



FACULDADE DE DESPORTO
UNIVERSIDADE DO PORTO

**Efeitos da realocação de tempo despendido em comportamento
sedentário por diferentes níveis de atividade física em crianças
obesas e normoponderais em relação às recomendações da
Organização Mundial de Saúde**

Moreno Bloch Duarte

Porto 2020



2º Ciclo em Atividade Física e Saúde

Efeitos da realocação de tempo despendido em comportamento
sedentário por diferentes níveis de atividade física em crianças
obesas e normoponderais em relação às recomendações da
Organização Mundial de Saúde

Dissertação apresentada com vista à obtenção do 2º ciclo em Atividade Física
e Saúde, da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, ao abrigo do
Decreto-Lei nº 74/2006, de 24 de março, na redação dada pelo Decreto-Lei nº
65/2018 de 16 de agosto.

Orientadora: Professora Doutora Andreia Nogueira Pizarro

Coorientador: Professor Doutor José Carlos Rodrigues Dias Ribeiro

Moreno Bloch Duarte

Porto, 2020

Ficha Catalogação

Bloch, M. (2020). Efeitos da realocação de tempo despendido em comportamento sedentário por diferentes níveis de atividade física em crianças obesas e normoponderais em relação às recomendações da Organização Mundial de Saúde. Porto: Dissertação para obtenção de grau de Mestre em Atividade Física e Saúde, apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

Palavras-chave: SUBSTITUIÇÃO ISOTEMPORAL, COMPOSIÇÃO CORPORAL, APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA, ATIVIDADE FÍSICA MODERADA A VIGOROSA, OBESIDADE

“A vida é assim: esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem.”

Guimarães Rosa.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço à minha mãe e ao meu pai (*in memoriam*) pelo dom da vida, por todo amor e suporte que eu sempre recebi, e que me permitiu ser quem eu sou hoje e chegar onde cheguei. Agradeço também à minha irmã Diana, e meus irmãos Lucas e Felipe, por todo o companheirismo e apoio, que temos e damos uns aos outros. Agradeço à Ana Maria por todo o cuidado dispensado a mim, aos meus irmãos e principalmente ao meu pai. Agradeço à minha família, como um todo, aos que encontro com mais, ou menos frequência, mas que fizeram e fazem parte da minha vida. Agradeço com carinho aos meus avós e aos que vieram antes, deles e de mim.

Agradeço a todos os amigos e pessoas especiais que cruzaram minha vida, durante a infância ou a vida adulta, os que passaram rapidamente e os que seguem comigo até hoje, mas que deixaram em mim alguma marca, e que foram por mim marcados.

Agradeço à minha orientadora, Prof. Doutora Andreia Pizarro e ao coorientador, Prof. Doutor José Ribeiro, pelo direcionamento, pelas correções e pelo suporte em todo o processo desta dissertação. Agradeço aos meus professores, do mestrado e de antes, os formais e os informais, que ajudaram a me moldar, através de ensinamentos ou do exemplo. Agradeço aos meus colegas de curso pela parceria nos estudos, nos momentos de lazer e nas viagens realizadas. Agradeço ao Brasil por ser meu berço e a Portugal pelo acolhimento nestes últimos dois anos. Agradeço à Universidade do Porto e à FADEUP pelas portas abertas e pela oportunidade de desenvolvimento. Agradeço a todos os funcionários responsáveis pela Universidade, os que eu conheci pessoalmente e os que não conheci, mas possibilitaram meus estudos. Agradeço à Secretaria de Estado e Educação do Distrito Federal, que fez com que tudo isso fosse possível.

E por último, mas não menos importante, agradeço a mim mesmo. Pela coragem, pelo esforço e pelas escolhas feitas.

Índice

AGRADECIMENTOS.....	vii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE TABELAS.....	xv
ABSTRACT.....	xvii
RESUMO.....	xix
INTRODUÇÃO.....	1
1. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
1.1 Dados Epidemiológicos.....	7
1.2 Obesidade.....	7
1.3 Avaliação da Obesidade.....	10
1.4 Causas da Obesidade.....	11
1.4.1 Influência dos Pais e do Ambiente.....	12
1.4.2 Idade.....	16
1.6 Atividade Física.....	19
1.7 Avaliação da Atividade Física.....	22
1.8 Substituição Isotemporal.....	24
2. OBJETIVOS.....	27
3. ARTIGOS.....	31
3.1 Modelo de substituição isotemporal como forma de estimar o efeito da realocação de tempo despendido em comportamento sedentário por atividade física de diferentes intensidades sobre marcadores de obesidade em crianças e adolescentes: Uma revisão de literatura.....	33
3.1.1 Abstract.....	33
3.1.2 Resumo.....	33
3.1.3 Introdução.....	34

3.1.4	Metodologia.....	35
3.1.5	Resultados.....	36
3.1.6	Discussão.....	41
3.1.7	Conclusão.....	45
3.2	Análise de substituição isotemporal: Efeitos da substituição de tempo despendido em comportamento sedentário por atividade física moderada a vigorosa de forma a atingir as recomendações da Organização Mundial de Saúde em crianças obesas e normoponderais.....	46
3.2.1	Abstract.....	46
3.2.2	Resumo.....	46
3.2.3	Introdução.....	47
3.2.4	Metodologia.....	49
3.2.5	Resultados.....	53
3.2.6	Discussão.....	56
3.2.7	Conclusão.....	60
4	Conclusão e considerações Finais.....	61
5	Referências Bibliográficas.....	69

Lista de abreviaturas

ACR – Aptidão Cardiorrespiratória

AF – Atividade Física

AFL – Atividade Física Leve

AFM – Atividade Física Moderada

AFMV – Atividade Física Moderada a Vigorosa

AFV – Atividade Física Vigorosa

CDC – *Center of Disease Control*

CT – Colesterol Total

EG – Indivíduos classificados com excesso de gordura/obesidade

GLI – Glicemia Plasmática

HDL – Lipoproteínas de Alta Densidade

IMC – Índice de Massa Corporal

LDL – Lipoproteínas de Baixa Densidade

MET – Equivalente Metabólico

NP – Indivíduos classificados como normoponderais e com percentual de gordura reduzidos

OMS – Organização Mundial de Saúde

PC – Perímetro da Cintura

SALTA – Suporte do Ambiente para o Lazer e Transporte Activo

SED – Comportamento Sedentário

TAD – Tensão Arterial Diastólica

TAM – Tensão Arterial Média

TAS – Tensão Arterial Sistólica

TRG – Triglicerídeos

TT – Tempo Total

VO₂máx – Consumo Máximo de Oxigênio

WOF – *World Obesity Federation*

%GC – Percentual de Gordura Corporal

Índice de Figuras

Fluxograma.....	37
-----------------	----

Índice de Tabelas

1º Artigo: Modelo de substituição isotemporal como forma de estimar o efeito da realocação de tempo despendido em comportamento sedentário por atividade física de diferentes intensidades sobre marcadores de obesidade em crianças e adolescentes: Uma revisão de literatura

Tabela 1	Características gerais dos estudos incluídos na revisão de literatura.....	39
----------	--	----

2º Artigo: Análise de substituição isotemporal: Efeitos da substituição de tempo despendido em comportamento sedentário por atividade física moderada a vigorosa de forma a atingir as recomendações da Organização Mundial de Saúde em crianças obesas e normoponderais

Tabela 1	Características gerais da amostra.....	54
Tabela 2	Resultados da substituição de 18,51 minutos de SED para AFMV sobre percentual de gordura corporal - População completa.....	55
Tabela 3	Resultados da substituição 16,53 minutos de SED por AFMV sobre marcadores de saúde - Grupo NP.....	55
Tabela 4	Resultados da substituição 22,53 minutos de SED por AFMV sobre marcadores de saúde - Grupo EG.....	56

Abstract

In view of the growing prevalence of childhood obesity, and the serious health impairments related to it, this essay aims to review original articles that use the isothermal substitution method to analyze the effects of the reallocation between activity intensities on obesity markers in young people; and to evaluate how the reallocation of SED with time in MVPA affects markers of metabolic health, in obese and nonobese children and adolescents, using the isothermal substitution method.

The replacement of time spent in sedentary behavior with the same time in moderate to vigorous physical activity, in order to comply with the 60 minutes/day recommended by WHO, seems to significantly improve both cardiorespiratory fitness and body composition, in obese and normal weight youth.

Keywords: ISOTHERMAL SUBSTITUTION, PHYSICAL ACTIVITY, BODY COMPOSITION, CARDIORRESPIRATORY FITNESS, OBESITY, YOUTH

Resumo

Tendo em vista a crescente prevalência de obesidade infantil, e os graves efeitos adversos a esta relacionados, esse trabalho se propõe a revisar artigos originais que utilizem o método de substituição isotemporal para analisar os efeitos da realocação de tempo entre as diferentes intensidades de atividade física em marcadores de obesidade em jovens; e avaliar como o a substituição de tempo sedentário por tempo em atividades de intensidades mais elevadas afeta marcadores de saúde metabólica em crianças e adolescentes, normoponderais e obesos, através do método de substituição isotemporal.

A substituição do tempo despendido em comportamento sedentário pelo mesmo período em atividade física moderada a vigorosa, de forma a atingir os 60 minutos diários de AFMV preconizados pela OMS, parece trazer melhoras significativas tanto para a aptidão cardiorrespiratória quanto para a composição corporal, de crianças e adolescentes, obesos e normoponderais.

Introdução

A obesidade infantil é considerada uma condição grave por sua alta prevalência e consequências severas na saúde (Anzolin et al., 2017). Uma das formas de minimizar a ocorrência da obesidade, e dos efeitos adversos a esta relacionados, é através da prática de atividade física (AF) (Brown, Halvorson, Cohen, Lazorick, & Skelton, 2015). No entanto, a população geral, e mais relevante para este trabalho, as crianças e adolescentes não têm atingido as recomendações de 60 minutos de atividade física moderada a vigorosa, e passam a maior parte de seus dias em comportamento sedentário (SED) (Costa, 2017). Sendo um dia limitado a 24 horas, ao despendar tempo em determinada intensidade de AF, o tempo disponível para as demais intensidades é reduzido (Mekary, Willett, Hu, & Ding, 2009). Portanto, é importante que os jovens reduzam o tempo gasto em atividades sedentárias para que seja possível cumprir as diretrizes de atividade física da OMS. Os níveis de AF podem ser mensurados objetivamente através do uso de sensores de movimento, como os acelerômetros (Sasaki et al., 2017). A partir dos dados coletados, é possível realizar uma análise de substituição isotemporal, que permite estimar como determinadas variáveis reagem a diferentes combinações de intensidade de AF (Dumuid et al., 2018).

Neste trabalho, investigaremos como a redução do sedentarismo e o aumento do tempo destinado à prática de AF pode influenciar a saúde de crianças e adolescentes em idade escolar. Mais especificamente, como a substituição de tempo despendido em comportamento sedentário por atividade física de diferentes intensidades afeta marcadores de saúde metabólica em crianças e adolescentes normoponderais e obesos.

Para tal, essa dissertação será composta por uma revisão de literatura geral, com tópicos relevantes para o tema abordado, seguida da apresentação dos objetivos. O desenvolvimento e a discussão da dissertação serão compostos por dois artigos originais que aprofundam o tema central, conforme o modelo escandinavo. Ao final, serão apresentadas as conclusões e considerações finais e as referências bibliográficas nas quais este trabalho se baseou.

1. Revisão de Literatura

1.1 Dados Epidemiológicos

A obesidade, atualmente, é considerada uma das questões mais sérias de saúde pública em âmbito mundial (WOF, 2019). Para Stenvinkel (2015), o crescimento acelerado do número de indivíduos com excesso de peso ao redor do mundo se assemelha em muitos aspectos a uma pandemia de origem infecciosa. A Organização Mundial de Saúde declarou a obesidade como uma epidemia global em 1997, e propôs uma série de estratégias para atenuar o crescimento nas taxas de obesidade. No entanto, a prevalência de obesidade continuou a crescer exponencialmente tanto em adultos quanto em crianças (OMS, 2018).

Estudos de prevalência são realizados em muitos países, análises ao longo do tempo e comparações geográficas podem ser úteis na identificação de fatores causadores da obesidade (Rolland-Cachera, 2011). Globalmente, a prevalência de excesso de peso e obesidade combinados aumentou em 27,5% entre os adultos e 47,1% para crianças entre 1980 e 2013 (Ng et al., 2014). Em 2016, 41 milhões de crianças com menos de 5 anos, estavam com excesso de peso ou obesas, e no grupo de adolescentes e crianças de 5 a 18 anos de idade, o número era de 340 milhões (OMS, 2018). Segundo Ng (2014), em Portugal, o percentual de indivíduos com menos de vinte anos de idade em quadro de excesso de peso era de 28,7% no sexo masculino, e de 27,1% no sexo feminino, e em quadro de obesidade é de 8,9% e 10,6% respectivamente.

O aumento das taxas de obesidade, além de extremamente grave para a saúde de cada indivíduo acometido, representa custos enormes para os sistemas de saúde, com valores mais elevados que os gastos com o alcoolismo ou com o tabagismo (Silveira, Frollini, Verlengia, & Cavaglieri, 2009).

1.2 Obesidade

O tecido adiposo possui uma série de funções, entre as principais estão o armazenamento de energia, regulação hormonal, termogênese e proteção de impacto contra as vísceras. Possuem ainda uma importante função endócrina,

pois secreta uma variedade de proteínas sintetizadas e liberadas pelos adipócitos, denominadas adipocinas, que atuam na regulação de apetite e balanço energético, imunidade, sensibilidade à insulina, angiogênese, inflamação e resposta de fase aguda, pressão sanguínea e metabolismo de lipídeos (Silveira et al., 2009).

A obesidade pode ser definida como acúmulo anormal ou excessivo de tecido adiposo que possa prejudicar a saúde (OMS), e possui causas multifatoriais. O excesso de adiposidade em geral se dá de forma gradativa, com um balanço energético positivo ao longo do tempo. Isso ocorre quando mais energia é consumida do que gasta (Heymsfield & Wadden, 2017). O excesso calórico é armazenado na forma de células de gordura, os adipócitos, causando aumento no volume celular(hipertrofia), ou aumento no número de células(hiperplasia) (Spruijt-Metz, 2011). E as principais causas são: o aumento da ingestão de alimentos de elevada densidade energética, como óleos, gorduras, açúcares, e amiláceos; os baixos níveis de atividade física; e os ambientes ‘obesogênicos’, onde esse tipo de comportamento é normalizado, muitas vezes pelos pais, facilitando o ganho de peso, uma vez que nós somos naturalmente programados para minimizar esforços e armazenar energia. E em um número reduzido de casos, devido a distúrbios genéticos (WOF, 2019). O estilo de vida sedentário, junto aos baixos índices de prática de atividade física, está diretamente relacionado à obesidade e doenças, a essa, associadas, em todos os grupos etários (Choi, Liu, Matthews, & Buchowski, 2011). A AF é recomendada como um dos principais componentes para a perda, manutenção e prevenção do aumento de peso após o emagrecimento (Donnelly et al., 2009).

A obesidade, principalmente visceral, é diretamente associada à elevação das taxas de ácidos gordos livres, que são secretados pelo tecido adiposo. Essa elevação faz com que o fígado, os tecidos musculares e outros tecidos aumentem o acúmulo e a oxidação de lipídeos como fonte de energia, reduzindo sua capacidade de captar, armazenar e metabolizar glicose. A resistência à insulina pode se desenvolver como uma adaptação metabólica aos níveis elevados de ácidos gordos livres em circulação. Se o pâncreas não consegue

produzir uma quantidade suficiente de insulina para compensar a resistência, ou se os receptores de insulina não funcionarem de forma satisfatória, a absorção e conversão de glicose pode ser prejudicada. A resistência à insulina leva a hiperinsulinemia que pode levar a diabetes do tipo 2 (Spruijt-Metz, 2011). Resistência à insulina e hiperinsulinemia são o denominador comum entre ingestão hipercalórica e o acúmulo de gordura. Inflamação metabólica é parte integral da obesidade e possui relação direta com resistência à insulina (Stenvinkel, 2015). Juntamente com a obesidade, é frequente que se desenvolva também a síndrome metabólica, que pode ser definida como um conjunto de fatores de risco para doenças cardiovasculares e diabetes mellitus tipo 2, que inclui: pressão alta, aumento de triglicerídeos, taxas reduzidas de lipoproteína de alta densidade (HDL), glicemia de jejum elevada e obesidade abdominal (Oliveira & Guedes, 2016).

