estudos anteriores de delineamento transversal com população de faixa etária semelhante, os quais identificaram que a realocação de tempo de atividade física moderada a vigorosa para outros comportamentos de menor gasto energético resultou em incremento nos indicadores de adiposidade e as realocações reversas ocasionaram a redução destes indicadores^{23,24,25,26,27,28}. Porém, estes estudos foram na maioria ajustados para poucos fatores de confusão, geralmente sexo, idade e algum fator socioeconômico^{23,24,25,26,27}. Apenas um destes estudos, também de delineamento transversal, realizado no Canadá com crianças de 10 a 13 anos fez ajustes mais robustos para fatores de confusão, considerando idade, sexo, raça, renda familiar, escolaridade dos pais, estrutura familiar, maturidade puberal, presença de condição crônica de saúde, frequência de consumo de fast food e frequência de consumo de salgadinhos em frente a uma tela como potenciais confundidores²⁸. Apesar da maior

robustez nos ajustes, este estudo transversal também encontrou que o tempo gasto em atividade física moderada a vigorosa em relação aos outros comportamentos foi associado a redução nos escores z de IMC, circunferência da cintura e índice de massa gorda se assemelhando aos estudos anteriores ²⁸.

Em comparação ao estudo acima mencionado de Talarico e colaboradores (2018)²⁸, a nossa pesquisa incluiu adolescentes mais velhos e vivendo um contexto de país de renda média-baixa onde o uso do tempo e consumo alimentar, entre outras características, são potencialmente bastante diferentes. Esse tipo de contradição nos achados pode ser também evidência do efeito dos determinantes sociais e comportamentais na relação entre comportamentos relacionados ao movimento e composição corporal.

Em termos de realocações envolvendo a atividade física leve, os nossos achados divergem do estudo de Chen e colaboradores (2023), o qual com delineamento transversal investigou estudantes chineses dos ensinos fundamental e médio, ajustando apenas para sexo e idade, mostrou que entre os adolescentes do ensino médio, houve redução dos escores z de IMC quando comportamento sedentário ou sono foram substituídos por atividade física leve. Entre os alunos do ensino fundamental nenhuma diferença significativa nos escores z de IMC foi encontrada para as realocações entre sono, comportamento sedentário e atividade física leve ²⁷. Outro estudo de Dumuid e colaboradores (2018), realizado com crianças de 9 a 11 anos, da Austrália, Canadá, Reino Unido e Finlândia, também mostrou que a substituição de atividade física leve por comportamento sedentário também aumentou a adiposidade em meninos, mas não teve associação em meninas.

Vale destacar que os nossos resultados, em geral, se contrapõem aos demais estudos prévios, tanto nas análises brutas quando foi observado um aumento da adiposidade quando o comportamento sedentário e o sono foram realocados para atividade física leve, quanto com a ausência de associação nas análises ajustadas. Neste sentido, é importante mencionar que a literatura apontou a lacuna em relação aos fatores de ajuste, sobretudo, da dieta ^{12,23}. A perda das associações após ajustes nos sugere que a relação entre os comportamentos de movimento e composição corporal é na verdade confundida por consumo alimentar, altura do jovem, nível socioeconômico, sexo e outras variáveis incluídas no modelo. Deste modo, um maior tempo diário despendido em atividades de alta intensidade não necessariamente acarretará no benefício de redução da

adiposidade corporal se o consumo energético excessivo for mantido e outras recomendações de saúde não forem atendidas.

O presente estudo evidencia a complexa relação entre o efeito da atividade física na adiposidade corporal e a relevância do modelo de multideterminação da composição corporal. No entanto, considerando que desfechos multicausais apresentam modelos de confundimento complexos, destaca-se que este estudo não necessariamente incluiu toda gama de possíveis fatores de confusão. Por exemplo, a implementação de espaços verdes para prática de atividade física, o local de moradia, os níveis de violência do entorno da residência, são fatores que podem estar relacionados à associação testada, mas não temos essas informações coletadas na coorte. Ainda, devemos ser cautelosos ao comparar os nossos resultados com pesquisas prévias que consideram apenas um conjunto pequeno de fatores de ajuste.

