

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA FISIOTERAPIA E DANÇA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

RODOLFO DA SILVA BRUM

**O PAPEL MODERADOR DA APTIDÃO FÍSICA NA ASSOCIAÇÃO DOS
PADRÕES DE COMPORTAMENTO SEDENTÁRIO COM INDICADORES DE
SAÚDE CARDIOMETABÓLICA**

PORTO ALEGRE

2023

RODOLFO DA SILVA BRUM

**O PAPEL MODERADOR DA APTIDÃO FÍSICA NA ASSOCIAÇÃO DOS
PADRÕES DE COMPORTAMENTO SEDENTÁRIO COM INDICADORES DE
SAÚDE CARDIOMETABÓLICA**

Dissertação de mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Ciências do
Movimento Humano da Escola de Educação Física
Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do
Rio Grande do Sul como requisito parcial para a
obtenção do Título de Mestre em Ciências do
Movimento Humano

Orientadora: Prof. Dr. Anelise Reis Gaya
Coorientador: Prof. Dr. Júlio Brugnara Mello

Porto Alegre
2023

CIP - Catalogação na Publicação

Brum, Rodolfo da Silva

O papel moderador da aptidão física na associação dos padrões de comportamento sedentário com indicadores de saúde cardiometabólica / Rodolfo da Silva Brum. -- 23.

41 f.

Orientadora: Anelise Reis Gaya.

Coorientadora: Júlio Brugnara Mello.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Educação Física, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, Porto Alegre, BR-RS, 23.

1. Comportamento sedentário. 2. Crianças. 3. Aptidão física . 4. Acelerômetro. I. Gaya, Anelise Reis, orient. II. Mello, Júlio Brugnara, coorient. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Mais um ciclo de minha vida se encerra. Nesta caminhada, passei por diversas experiências, dificuldades e precisei lutar com alguns demônios que me assombravam durante o dia. Por outro lado, foi muito gratificante, tive vários momentos de felicidade e fiz conexões com pessoas que se tornaram e vão continuar sendo importantes para mim. Mas todo esse percurso não foi trilhado sozinho e não teria como ser. Então, chegou a hora de agradecer a todos aqueles que estiveram ao meu lado em todos os momentos deste percurso, sejam eles bons ou ruins.

Primeiramente e acima de tudo, aos meus pais, Angela e Joedir, que me apoiaram, não somente neste percurso mas ao longo de toda minha existência.

Ao meu pai que sempre ajudou a pensar de maneira racional, fazer sempre pelo o que é certo e, apesar de não ter concluído o ensino fundamental, sempre fez questão de mostrar e enaltecer o valor da educação e o respeito pelos professores.

A minha mãe, por todo carinho dedicado a mim. Por me ajudar a enfrentar meus demônios e só de ouvir meu silêncio já era o suficiente pra entender o que se passava. Por sempre tentar me manter motivado. E por me mostrar todo o encanto que se tem em ser um professor.

Ao meu grande amigo Rodrigo, que tem me acompanhado durante toda minha trajetória como aluno, sendo meu professor desde a 5ª série até o fim do ensino médio e no ensino superior. Por me mostrar, sempre com grande fascínio, o valor do esporte e a importância da Educação Física. Por acreditar no meu potencial na escola, quando por vezes outros professores não acreditaram. E por me apresentar a ciência, na qual estou trilhando meu caminho hoje.

A minha orientadora Anelise, primeiramente pela oportunidade em me aceitar como seu orientando. Por acreditar no meu potencial e sempre me incentivando a crescer. Por me apresentar um mundo de possibilidades, sempre nos incentivando a frequentar eventos e conhecer pessoas. Por ter mantido minha “tranquilidade” exagerada.

Ao meu coorientador Júlio, por sempre estar disposto a me ajudar. Pelo seu pensamento crítico que contribuiu muito para construção desta dissertação. Pelos

conselhos, sempre me mostrando que devo trilhar o meu caminho e fazer que gosto independente de qualquer coisa.