Embora doenças coronárias, hipertensão e diabetes tipo 2 geralmente se manifestem durante a idade adulta, os processos cardiometabólicos subjacentes a essas doenças começam cedo. Crianças obesas tem maior propensão a se tornarem adultos obesos, e maiores probabilidades de morte prematura. Além dos riscos futuros, é comum que essas crianças apresentem dificuldades respiratórias, locomotivas, maior risco de fraturas, hipertensão, sintomas precoces de doenças do coração e resistência à insulina (OMS, 2018).

Comportamentos do dia a dia, como a atividade física, podem influenciar esses processos. Como a prevalência global da obesidade aumentou acentuadamente nas últimas décadas, é provável que a prevalência desses distúrbios se manifeste em idades cada vez mais jovens. Isso enfatiza a importância de concentrar nossos esforços na prevenção, e não no tratamento, da obesidade. E, ao contrário de outros dos principais riscos para a saúde, como o tabaco e a desnutrição infantil que estão em declínio global, o número de pessoas acometidas pela obesidade continua crescendo (Ng et al., 2014).

De acordo com a WOF (2019) pessoas obesas, muitas vezes, consideram seu quadro estressante ou desmoralizante. Os esforços para emagrecer, frequentemente, são frustrados e há muitas queixas de fome. A obesidade pode gerar isolamento e estigma social tanto em crianças quanto em adultos, podendo causar redução na assiduidade escolar ou dificultando na contratação ou manutenção de um emprego. Em alguns países, pessoas com quadro de obesidade severa, podem ser legalmente registrados como deficientes.

É ponto pacífico que a ingestão calórica insuficiente é um sintoma da anorexia nervosa, e não sua causa. No entanto, ainda acredita-se que uma ingestão calórica reduzida pode solucionar o problema da obesidade. Enquanto indivíduos anoréxicos possuem maior sensibilidade no sistema de recompensa cerebral ao sabor, possivelmente associada à dopamina, indivíduos obesos são menos responsivos. Portanto, distúrbios alimentares podem ser causados por alterações na funcionalidade dos sistemas neurotransmissores, e a alimentação excessiva pode ser, mais do que uma causa da obesidade, um sintoma. (Stevinkel 2015)

1.3 Avaliação da obesidade

O índice de massa corporal (IMC), calculado como peso em quilos dividido pelo quadrado da altura em metros, ainda é amplamente utilizado para classificar sobrepeso e obesidade, e os pontos de corte padrão são amplamente aceitos ao avaliar adultos (Slining, Herring, Popkin, Mayer-Davis, & Adair, 2013). Nas crianças, o IMC muda consideravelmente durante o crescimento e desenvolvimento. Isso requer o uso de curvas de percentil com pontos de corte variáveis para diferentes idades, por exemplo, as publicadas pela OMS, 'International Obesity Task Force (IOTF)', ou pelo Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC) dos EUA (Kumar & Kelly, 2017).

Embora o índice de massa corporal seja simples de medir e tenha sido uma ferramenta valiosa no monitoramento das tendências da obesidade, ele também apresenta inúmeras desvantagens. Principalmente, o fato de não distinguir entre

aumento de massa na forma de gordura, de massa magra ou óssea e, portanto, pode levar a uma classificação significativamente incorreta (McCarthy, Cole, Fry, Jebb, & Prentice, 2006).

Além do IMC existem vários métodos para avaliar a composição corporal. A ressonância magnética e a pesagem hidrostática são de uso limitado devido ao custo e disponibilidade. O método de densitometria por dupla emissão de raios-X (DXA) está associada a doses muito baixas de radiação e possui grande precisão, mas seu uso também pode ser limitado pelo custo e disponibilidade. O perímetro da cintura é simples de medir e parece ser uma boa estimativa de risco cardiovascular em adultos. A medição da espessura das dobras cutâneas é amplamente utilizada em estudos epidemiológicos, pois também é uma avaliação simples e barata da adiposidade (Wohlfahrt-Veje et al., 2014). As medidas de dobras cutâneas podem ser usadas como valores absolutos (em mm) ou usadas em equações para estimar o percentual de gordura corporal. A impedância bioelétrica pode, dependendo da equação utilizada, superestimar o percentual de gordura corporal em indivíduos mais magros e subestimar em indivíduos mais gordos (Loprinzi, Cardinal, Lee, & Tudor-Locke, 2015), entre suas vantagens, estão o custo relativamente baixo, a facilidade de aplicação e o fato de ser uma medida objetiva da composição corporal (McCarthy et al., 2006).

1.4 Causas da Obesidade

A equação do balanço energético sustenta que a obesidade é consequência do desequilíbrio energético positivo ao longo do tempo. Isso ocorre quando mais energia é consumida do que gasta, sendo armazenada na forma de adiposidade (Spruijt-Metz, 2011). Assim sendo, a solução para a obesidade parece extremamente simples, basta um indivíduo aumentar o gasto energético e reduzir a ingestão calórica. Mas o que parece simples, ao se analisar teoricamente, na prática se mostra muito mais complexo. A obesidade é a consequência da interação entre um conjunto de fatores relacionados ao meio

ambiente, à genética e aos espaços sociais, como a família, a comunidade e a escola (Swinburn et al., 2019).

Para compreendermos como a obesidade chegou ao ponto de ser considerada uma epidemia global, devemos tirar o foco do indivíduo e tentar enxergar o problema de forma sistêmica. Nós vivemos no que se convencionou chamar de sociedade obesogênica, e pode ser definida como aquela que possui um conjunto de características e condições econômicas, políticas e socioculturais que promovem o aumento da obesidade (Swinburn et al., 2019). Os fatores ambientais obesogênicos, tais como, a expansão urbana, o tráfego intenso de automóveis, a grande disponibilidade de alimentos hipercalóricos, o uso excessivo de tecnologia, e as refeições familiares cada vez menos frequentes interagem com a predisposição genética, contribuindo para a epidemia de obesidade, desde a infância (Spruijt-Metz, 2011).

O primeiro contato de uma criança com a sociedade se dá através de seu núcleo familiar, e é a partir de onde convém iniciar a análise. O risco de obesidade infantil é amplamente influenciado pelo status de peso dos pais. Embora a contribuição genética para o peso da criança seja grande, a influência ambiental é provavelmente maior: A obesidade dos pais pode prever a suscetibilidade genética, mas o ambiente da criança pode determinar a expressão e a gravidade desse risco (Brown et al., 2015).

1.4.1 Influência dos Pais e do Ambiente: Genética e herdabilidade, gestação, alimentação e exercício, hábitos e sono.

A obesidade infantil, na maior parte dos casos, não tem uma causa monogênica ou endócrina para o ganho de peso, sendo mais comuns as causas poligênicas (Kumar & Kelly, 2017). Mais de 300 loci foram identificados em estudos de associação genômica relacionados à obesidade, embora coletivamente esses loci respondam por menos de 5% da variação individual nas características de IMC e adiposidade (Heymsfield & Wadden, 2017). As causas endócrinas são identificadas em menos de 1% das crianças e adolescentes com obesidade,

estas geralmente apresentam baixo crescimento linear, baixa estatura e/ou hipogonadismo (Kumar & Kelly, 2017).

Fatores hereditários têm um forte efeito sobre a prevalência de obesidade em crianças. A obesidade em um dos pais aumenta o risco de obesidade de 2 a 3 vezes na criança, e em até 15 vezes se ambos os pais forem obesos (Kumar & Kelly, 2017). Embora a obesidade em cada um dos pais possa aumentar o risco da criança, o IMC pré-gestacional da mãe e o ganho de peso gestacional foram diretamente associados à obesidade na infância e na primeira infância. Manter o ganho de peso gestacional dentro da faixa saudável é especialmente importante para mulheres com sobrepeso ou obesidade no momento da concepção e deve ser um componente importante do aconselhamento pré-natal. Pensa-se que tanto o excesso de peso como a subnutrição afetam a programação fetal e predispõem a obesidade futura e distúrbios metabólicos. Além disso, a exposição materna ao tabaco e cafeína durante a gestação tem sido associada à obesidade ao longo da vida de uma criança (Brown et al., 2015).

Além dos fatores genéticos e hereditários, a família também influi nos comportamentos associados à obesidade. O consumo de frutas e vegetais na infância é influenciado positivamente pela maior escolaridade dos pais, e pela qualidade da dieta destes, bem como pelo fácil acesso a alimentos saudáveis em casa. Famílias que fazem refeições coletivas mais frequentemente, em geral, apresentaram uma alimentação mais saudável (Spruijt-Metz, 2011). Vários fatores no atual ambiente obesogênico resultaram em aumento da ingestão calórica, como o aumento do consumo de bebidas adoçadas, fast food em grandes porções e excesso de gordura, e alimentos com alto índice glicêmico (Kumar & Kelly, 2017), juntamente com um marketing agressivo, direcionado principalmente às crianças e, frequentemente estimulando hábitos alimentares insalubres, fez com que o consumo desses alimentos aumentasse muito, ao passo em que o consumo de frutas e vegetais diminuiu (Ekelund et al., 2012). Fatores ambientais também influenciam na qualidade da alimentação, a disponibilidade de restaurantes 'fast food', e máquinas de venda de alimentos industrializados foram associados a maiores taxas de sobrepeso e obesidade,

enquanto o acesso a supermercados e valores mais baixos para frutas e vegetais associam-se a valores mais baixos de IMC (Spruijt-Metz, 2011).

As mudanças no ambiente que contribuem para o aumento da ingestão calórica foram acompanhadas por fatores que predispõem à diminuição do gasto calórico, como redução dos níveis de atividade física e aumento do tempo gasto em atividades sedentárias, como uso de televisão, computadores, telefones celulares e tablets (Brown et al., 2015). Os níveis de atividade física, especialmente em crianças e adolescentes, dependem do contexto em que estão inseridos, e são positivamente relacionados ao apoio, níveis mais altos de AF e escolaridade dos pais, e à disponibilidade de instalações desportivas e recreativas, se a vizinhança é segura para deslocamentos, com espaços adequados para pedestres e ciclistas, boa sinalização além de baixos índices de criminalidade (Spruijt-Metz, 2011).

Por outro lado, a quantidade de tempo gasto assistindo televisão e a presença de uma televisão no quarto de uma criança apresentou relação direta com a prevalência de obesidade em crianças e adolescentes. Essas associações podem ser explicadas por vários mecanismos potenciais, incluindo a redução da atividade física e efeitos adversos na qualidade e quantidade de alimentos consumidos. O uso de jogos eletrônicos também tem sido associado à obesidade na infância (Kumar & Kelly, 2017).

Os pais também têm influência na qualidade do sono de seus filhos, controlando horários e limitando o uso de tecnologia no quarto, por exemplo. O risco de obesidade em crianças que dormem menos de 8 horas por dia chega a ser até 3 vezes maior. A má qualidade do sono induz a um aumento nas taxas de grelina, e à redução das taxas de leptina. A grelina é um hormônio que estimula o apetite, enquanto a leptina é responsável pela sensação de saciedade. Assim sendo, um indivíduo que dorme menos que o recomendável, tende a uma maior ingestão calórica, criando uma predisposição ao excesso de peso, a não ser que o dispêndio energético também seja aumentado. No entanto, a insuficiência de sono é associada a uma redução nos níveis de atividade física. Nos últimos anos a duração e qualidade do sono piorou, isso tem sido atribuído ao uso de

tecnologia na cama (telefones celulares, tablets e afins), ao aumento da poluição sonora, ao stress e à ansiedade (Spruijt-Metz, 2011). Por sua vez, a obesidade é frequentemente acompanhada por um aumento dos tecidos moles da faringe, que podem bloquear as vias aéreas durante o sono e levar à apneia obstrutiva do sono (Heymsfield & Wadden, 2017).

As famílias exercem papéis importantes nos 3 principais fatores comportamentais associados à obesidade, como educadores, disciplinadores, mas principalmente como modelos. Além dos fatores anteriormente citados, as taxas de obesidade são influenciadas, também pelas condições socioeconômicas e pelo contexto em questão.

Em países de baixa e média renda, membros das classes mais altas costumam ter casos mais frequentes de excesso de peso. Por outro lado, em países ocidentais de alta renda, a prevalência é maior em grupos de baixo poder aquisitivo. Jovens com menor status socioeconômico, em geral, possuem ambientes menos seguros para praticar exercícios físicos, e outras atividades de lazer, e menos acesso a opções saudáveis de alimentos (Spruijt-Metz, 2011).

Obesidade e desnutrição também interagem. A desnutrição na infância pode ser um indicador de obesidade na vida adulta. Isso pode ser explicado por mecanismos biológicos e sociais, incluindo a desnutrição intrauterina e durante a primeira infância, insegurança alimentar, e uma dieta pobre caracterizada pela baixa variedade de alimentos saudáveis. Muitos países de baixa e média renda, estão enfrentando o desafio de lidar com a desnutrição e a obesidade simultaneamente (Swinburn et al., 2019).

Observaram-se ainda, relações entre o stress e a obesidade. Jovens e adultos frequentemente expostos a fatores relacionados ao stress crônico, como crime, ambiente familiar instável, discriminação racial e baixo status socioeconômico, apresentaram maiores taxas de sobrepeso e obesidade (Spruijt-Metz, 2011). O estresse psicossocial e emocional pode contribuir para o ganho de peso excessivo através da ingestão de alimentos em resposta à ansiedade e para suprimir emoções negativas (Kumar & Kelly, 2017).

Alguns medicamentos podem contribuir para o ganho de peso, como corticoides, antipsicóticos, antidepressivos e antiepiléticos (Heymsfield & Wadden, 2017). Lesões hipotalâmicas adquiridas, como craniofaringioma, principalmente após cirurgia e/ou radiação craniana, e tumores encefálicos podem acarretar o ganho de peso. Os pacientes podem apresentar sintomas de aumento da pressão intracraniana, como dor de cabeça e vômito, e podem apresentar sintomas de hipopituitarismo. O ganho de peso também pode ser observado em pacientes após trauma craniano ou doença inflamatória que afeta o hipotálamo (Kumar & Kelly, 2017).

Em suma, o ganho de peso em um ambiente obesogênico é a resposta biológica esperada, mas o seu resultado não é uma condição biologicamente normal nem saudável (WOF, 2019).

1.4.2 Idade

O excesso de adiposidade infantil pode exercer efeitos negativos à saúde ao longo da vida, uma vez que frequentemente a obesidade acompanha a criança até a vida adulta (Collings et al., 2017). Existem evidências de que os jovens experimentam uma diminuição na participação esportiva à medida que progridem na transição da infância para a adolescência (Loprinzi et al., 2015).

A adolescência é um período de mudanças biológicas significativas, principalmente durante a puberdade. Embora exista uma associação clara entre puberdade precoce e obesidade, é difícil determinar causa e efeito, pois o IMC pré-pubertal influencia o momento da puberdade. A obesidade grave na adolescência tem sido diretamente associada a maus resultados de saúde na idade adulta, o que torna a prevenção nessa faixa etária especialmente importante. Além disso, como representam a próxima geração de pais, o estabelecimento de hábitos de vida saudáveis na população adolescente tem o potencial de diminuir o risco de obesidade nas gerações subsequentes (Brown et al., 2015).

As diferenças drásticas nos padrões de movimento e na AFMV entre crianças e adolescentes levantam a questão de saber se as diretrizes de AFMV para adolescentes devem ser ajustadas às mudanças no desenvolvimento que ocorrem durante a transição da infância para a adolescência. Atualmente, a orientação de 60 min/dia de AFMV é idêntica para crianças e adolescentes, apesar das diferenças observadas nessa faixa etária, por exemplo, mudanças corporais, ansiedade induzida pela puberdade, baixa autoestima entre outras (Loprinzi et al., 2015).