Outro aspecto desafiador presente na literatura que envolve as análises composicionais e as substituições isotemporais é que, as relações entre os comportamentos de 24 horas e desfechos de adiposidade vêm sendo estudadas em grande maioria por meio de delineamento transversal^{23,24,25,26,27}. Esse fator é problemático, uma vez que este tipo de delineamento não dá conta da temporalidade necessária para uma inferência causal. Embora, os estudos longitudinais também possam não ser tão fidedignos a depender do espaçamento temporal entre as medidas e de ajustes para o desfecho na linha de base, este tipo de delineamento lida melhor com a possibilidade de causalidade reversa.

Conforme anteriormente mencionado, não é de nosso conhecimento outros estudos de delineamento longitudinal em adolescentes utilizando o tipo de análise do nosso estudo. Deste modo, os nossos resultados não podem ser diretamente comparados com populações de outras faixas etárias. Porém, cabe mencionar uma pesquisa prévia de delineamento longitudinal, com dois pontos de medição ao longo de sete anos, realizada com mulheres idosas da Europa Central, ajustada para idade, país de origem e adiposidade na linha de base demonstrou que a substituição do comportamento sedentário para a atividade física leve favoreceu a perda de adiposidade²⁹. Outra pesquisa também de delineamento longitudinal, com diferença de três anos entre os dois pontos de acompanhamento, realizada com adultos entre 30 e 65 anos, nos Estados Unidos, com ajustes para raça, sexo, ingestão calórica média, altura e pontuação de comorbidade, não demonstrou nenhuma associação entre a realocação de comportamento sedentário para atividade física leve entre as mulheres³⁰.

Estudos prévios com análises tradicionais e individuais dos comportamentos demonstraram efeitos sobre a obesidade ^{7,31, 32,33}. Como o benefício da atividade física sobre a adiposidade corporal, sobretudo da atividade física vigorosa, demonstrando que a maior prática dessa intensidade no início e durante a adolescência contribui para que os indivíduos apresentem menor adiposidade no final da adolescência e durante a vida adulta ^{32,33}. A atividade física moderada a vigorosa parece se associar positivamente com a redução dos indicadores de adiposidade ⁷. Contudo a relação da atividade física leve com os indicadores de adiposidade ainda é inconsistente ⁷. Em relação ao comportamento sedentário, há evidências consistentes da sua relação individual de favorecimento/aumento à adiposidade ³¹.

Assim como em outros estudos de substituição isotemporal composicional, embora em menor magnitude, a assimetria entre as realocações dos comportamentos também foi observada em nossos resultados brutos. Estas diferenças não simétricas observadas podem ser explicadas pela contribuição relativa diária de tempo usualmente gasto em cada comportamento não ser a mesma. Por exemplo, realocar 30 minutos de comportamento sedentário para atividade física moderada a vigorosa represente um aumento relativo muito maior na atividade física moderada a vigorosa do que a realocação contrária.

Algumas limitações precisam ser apontadas, como a medida de comportamento sedentário que foi estimada com base nos dados de inatividade provenientes do acelerômetro, um equipamento limitado em sua capacidade de distinção entre posturas inativas de pé, sentado ou deitado. Apesar da não distinção, há que se observar que ainda assim a maior parte do tempo estimado se refere a comportamento sedentário, porém esse fator pode ter superestimado o tempo gasto neste comportamento. Outro limitante foi o fato de ter apenas dois pontos de medição ao longo do tempo, podendo ter influenciado os resultados já que os padrões de mudança de atividade física podem não ter sido detectados.

Como fortalezas deste estudo, destacam-se a representatividade populacional da coorte em um país de renda média, os instrumentos utilizados para avaliar a exposição e o desfecho, os quais se configuram como as melhores ferramentas para aplicação em estudos de larga escala, e o próprio delineamento longitudinal, algo praticamente inexistente na literatura até o presente momento. Por fim, acrescenta-se a abordagem metodológica composicional utilizada que considera o dia completo e todos os comportamentos de movimento em conjunto, adicionado ao amplo espectro de fatores de

confusão incluídos nas análises, o que permite resultados mais fidedignos das associações.