Ao meu amigo e professor Adroaldo, pelos ensinamentos valiosos e por me acompanhar desde o início desta caminhada. Por sempre nos mostrar com grande fascínio e amor a importância da Educação Física e da ciência.

As minhas amigas Keith e Juliana, as quais entraram junto comigo no mestrado e vivenciamos grandes experiências. Em especial minha grande amiga Keith, que sempre esteve me apoiando tanto na vida acadêmica quanto na pessoal. E muitas vezes sentamos debaixo daquele flamboaiã para conversar, fofocar, xingar, rir, chorar ou simplesmente ficar só em silêncio.

Agradeço a todos os membros do grupo de pesquisa Projeto Esporte Brasil pela amizade e parceria. Assim como, os membros de gerações passadas, pois talvez este trabalho não existiria sem o auxílio deles.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa CNPq pelo fomento à pesquisa, financiamento e concessão de bolsas.

A todos os professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano.

educação

naquela pequena mesa com tinteiro embutido
 eu quebrava minha cabeça com as palavras *sing* e *sing*.¹
 não sei por que
 mas
sing e *sing*:
 elas me incomodavam.

os outros prosseguiram e aprenderam
 coisas novas
 mas eu fiquei ali sentado
 pensando sobre
sing e *sing*.
 havia algo ali
 que eu não conseguia
 superar.
 [...]
 a professora tinha um
 rosto feroz
 ele convergia ríspidamente até um
 ponto
 sob grossa camada de pó
 branco

certa tarde ela pediu à minha mãe para vir
 conversar
 [...]
 “ele não está aprendendo
 nada”, a professora
 disse à minha
 mãe.

“por favor dê uma chance
 a ele, sra. Sims!”

“ele não está *se esforçando*, sra.
 Chinaski!”
 [...]

depois eu estava andando com
 a minha mãe
 estávamos andando na
 frente da escola,
 havia bastante grama verde
 e depois a
 calçada.

“ah, henry” minha mãe disse,
 “seu pai está tão desapontado com
 você, eu não sei o que vamos
 fazer!”

pai, minha mente dizia,
 pai e pai e
 pai.
 palavras assim.

Charles Bukowsk

¹ Respectivamente “cantar” e “assinar” (nota de tradução)

RESUMO

O comportamento sedentário e as quebras/interrupções nesse comportamento estão associados ao aumento do risco ou na proteção da obesidade, de doenças cardiometabólicas e outros problemas de saúde de crianças. A aptidão física geral é reconhecida por sua influência benéfica para a saúde, sendo possível que tenha um papel moderador na associação entre comportamento sedentário e marcadores de saúde. Esta dissertação teve como objetivo verificar o papel moderador da aptidão cardiorrespiratória (ApC) e da potência de membros inferiores (PMI) na relação do comportamento sedentário (total e *breaks*) com marcadores de saúde cardim metabólica (leptina e proteína C-reativa [PCR]) em crianças de 6 a 11 anos. Para tal, participaram deste estudo 80 crianças da faixa etária proposta que, utilizaram um acelerômetro fixado na cintura por 7 dias consecutivos para estimar o comportamento sedentário e atividade física. Os indicadores de saúde cardiometabólica, leptina e PCR, foram medidos através de amostras de sangue venoso. Os componentes da aptidão física, ApC e PMI, foram avaliados através dos testes de corrida dos 6 minutos e salto horizontal, respectivamente, seguindo os protocolos do PROESP-Br. Foram realizados diferentes modelos de moderações por meio de regressão linear múltipla para testar o papel moderador da aptidão física na associação do comportamento sedentário com marcadores de risco cardiometabólicos. Os resultados inducam uma interação da PMI com comportamento sedentário total na associação com leptina; interação da ApC e PMI com os *breaks* nas associações da leptina e da PCR. Dessa forma, conclui-se que a aptidão física exerce um papel moderador na relação dos marcadores de risco cardiometabólicos com o comportamento sedentário e o tempo gasto em *breaks*. Portanto, sugere-se que em intervenções futuras deem ênfase em reduzir o comportamento sedentário das crianças, mas também aumentar o nível de aptidão física.