1.5 Prevenção e tratamento

A nível de prevenção e tratamento individualizado, Kumar (2017) cita as recomendações do Comitê de Especialistas em Avaliação, Prevenção e Tratamento do Excesso de peso e Obesidade de Crianças e Adolescentes segundo Barlow (2007), mas ressalta que pouca ou nenhuma evidência suporta essas recomendações específicas, antes, elas representam a opinião de especialistas.

Estágio 1 (Prevenção): O primeiro estágio consiste em recomendações específicas de dieta e atividade física, como incentivar o consumo de frutas e vegetais e limitar atividades sedentárias, como assistir televisão, jogar videogame e usar computadores. Se não houver melhora no IMC em 3 a 6 meses, a próxima etapa deve ser considerada.

Estágio 2 (Controle de peso estruturado): Esse estágio inclui recomendações sobre dieta balanceada e com baixo teor calórico; refeições estruturadas; atividade física supervisionada de pelo menos 60 min/d; 1 hora ou menos de tempo de tela por dia; e automonitoramento através do registro de alimentos e atividade física. O encaminhamento aos nutricionistas é necessário para esta etapa. O contato mensal é recomendado e deve ser adaptado às necessidades do paciente e da família. Dependendo das respostas ao tratamento com o estágio 2, recomenda-se o avanço para o próximo estágio.

Estágio 3 (Intervenção Multidisciplinar): Caracteriza-se pelo contato mais frequente entre paciente e profissionais e pelo uso mais ativo de estratégias comportamentais e monitoramento. As visitas, semanais nas primeiras 8 a 12 semanas, seguidas de contato mensal, são recomendadas como sendo mais eficazes. Aconselha-se maior envolvimento dos pais para crianças menores de 12 anos. Esse estágio requer uma equipe multidisciplinar com experiência em obesidade infantil, incluindo um orientador comportamental (assistente social, psicólogo e enfermeiro treinado, por exemplo), nutricionista e profissional de educação física. Os centros de atendimento primário com nutricionistas e conselheiros comportamentais podem fornecer esses serviços com parceiros comunitários, como programas de saúde pública, escolas, associações e clubes. Crianças com riscos à saúde, baixa motivação e resposta inadequada ao tratamento no estágio 3, devem ser consideradas para o próximo estágio.

Estágio 4 (Intervenção Terciária): Esse estágio geralmente inclui o uso de substitutos de refeição, dietas de hipocalóricas, medicamentos e/ou cirurgia. O estágio 4 requer uma equipe multidisciplinar com experiência em obesidade infantil em um centro de controle de peso pediátrico que possua protocolos clínicos e de pesquisa, específicos para a avaliação de resultados e riscos. As metas de perda de peso são determinadas pela idade da criança, gravidade da obesidade e comorbidades relacionadas.

A manutenção do peso pode ser uma meta apropriada para crianças com obesidade leve, pois o IMC diminui à medida que as crianças ganham altura. Por outro lado, a perda de peso é recomendada em crianças com obesidade grave e naquelas com comorbidades. Foi sugerido que uma perda de peso de 0,5 quilo/mês é segura em crianças entre 2 e 11 anos de idade, enquanto uma perda de peso de até 1 quilo/semana é segura em adolescentes com obesidade e comorbidades graves. Estratégias comportamentais visando a diminuição da ingestão calórica, a diminuição do tempo sedentário e o aumento da atividade física são a base do controle de peso pediátrico. São recomendadas abordagens comportamentais envolvendo a família da criança. A participação dos pais demonstrou ser mais eficaz no tratamento da obesidade infantil e levou a

melhores resultados do que nos casos em que apenas a criança participa dos programas (Kumar & Kelly, 2017).

A nível global as soluções são mais desafiadoras e complexas, passando por mudanças em diversos setores da nossa sociedade. Desde a mudança na forma como produzimos, comercializamos e consumimos os alimentos, na forma como habitamos e nos deslocamos em nossas cidades, na oferta de espaços seguros para a prática de atividade física, até as condições gerais de bem estar que permitam a redução dos níveis de stress e melhora na qualidade do sono e da saúde como um todo (Swinburn et al., 2019).

1.6 Atividade Física

Juntamente com a alimentação, a atividade física desempenha um papel crítico na saúde e desenvolvimento de crianças e adolescentes, incluindo a manutenção de peso saudável (Borja del Pozo-Cruz, Nicholas Gant, Jesus del Pozo-Cruz, & Ralph Maddison, 2017).

Atividade física e exercício físico são conceitos comumente utilizados como sinônimos, mas é importante que se faça a distinção entre eles. Atividade física, segundo Caspersen (1985), pode ser definida como qualquer movimento corporal, produzido pelos músculos esqueléticos, que resulte em gasto energético maior que os níveis de repouso. Exercício físico é uma categoria de AF que consiste de movimentos corporais planejados, estruturados e repetidos com o propósito de melhorar ou manter uma ou mais componentes da aptidão física. A aptidão cardiorrespiratória pode ser definida como, a capacidade dos sistemas respiratório e circulatório de fornecer energia durante atividades prolongadas e suprimir a fadiga, expressa pela captação máxima de oxigênio (VO_{2max}) (Oliveira & Guedes, 2016).

Para promover a melhora da aptidão cardiorrespiratória e muscular, saúde óssea, cardiovascular e marcadores metabólicos de saúde, a Organização Mundial de Saúde recomenda que crianças e jovens de 5 a 17 anos de idade

devem acumular no mínimo 60 minutos de atividade física moderada a vigorosa (AFMV) diariamente. Sendo que, maiores períodos dedicados a prática de atividade física podem promover maiores benefícios à saúde. A maior parte da AF acumulada diariamente deve ser de natureza aeróbica. Atividade física vigorosa (AFV) deve ser incluída em, pelo menos, 3 dias por semana (OMS, 2018).

Para melhor entendimento dessa recomendação, apresenta-se a classificação da atividade física de acordo com o esforço realizado, tendo como principal parâmetro o gasto energético, expresso pelo equivalente metabólico(MET), conforme preconizado pelo ACSM (1998):

Comportamento sedentário: atividades realizadas durante o tempo acordado que possuem gasto energético igual ou inferior a 1,5 MET, como assistir à televisão, fazer uso do computador e jogar videogame.

Atividade física leve: atividades que possuem gasto energético entre 1,6 a 2,9 MET, e envolvem as tarefas domésticas leves e caminhadas de até 3km/h.

Atividade física moderada: atividades cujo gasto energético varia de 3 a 5,9 MET como levar o cachorro para passear, descer escadas e levantar continuamente pesos entre 5 e 9 kg;

Atividade física vigorosa: atividades com gasto energético igual ou superior a 6 MET, tendo como exemplos correr, patinar e a prática esportiva competitiva.

O número de horas destinado à prática de atividade física entre jovens está decrescendo, enquanto o tempo despendido em comportamento sedentário tem aumentado (Costa, 2017). Nessa faixa etária, a AF inclui brincadeiras, jogos e esportes, locomoção, atividades domésticas, recreação, educação física ou exercícios sistematizados, em contexto familiar, escolar ou comunitário (OMS, 2018).

A prática apropriada de atividade física para jovens e crianças propicia o desenvolvimento saudável dos tecidos musculoesqueléticos (ossos, músculos e

articulações), desenvolvimento saudável do sistema cardiovascular, desenvolvimento da consciência neuromuscular (coordenação e controle motor). Além disso, a atividade física também tem sido associada a benefícios psicológicos em jovens, melhorando seu controle sobre os sintomas de ansiedade e depressão, podendo ajudar no desenvolvimento social dos jovens, oferecendo oportunidades de autoexpressão, construindo autoconfiança, interação e integração social. Também foi sugerido que jovens fisicamente ativos são mais propensos a adotar outros comportamentos saudáveis (por exemplo, evitar o uso de tabaco, álcool e drogas) e demonstram maior desempenho acadêmico na escola (OMS, 2018). Os fatores benéficos do exercício físico incluem ainda, a diminuição dos fatores de risco para doenças cardiovasculares. Entre eles, podemos citar a redução da pressão arterial, lipoproteínas de baixa densidade (LDL), triglicerídeos (TRG), aumento nas lipoproteínas de alta densidade (HDL) e melhora na tolerância à glicose. Além disso, a perda de peso tem sido associada com a diminuição nos marcadores inflamatórios (Donnelly et al., 2009).

De acordo com (Negrão & Barretto, 2010), em muitos casos, a diminuição do peso corporal é suficiente para normalizar a glicemia sanguínea e os níveis de pressão arterial. No entanto, a prática regular de exercício físico melhora a resposta vasodilatadora muscular em indivíduos obesos e, em consequência, melhora a distribuição de fluxo sanguíneo regional atenuando fatores de risco de doenças cardiovasculares e de diabetes tipo 2, mesmo quando não há diminuição do peso corporal.

Estudos observacionais e experimentais têm mostrado que o exercício físico aumenta a sensibilidade à insulina independentemente da perda de peso, uma vez que seus efeitos continuam sendo observados mesmo quando os resultados são corrigidos para o peso corporal e o índice de massa corporal. Estilo de vida ativo e aptidão física elevada podem diminuir o risco de morbidade e mortalidade em indivíduos com excesso de peso e obesos em relação a indivíduos sedentários (Negrão & Barretto, 2010).

Ekelund (2012) observou em seu estudo longitudinal que o perímetro da cintura serviu como preditor do tempo gasto em comportamento sedentário, em crianças e adultos, reforçando a hipótese de que a associação entre atividade física, SED e ganho de peso pode ser bidirecional.

1.7 Avaliação da Atividade Física

Estudos de atividade física necessitam métodos de medição que sejam fiáveis, aplicáveis e válidos. Os mais utilizados em crianças e adolescentes são observação, questionários preenchidos pelos pais e sensores de movimento (Evenson, Catellier, Gill, Ondrak, & McMurray, 2008).

A observação nem sempre é viável devido a seu alto custo e pouca praticidade, outros métodos, como calorimetria indireta portátil, e água duplamente marcada são ainda mais custosos (Choi et al., 2011). Questionários preenchidos pelos pais, nem sempre são fiáveis, pois quando os filhos estão em idade escolar, passam grande parte de seus dias longe dos pais (Evenson et al., 2008), e por isso mesmo, geralmente, os dados coletados com acelerômetros apresentam maior nível de validade e reprodutibilidade do que instrumentos de auto relato, ou relatado por terceiros (Sasaki et al., 2017).

O uso de sensores de movimento tem sido utilizado como método padrão para a medida objetiva de comportamento sedentário e de atividade física em estudos populacionais e interventivos, e como referência para a validação de medidas subjetivas de atividade física, por exemplo, auto relato (Choi et al., 2011). Entre os sensores de movimento capazes de mensurar a atividade física estão os acelerômetros, dispositivos eletrônicos que medem a aceleração do movimento corporal em um, dois ou três planos (anteroposterior, médiolateral e vertical) (Sasaki et al., 2017), e possibilitam a quantificação objetiva da frequência, duração e intensidade da atividade física (Romanzini, Petroski, & Reichert, 2012). Seu uso em estudos de atividade física envolvendo crianças tem se tornado cada vez mais comum, pois previne o enviesamento na coleta dos dados, ignora a dificuldade de diferentes línguas ou baixa literacia, proporciona

um melhor entendimento das relações entre atividade física e saúde, e possibilita a identificação de informações que seriam indetectáveis ao se utilizar de métodos de medida subjetivos (Romanzini et al., 2012). Outro benefício é que, além de medir os diferentes níveis de atividade física, também pode ser utilizada para estimar o tempo despendido em comportamento sedentário (Evenson et al., 2008).

Cada modelo de acelerômetro deve passar por um estudo de calibração, onde a medida em counts é comparada com uma medida de consumo de oxigênio (por exemplo calorimetria indireta), antes de ser utilizado em determinada faixa etária (Evenson et al., 2008). O método preferencial de estimar a AF por meio dos dados de acelerometria tem sido os pontos de corte para classificação do tempo gasto nas diferentes intensidades de atividade física (SED, AFL, AFM e AFV) (Romanzini et al., 2012).

Muito se debate acerca da utilização de acelerômetros, para mensurar os níveis de AF, devido aos diferentes pontos de corte presentes na literatura. Ao se utilizar pontos de cortes diferentes, dificulta-se a comparação entre estudos, classifica os indivíduos em ativos ou inativos diferentemente, e pode resultar em erros nos resultados. Além disso, não há consenso a respeito dos limiares para counts de acelerômetros que identificam e classificam as atividades em sedentária, leve, moderada e vigorosa (Sasaki et al., 2017).

Sasaki (2017) afirma que, em estudos envolvendo crianças, os pontos de corte desenvolvidos por Evenson (2008), apresentam maior acurácia na classificação da intensidade da AF do que grande parte dos outros pontos de corte disponíveis, e portanto, foram os pontos de corte escolhidos como referência para o presente estudo.

1.8 Substituição Isotemporal

O número de horas e minutos em um dia é sempre constante, e ao longo de todo o dia, um indivíduo está sempre em um dos seguintes comportamentos:

atividade física leve, moderada ou intensa, sedentário ou dormindo. Ao despendar tempo em determinado nível de AF, o tempo nos demais níveis é reduzido (Mekary et al., 2009). O Modelo de Substituição Isotemporal se propõe a estimar matematicamente, os efeitos da substituição de determinado período de tempo despendido em um nível de atividade física pela mesma quantidade de tempo em outro nível. Antes do desenvolvimento deste método, os estudos observacionais não levavam em consideração a natureza isotemporal em que os diferentes níveis de AF ocorrem (Dalene et al., 2017).

Para compreender o modelo de substituição Isotemporal, se faz útil apresentar dois modelos de regressão linear mais simples, antes, Del Pozo (2017) os conceitua da seguinte forma:

Modelo de fator único: Representa a associação de cada intensidade de atividade física com determinada variável de um estudo, sem ajustar as demais categorias de intensidade. Por exemplo, ao examinar o efeito de 60 minutos de AFMV sobre o IMC, o modelo incluiria AFMV e variáveis de confusão. O modelo em questão seria expresso da seguinte forma: $IMC = (b1)AFMV + (b2)variáveis\ de\ confusão$.

Modelo de partição: Neste modelo, o coeficiente relativo a determinado nível de intensidade de atividade física, representa a variação do tempo despendido neste nível, mantendo os demais níveis constantes, mas sem manter o Tempo Total de utilização (TT) constante. Todos os níveis de atividade física são inseridos no mesmo modelo. Por exemplo, um modelo de partição representando os efeitos do acréscimo de 60 minutos de AFMV sobre o IMC, incluiria também o tempo de comportamento sedentário, de AFL e variáveis de confusão, e aumentaria o tempo total em 60 minutos). E seria expresso da seguinte forma: $IMC = (b1)AFMV + (b2)AFL + (b3)SED + (b4) variáveis\ de\ confusão$.

No modelo de substituição isotemporal, o tempo total é mantido constante. O nível de intensidade a ser substituído, passa a ser omitido na equação, enquanto o tempo total e os demais níveis permanecem. Ao substituir 60 minutos de tempo

despendido em comportamento sedentário por 60 minutos de AFMV, o modelo incluiria também AFL, tempo total e variáveis de confusão. Ao eliminar um dos níveis de intensidade, nesse caso, comportamento sedentário, o coeficiente de tempo total representa o nível de intensidade omitido. Os coeficientes representam os resultados da substituição do tempo despendido em comportamento sedentário por AFMV, enquanto os demais níveis são mantidos constantes. A expressão seria representada assim:

$$\text{IMC} = (b1)\text{AFMV} + (b2)\text{AFL} + (b4)\text{TT} + (b5) \text{ variáveis de confusão}.$$

2. Objetivos

Tendo por base a necessidade de cumprir as recomendações de 60 minutos de atividade física moderada a vigorosa preconizadas pela OMS, este trabalho tem como objetivo explorar como a substituição entre os diferentes comportamentos de AF poderá afetar marcadores de saúde metabólica em crianças e adolescentes em idade escolar.