Conclusões

Em síntese, os achados deste estudo demonstraram a ausência de associação entre as realocações dos comportamentos de movimento do ciclo de 24 horas e adiposidade corporal em adolescentes quando incluídos diversos fatores de ajuste nas análises. Esse resultado contribui com a literatura sobre a temática e reforça a importância de novas pesquisas longitudinais com atenção especial a modelos de análise que levem em conta a complexidade da estrutura de confundimento para melhor elucidar a relação entre os comportamentos de movimento e a adiposidade corporal.

Referências

1. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. *Lancet*. 2017
2. World Health Organization. Obesity and Overweight. 2017. World Health Organization, 2017 <http://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
3. Pesquisa Nacional de Saúde: 2019: atenção primária à saúde e informações antropométricas: Brasil / IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. - Rio de Janeiro: IBGE, 2020.
4. Lee EY, Yoon KH. Epidemic obesity in children and adolescents: risk factors and prevention. *Front Med*. 2018
5. Buff, CG., Ramos, E., Souza, FIS., Sarni, ROS. Frequência de síndrome metabólica em crianças e adolescentes com sobrepeso e obesidade. *Revista paulista de pediatria*, 2007.
6. World Health Organization. Global action plan on physical activity 2018-2030: more active people for a healthier world. World Health Organization, 2018.
7. Poitras V, Gray C, Borghese M, Carson V, Chaput J-P, Katzmarzyk PT, et al. Systematic review of the relationships between objectively measures physical activity and health indicators in school-aged children and youth. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2016
8. Miller, MA., Kruisbrink, M., Wallace, J., Ji, C., Cappuccio, FP. Sleep duration and incidence of obesity in infants, children, and adolescents: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Sleep*, 2018.
9. Guthold R, Stevens GA, Riley LM, Bull FC. Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1.6 million participants. *Lancet Child Adolesc Health*. 2020
10. Tremblay, MS., Esliger, DW., Tremblay, A., Colley, R. Incidental movement, lifestyle-embedded activity and sleep: New frontiers in physical activity assessment. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 2007.
11. Pedišić Ž. Measurement issues and poor adjustments for physical activity and sleep undermine sedentary behaviour research – The focus should shift to the balance between sleep, sedentary behaviour, standing and activity. *Kinesiology*. 2014.
12. Dumuid D, Stanford TE, Martin-Fernandez JA, Pedisic Z, Maher CA, Lewis LK,

- et al. Compositional data analysis for physical activity, sedentary time and sleep research. *Stat Methods Med Res.* 2017
13. Chaput, JP.; Saunders, TJ.; Carson, V. Interactions between sleep, movement and other non-movement behaviours in the pathogenesis of childhood obesity. *Obesity Reviews*, 2017.
 14. Rollo, S.; Antsygina, O.; Tremblay, M. S. The whole day matters: understanding 24-hour movement guideline adherence and relationships with health indicators across the lifespan. *Journal of sport and health science*, 2020.
 15. Santos IS, Barros AJ, Matijasevich A, Zanini R, Chrestani Cesar MA, Camargo-Figuera FA, et al. Cohort profile update: 2004 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study. Body composition, mental health and genetic assessment at the 6 years follow-up. *Int J Epidemiol.* 2014.
 16. Gallagher, D., Heymsfield, S.B., Heo, M., Jebb, S.A., Murgatroyd, P.R., Sakamoto, Y. et al. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *The American journal of clinical nutrition*, 2000.
 17. Carvalho, AS., Abdalla, PP., Venturino, ACR., Leites, PDL., Machado, DRL. Composição corporal funcional: breve revisão. *Caderno de Educação Física e Esporte*, 2018.
 18. van Hees VT, Gorzelniak L, Dean León EC, Eder M, Pias M, Taherian S, et al. Separating movement and gravity components in an acceleration signal and implications for the assessment of human daily physical activity. *PLoS One.* 2013
 19. Ricardo LIC, Wendt A, Galliano LM, de Andrade MW, Niño Cruz GI, Wehrmeister F, et al. Number of days required to estimate physical activity constructs objectively measured in different age groups: findings from three Brazilian (Pelotas) population-based birth cohorts. *PLoS One.* 2020
 20. Hildebrand M, Vanh, VT, Hansen BH, Ekelund U. Age group comparability of raw accelerometer output from wrist- and hip-worn monitors. *Medicine and science in sports and exercise.* 2014
 21. van Hees VT, Sabia, S, Anderson, KN, Denton, SJ, Oliver, J, Catt, M, et al. A novel, open access method to assess sleep duration using a wrist-worn accelerometer. *PloS one*, 2015.
 22. van Hees VT, Sabia, S, Jones, SE, Wood, AR, Anderson, KN, Kivimaki, M, et al. Estimating sleep parameters using an accelerometer without sleep diary. *Scientific reports*, 2018.
 23. Dumuid, D, Stanford, TE, Pedisic, Z, Maher, C, Lewis, LK, Martín-Fernandez JP,