Palavras-chave: crianças; comportamento sedentário; aptidão física; marcadores cardiometabólicos

Abstract

The sedentary behavior and interruptions in such behavior are associated with increased risk or protection from obesity, cardiometabolic diseases, and other health problems in children. General physical fitness is recognized for its beneficial influence on health, and it is possible that it plays a moderating role in the association between sedentary behavior and health markers. This dissertation aimed to verify the moderating role of cardiorespiratory fitness (CRF) and lower limb power (LLP) in the relationship between sedentary behavior (total and breaks) and cardiometabolic health markers (leptin and C-reactive protein [CRP]) in children aged 6 to 11 years. For this purpose, 80 children within the proposed age range participated in this study. They used a waist-worn accelerometer for 7 consecutive days to estimate sedentary behavior and physical activity. Cardiometabolic health indicators, leptin, and CRP were measured through venous blood samples. The components of physical fitness, CRF, and LLP were assessed using the 6-minute run and horizontal jump tests, respectively, following the PROESP-Br protocols. Different moderation models were performed using multiple linear regression to test the moderating role of physical fitness in the association between sedentary behavior and cardiometabolic risk markers. The results showed an interaction of LLP with total sedentary behavior in association with leptin, and an interaction of CRF and LLP with breaks in the associations of leptin and CRP. Therefore, it was concluded that physical fitness plays a moderating role in the relationship between cardiometabolic risk markers and sedentary behavior and time spent in breaks. Thus, it is suggested that future interventions should emphasize reducing sedentary behavior in children while also increasing their level of physical fitness.

Keywords: children; sedentary behavior; Physical aptitude; cardiometabolic markers

SUMÁRIO

2. INTRODUÇÃO.....	9
3. Referencial teórico.....	12
2.1 Comportamento sedentário.....	12
2.1.1 Medindo o comportamento sedentário.....	13
2.1.2 Padrões de comportamento sedentário.....	14
2.2 Obesidade e o processo de inflamação.....	16
2.2.1 Leptina.....	18
2.2.2 Proteína C-reativa.....	18
2.3 Aptidão Física.....	20
4. artigo original.....	22
5. CONSIDERAÇÕES finais:.....	43
6. Referências.....	44

1. INTRODUÇÃO

A prática de atividade física organizada é um requisito fundamental para a manutenção de uma vida saudável e com menos riscos para a saúde. A falta de atividade física está associada principalmente à obesidade e por consequência à síndrome metabólica, diabetes tipo 2, e doenças cardiovasculares (ELAGIZI *et al.*, 2020). Com o passar do tempo e o avanço da tecnologia, a realização de tarefas do dia a dia passou a ser mais simples, reduzindo o tempo e a intensidade da atividade física, levando a um aumento do tempo em comportamento sedentário (SPEAKMAN, 2020). A partir disso, surge uma área emergente de estudos relacionando o tempo sedentário ao estado de saúde, destacando o papel do tempo sentado prolongado para o desenvolvimento da obesidade (JOCHEM; SCHMID; LEITZMANN, 2018).

A obesidade pode desencadear várias comorbidades e tem sido evidenciado como doença inflamatória, uma vez que alguns processos patológicos a ela associados são predeterminados pela interação entre o metabolismo e o sistema imunológico (SINGLA; BARDOLOI; PARKASH, 2010). Muitas destas interações são orquestradas por uma complexa rede de mediadores produzidos pelas células imunes e tecido adiposo, como as citocinas e marcadores de inflamação (SINGLA; BARDOLOI; PARKASH, 2010). O tecido adiposo tem sido identificado como um órgão endócrino pois secreta vários fatores peptídicos e proteínas bioativas denominadas adipocitocinas, bem como fatores não-peptídicos.