Assim sendo, os objetivos específicos do nosso trabalho são:

- Rever o estado da arte acerca do método de substituição isotemporal em estudos que avaliam o efeito da AF nos marcadores de obesidade em crianças e jovens;
- Investigar os efeitos da substituição de tempo em comportamento sedentário por atividade física de diferentes intensidades em marcadores de saúde metabólica. A quantidade de tempo a ser substituído, será determinada pela diferença entre os 60 minutos diários de MVPA recomendados pela OMS e a média de tempo em AFMV aferida por acelerometria em cada um dos grupos, normoponderais e excesso de peso. E serão desenvolvidos através dos seguintes artigos:
- **Modelo de substituição isotemporal como forma de estimar o efeito da realocação de tempo despendido em comportamento sedentário por atividade física de diferentes intensidades sobre marcadores de obesidade em crianças e adolescentes: Uma revisão de literatura**
- **Análise de substituição isotemporal: Efeitos da substituição de tempo despendido em comportamento sedentário por atividade física moderada a vigorosa de forma a atingir as recomendações da Organização Mundial de Saúde em crianças obesas e normoponderais**

3. Artigos

3.1 Modelo de substituição isotemporal como forma de estimar o efeito da realocação de tempo despendido em comportamento sedentário por atividade física de diferentes intensidades sobre marcadores de obesidade em crianças e adolescentes: Uma revisão de literatura

3.1.1 Abstract

Aim: Identify and analyze primary research articles using the isotemporal substitution method to estimate the effects of the reallocation between different intensities of physical activity on obesity markers in children and adolescents.

Method: Search was conducted in February 2020 on four databases: EBSCO, PubMed, Scopus and Web of Science, using the following terms: ALL FIELDS (isotemporal) NOT TITLE (compositional).

Results: 202 articles were found and, after going through the exclusion processes, 8 were selected for review. Among all the studies reviewed, 29,626 subjects were screened, average age of 10.98 years, and replacement times ranging from 10 to 60 minutes.

Conclusion: The reallocation of time in higher intensities with sedentary behavior was unfavorably associated with the obesity markers assessed. When higher intensities (MPA or VPA) replaced SED it was favorably associated with obesity markers, in a dosedependent manner; the magnitude of the associations was greater as the intensity and duration of PA increased. LPA had null or discrete results on adiposity, when analyzed independently, but it can lead to positive results when conjoined with MVPA.

3.1.2 Resumo

Objetivo: Identificar e analisar artigos de pesquisa primária, que utilizem o método de substituição isotemporal para estimar os efeitos da realocação de

tempo entre diferentes intensidades de atividade física em marcadores de obesidade em crianças e adolescentes.

Método: A pesquisa foi realizada em fevereiro de 2020. Quatro bases de dados foram utilizadas na busca: EBSCO, PubMed, Scopus e Web of Science, utilizando os seguintes termos: ALL FIELDS (isotemporal) NOT TITLE (compositional).

Resultados: 202 artigos foram encontrados e, após passarem pelos processos de exclusão, 8 foram selecionados para a revisão. Entre todos os estudos revisados, foram analisados 29.626 sujeitos, com idade média de 10,98 anos, e tempos de substituição variando de 10 a 60 minutos.

Conclusão: A substituição de intensidades mais altas por tempo em comportamento sedentário foi associado desfavoravelmente com os marcadores de obesidade avaliados. Quando intensidades mais elevadas de AF (AFM e AFV) substituíram SED estas foram associadas favoravelmente, com os mesmos marcadores, de forma dosedependente, sendo maior a magnitude das associações conforme aumentou-se a intensidade e a duração da AF. A substituição de SED por AFL teve resultados nulos ou discretos sobre a adiposidade, quando analisada isoladamente, mas pode apresentar resultados positivos quando somada à AFMV.

3.1.3 Introdução

O método de Substituição Isotemporal foi proposto pelo grupo de pesquisa de Mekary em um estudo que analisou longitudinalmente um grupo de enfermeiras dos Estados Unidos entre 1991 e 1997, e foi publicado em (2009). O método foi baseado no modelo de substituição isocalórica da nutrição epidemiológica. De acordo com a autora, o número de horas no dia de qualquer indivíduo é fixo e limitado, logo, a realização de determinada atividade implica na não realização de outras. Nessa análise, não é somente a atividade realizada que é relevante, mas também o que o indivíduo deixa de fazer ao realizá-la.

No mesmo espaço de tempo, a escolha de diferentes tipos de atividade física pode afetar a massa corporal de formas distintas. Por exemplo, caminhar até o ginásio pode ser menos eficiente do que ir de carro, se o tempo gasto com a caminhada substituir exercícios de intensidade superior no ginásio. Por outro lado, a caminhada pode ser mais eficiente, se esta substituir um tempo que seria gasto assistindo televisão (Mekary et al., 2009). Ainda de acordo com a autora, os modelos estatísticos tipicamente utilizados para avaliar os efeitos da atividade física sobre a massa corporal, não levavam em consideração essas substituições. Portanto, o modelo de substituição Isotemporal foi desenvolvido como uma ferramenta analítica para estimar os efeitos da substituição de uma atividade por outra em determinada variável.

Segundo Garcia-Hermoso (2017), após o estudo de Mekary (2009), o número de publicações em adultos, analisando a associação isotemporal entre atividade física de diferentes intensidades e diferentes marcadores de saúde, aumentou rapidamente, o que mostra a aceitação pela comunidade científica e a importância desta nova perspectiva no estudo da atividade física. As evidências mostram que a substituição do tempo sedentário por quantidades equivalentes de Atividade física leve (AFL) ou atividade física moderada a vigorosa (AFMV) produz benefícios de saúde associados à composição corporal, parâmetros cardiometabólicos e mortalidade entre adultos (Garcia-Hermoso et al., 2017). Ainda segundo os autores, os estudos utilizando o método de substituição isotemporal foram menos frequentes em populações mais jovens.

Portanto, este trabalho tem por objetivo explorar as publicações realizadas até o momento, no que se refere ao efeito da substituição de tempo despendido em comportamento sedentário por diferentes intensidades de atividade física sobre marcadores de obesidade em crianças e adolescentes.

3.1.4 Metodologia

Fontes de informação

A pesquisa foi realizada nas seguintes bases de dados: EBSCO, PubMed, Scopus e Web of Science (todos os índices), sendo a última busca realizada em fevereiro de 2020. Os descritores utilizados foram: ALL FIELDS (isotemporal) NOT TITLE (compositional)

Crítérios de pesquisa e inclusão

Para serem incluídos na revisão, os estudos deveriam atender aos seguintes critérios: (i) a população investigada deveria ser humana, com sujeitos entre 6 e 18 anos de idade; (ii) utilizar o método de substituição isotemporal para aferir os efeitos da realocação de tempo despendido em comportamento sedentário por AFL, AFM, AFV ou AFMV sobre um ou mais marcadores de obesidade; (iii) somente artigos de pesquisa primária, escritos em língua inglesa com texto completo disponível. Como o artigo mais antigo utilizando esse método data de 2009, não houve limitação da data de publicação dos artigos. Sendo a substituição isotemporal um método da área da atividade física, não foi necessário acrescentar o termo 'atividade física' às buscas.

Seleção dos estudos

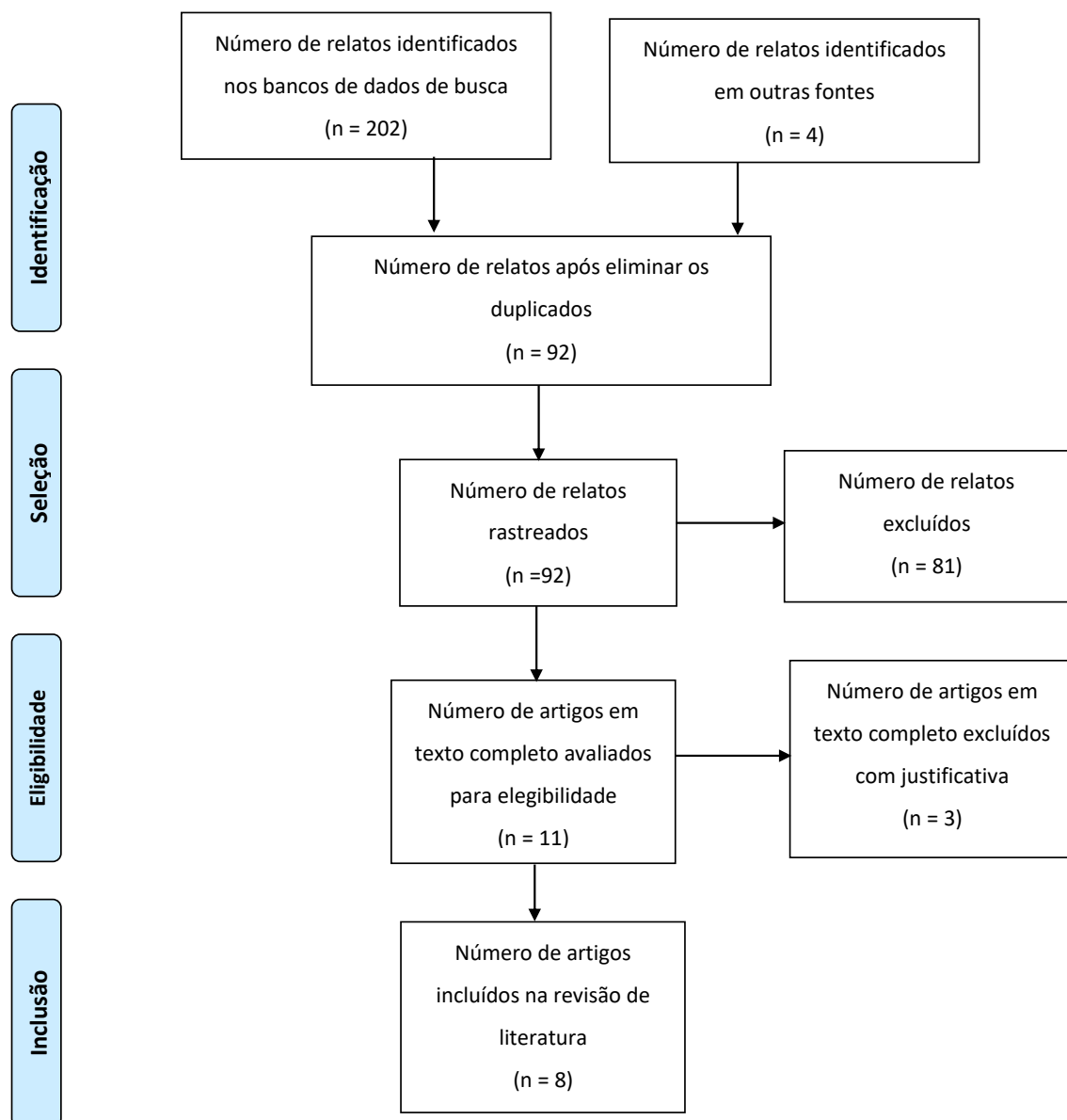
A triagem e seleção dos artigos foi realizada no programa EndNote X9, primeiramente com base nos títulos e resumos. Posteriormente, o texto completo dos artigos selecionados foi examinado e, aqueles que cumpriam todos os critérios anteriormente mencionados, foram incluídos na revisão.

3.1.5 Resultados

No total 202 artigos foram encontrados nas bases de dados, com os descritores previamente apresentados. Quatro artigos foram identificados em outras fontes, nomeadamente nas referências bibliográficas dos demais artigos pesquisados. Após a seleção inicial, somente 11 artigos apresentaram-se como elegíveis, dos

quais 3 foram eliminados por diferentes razões. Um deles não utilizava SED como uma das intensidades a serem substituídas, um não avaliava nenhum marcador de obesidade e um não apresentava a faixa etária estipulada para essa revisão de literatura. Ao fim, 8 artigos foram incluídos nessa revisão.

Fluxograma



Características dos estudos

Os artigos utilizaram diferentes marcadores de obesidade, tendo sido Índice de massa corporal (IMC) e perímetro da cintura (PC) os mais comuns. O método utilizado para aferir os níveis de atividade física, nos artigos selecionados, foi a acelerometria, com exceção do estudo de Huang(2016), que utilizou o seguinte questionário: Modified Chinese Version of the Children's Leisure Activities Study Survey (CLASS) (2009), para estimar o tempo despendido em comportamento sedentário.

A população total, dos 8 estudos incluídos na revisão, foi de 29.626 sujeitos, com idade média de 10,98 anos, provenientes dos seguintes países: Austrália, China, Estados Unidos, Finlândia, Noruega, Nova Zelândia, Portugal e Reino Unido. Além de alguns dos países anteriormente citados, o ICAD (International Children's Accelerometry Database) utilizou, também, dados coletados em Bélgica, Brasil, Estônia e Suíça. Dos 8 artigos selecionados, 6 são exclusivamente transversais, os outros dois, são transversais e longitudinais.

Um resumo das principais características dos estudos está apresentado na tabela 1.

Tabela 1 – Características gerais dos estudos incluídos na revisão de literatura

Autor	Estudo	População e origem	Acelerômetro Epoch	SED	AFL	AFMV	Tempo de substituição	Variáveis de interesse	Resultados principais
Aggio, Smith, & Hamer, 2015)	Effects of reallocating time in different activity intensities on health and fitness: a cross sectional study	n=353, 52.1% sexo feminino, idade 9.3 ± 2.3 anos. Reino Unido	Actigraph wGT3X BT (1 min)	<100	≥100-2,999	≥3,000 counts/min	60 min	Taxa de gordura corporal	- A substituição de 60 min de SED por AFMV foi favoravelmente associada com a taxa de gordura corporal. - Os efeitos da substituição de SED por AFL não foram significativos.
(Loprinzi et al., 2015)	Markers of adiposity among children and adolescents: implications of the isothermal substitution paradigm with sedentary behavior and physical activity patterns	n=2856, 48.4% sexo feminino, 9–17 anos de idade. EUA	ActiGraph 7164 (1 min)	<100	≥100-3199	≥3,200 counts/min	60 min	IMC; Perímetro da cintura; Dobra tricipital; Dobra subescapular; % de gordura androide; % de gordura ginoide e adiposidade total	- A substituição de 60 min de SED por AFMV foi favoravelmente associada com todos os marcadores de obesidade aferidos. - Os efeitos da substituição de SED por AFL não foram significativos.
(W. Y. Huang et al., 2016)	Isotemporal Substitution Analysis for Sedentary Behavior and Body Mass Index	n=672, 46.6% sexo feminino, idade média 7.6 anos. Hong Kong	ActiGraph (1 min)	*	≥100	≥3,200 counts/min	30 min	IMC	A substituição de tempo de tela ou atividades acadêmicas por outros padrões de SED ou AFMV foi associada à redução do IMC.
(Collings et al., 2017)	Cross-Sectional Associations of Objectively-Measured Physical Activity and Sedentary Time with Body Composition and Cardiorespiratory Fitness in Mid-Childhood: The PANIC Study	n=410, 49.3% sexo feminino, idade 7.6 ± 0.4 anos. Finlândia	Actigraph wGT3X BT (15 s)	<820	820-3,907	≥3,908 counts/min	20 min	IMC; Perímetro da cintura e Dobras cutâneas	SED foi diretamente associado, e AFL, AFM e AFV foram inversamente associados com os marcadores de obesidade, com maior significância para AFV.

(Dalene et al., 2017)	Cross-sectional and prospective associations between physical activity, body mass index and waist circumference in children and adolescents	n=970, 51.0% sexo feminino, 6 anos; n=2,423, 49.4% sexo feminino, 9 anos; n=1,544, 50.4% sexo feminino, 15 anos. Noruega	ActiGraph (10 s)	<100	100-1,999	≥2,000 counts/min	10 min	IMC e Perímetro da cintura	A substituição de SED por AFM foi favoravelmente associada à adiposidade em crianças; em adolescentes, somente AFV surtiu efeitos positivos.
(Borja del Pozo-Cruz et al., 2017)	Relationships between sleep duration, physical activity and body mass index in young New Zealanders: An isotemporal substitution analysis	n=1812, 48.1% sexo feminino, idade média 13.42 anos. Nova Zelândia	Actigraph GT1M (10 s)	<149	150-499	≥500 counts/min	30 e 60 min	IMC	A substituição de SED por AFL e AFMV foi favoravelmente associada ao IMC em todos os grupos, tendo AFMV maior associação.
(Sardinha, Marques, Minderico, & Ekelund, 2017)	Cross-sectional and prospective impact of reallocating sedentary time to physical activity on children's body composition	n=386, 49.0% sexo feminino, idade 9.9 ± 0.58 anos. Portugal	Actigraph GT1M (1 min)	<100	100-3,199	≥3,200 counts/min	15 e 30 min	IMC; Perímetro da cintura; Gordura corporal total e do tronco	- A substituição de 15 e 30 min/d de SED por AFMV apresentou associação favorável com os marcadores de obesidade. - Os efeitos da substituição de SED por AFL não foram significativos.
(B. H. Hansen et al., 2018)	Cross-Sectional Associations of Reallocating Time Between Sedentary and Active Behaviours on Cardiometabolic Risk Factors in Young People: (ICAD) Analysis	n=18,200, 52% sexo feminino, idade 11.1±2.7 anos. ICAD (Austrália, Europa e EUA)	Actigraph (1 min)	<100	100-2,292	≥2,293 counts/min	10 min	Perímetro da cintura	-A substituição de 10 min/d SED por AFMV foi favoravelmente associada à perímetro da cintura em todos os grupos. -A substituição de 10 min/d SED por AFL apresentou associação favorável somente entre os adolescentes.