- et al. Adiposity and the isothermal substitution of physical activity, sedentary time and sleep among school-aged children: a compositional data analysis approach. *BMC public health*, 2018.
24. Dumuid D, Wake M, Clifford S, Burgner D, Carlin JB, Mensah FK, et al. The Association of the Body Composition of Children with 24-Hour Activity Composition. *J Pediatr*. 2019
 25. Carson V, Tremblay MS, Chaput JP, Chastin SF. Associations between sleep duration, sedentary time, physical activity, and health indicators among Canadian children and youth using compositional analyses. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2016
 26. Fairclough SJ, Dumuid D, Taylor S, Curry W, McGrane B, Stratton G, et al. Fitness, fatness and the reallocation of time between children's daily movement behaviours: an analysis of compositional data. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2017.
 27. Huan C., Li-juan W., Fei X., Guo L., Yu-lan Z. Associations between 24-h movement behaviours and BMI in Chinese primary- and middle- school students, *Journal of Exercise Science & Fitness*, 2023
 28. Talarico, R., Janssen, I. Compositional associations of time spent in sleep, sedentary behavior and physical activity with obesity measures in children. *Int J Obes*, 2018
 29. Pelclová, J., Stefelová, N., Dumuid, D., Pedisic, Z., Hron, K., Gába, A., et al. Are longitudinal reallocations of time between movement behaviours associated with adiposity among elderly women? A compositional isothermal substitution analysis. *International Journal of Obesity*, 2020.
 30. Rees-Punia, E., Guinter MA., Gapstur, SM., Wang, Y., Patel, AV. Composition of time in movement behaviors and weight change in Latinx, Black and white participants. *Plos one*, 2021
 31. Carson V, Hunter S, Kuzik N, Gray CE, Poitras VJ, Chaput JP, et al. Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth: an update. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2016
 32. Ramires VV, Dumith SC, Wehrmeister FC, Hallal PC, Menezes AM, Gonçalves H. Physical activity throughout adolescence and body composition at 18 years: 1993 Pelotas (Brazil) birth cohort study. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2016.
 33. Kwon, S., Menezes, AMB., Ekelund, U, Wehrmeister, FC, Gonçalves, H, Gonçalves, B, et al. Longitudinal change in physical activity and adiposity in the transition from adolescence to early adulthood: the 1993 Pelotas cohort study. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2022.