Uma das possíveis explicações do comportamento sedentário estar associado com a obesidade pode estar nas respostas metabólicas em consequência de ficar imóvel por longos períodos durante o dia (HAMILTON; HAMILTON; ZDERIC, 2007). Alguns autores sugerem que a imobilização proporciona o disparo de respostas estressoras responsáveis pelos efeitos deletérios à saúde (CHARANSONNEY, 2011). Períodos prolongados sem contração muscular causam redução da utilização de glicose pelos músculos, que pode ocasionar a atrofia muscular e diminuição da utilização de energia pelos músculos inativos (CHARANSONNEY, 2011). Adicionalmente, o tempo sentado resulta em longos períodos de hiperglicemia pós-prandial favorecendo o estresse oxidativo, aumento da concentração de marcadores pró-inflamatórios e a disfunção endotelial (CHARANSONNEY, 2011; YOUNG *et al.*, 2016).

Neste contexto, a atividade física regular na perspectiva de uma abordagem não farmacológica para o tratamento do excesso de peso e suas comorbidades, demonstra uma melhora da aptidão física e redução da gordura corporal, podendo induzir adaptações fisiológicas, endócrinas e cardiovasculares (ANTUNES *et al.*, 2020; BONNEY *et al.*, 2019). Ademais, o exercício físico regular propõe um estado anti-inflamatório que pode prevenir o aparecimento de doenças crônicas (SCHEFFER; LATINI, 2020), e contribuir na melhora da aptidão cardiorrespiratória (ApC) que, por sua vez, auxilia no papel imunorregulador, mantendo baixos níveis de mediadores inflamatórios (DORNELES *et al.*, 2019).

O comportamento sedentário excessivo tem sido associado ao risco de doenças cardiometabólicas e principalmente à obesidade. Por outro lado, evidências demonstram certa heterogeneidade e com fracas associações entre os estudos que associaram o comportamento sedentário com indicadores de obesidade (BIDDLE; PEARSON; SALMON, 2018). Esta realidade pode se dar devido à complexidade do comportamento sedentário que pode se dar em diversos contextos. Além disso, há evidências para acreditar que essa relação pode ser atenuada por níveis elevados de atividade física e aptidão física (DA COSTA *et al.*, 2022a; EKELUND *et al.*, 2016a).

Avaliar a relação do comportamento sedentário com marcadores envolvidos em processos de inflamação aqui estudados (leptina, CRP) é importante para entendermos como o comportamento sedentário está associado ao sobrepeso/obesidade e suas comorbidades. Além disso, tal comportamento tem se mostrado cada vez mais complexo de se entender, com diversas formas de se medir e em diversos contextos. Ademais, comportamento sedentário parece ser moderado por outras variáveis como a aptidão física. Compreender estes aspectos o quanto antes na idade de um indivíduo, como na infância, tem fundamental importância para que políticas e intervenções de promoção a saúde possam ser realizadas com maior precisão, tendo em vista que maus hábitos de saúde desenvolvidos na infância têm mais chances de serem continuados na vida adulta. Pensando nisso, este estudo teve como objetivo verificar o papel moderador da aptidão física na relação entre o comportamento sedentário e interrupções sedentárias (*breaks*) com marcadores de saúde cardiometabólica (leptina e proteína C-reativa).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 COMPORTAMENTO SEDENTÁRIO

O comportamento sedentário é caracterizado como aquelas atividades de baixo gasto energético realizadas durante o período de vigília em posição sentado, deitado ou reclinado (TREMBLAY *et al.*, 2017). Atividades como utilizar computador, celular, assistir TV, ler um livro, são exemplos de atividades sedentárias.

Utilizando os equivalentes metabólicos (METs) como referência, o comportamento sedentário se caracteriza como atividades que envolvam até 1,5 METs. Atividades acima de 1,5 METs são consideradas como atividade física (AINSWORTH *et al.*, 2011). Como exemplo, caminhar em ritmo moderado a rápido envolve um gasto energético de 3 a 5 METs, assim como corridas vigorosas podem envolver gastos de energia de 8 METs ou mais (AINSWORTH *et al.*, 2011).