Legendas: SED: Comportamento sedentário; AFL: Atividade física leve; AFMV: Atividade física moderada a vigorosa. *no estudo do autor Huang, SED foi coletado através de questionário.

Em todos os artigos incluídos na revisão, a substituição de SED por AFMV apresentou resultados positivos nos marcadores de obesidade, mesmo quando por períodos reduzidos (10 minutos). Os resultados foram mais pronunciados tanto maior o tempo realocado.

As substituições de AFMV por SED geraram resultados desfavoráveis nos mesmos marcadores, com amplitude equivalente.

No que tange às substituições de SED por AFL, os resultados são ligeiramente controversos. Dos 8 artigos revisados, 2 afirmaram haver efeitos positivos, ainda que, com significância inferior em relação às substituições por AFMV, por períodos idênticos. 5 estudos afirmam que as substituições por AFL não resultaram em alterações significativas. E um estudo, de Dalene (2017), relatou efeitos negativos ao substituir SED por AFL em alguns dos grupos investigados.

3.1.6 Discussão

A análise dos resultados dos artigos presentes nessa pesquisa, sugere que a prática de atividade física é inversamente associada aos marcadores de obesidade investigados, em crianças e adolescentes. Sendo a amplitude da associação proporcional à intensidade e duração da prática. E, que existe uma intensidade mínima, ainda a ser precisada, para que os efeitos sejam percebidos, tanto na composição corporal quanto na aptidão cardiorrespiratória. Os artigos apresentados nesta seção foram organizados de acordo com o tempo de substituição utilizado, de forma decrescente. Iniciando com os que substituíram maiores períodos (60 minutos), e concluindo com os de menor período (10 minutos).

Aggio (2015) constatou que a realocação de 60 minutos de SED para AFMV foi associada a uma redução significativa no percentual de gordura corporal em crianças e adolescentes de 5 a 15 anos de idade. Ao realizar a mesma substituição, Loprinzi (2015) teve como resultado a redução de 4,6% do

percentual de gordura corporal. Del Pozo (2017) atestou a redução do IMC em todos os grupos testados, ao substituir os mesmos 60 minutos por dia.

Huang (2016) constatou que a realocação de 30 minutos por dia, de qualquer uma das demais categorias de AF por AFMV, resultou na redução do IMC das crianças avaliadas em seu estudo.

No estudo de Sardinha (2017), foi realizada uma substituição de 30 e 15 minutos de SED por AFMV. Em ambos os casos, houve redução significativa da gordura corporal na população avaliada. Sendo que a magnitude das associações na realocação de 15 minutos foi a metade das encontradas ao se substituir 30 minutos por dia, ressaltando a relação dosedependente entre AF e adiposidade.

Em seu estudo, Collings (2017) optou por realizar separadamente a realocação de 20 minutos por dia de SED para AFL, AFM e AFV. Todas as substituições resultaram em redução significativa da adiposidade, sendo que a magnitude das associações foi diretamente proporcional à intensidade da AF, sendo menor para AFL e maior para AFV. Com o mesmo estudo, puderam constatar que foi necessária uma intensidade mais alta de atividade física para conferir benefícios à aptidão cardiorrespiratória (>3 METs), do que para melhorar os níveis de adiposidade total (>2 METs) em crianças de 6 a 8 anos, em ambos, as associações foram proporcionais à intensidade.

Hansen (2018) reforça essa tendência, ao afirmar que a intensidade da AF deve ser pelo menos moderada para influenciar fatores de risco cardiometabólico em crianças e adolescentes.

No que se refere à composição corporal, é necessário substituir 7 e 10 vezes mais tempo, de SED para AFM e AFL, respectivamente, para obter o mesmo resultado que teria com AFV. E 7 vezes mais tempo de SED para AFM, em comparação à AFV, para aprimorar a aptidão física (Collings et al., 2017).

Dalene (2017) também realizou as substituições separando AFL, AFM e AFV, realocando 10 minutos/dia de SED para cada uma das demais categorias. Conforme foi apresentado anteriormente, ao substituir por AFL os resultados

foram desfavoráveis. Em crianças, as substituições de SED por AFM e AFV foram favoravelmente associadas ao IMC e à CA, de forma dose dependente. Em adolescentes, associações favoráveis foram observadas apenas quando SED foi substituído por AFV, sugerindo que adolescentes necessitam de níveis mais elevados de AF em relação às crianças, para se obter resultados semelhantes. A substituição de 10 minutos/dia de AFL ou AFM por AFV, também resultou em efeitos positivos.

Hansen (2018) demonstrou que a substituição de 10 minutos/dia de SED por AFMV mostrou associações favoráveis com PC, a fim de ilustrar uma realocação viável de tempo. Ao realocar 60 min de SED para AFMV, na amostra das crianças de 9 anos de seu estudo, significaria um aumento relativo médio de AFMV em 111%, o que pode não ser viável. A realocação, mais viável, de 10 minutos por dia é relevante para a saúde. Ainda segundo o autor, a obesidade infantil está associada a um agrupamento de fatores de risco, como hipertensão, hipertrigliceridemia, hipercolesterolemia e resistência à insulina, e está associada ao aumento da mortalidade por doenças cardiovasculares na idade adulta.

Dois dos resultados mais destoantes, encontrados nesta revisão, parecem ter sido afetados não só pela AF, mas também pela ingestão calórica. O primeiro dos casos, é o estudo de Huang (2016), onde foi constatada uma diferença significativa, no que diz respeito à mudança do IMC, entre diferentes categorias de comportamento sedentário. Ao realocar tempo despendido em atividades acadêmicas em casa e tempo de tela para outras categorias de SED, como conversar com amigos ou escutar música, houve uma diminuição significativa do IMC. Ao cruzar os dados estatísticos com aqueles recolhidos através de questionários, observou-se que a população, formada por jovens chineses, tem o hábito de ingerir lanches calóricos ao estudar em casa ou assistir televisão, e o mesmo não ocorre durante a realização de outras atividades sedentárias. O segundo caso, foi no estudo de Dalene (2017), que afirma ter encontrado resultados contraintuitivos na substituição de SED por AFL, onde houve um aumento do IMC e da perímetro da cintura (PC). O autor se declarou surpreso,

pois a maior parte dos estudos, ao realizar o mesmo tipo de substituição, teve como resultado ligeiras reduções de IMC e PC ou nenhuma alteração significativa. O autor apresenta o consumo de lanches e bebidas calóricas, durante a prática de atividades de baixa intensidade, como uma possível explicação para os resultados encontrados.

Segundo Aggio (2015), a inconsistência dos resultados encontrados entre os estudos realizados, pode decorrer da escolha de diferentes metodologias utilizadas em pesquisas envolvendo acelerometria. Diferentes sensores de movimento, posicionamento do sensor, métodos de processamento de dados e/ou pontos de corte diferentes para categorizar a intensidade da atividade física são questões que dificultam a comparação direta entre artigos.

Nos estudos de Collings (2017) e Del Pozo (2017), os modelos de substituição isotemporal demonstraram que a substituição de SED por um volume igual de AFL foi benéfica para a composição corporal em crianças, ainda assim com associação mais fraca quando comparada com AFMV.

Hansen (2018) obteve resultados semelhantes, sobre o perímetro da cintura, ao substituir SED ou AFL por AFMV.

Loprinzi (2015) e Collings (2017) levantam uma mesma questão, ao manter a ingestão energética constante, e igualar os gastos calóricos despendidos durante a prática de AFL e AFMV, poderia se concluir que os efeitos sobre a composição corporal seriam iguais. No entanto existem outros efeitos importantes no período pós AFMV, como o aumento do metabolismo devido ao diferencial no consumo de oxigênio pós-exercício e a regulação do apetite, influenciando o gasto energético diário total.

Apesar da maior parte dos estudos não apresentar resultados significativos ao substituir SED por AFL, no que se refere à composição corporal ou aptidão física, a prática de AF de baixa intensidade pode ser relevante ao se somar a outros fatores. De acordo com Loprinzi (2015), parece haver um efeito aditivo de AFL e AFMV. AFL, por si só, pode não ser suficiente para melhorar os resultados de

saúde em crianças, mas quando associada a AFMV suficiente, pode intensificar os efeitos sobre a adiposidade.

Os efeitos positivos da AFL podem ser mais pronunciados em populações inativas e menos aptas e em crianças e adolescentes com sobrepeso ou obesos. Portanto, entre as populações em risco, AFL pode ser um primeiro passo na progressão para alcançar a quantidade recomendada de AFMV (Garcia-Hermoso et al., 2017).

3.1.7 Conclusão

Os estudos analisados apontam para uma relação dose dependente entre a prática de atividade física e os marcadores de obesidade investigados. Os benefícios para a saúde podem ser derivados de doses mais altas de AF, alcançadas por períodos mais longos, intensidade mais elevada ou ambos. Sendo o tempo um fator limitante, AF de maior intensidade oferece uma estratégia de intervenção eficiente, mas qualquer mudança positiva na distribuição de intensidade provavelmente será benéfica.

Assim sendo, os resultados mais relevantes, em relação à adiposidade, seriam alcançados ao substituir SED (especialmente tempo de tela ou de atividades acadêmicas) por AFV, durante o maior período possível.

No entanto, mais pesquisas nessa área são necessárias para elucidar os efeitos da substituição do comportamento sedentário por um estilo de vida mais ativo, sobre os fatores relacionados à adiposidade em crianças e adolescentes.

3.2 Análise de substituição isotemporal: Efeitos da substituição de tempo despendido em comportamento sedentário por atividade física moderada a vigorosa de forma a atingir as recomendações da Organização Mundial de Saúde em crianças obesas e normoponderais

3.2.1 Abstract

Objective: Estimate the effects of replacing the minutes needed to accomplish 60 minutes/day of moderate to vigorous physical activity (MVPA), from sedentary behavior time (SED), on health markers, using the isotemporal substitution method.

Methods: A sample of 285 Portuguese children and adolescents was categorized in two groups based on body fat percentage. The daily mean MVPA was determined using accelerometry. Capillary blood samples and blood pressure were obtained using standard procedures. Data were analyzed by isotemporal substitution analyses estimating the effect of reallocating, from SED, the time needed to accomplish 60 minutes of MVPA, on health markers.

Results: The replacement of sedentary behavior with MVPA reduced the percentage of body fat ($B = 2,57$; 95%IC: 1,93-3,22), and improved cardiorespiratory fitness in both groups, normoponderal ($B = 2,13$; 95%IC: 1,52-2,74), obese ($B = 2,05$; 95%IC 0,74-3,36).

Conclusion: Adding the extra time needed to accomplish the 60 min/day MVPA recommendation seems to favorably affect the body composition and cardiorespiratory fitness in normoponderal and overweight children and adolescents.

3.2.2 Resumo

Objetivo: Estimar os efeitos da substituição de tempo despendido em comportamento sedentário (SED) por atividade física moderada a vigorosa

(AFMV), durante o período faltante para atingir os 60 minutos/dia, em marcadores de saúde, utilizando o método de substituição isotemporal.

Métodos: Uma amostra de 285 crianças e adolescentes portugueses foi categorizada em dois grupos relativamente ao percentual de gordura corporal. A pressão arterial e amostras de sangue capilar foram obtidas de acordo com os procedimentos padrão. Através do uso de acelerômetro averiguou-se a média diária de AFMV. A partir desses dados analisou-se os efeitos hipotéticos da substituição de SED por AFMV em marcadores de saúde.

Resultados: A substituição de tempo despendido em comportamento sedentário por AFMV resultou na redução do percentual de gordura corporal ($B = 2,57$; 95%IC: 1,93-3,22) e na melhora da aptidão cardiorrespiratória em ambos os grupos, normoponderais ($B = 2,13$; 95%IC: 1,52-2,74) e obesos ($B = 2,05$; 95%IC 0,74-3,36).

Conclusão: A substituição de tempo sedentário por AFMV no valor necessário para se atingir os 60 min/dia de AFMV parece afetar favoravelmente a composição corporal e a aptidão cardiorrespiratória de crianças e adolescentes.

3.2.3 Introdução

A epidemia de obesidade, outrora restrita a adultos e idosos, começou a afetar crianças e adolescentes, e apresenta rápido crescimento nesta faixa etária (Kumar & Kelly, 2017). A obesidade infantil aumenta o risco de obesidade na vida adulta e de mortalidade prematura (Wohlfahrt-Veje et al., 2014), e é frequentemente acompanhada de comorbilidades, tais quais, dificuldades respiratórias, locomotivas, maior risco de fraturas, hipertensão, sintomas precoces de doenças do coração e resistência à insulina (OMS, 2018). Além dos aspectos fisiológicos, a obesidade, especialmente durante a infância, pode acarretar, também, complicações psicossociais, que podem incluir depressão, insatisfação corporal, estigmatização, baixa autoestima e tentativas de emagrecimento extremas, potencialmente nocivas à saúde (Brown et al., 2015).

O índice de massa corporal (IMC) ainda é aceito como forma de estimar o sobrepeso e a obesidade em crianças a partir dos dois anos de idade. Dentre as vantagens, estão o baixo custo, e a fácil aplicação. No entanto, o IMC tem limitações relevantes, podendo superestimar a gordura em crianças de baixa estatura ou com massa muscular relativamente alta e subestimar a adiposidade em crianças com massa muscular reduzida (Kumar & Kelly, 2017). Como as patologias associadas à obesidade são relacionadas ao excesso de massa gorda, o ideal é utilizar uma ferramenta de monitoramento que avalie objetivamente a adiposidade. A bioimpedância, apesar de ser menos precisa do que outros métodos mais sofisticados, é um método relativamente barato, portátil, de uso simples e rápido, e confere uma medida objetiva do percentual de gordura corporal (McCarthy et al., 2006).

Juntamente com a nutrição, a atividade física (AF) desempenha um papel crítico na saúde e desenvolvimento de crianças e adolescentes, incluindo a manutenção de peso saudável (Borja del Pozo-Cruz et al., 2017). A prática da atividade física tem se tornado menos frequente nas últimas décadas, e o tempo despendido em comportamento sedentário aumentou muito, especialmente entre os jovens (Costa, 2017). Há vastas evidências de associação inversa entre atividade física moderada a vigorosa (AFMV), e percentual de gordura entre jovens e crianças, além de melhorar a aptidão cardiorrespiratória, atenuando as comorbilidades relacionadas à obesidade (Collings et al., 2017). Por isso, a AFMV é considerada uma importante componente da prevenção à obesidade infantil.

A organização mundial de saúde recomenda que jovens, com menos de 18 anos de idade, pratiquem pelo menos 60 minutos de AFMV por dia, e afirma que tempo adicional, traz ainda mais benefícios à saúde, melhorando a aptidão muscular e cardiorrespiratória, saúde óssea, marcadores metabólicos e cardiovasculares. A AF pode ser praticada por meio de jogos, brincadeiras, esportes, aulas de educação física, recreação, tarefas domésticas e meios de transporte ativos, como caminhada ou bicicleta, e pode ocorrer no contexto

familiar, escolar, em áreas comunitárias, em clubes esportivos e em quaisquer outros espaços adequados para a prática (OMS, 2018).