Material Suplementar

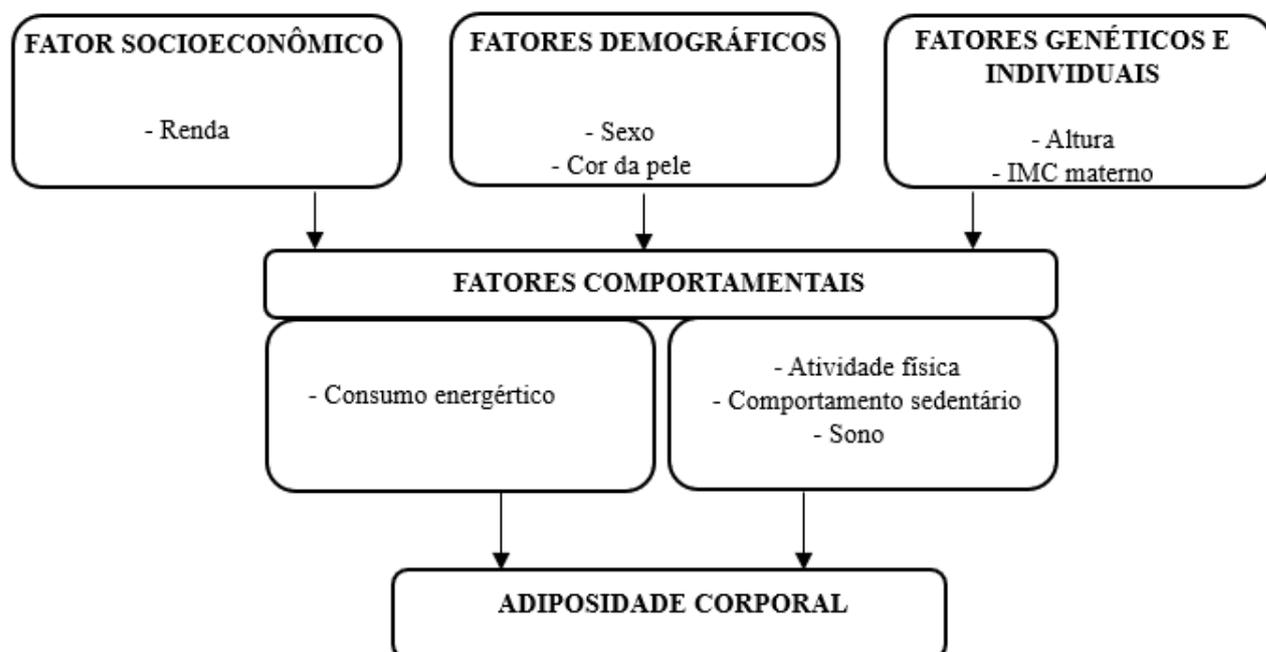


Figura Suplementar 1. Modelo de análise transversal aos 15 anos.

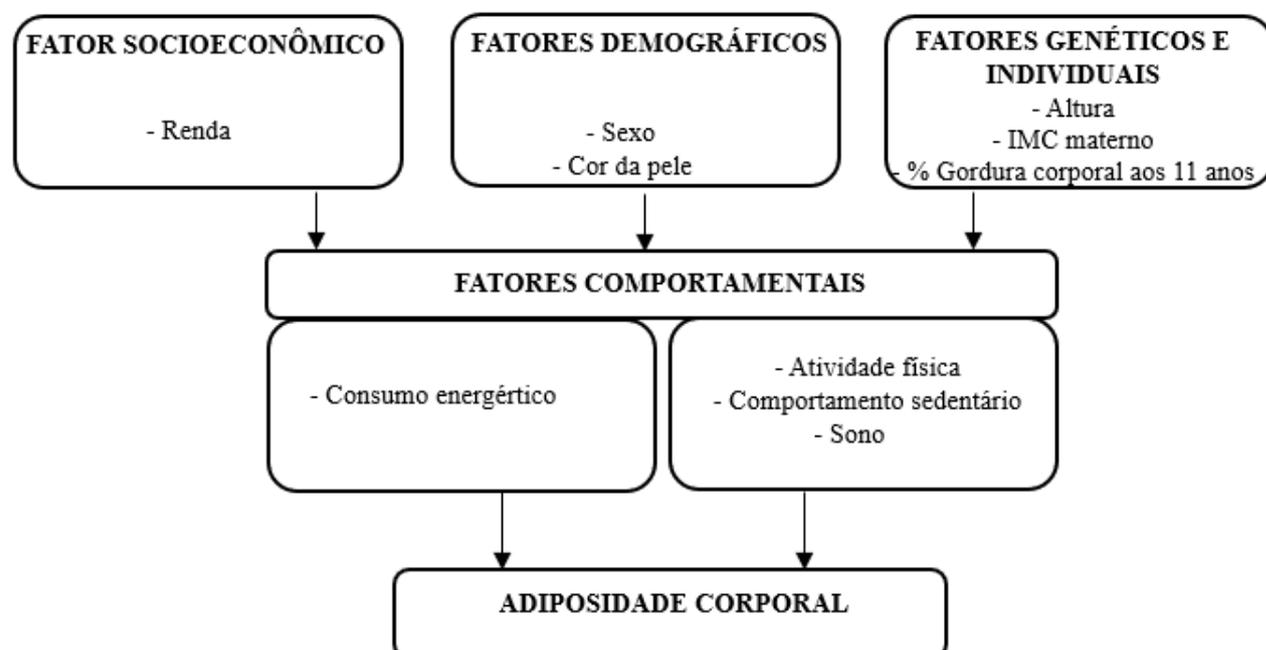


Figura Suplementar 2. Modelo de análise longitudinal com exposições aos 11 anos e desfecho aos 15 anos.