É importante salientar que as definições de comportamento sedentário, atualmente, não são descritas como sinônimos de inatividade física. O termo inatividade física tem sido utilizado para descrever o não cumprimento das recomendações de atividades físicas para saúde (TREMBLAY *et al.*, 2017). A principal explicação para esta divergência está no fato de que se considerarmos um período de tempo, por exemplo as 24 horas de seu dia, esses comportamentos podem coexistir. Ou seja, um indivíduo pode cumprir as recomendações de atividade física em uma hora do seu dia e no restante passar longos períodos sedentários (BRASIL, 2021).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda, para benefícios da saúde, que um adulto deva fazer pelo menos 150-300 min de atividade física aeróbica de intensidade moderada, ou pelo menos 75-150 min de atividade física aeróbica de intensidade vigorosa ao longo da semana. Para crianças e adolescentes, a OMS recomenda que devam realizar pelo menos 60 minutos por dia em intensidade moderada a vigorosa, durante a semana (WHO, 2020). Entretanto, para o comportamento sedentário, não há recomendações quantitativas. A OMS recomenda que se deva limitar o tempo de comportamento sedentário, substituir o tempo sedentário por atividade física de qualquer intensidade ou fazer mais do que os níveis recomendados de atividade física moderada a vigorosa (WHO, 2020). Seguindo a mesma linha, mais recentemente, o ministério da saúde lançou o Guia de Atividade Física Para a População Brasileira (BRASIL, 2021). Nele

é possível encontrar recomendações de que, tanto para adultos quanto para crianças e adolescentes, se deva realizar quebras no comportamento para evitar longos períodos sedentários ininterruptos. Por exemplo, a cada uma hora, movimentar-se por pelo menos 5 minutos e aproveitar para mudar de posição e ficar em pé, ir ao banheiro, beber água e alongar o corpo. A Academia Americana de Pediatria (AAP) e a Sociedade Canadense de Fisiologia do Exercício (SCFE) recomendam, para crianças e adolescentes, limitar em duas horas por dia o tempo em frente às telas e evitar longos períodos ininterruptos na posição sentada (TREMBLAY *et al.*, 2011; YOUNG *et al.*, 2016).

O ponto de corte de duas horas por dia poderia hoje estar ultrapassado, principalmente pelo fato de que anos atrás a referência para o tempo de tela era basicamente o tempo gasto em frente a TV. Porém, com a popularização dos computadores, tablets e smartphones, esse ponto de corte para telas pode não ser tão fidedigno nos dias atuais. Em um estudo com adolescentes americanos (BASSETT *et al.*, 2015), foi observado que entre 1999 e 2009 houve uma redução do tempo médio assistindo TV, de 3,08 para 2,39 horas por dia. Porém, o mesmo estudo também observou que entre os de 2003 e 2011 houve um aumento na porcentagem de adolescentes que utilizam computador por três ou mais horas por dia (de 22,1% para 31,1%). Da mesma forma, um estudo conduzido no sul do Brasil que observou a prevalência de ≥ 2 horas para assistir TV e uso do computador em adolescentes, demonstrou que houve uma redução de 76,8% para 61,5% em assistir TV e um aumento no uso de computador de 37,9% para 60,6%, nos anos de 2001 e 2010 respectivamente (SILVA *et al.*, 2014).

2.1.1 Medindo o comportamento sedentário

Atualmente existem diversos instrumentos para mensurar o comportamento sedentário, podendo ser medidos através de informações fornecida pelo sujeito, marcadores fisiológicos e sensores de movimento. Informações fornecidas pelo sujeito englobam diários, entrevistas e, principalmente, questionários que são os mais utilizados nessa categoria e no geral (MENEGUCI *et al.*, 2015). Entre os sensores de movimento podemos citar os pedômetros, monitores tridimensionais e os acelerômetros (MENEGUCI *et al.*, 2015).