As horas de um dia podem ser divididas em diferentes comportamentos, horas de sono, comportamento sedentário (SED), atividade física leve (AFL) e AFMV. Sendo a quantidade de horas em um dia finitas, ao despendendo tempo em um comportamento, reduz-se o tempo despendido nos demais. O modelo de substituição isotemporal se propõe a analisar como a substituição do tempo entre os diferentes comportamentos associa-se à adiposidade e outros marcadores de saúde (Dalene et al., 2017).

Até então, os artigos presentes na literatura, utilizando o método de substituição isotemporal, utilizaram quantias arbitrárias de tempo nas substituições. A proposta deste estudo é substituir uma quantia de tempo em cada um dos grupos avaliados, de forma a atingir os 60 minutos de AFMV recomendados pela OMS. [tempo de substituição = 60 - média de AFMV (de cada subgrupo) minutos]. A partir dessa substituição analisaremos como isso afeta marcadores de saúde metabólica.

3.2.4 Metodologia

Os dados que constam neste estudo foram coletados como parte do projeto SALTA (Suporte do Ambiente para o Lazer e Transporte Activo). Um estudo longitudinal desenvolvido na região do grande Porto em Portugal, com o intuito de investigar as influências sociais e ambientais sobre a atividade física. O projeto foi aprovado pelo comitê de ética da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, pela Fundação para a Ciência e Tecnologia e pela Seção Regional do Ministério da Educação.

Todas as escolas de ensino fundamental na região da cidade do Porto foram convidadas a participar do projeto SALTA, por correio, correio eletrônico e telefone. Do total de 65 escolas, 37 recusaram o convite, 13 não responderam e 15 aceitaram fazer parte do estudo. Devido à falta de recursos e dificuldades de

comunicação, os dados foram coletados apenas em 9 das escolas, com 1555 estudantes do 6º ano. 652 indivíduos consentiram em participar e forneceram autorização dos responsáveis e encarregados de educação, por escrito.

Os dados foram coletados no ginásio de cada uma das escolas participantes entre 8:20 e 11:00 da manhã. Os alunos deveriam comparecer em jejum, para a coleta do perfil lipídico e amostras de sangue. Após esses procedimentos os participantes realizaram uma refeição leve. A seguir, os estudantes preencheram o questionário demográfico e determinaram seu estágio maturacional. Após 5 minutos de repouso em um cômodo separado, a tensão arterial foi aferida. Os dados antropométricos foram coletados, e por último, os acelerômetros foram equipados, finalizando o protocolo de testes (Pizarro, Ribeiro, Marques, Mota, & Santos, 2013).

Medidas

Fatores de risco metabólicos

O perímetro da cintura (PC) foi medido com uma fita métrica não metálica, no ponto médio entre a última costela e o ponto mais alto da crista ilíaca, ao fim de uma expiração normal.

Amostras de sangue foram coletadas no dedo médio, com os estudantes em jejum, por profissionais treinados, de acordo com protocolo do *Center of Disease Control* (CDC). As amostras de sangue foram coletadas em tubos revestidos com heparina de lítio (35 µl, Selzer) e analisadas imediatamente com o Colestech LDX Analyzer para obter valores de colesterol total (CT), HDL, LDL, triglicerídeos (TGR) e glicemia plasmática (GLI).

A tensão arterial sistólica e diastólica foram aferidas utilizando um esfigmomanômetro digital da marca Colin, modelo BP 8800 (Critikron, Inc., Tampa, FL), no braço direito após repouso de 5 minutos. Durante a medição, os participantes sentaram-se confortavelmente, com as costas apoiadas e pernas descruzadas. O braço exposto, sem roupas constritivas e apoiado à altura do

coração. Foram realizadas pelo menos duas medidas, com um minuto de intervalo entre elas. Em caso de haver uma diferença maior do que 5 mmHg entre as duas primeiras medidas, medidas adicionais foram realizadas. Para as análises, foram utilizadas a média de duas medidas com menos de 5 mmHg de diferença. A variável Tensão arterial média (TAM) foi calculada utilizando a tensão arterial sistólica e diastólica através da fórmula: $TAS + 2TAD/3$

Atividade física e Comportamento sedentário

A medição foi realizada utilizando um acelerômetro Actigraph, modelo GT1M (Actigraph, Pensacola, FL). Os participantes deveriam utilizar o equipamento fixado por uma cinta elástica acima do quadril direito por sete dias consecutivos. As instruções eram: utilizar o acelerômetro durante todas as horas despertas, exceto durante o banho ou outras atividades aquáticas. Os dados foram coletados com um epoch de 30 segundos, sendo considerados válidos se coletados por um mínimo de 8 horas diárias em pelo menos 4 dos 7 dias (sendo exigido um dia de medição durante o fim de semana). 60 minutos de 0 consecutivos foram classificados como dados inválidos. O processamento dos dados foi através do software Actilife (Actigraph LLC Pensacola, FL), e a seguir foram classificados nos diferentes níveis de atividade física (SED, AFL e AFMV), segundo os pontos de corte de Evenson (2008).

Medidas antropométricas

Massa corporal, altura e perímetro da cintura foram medidos com os participantes descalços e utilizando vestimentas leves. A altura foi medida com uma fita métrica SECA 206 (Hamburgo, Alemanha), em centímetros. A massa corporal em quilogramas e o percentual de gordura foram aferidos com uma balança digital TANITA modelo BF-522 W (Tóquio, Japão). O índice de massa corporal (IMC) foi calculado como massa corporal (kg) dividida pelo quadrado da altura (m) (Rolland-Cachera, 2011). Excesso de peso e obesidade foram

classificados de acordo com o percentual de gordura específico por sexo e idade de acordo com os pontos de corte desenvolvidos por McCarthy(2006). A partir dessa classificação, a amostra deste estudo foi categorizada em 2 grupos, que serão doravante referidos por meio das seguintes abreviaturas:

NP - Indivíduos classificados como normoponderais e com percentual de gordura reduzidos;

EG - Indivíduos classificados com excesso de gordura/obesidade;

Aptidão cardiorrespiratória

O teste VAIVÉM foi realizado com o intuito de estimar a aptidão cardiorrespiratória dos participantes. O teste consiste na execução do número máximo de percursos realizados numa distância de 20 m a uma cadência pré-determinada, marcada por sinais sonoros. A velocidade inicial é de 8,5 km/h e aumenta progressivamente (0,5 km/h a cada etapa, que consiste em 1 minuto) até ao máximo de 120 percursos. Quando o aluno não consegue atingir a linha final do percurso dentro do tempo estipulado, deve inverter, de imediato, o sentido da sua corrida, ainda que não tenha atingido a linha. O aluno deve permanecer o máximo de tempo possível em prova e parar quando não conseguir chegar à linha antes do sinal sonoro em duas ocasiões, não necessariamente consecutivas. Ao final do teste, o número de percursos é contabilizado, e posteriormente convertido em uma estimativa do VO2 máximo em ml/kg/min, segundo Silva(2012), através da seguinte fórmula:

$$VO2max = 43.313 + 4.567 * \text{sexo} - 0.560 * \text{IMC} + 2.785 * \text{etapa}$$

Análise estatística

A média e o desvio padrão foram calculados para todas as características avaliadas. Um modelo de regressão linear de natureza isotemporal foi utilizado para quantificar as associações transversais da substituição de uma quantidade

definida de SED pelo mesmo tempo em AFL e AFMV em marcadores de saúde metabólica. A substituição isotemporal leva em consideração que o tempo é finito durante as horas acordadas (Mekary et al., 2009). De acordo com o modelo que pode ser expresso como no seguinte exemplo:

$APCR = b_0 + (b_1) * \text{tempo de uso} + (b_2) * AFL + (b_3) * AFMV$, ao eliminarmos o tempo sedentário na equação, o coeficiente b_1 para o tempo total de uso representa a componente omitida, ie, SED enquanto os restantes coeficientes (b_2 , b_3) representam a substituição de SED por essa intensidade, mantendo as restantes intensidades constantes (Mekary et al., 2009). Todas as análises foram ajustadas para idade, sexo e tempo de uso do acelerômetro (horas/dia). As substituições foram realizadas com o número de minutos faltantes para se atingir os 60 minutos diários de AF preconizados pela OMS, assim sendo, para a amostra completa substituiu-se 18,51 minutos, no grupo NP 16,53 minutos e no grupo EG 22,53 minutos.

Pressupostos de linearidade foram avaliados e multicolinearidade foi verificada usando o fator de inflação da variância (VIF). Os valores de VIF foram inferiores a 2 em todas as análises, indicando que a multicolinearidade era baixa.

Os dados foram tratados utilizando o IBM SPSS Statistics (version 26; SPSS, Inc., Chicago, IL). O nível de significância foi fixado em 5% ($p < 0.05$). Estatísticas descritivas foram utilizadas para caracterizar a população.

3.2.5 Resultados

Características da amostra

Foram incluídos no presente artigo, somente os alunos que cumpriram alguns pré-requisitos no que se refere ao uso do acelerômetro, sendo estes: Uso mínimo de 8 horas diárias para considerar o dia de medição válido; mínimo de 4 dias válidos, sendo pelo menos um durante o fim de semana. Após eliminar os dados dos indivíduos que não cumpriram os requisitos mínimos, a população avaliada utilizando o método de análise de substituição isotemporal, foi de 285 crianças e

adolescentes de 10 a 14 anos de idade ($11,58 \pm 0,78$), sendo 151 do sexo feminino (53%) e 134 do sexo masculino. As características gerais da amostra estão representadas na tabela 1.

Verificamos que 33% da amostra está em quadro de excesso de gordura ou obesidade segundo a classificação de McCarthy(2006) de percentual de gordura por idade e sexo. A maioria das meninas e dos meninos encontram-se com um peso adequado à idade e género, 53,6% e 54,5%, respetivamente. No entanto, uma grande percentagem de meninas, 36,5%, estão com o percentual de gordura elevado e nos meninos, 29,1% tem também o percentual de gordura elevado. No que diz respeito à aptidão cardiorrespiratória, verificamos que grande parte das meninas, 50,3% estão classificadas como abaixo da zona saudável, e apenas 5,3% com perfil atlético. Entre os meninos, a maioria encontra-se dentro da zona saudável (68,6%) ou mesmo acima (7,5%) segundo a classificação do teste de Vaivém, do FITescola®(2017).

Tabela 1 - características gerais da amostra

	População(N=285)	NP(N=191)	EG(N=94)
Sexo feminino (%)	53,0	50,3	58,5
Idade (anos)	$11,58 \pm 0,78$	$11,58 \pm 0,76$	$11,59 \pm 0,82$
Altura (m)	$1,52 \pm 0,08$	$1,51 \pm 0,08$	$1,54 \pm 0,07$
Massa (kg)	$48,43 \pm 11,65$	$43,32 \pm 7,76$	$61,27 \pm 9,78$
IMC (kg/m^2)	$20,80 \pm 3,79$	$18,70 \pm 2,10$	$25,05 \pm 2,77$
PG (%)	$23,13 \pm 8,14$	$18,68 \pm 5,12$	$32,17 \pm 5,05$
PC (cm)	$70,81 \pm 10,13$	$65,63 \pm 6,54$	$81,33 \pm 7,66$
VO2max (ml/kg/min)	$42,28 \pm 6,53$	$44,60 \pm 5,98$	$37,55 \pm 4,86$
HDL (mmol/L)	$49,00 \pm 14,07$	$50,46 \pm 13,30$	$46,08 \pm 15,18$
LDL (mmol/L)	$86,67 \pm 21,36$	$85,99 \pm 21,23$	$88,02 \pm 21,67$
CT	$149,22 \pm 24,50$	$150,18 \pm 26,39$	$149,54 \pm 25,09$
GLI (mmol/L)	$90,36 \pm 7,70$	$90,75 \pm 7,87$	$89,59 \pm 7,33$
TAM (mmHg)	$79,61 \pm 9,46$	$77,18 \pm 8,49$	$84,58 \pm 9,44$
TRG (mg/dL)	$69,59 \pm 34,49$	$64,24 \pm 27,80$	$80,37 \pm 43,25$
SED (min)	$504,06 \pm 72,40$	$499,17 \pm 71,90$	$513,99 \pm 72,79$
AFL (min)	$235,49 \pm 52,40$	$238,23 \pm 52,16$	$229,92 \pm 52,71$
AFMV (min)	$41,49 \pm 20,55$	$43,47 \pm 21,17$	$37,47 \pm 18,70$
ISM (min)	18,51	16,53	22,53

Legendas: IMC: índice de massa corporal; PG: percentual de gordura; PC: perímetro da cintura; VO2max: Captação máxima de oxigênio; HDL: lipoproteína de alta densidade; LDL: lipoproteína de baixa densidade; CT: colesterol total; GLI: Glicemia; TAM: tensão arterial média; TRG: triglicédeos; AFL: Atividade física leve; AFMV: atividade física moderada a vigorosa e ISM: tempo de substituição.

NA tabela 2 podemos verificar que a substituição de 18,51 minutos de SED por AFMV resultou na redução do percentual de gordura corporal para a amostra total (B= 2,57; 95%IC: 1,93-3,22). Nas tabelas 3 e 4 podemos observar os resultados das substituições isotérmicas de 16,53 e 22,53 minutos de tempo sedentário nos grupos NP e EG, respetivamente, em cada uma das variáveis estudadas. No grupo NP a substituição de 16,53 minutos de SED por AFMV apenas se associou positivamente ao Vo2max (B= 2,13 ; 95%IC: 1,52-2,74) e a substituição do mesmo tempo SED por AFL mostrou-se associada com o PC (B= 0,35; 95%IC: 0,68-0,02) sendo que nenhuma outra variáveis se mostrou significativamente associada a esta substituição por intensidades mais elevadas.

Tabela 2 - Resultados da substituição de 18,51 minutos de SED para AFMV sobre percentual de gordura corporal - População completa

	Beta	LIIC	LSIC	SIG
%GC AFL	0,13	-0,15	0,41	0,343
%GC AFMV	2,57	1,93	3,22	0,000

Legendas: BETA: Coeficiente de regressão; SIG: Significância estatística; LIIC: Limite inferior do intervalo de confiança; LSIC: Limite superior do intervalo de confiança; %GC: Percentual de gordura corporal; SED: Comportamento sedentário; Dados em negrito referem-se a alterações estatisticamente significativas.

Tabela 3 - Resultados da substituição 16,53 minutos de SED por AFMV sobre marcadores de saúde - Grupo NP

	Beta	LIIC	LSIC	SIG
VO2max AFL	0,12	-0,15	0,40	0,376
VO2max AFMV	2,13	1,52	2,74	0,000
TAM AFL	-0,28	-0,71	0,15	0,192
TAM AFMV	-0,33	-1,32	0,64	0,503
GLI AFL	0,08	-0,35	0,50	0,707
GLI AFMV	0,31	-0,68	1,31	0,529
TRG AFL	-1,31	-2,78	0,17	0,080
TRG AFMV	-1,39	-4,83	2,05	0,427
LDL AFL	-0,07	-1,19	1,06	0,916
LDL AFMV	0,56	-2,07	3,21	0,674
HDL AFL	0,13	-0,56	0,84	0,704
HDL AFMV	-1,21	-2,84	0,45	0,152
CT AFL	-0,20	-1,50	1,11	0,765
CT AFMV	-0,89	-3,95	2,17	0,567
PC AFL	-0,35	-0,68	-0,02	0,042
PC AFMV	0,20	-0,55	0,96	0,601

Legendas: BETA: Coeficiente de regressão; SIG: Significância estatística; LIIC: Limite inferior do intervalo de confiança; LSIC: Limite superior do intervalo de confiança; VO2max: Captação máxima de oxigênio; PC: perímetro da cintura; HDL: lipoproteína de alta densidade; LDL: lipoproteína de baixa densidade; CT: colesterol total; GLI: Glicemia; TAM: tensão arterial média; TRG: triglicédeos; AFL: Atividade física leve; AFMV: atividade física moderada a vigorosa; SED: Comportamento sedentário; Dados em negrito referem-se a alterações estatisticamente significativas.