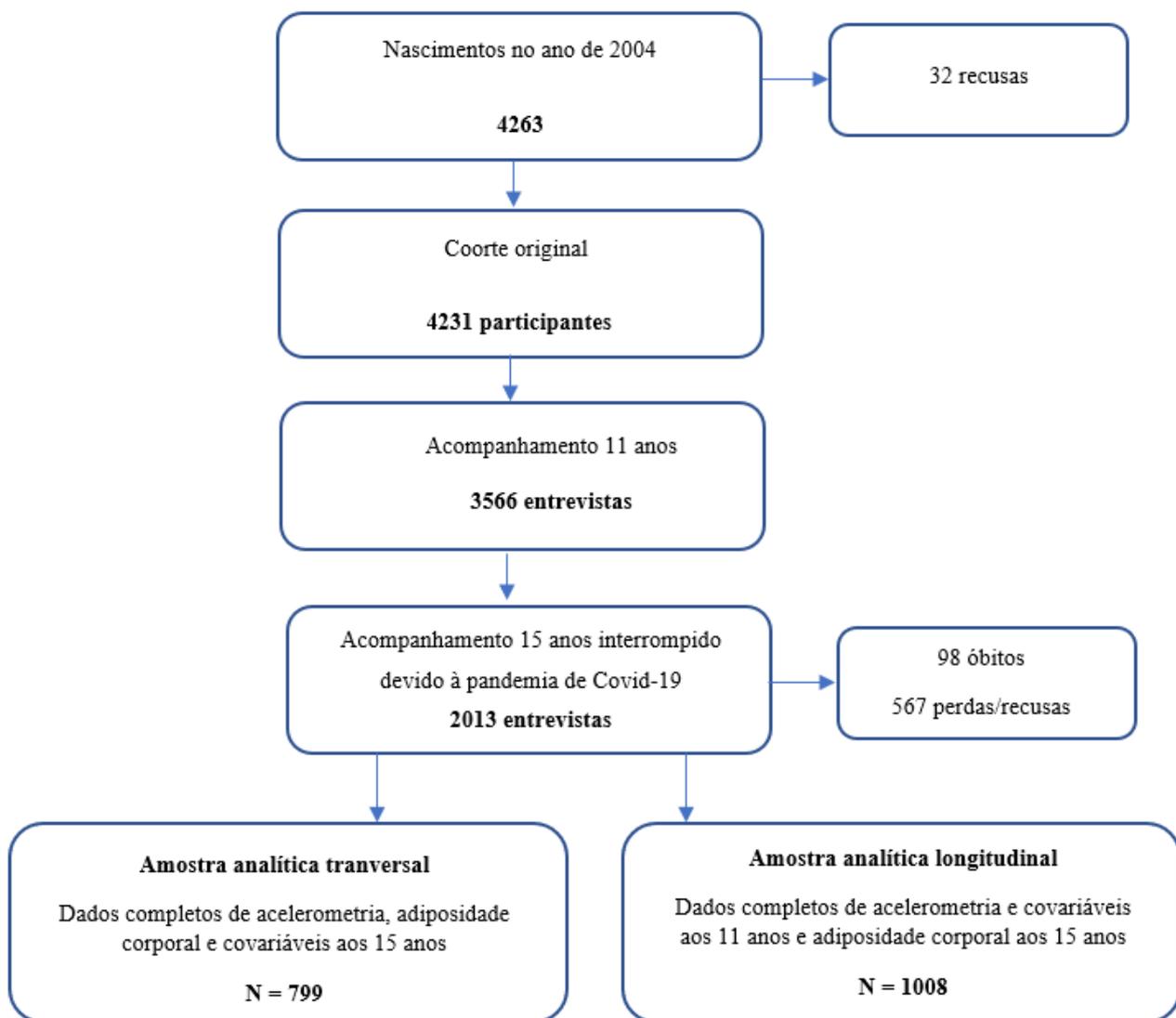


Figura suplementar 3. Fluxograma do número de participantes da coorte original e das amostras analíticas.

Tabela suplementar 1. Descrição da adiposidade corporal segundo as covariáveis aos 11 (N= 1008) e 15 (N=799) anos.

Covariáveis	Adiposidade corporal aos 11 anos			Adiposidade corporal aos 15 anos		
	Média	IC 95%	Valor p	Média	IC 95%	Valor p
Sexo			< 0,001			< 0,001
Masculino	25,9	24,9 – 26,8		19,9	18,8 – 21,0	
Feminino	29,5	28,7 – 30,4		35,8	35,0 – 36,7	
Cor da pele			0,016			0,054
Branca	28,3	27,5 – 29,1		28,3	27,3 – 29,3	
Preta	26,1	24,1 – 28,0		25,1	22,5 – 27,7	
Parda/morena	26,1	24,5 – 27,8		26,8	24,7 – 29,0	
Altura			< 0,001			< 0,001
1º tercil	23,4	22,4 – 24,5		33,9	32,5 – 35,3	
2º tercil	27,6	26,5 – 28,7		27,2	25,8 – 28,6	
3º tercil	31,9	30,9 – 33,0		21,9	20,5 – 23,3	
Renda familiar			0,011			0,931
1º tercil	26,7	25,6 – 27,9		27,8	26,3 – 29,4	
2º tercil	27,2	26,1 – 28,3		27,4	25,9 – 29,0	
3º tercil	29,1	27,9 – 30,2		27,8	26,2 – 29,3	
IMC materno			< 0,001			< 0,001
Magreza/eutrofia*	24,5	23,5 – 25,6		25,6	24,2 – 27,1	
Sobrepeso	27,6	26,5 – 28,7		27,0	25,5 – 28,5	
Obesidade	31,6	30,4 – 32,7		31,1	29,5 – 32,7	
Consumo energético			< 0,001			< 0,001
1º tercil	29,2	28,1 – 30,3		30,6	29,0 – 32,1	
2º tercil	28,3	27,2 – 29,4		27,5	26,0 – 29,0	
3º tercil	25,5	24,4 – 26,7		25,0	23,5 – 26,5	

*13 mulheres apresentavam magreza

Tabela suplementar 2. Média dos comportamentos de movimento de 24 horas e do percentual de gordura corporal aos 11 e 15 anos. (N= 799 e 1008)

Variáveis	11 anos		15 anos	
	Média (min/dia)	IC 95%	Média (min/dia)	IC 95%
Atividade física leve	142,5	140,8 - 144,2	125,6	123,3 - 127,9
Atividade física moderada	146,0	143,2 - 148,7	110,3	107,1 - 113,6
Atividade física vigorosa	23,9	22,9 - 24,9	9,5	8,9 - 10,2
Comportamento sedentário	620,0	614,4 - 625,6	733,2	726,5 - 739,9
Sono	507,7	504,3 - 511,0	461,3	457,2 - 465,5
Percentual de gordura corporal	27,7	27,0 - 28,3	27,7	26,8 - 28,5

Tempo gasto em cada comportamento de movimento no ciclo de 24 horas

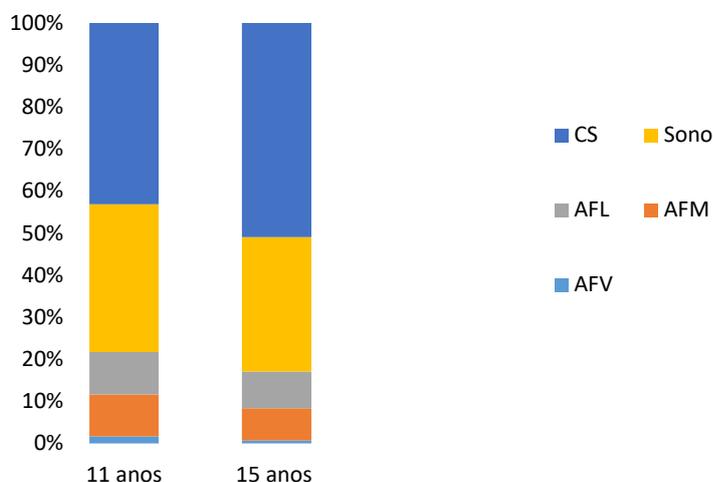


Figura Suplementar 4. Tempo médio diário gasto nos comportamentos de movimento do ciclo de 24 horas

Reconhecimentos

Este artigo foi baseado nos dados do estudo “Coorte de Nascimentos de Pelotas, 2004” conduzido pelo Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Universidade Federal de Pelotas, com o apoio da Associação Brasileira de Saúde Coletiva (ABRASCO). De 2009 a 2013, a Coorte foi financiada pelo *Wellcome Trust*. Fases anteriores do estudo foram financiadas pela Organização Mundial de Saúde, Programa de Apoio a Núcleos de Excelência (PRONEX), Ministério da Saúde e Pastoral da Criança. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código Financeiro 001; e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil (CNPq).