Tabela 4 - Resultados da substituição 22,53 minutos de SED por AFMV sobre marcadores de saúde - Grupo EG

	Beta	LIIC	LSIC	SIG
VO2max AFL	-126,93	-0,45	0,45	0,996
VO2max AFMV	2,05	0,74	3,36	0,002
TAM AFL	-0,16	-1,10	0,79	0,738
TAM AFMV	-0,43	-3,11	2,25	0,754
GLI AFL	0,81	0,07	1,53	0,030
GLI AFMV	0,97	-1,06	3,00	0,341
TRG AFL	1,82	-2,68	6,33	0,424
TRG AFMV	-3,24	-15,75	9,28	0,609
LDL AFL	-0,81	-3,06	1,46	0,482
LDL AFMV	2,21	-4,08	8,47	0,487
HDL AFL	-0,83	-2,41	0,74	0,294
HDL AFMV	2,86	-1,49	7,21	0,195
CT AFL	-1,26	-4,01	1,46	0,358
CT AFMV	4,42	-3,18	12,01	0,251
PC AFL	0,25	-0,52	1,01	0,525
PC AFMV	0,54	-1,62	2,70	0,620

Legendas: BETA: Coeficiente de regressão; SIG: Significância estatística; LIIC: Limite inferior do intervalo de confiança; LSIC: Limite superior do intervalo de confiança; VO2max: Captação máxima de oxigênio; PC: perímetro da cintura; HDL: lipoproteína de alta densidade; LDL: lipoproteína de baixa densidade; CT: colesterol total; GLI: Glicemia; TAM: tensão arterial média; TRG: triglicerídeos; AFL: Atividade física leve; AFMV: atividade física moderada a vigorosa; SED: Comportamento sedentário; Dados em negrito referem-se a alterações estatisticamente significativas.

No grupo EG verificamos que uma substituição 22,53 minutos de tempo sedentário por AFMV se traduziu também numa melhoria do Vo2max (B= 2,05; 95%IC 0,74-3,36). No entanto a substituição do mesmo tempo sedentário por AFL associou-se a um aumento dos níveis de glicemia (B= 0,81; 95%CI: 0,07-1,53,). Não foram verificadas associações nas substituições realizadas para o mesmo tempo e intensidades em qualquer um dos outros fatores de risco metabólico analisados.

3.2.6 Discussão

Em todos os artigos identificados na revisão da literatura, utilizando o método de substituição isotemporal, a escolha dos valores a serem substituídos se deu de forma arbitrária, não levando em consideração as médias de tempo despendidas em cada faixa de intensidade de AF, das populações avaliadas. Ao substituir o

tempo sedentário, em cada um dos grupos, pelos minutos faltantes para atingir os 60 minutos/dia de AFMV, encontramos resultados favoráveis sobre o percentual de gordura corporal e aptidão cardiorrespiratória. Ao substituir esse mesmo tempo de comportamento sedentário por AFL, houve alterações favoráveis sobre o perímetro da cintura no grupo NP e um aumento da glicemia plasmática em jejum no grupo EG. Não foram identificadas alterações significativas nas demais variáveis analisadas.

Níveis elevados de AF foram associados à diminuição da adiposidade e níveis mais altos de aptidão cardiorrespiratória (ACR) (Ortega, Ruiz, & Castillo, 2013). Na nossa amostra, a substituição de 18,51 minutos de SED por AFMV, levou a uma melhora significativa do %GC, já a substituição do mesmo período, de SED por AFL não apresentou significância. Resultados semelhantes foram encontrados nos estudos de Aggio (2015), Loprinzi (2015), onde encontraram alterações significativas ao se substituir SED por AFMV mas não por AFL. Resultados semelhantes aos por nós encontrados foram anteriormente descritos por Sardinha (2017), também numa população portuguesa. Nesse estudo e considerando que a realocação de 30 minutos por dia de tempo sedentário para o AFMV pode não ser viável para a maioria das crianças, utilizaram um objetivo mais realista, ou seja, a substituição de 15 minutos de SED por 15 minutos de AFMV que também produziu reduções favoráveis na adiposidade e perímetro da cintura .

Por outro lado, alguns autores tiveram resultados positivos na composição corporal de jovens ao utilizar o método de substituição isotemporal deslocando SED para AFL, entre eles, Collings (2017), del Pozo-Cruz (2017) e Hansen (2018). Ainda assim, nos mesmos estudos, as substituições envolvendo AFMV obtiveram resultados mais favoráveis.

Há muitas evidências sugerindo que a ACR é um importante indicador da saúde cardiovascular. Nos adultos, baixos níveis de ACR são considerados preditores de mortalidade como consequência de doenças cardiovasculares. Nos jovens, a baixa ACR está associada à obesidade e a características da síndrome

metabólica (Ekelund et al., 2012). Ademais, níveis elevados de ACR parecem atenuar as comorbilidades relacionadas à obesidade (Collings et al., 2017).

No que diz respeito à aptidão cardiorrespiratória, foram observadas melhorias significativas ao realocar 16,53 minutos e 22,53 minutos de SED por AFMV nos grupos NP e EG, respetivamente; enquanto a mesma substituição, de SED por AFL não se traduziu em quaisquer alterações.

Esses resultados coincidem com os estudos de Collings (2017) e Hansen (2018), e confirmam que a atividade física de intensidade leve parece não ser suficiente para alterar positivamente os valores da aptidão cardiorrespiratória, sendo para tal necessária a realização de atividade física de intensidades moderada a vigorosa. Tendo em consideração os nossos resultados parece-nos importante divulgar a necessidade de reduzir o tempo sedentário e incrementar as atividades físicas de intensidades mais elevadas, ainda que por curtos períodos de 15 a 20 minutos, de modo a obter benefícios para a saúde dos nossos jovens.

Contrariamente ao expectável, no que diz respeito aos fatores de risco metabólico, nomeadamente tensão arterial, perfil lipídico e glicose não foram encontradas quaisquer associações significativas na substituição do tempo passado em comportamento sedentário por AFMV. Já em seu estudo, Hansen (2018) analisou uma base de dados do ICAD, coletada em vários países e com uma população de 20.871 crianças e adolescentes, e verificou que o tempo despendido em AFMV foi significativamente associado a todos os resultados cardiometabólicos, independentemente do sexo, idade, tempo de uso do monitor, tempo em SED e perímetro da cintura. Nas análises combinadas, níveis mais altos de AFMV foram associados a melhoras nos fatores de risco cardiometabólico.

Por outro lado, no grupo NP, a realocação do tempo SED por AFL provocou uma alteração benéfica e estatisticamente significativa no perímetro da cintura. Esse resultado coincide com o estudo de Collings (2017), que também obteve resultados favoráveis na substituição de 20 minutos de tempo sedentário por AFL no que diz respeito a composição corporal. Nesse mesmo estudo, o autor

constatou que para melhorar os níveis de adiposidade total foi necessária uma intensidade de AF mais baixa (>2 METs) do que a necessária para conferir benefícios à aptidão cardiorrespiratória (>3 METs), em crianças de 6 a 8 anos (Collings et al., 2017).

No grupo EG a substituição de SED por AFL se mostrou significativa para as taxas de glicemia, contudo este resultado foi contrário às nossas hipóteses uma vez que esta substituição resultou num incremento dos valores de glucose. Tais resultados foram inesperados. Uma possível explicação para este resultado, pode estar relacionada não somente à AF, mas também à alimentação. No estudo de Dalene (2017) ocorreu algo similar, e o autor levantou a hipótese de que nas intensidades mais baixas da atividade física leve, uma refeição ou atividade envolvendo o consumo de lanches poder ser computada. Huang (2016) também traz uma informação relevante, no mesmo sentido, que dentro de uma mesma intensidade o consumo de lanches calóricos pode afetar os resultados.

Apesar dos efeitos menos pronunciados, existem mais oportunidades para aumentar AFL durante um dia, por exemplo, com deslocamentos leves e atividades cotidianas, e pode ser mais facilmente alcançável e mais fácil de promover do que a AFMV (Garcia-Hermoso et al., 2017). Há ainda um efeito aditivo de AFL e AFMV, onde ambos colaboram para o gasto energético total que tem efeitos benéficos demonstrados na saúde (Loprinzi et al., 2015). Além disso, os efeitos positivos da AFL podem ser mais relevantes em populações inativas e menos aptas, e em crianças e adolescentes obesos. Nossa amostra é composta por jovens saudáveis com um reduzido número de fatores de risco metabólico e os efeitos da substituição poderão não ser tão visíveis.

A discrepância entre os resultados encontrados nos diferentes estudos, pode ser parcialmente explicada pelas diferentes metodologias utilizadas nas pesquisas. Entre elas, diferentes sensores de movimento, posicionamento do sensor, métodos de processamento de dados e/ou pontos de corte diferentes para categorizar a intensidade da AF (Aggio et al., 2015). Este estudo utilizou medidas objetivas de AF, através do uso de acelerômetros, porém algumas limitações surgem a partir desse processo. A análise é realizada por apenas uma semana

(mínimo de 4 dias válidos), e generalizada como representativa do padrão de movimento de cada indivíduo avaliado. Além disso, os acelerômetros utilizados possuem a limitação de não permitirem a utilização durante atividades aquáticas, podendo subestimar os níveis de AF. Os participantes foram orientados a utilizar os acelerômetros somente durante as horas acordadas, e como foi relatado, o sono é uma variável importante no que diz respeito à obesidade e à saúde em geral. Sugere-se que, em estudos futuros, sejam utilizados acelerômetros que permitam o uso em ambientes aquáticos, que realizem análise da variação postural, e que sejam utilizados 24 horas por dia, para que as análises sejam mais precisas, e que se possa relacionar o sono com a atividade física e suas relações com a saúde geral dos indivíduos. Outra limitação deste estudo foi que, ao aplicar os requisitos para seleção dos indivíduos, a população foi reduzida de 652 para 285, e como não é representativa da população as conclusões não podem ser generalizadas para a população em geral. Finalmente, tratando-se de um estudo transversal não podemos assumir causalidade.

3.2.7 Conclusão

Os resultados deste estudo sugerem que o acréscimo dos minutos faltantes para se atingir os 60 minutos diários de atividade física moderada a vigorosa, e a consequente redução do tempo despendido em comportamento sedentário, podem trazer benefícios à composição corporal e aptidão cardiorrespiratória de crianças e adolescentes, melhorando assim sua saúde geral, e as condições para essa prática devem ser viabilizadas e incentivadas.

Desta forma parece importante que as mensagens de promoção da saúde pública não se foquem apenas na AFMV, mas também na redução do tempo sedentário tal como começa a ser previsto nas recomendações de AF de alguns países mais inovadores como a Austrália, através de seu departamento de saúde (2019) e Canadá (Tremblay et al., 2016). No entanto mais estudos, com desenhos longitudinais devem ser realizados na tentativa de encontrar as intensidades mais benéficas para a saúde.

4. Conclusão e Considerações Finais

Respondendo aos nossos objetivos verificamos que:

- A substituição de intensidades mais altas de atividade física por comportamento sedentário foi associada desfavoravelmente com os marcadores de obesidade avaliados.
- A substituição de SED por AFMV foi associada favoravelmente, com os mesmos marcadores de obesidade, de forma dosedependente, sendo maior a magnitude das associações conforme aumentou-se a intensidade e a duração da AF.
- A substituição de SED por AFL teve resultados nulos ou discretos sobre a adiposidade, quando analisada isoladamente, mas pode apresentar resultados positivos quando somada à AFMV.
- A substituição de 18,51 minutos de SED por AFMV resultou na redução do percentual de gordura corporal em crianças e adolescentes da nossa amostra
- Em crianças normoponderais a substituição de 16,53 minutos de SED por AFMV associou-se positivamente ao Vo2max e a substituição do mesmo tempo SED por AFL mostrou-se associada com o perímetro da cintura.
- No grupo com excesso de gordura, uma substituição 22,53 minutos de tempo sedentário por AFMV se traduziu em melhoria do Vo2max. A substituição do mesmo tempo de SED por AFL associou-se a um aumento dos níveis de glicemia.
- Não foram verificadas associações nas substituições realizadas para o mesmo tempo e intensidades em qualquer um dos outros fatores de risco metabólico analisados.

A obesidade é um dos problemas de saúde mais graves atualmente, associada a inúmeras comorbilidades, inclusive síndrome metabólica, com efeitos severos

na vida dos indivíduos acometidos e gastos elevados para os sistemas de saúde e governos. Por ser um problema estrutural da nossa sociedade atual, que possui características obesogênicas, é necessária uma série de ações conjuntas entre governos, instituições de saúde e comunitárias. A prevenção à obesidade deve começar desde o período gestacional, com aconselhamento pré-natal e cuidados com a mãe. A infância é um estágio importante da construção de um estilo de vida saudável, envolvendo alimentação, atividade física e sono balanceados. A adolescência também se mostra um importante ponto de atuação, pois é nessa faixa etária que se define a maior parte dos hábitos que se leva para a vida adulta, e existe vasta evidência que é durante a adolescência que ocorre o maior declínio na prática de atividade física.

As recomendações internacionais para crianças e adolescentes em idade escolar sugerem o aumento do tempo despendido em AFMV para benefícios à saúde e aptidão física, defendendo 60 minutos diários de AFMV. No entanto, evidências sugerem que a maioria das crianças e adolescentes não atinge os 60 minutos por dia dessas atividades. A educação física escolar é a fonte mais amplamente disponível para promover atividades físicas entre os jovens e, para muitos, a educação física oferece a oportunidade mais relevante para a prática da AF (Costa, 2017). A educação física é considerada o melhor instrumento dentro do campo educacional para aumentar os níveis de atividade física entre os jovens e promover estilos de vida ativos e saudáveis (EuropeanCommission/EACEA/Eurydice, 2013). Em seu estudo, (Costa, 2017), constatou que nos dias em que há aulas de educação física, metade dos estudantes atinge as recomendações diárias de AFMV, em comparação com 27,7% nos demais dias letivos, e 12,7% nos dias de fim de semana sugerindo ainda que a EDF aumentou os níveis diários de AF total e AFMV em jovens e desempenhou um papel considerável no fornecimento de AF estruturada nessas idades. A educação física deveria ser incorporada aos currículos escolares desde a educação infantil, com professores formados, uma vez que quanto mais cedo se atua na prevenção da obesidade e na construção de hábitos saudáveis, mais fácil é, e menos recursos se consome.

Por atuar diretamente com crianças e adolescentes, a escola, enquanto instituição, é de suma importância, e deve agir tanto educando os estudantes em relação a aquisição de hábitos saudáveis, quanto provendo alimentação saudável e propiciando a prática de atividade física. De facto, as crianças e adolescentes passam grande parte de seus dias e consomem uma proporção considerável de suas calorias diárias na escola, por isso, o ambiente escolar afeta o desenvolvimento da obesidade infantil (Kumar & Kelly, 2017), e deve, portanto, proporcionar o fácil acesso à alimentação saudável e à prática de desporto (Spruijt-Metz, 2011). Por outro lado, grande parte do tempo sedentário entre os jovens ocorre na escola. Destarte, são necessários esforços para substituir as atividades sedentárias por AFMV nas escolas. Dentro da escola os momentos mais propícios para a prática da AF são o intervalo e as aulas de educação física, e em ambos os momentos a AF deve ser possibilitada e estimulada. Os professores de educação física devem se atentar a quantidade de minutos despendidos em AFMV durante suas aulas, uma vez que esse é o momento mais relevante para o acúmulo de atividade física total entre crianças e adolescentes, e o único espaço seguro para a prática em muitos casos. A recomendação da Organização Mundial de Saúde, de 60 minutos diários de AFMV parece promover melhoras tanto a nível de composição corporal quanto de aptidão cardiorrespiratória. Uma vez que a relação entre AF e marcadores de saúde é dosedependente, um estilo de vida mais ativo traz ainda mais benefícios. Como uma grande parte dos indivíduos não atinge os 60 minutos diários, esse parece um bom ponto de partida, e qualquer aumento possível no tempo total de AF, especialmente em níveis mais intensos, deve ser estimulado e valorizado.