NOTA À IMPRENSA

NOTA À IMPRENSA

“A maneira como gastamos o tempo pode influenciar a adiposidade corporal?”

A obesidade é um problema de saúde pública mundial. Estima-se que nas últimas quatro décadas, o número de obesos ao redor do mundo praticamente triplicou. No Brasil, os dados da última Pesquisa Nacional de Saúde, realizada no ano de 2019, indicaram que 62,0% dos adultos apresentavam excesso de peso, que engloba o sobrepeso e a obesidade. A mesma pesquisa mostrou que 7,0% dos adolescentes brasileiros eram obesos. Em Pelotas, dados mais recentes do ano de 2015, indicam que 37,2% dos jovens de 11 anos apresentavam excesso de peso, enquanto 13,2% destes já eram obesos. A obesidade tem como causa fundamental o excesso de gordura corporal, ocasionado principalmente pelo desequilíbrio energético, ou seja, consumo alimentar superior ao gasto de energia diário. Além disso, a obesidade também está relacionada a outros fatores comportamentais do indivíduo como a prática de atividade física e quantidade de tempo sedentário e duração do sono.

Um estudo realizado pela mestrandia Renata de Lima Contreira, do Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Universidade Federal de Pelotas, sob orientação do Professor Dr. Inácio Crochemore-Silva buscou avaliar como o tempo gasto em atividade física de diferentes intensidades, comportamento sedentário e sono influencia a gordura corporal de adolescentes pertencentes à Coorte de Nascimentos de 2004, em Pelotas. A referida Coorte vem acompanhando todos os nascidos no ano de 2004 que residiam na zona urbana do município. O trabalho foi realizado considerando os dados dos jovens quando eles tinham 11 e 15 anos. Aos 15 anos, os adolescentes apresentaram um percentual de gordura corporal de 27,7. Em geral, os jovens de cor da pele branca e com menor renda familiar apresentaram maior percentual de gordura corporal. As meninas apresentaram maior percentual de gordura que os meninos.

Para estudar os efeitos da atividade física, comportamento sedentário e sono, os pesquisadores utilizaram uma abordagem que avalia o que acontece

com a gordura corporal quando se substitui o tempo gasto em uma atividade por outra, por exemplo, substituir alguns minutos de atividade física por sono.

Quando avaliados de forma isolada, sem levar em consideração características demográficas, socioeconômicas e de alimentação, substituir 30 minutos de atividade leve, tempo sedentário ou sono por atividade física moderada a vigorosa ocasionou uma redução significativa da gordura corporal. Por exemplo, a substituição de comportamento sedentário por atividade física moderada a vigorosa reduziu 2,3 pontos percentuais o percentual de gordura corporal dos adolescentes. Por outro lado, quando a atividade física moderada a vigorosa foi substituída por qualquer outro comportamento ocorreu um aumento da adiposidade corporal. No entanto, um dos resultados importantes desse estudo demonstrou que as substituições na composição do tempo não têm efeito no percentual de gordura corporal quando se levou em conta diversos fatores que influenciam a formação da gordura corporal como consumo alimentar excessivo, histórico de obesidade materna, entre outros.

Os autores destacam a complexidade em determinar a obesidade. São inúmeros os fatores que influenciam esse aspecto tão importante relacionado à saúde da nossa população. Maiores esclarecimentos ainda são necessários sobre as relações entre a prática de atividade física e a adiposidade corporal, além do papel do sono e comportamento sedentário. É necessário também em conjunto abordar outros aspectos da vida dos indivíduos, visto que, embora, muitas vezes uma pessoa atenda às recomendações de atividade física diária pode não conseguir atingir outros hábitos saudáveis de sono e alimentação adequada.