De acordo com o nosso trabalho, no que concerne à atividade física, AFV parece conferir o maior benefício para o condicionamento físico com base no deslocamento do tempo de igual para igual com SED ou outras intensidades de AF. No entanto, deve-se considerar que a substituição de SED por AFV, provavelmente constituiria uma proposta de saúde pública desafiadora, dadas as atuais pandemias de obesidade e inatividade física, que são definidas dentro do que foi denominado ambiente e sociedade obesogênicos. Primeiramente, um

objetivo mais razoável e viável seria focar no deslocamento de SED em favor de qualquer intensidade de AF, enfatizando os maiores retornos oferecidos por AF de maior intensidade (de intensidade pelo menos moderada e particularmente vigorosa), como forma de melhorar a composição corporal e a aptidão física (Collings et al., 2017).

Apesar das atividades acadêmicas potencialmente interferirem no objetivo de aumentar o tempo despendido em AFMV entre crianças e adolescentes, algumas estratégias podem ser incentivadas, a promoção de esportes organizados parece contribuir para aumentar a AFMV e a proporção de jovens que atendem às recomendações de AF (Garcia-Hermoso, Saavedra, Ramirez-Velez, Ekelund, & Del Pozo-Cruz, 2017). Outra estratégia potencial para conseguir isso é integrar atividades de alta intensidade durante o recreio escolar das crianças ou incentivar os professores de educação física a aumentar a intensidade da AF em suas aulas. A última sugestão parece viável, porque parece possível aumentar o AFMV nas aulas de educação física sem comprometer a motivação intrínseca dos alunos, a competência percebida ou os objetivos planejados das aulas (Sardinha, Marques, Minderico, & Ekelund, 2017). Outra forma de aumentar o tempo em AFMV, é através de meios de transporte ativo, como caminhada ou ciclismo. O transporte ativo contribui para o aumento da AF total e pode ser uma influência positiva sobre o perfil de saúde metabólica de crianças e adolescentes (Pizarro et al., 2013).

A literatura aponta para que crianças com sobrepeso e obesidade ganham mais peso durante os meses de férias do que durante o ano letivo, sugerindo que intervenções fora da escola também devam ser investigadas. A principal diferença observada entre o ano letivo e as férias está no nível de atividade física (Brown et al., 2015). Como as atividades baseadas em tela são a principal fonte dos comportamentos sedentários das crianças no lazer, uma estratégia possível pode ser a redução do tempo que as crianças passam no computador, falando em telefones celulares ou jogando videogame. Reduzir o tempo sedentário em combinação com a promoção de esportes organizados adequados para jovens nos tempos livres pode ter implicações favoráveis, porque os esportes

organizados parecem contribuir para o aumento da AFMV e a proporção de jovens que atendem às recomendações da AF (Sardinha et al., 2017). Uma outra alternativa, que demonstrou sucesso no aumento da atividade física nas crianças, assim como nos adolescentes, é o 'exergaming', ou o uso de jogos eletrônicos projetados para promover o exercício físico (Brown et al., 2015). Vale ressaltar que a sugestão dos 'exergames' pressupõe uma condição socioeconômica mínima, não sendo uma alternativa viável para uma grande parcela da população mundial.

Futuras investigações devem procurar usar uma amostra maior e representativa da população em estudo de modo a que se possa extrapolar os resultados para a população em geral e criar estratégias bem fundamentadas no sentido da promoção da saúde. Por outro lado, será importante analisar como estas substituições impactarão populações de jovens mais acometidas pelos indicadores de saúde metabólica por nós avaliados. Importa ainda avaliar o efeito das substituições de comportamentos de AF em outros marcadores de saúde, outras intensidades e outros períodos temporais para que as estratégias sejam viáveis na sua execução.

5. Referências Bibliográficas

- ACSM. (1998). American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 30(6), 975-991. doi:10.1097/00005768-199806000-00032
- Aggio, D., Smith, L., & Hamer, M. (2015). Effects of reallocating time in different activity intensities on health and fitness: a cross sectional study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 12. doi:10.1186/s12966-015-0249-6
- Anzolin, C. C., Silva, D. A. S., Zanuto, E. F., Cayres, S. U., Codogno, J. S., Costa Junior, P., . . . Christofaro, D. G. D. (2017). Accuracy of different cutoff points of body mass index to identify overweight according to body fat values estimated by DEXA. *Jornal De Pediatria*, 93(1), 58-63. doi:10.1016/j.jped.2016.04.010
- Barlow, S. E. (2007). Expert committee recommendations regarding the prevention, assessment, and treatment of child and adolescent overweight and obesity: summary report. *Pediatrics*, 120 Suppl 4, S164-192. doi:10.1542/peds.2007-2329C
- Brown, C. L., Halvorson, E. E., Cohen, G. M., Lazorick, S., & Skelton, J. A. (2015). Addressing Childhood Obesity: Opportunities for Prevention. *Pediatr Clin North Am*, 62(5), 1241-1261. doi:10.1016/j.pcl.2015.05.013
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public health reports (Washington, D.C. : 1974)*, 100(2), 126-131.
- Choi, L., Liu, Z., Matthews, C. E., & Buchowski, M. S. (2011). Validation of accelerometer wear and nonwear time classification algorithm. *Med Sci Sports Exerc*, 43(2), 357-364. doi:10.1249/MSS.0b013e3181ed61a3
- Collings, P. J., Westgate, K., Vaisto, J., Wijndaele, K., Atkin, A. J., Haapala, E. A., . . . Lakka, T. A. (2017). Cross-Sectional Associations of Objectively-Measured Physical Activity and Sedentary Time with Body Composition and Cardiorespiratory Fitness in Mid-Childhood: The PANIC Study. *Sports Medicine*, 47(4), 769-780. doi:10.1007/s40279-016-0606-x
- Costa, M. S. S. d. (2017). *Physical activity patterns in children and adolescents, and the contribution of physical education classes to daily physical activity, according to gender and body mass index*. Porto: Manuela Costa
- Dalene, K. E., Anderssen, S. A., Andersen, L. B., Steene-Johannessen, J., Ekelund, U., Hansen, B. H., & Kolle, E. (2017). Cross-sectional and prospective associations between physical activity, body mass index and waist circumference in children and adolescents. *Obesity Science & Practice*, 3(3), 249-257. doi:10.1002/osp4.114
- Del Pozo-Cruz, B., Gant, N., Del Pozo-Cruz, J., & Maddison, R. (2017). Relationships between sleep duration, physical activity and body mass index in young New Zealanders: An isotemporal substitution analysis. *PLoS One*, 12(9), e0184472. doi:10.1371/journal.pone.0184472
- del Pozo-Cruz, B., Gant, N., del Pozo-Cruz, J., & Maddison, R. (2017). Relationships between sleep duration, physical activity and body mass index in young New Zealanders: An isotemporal substitution analysis. *PLoS One*, 12(9). doi:10.1371/journal.pone.0184472
- Donnelly, J. E., Blair, S. N., Jakicic, J. M., Manore, M. M., Rankin, J. W., Smith, B. K., & American College of Sports, M. (2009). American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc*, 41(2), 459-471. doi:10.1249/MSS.0b013e3181949333
- Dumuid, D., Stanford, T. E., Pedisic, Z., Maher, C., Lewis, L. K., Martin-Fernandez, J. A., . . . Olds, T. (2018). Adiposity and the isotemporal substitution of physical activity, sedentary

- time and sleep among school-aged children: a compositional data analysis approach. *BMC Public Health*, 18(1), 311. doi:10.1186/s12889-018-5207-1
- Ekelund, U., Luan, J., Sherar, L. B., Esliger, D. W., Griew, P., & Cooper, A. (2012). Moderate to vigorous physical activity and sedentary time and cardiometabolic risk factors in children and adolescents. *Jama*, 307(7), 704-712. doi:10.1001/jama.2012.156
- EuropeanCommission/EACEA/Eurydice. (2013). Physical Education and Sport at School in Europe. *Luxembourg: Publications Office of the European Union*. doi:10.2797/49648
- Evenson, K. R., Catellier, D. J., Gill, K., Ondrak, K. S., & McMurray, R. G. (2008). Calibration of two objective measures of physical activity for children. *J Sports Sci*, 26(14), 1557-1565. doi:10.1080/02640410802334196
- FITescola®. (2017). Retrieved from <https://fitescola.dge.mec.pt/detalhesTeste.aspx?id=2>
- Garcia-Hermoso, A., Saavedra, J. M., Ramirez-Velez, R., Ekelund, U., & Del Pozo-Cruz, B. (2017). Reallocating sedentary time to moderate-to-vigorous physical activity but not to light-intensity physical activity is effective to reduce adiposity among youths: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*, 18(9), 1088-1095. doi:10.1111/obr.12552
- Hansen, B. H., Anderssen, S. A., Andersen, L. B., Hildebrand, M., Kolle, E., Steene-Johannessen, J., . . . Ekelund, U. (2018). Cross-Sectional Associations of Reallocating Time Between Sedentary and Active Behaviours on Cardiometabolic Risk Factors in Young People: An International Children's Accelerometry Database (ICAD) Analysis. *Sports Med*, 48(10), 2401-2412. doi:10.1007/s40279-018-0909-1
- Hansen, B. H., Anderssen, S. A., Andersen, L. B., Hildebrand, M., Kolle, E., Steene-Johannessen, J., . . . Int Childrens, A. (2018). Cross-Sectional Associations of Reallocating Time Between Sedentary and Active Behaviours on Cardiometabolic Risk Factors in Young People: An International Children's Accelerometry Database (ICAD) Analysis. *Sports Medicine*, 48(10), 2401-2412. doi:10.1007/s40279-018-0909-1
- Health, D. o. (2019). Australian 24 Hour Guideline Development Report for Children and Young people.pdf. Retrieved from <https://www1.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/health-24-hours-phys-act-guidelines>
- Heymsfield, S. B., & Wadden, T. A. (2017). Mechanisms, Pathophysiology, and Management of Obesity. *N Engl J Med*, 376(3), 254-266. doi:10.1056/NEJMra1514009
- Huang, W. Y., Wong, S. H., He, G., & Salmon, J. O. (2016). Isotemporal Substitution Analysis for Sedentary Behavior and Body Mass Index. *Med Sci Sports Exerc*, 48(11), 2135-2141. doi:10.1249/mss.0000000000001002
- Huang, Y. J., Stephen, H. S. W., & Jo, S. (2009). Reliability and Validity of the Modified Chinese Version of the Children's Leisure Activities Study Survey (CLASS) Questionnaire in Assessing Physical Activity among Hong Kong Children. *Pediatric Exercise Science*, 21(3), 339-353. doi:10.1123/pes.21.3.339
- Kumar, S., & Kelly, A. S. (2017). Review of Childhood Obesity: From Epidemiology, Etiology, and Comorbidities to Clinical Assessment and Treatment. *Mayo Clin Proc*, 92(2), 251-265. doi:10.1016/j.mayocp.2016.09.017
- Loprinzi, P. D., Cardinal, B. J., Lee, H., & Tudor-Locke, C. (2015). Markers of adiposity among children and adolescents: implications of the isotemporal substitution paradigm with sedentary behavior and physical activity patterns. In *J Diabetes Metab Disord* (Vol. 14, pp. 46). Switzerland.
- McCarthy, H. D., Cole, T. J., Fry, T., Jebb, S. A., & Prentice, A. M. (2006). Body fat reference curves for children. *Int J Obes (Lond)*, 30(4), 598-602. doi:10.1038/sj.ijo.0803232
- Mekary, R. A., Willett, W. C., Hu, F. B., & Ding, E. L. (2009). Isotemporal Substitution Paradigm for Physical Activity Epidemiology and Weight Change. *Am J Epidemiol*, 170(4), 519-527. doi:10.1093/aje/kwp163

- Negrão, C. E., & Barretto, A. C. P. (2010). *Cardiologia do Exercício do Atleta ao Cardiopata*. 3a Edição.
- Ng, M., Fleming, T., Robinson, M., Thomson, B., Graetz, N., Margono, C., . . . Gakidou, E. (2014). Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*, 384(9945), 766-781. doi:10.1016/s0140-6736(14)60460-8
- Oliveira, R. G., & Guedes, D. P. (2016). Physical Activity, Sedentary Behavior, Cardiorespiratory Fitness and Metabolic Syndrome in Adolescents: Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Evidence. *PLoS One*, 11(12), e0168503. doi:10.1371/journal.pone.0168503
- OMS. (2018). World Health Organization. Obesity and overweight. Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Ortega, F. B., Ruiz, J. R., & Castillo, M. J. (2013). [Physical activity, physical fitness, and overweight in children and adolescents: evidence from epidemiologic studies]. *Endocrinol Nutr*, 60(8), 458-469. doi:10.1016/j.endonu.2012.10.006
- Pizarro, A. N., Ribeiro, J. C., Marques, E. A., Mota, J., & Santos, M. P. (2013). Is walking to school associated with improved metabolic health? *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 10(1), 12. doi:10.1186/1479-5868-10-12
- Rolland-Cachera, M. F. (2011). Childhood obesity: current definitions and recommendations for their use. *Int J Pediatr Obes*, 6(5-6), 325-331. doi:10.3109/17477166.2011.607458
- Romanzini, M., Petroski, E. L., & Reichert, F. F. (2012). Limiares de acelerômetros para a estimativa da intensidade da atividade física em crianças e adolescentes: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 14, 101-113. Retrieved from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-00372012000100011&nrm=iso
- Sardinha, L. B., Marques, A., Minderico, C., & Ekelund, U. (2017). Cross-sectional and prospective impact of reallocating sedentary time to physical activity on children's body composition. *Pediatric Obesity*, 12(5), 373-379. doi:10.1111/ijpo.12153
- Sasaki, J., Coutinho, A. P., Santos, C., Bertuol, C., Minatto, G., Berria, J., . . . Benedetti, T. (2017). Orientações para utilização de acelerômetros no Brasil. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, 22. doi:10.12820/rbafs.v.22n2p110-126
- Silva, G., Oliveira, N. L., Aires, L., Mota, J., Oliveira, J., & Ribeiro, J. C. (2012). Calculation and validation of models for estimating VO 2max from the 20-m shuttle run test in children and adolescents. *Archives of Exercise in Health and Disease*, 3, 145-152. doi:10.5628/aeht.v3i1-2.20
- Silveira, M. R. d., Frollini, A. B., Verlengia, R., & Cavaglieri, C. R. (2009). Correlação entre obesidade adipocinas e sistema imunológico. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2009, 11(4):466-472, 11(04), 7.
- Slining, M. M., Herring, A. H., Popkin, B. M., Mayer-Davis, E. J., & Adair, L. S. (2013). Infant BMI trajectories are associated with young adult body composition. *Journal Of Developmental Origins Of Health And Disease*, 4(1), 56-68. doi:10.1017/S2040174412000554
- Spruijt-Metz, D. (2011). Etiology, Treatment, and Prevention of Obesity in Childhood and Adolescence: A Decade in Review. In (Vol. 21, pp. 129-152): *Journal of Research on Adolescence*.
- Stenvinkel, P. (2015). Obesity--a disease with many aetiologies disguised in the same oversized phenotype: has the overeating theory failed? *Nephrology Dialysis Transplantation*, 30(10), 1656-1664. doi:10.1093/ndt/gfu338
- Swinburn, B. A., Kraak, V. I., Allender, S., Atkins, V. J., Baker, P. I., Bogard, J. R., . . . Dietz, W. H. (2019). The Global Syndemic of Obesity, Undernutrition, and Climate Change: The

- Lancet Commission report. *The Lancet*, 393(10173), 791-846. doi:10.1016/s0140-6736(18)32822-8
- Tremblay, M. S., Carson, V., Chaput, J. P., Connor Gorber, S., Dinh, T., Duggan, M., . . . Zehr, L. (2016). Canadian 24-Hour Movement Guidelines for Children and Youth: An Integration of Physical Activity, Sedentary Behaviour, and Sleep. *Appl Physiol Nutr Metab*, 41(6 Suppl 3), S311-327. doi:10.1139/apnm-2016-0151
- WOF. (2019). World Obesity Federation. Retrieved from <https://www.worldobesity.org/about/about-obesity>
- Wohlfahrt-Veje, C., Tinggaard, J., Winther, K., Mouritsen, A., Hagen, C. P., Mieritz, M. G., . . . Main, K. M. (2014). Body fat throughout childhood in 2647 healthy Danish children: agreement of BMI, waist circumference, skinfolds with dual X-ray absorptiometry. *European Journal Of Clinical Nutrition*, 68(6), 664-670. doi:10.1038/ejcn.2013.282