Os questionários são os modelos mais comuns para medir comportamento sedentário, possuem baixo custo e fácil aplicação, entretanto, há poucos estudos utilizando questionários que vão além do tempo de tela, sendo que o tempo de tela representa apenas parte do comportamento sedentário (GUERRA; FARIAS JÚNIOR; FLORINDO, 2016).

Já os acelerômetros são aparelhos geralmente fixados na região da cintura ou no punho e medem a aceleração do movimento corporal em um, dois ou três planos. As vantagens de se usar acelerômetros para avaliar o comportamento sedentário estão na eliminação do risco de viés de memória e permitem classificar as atividades por intensidade. Além disso, podem alcançar mais que 80% de sensibilidade e especificidade para a avaliação do comportamento sedentário (LUBANS *et al.*, 2011). Quando comparados a instrumentos de auto relato, apresentam maior nível de validade e reprodutibilidade (ATIENZA *et al.*, 2011; LUBANS *et al.*, 2011), sendo considerado método padrão ouro na avaliação dos níveis de atividade física e comportamento sedentário (STAMATAKIS *et al.*, 2019a).

2.1.2 Padrões de comportamento sedentário

O tempo excessivo em comportamento sedentário tem sido associado a diversos riscos para saúde em populações de várias idades. Em adultos, tem sido associado à obesidade, com o risco de mortalidade por doenças cardiovasculares e toda as causas (EKELUND *et al.*, 2016b; STAMATAKIS *et al.*, 2019b; THORP *et al.*, 2011). Em crianças e adolescentes, está associado a fatores de risco cardiometabólicos, ao perímetro da cintura elevado, ao sobrepeso, à obesidade, ao baixo desempenho acadêmico e à baixa aptidão física cardiorrespiratória (CARSON; JANSSEN, 2011; FELIX *et al.*, 2020; GUTHOLD *et al.*, 2010; HUANG; ZENG; YE, 2019; KULINSKI *et al.*, 2014; SAUNDERS *et al.*, 2013; SUCHERT; HANEWINKEL; ISENSEE, 2015; SUN *et al.*, 2020). Os mecanismos pelos quais o comportamento sedentário está associado ao risco de mortalidade e doenças crônicas partem da premissa de que a imobilização proporciona o disparo de respostas estressoras responsáveis pelos efeitos deletérios à saúde. Períodos prolongados sem contração muscular causam redução da utilização de glicose pelos músculos, que pode ocasionar a atrofia muscular e diminuição da utilização de energia pelos músculos inativos (CHARANSONNEY, 2011). Adicionalmente, o

tempo sentado resulta em longos períodos de hiperglicemia pós-prandial favorecendo o estresse oxidativo, aumento da concentração de marcadores pró-inflamatórios e a disfunção endotelial (CHARANSONNEY, 2011; YOUNG *et al.*, 2016).

Estudos têm demonstrado que medir somente o tempo total sedentário não é o suficiente, sendo necessário compreender o contexto no qual é avaliado. Por exemplo, em uma pesquisa que avaliou a relação do comportamento sedentário com saúde mental, o comportamento sedentário mentalmente ativo (por exemplo trabalho sentado) esteve associado a um risco menor de depressão quando comparado com aqueles mentalmente passivo (por exemplo assistir tv) (HALLGREN *et al.*, 2020a). Outro exemplo de contexto é a forma como o comportamento é distribuído durante o dia, definido como o padrão de comportamento sedentário. O padrão pode ser definido como o tempo médio de episódios sedentários. O episódio sedentário é definido como o período de tempo ininterrupto em comportamento sedentário (TREMBLAY *et al.*, 2017). Gába *et al.* (2020) demonstraram que episódios prolongados de 10 a 29 minutos estavam associados ao percentual elevado de massa gorda e episódios menores que 10 minutos não foram associados. Da mesma forma, Werneck *et al.* (2019) demonstraram que episódios sedentários curtos de 1 a 4 minutos estão negativamente associados ao índice de massa corporal. Estas evidências indicam que, além do tempo total, o tipo de comportamento e a forma como é avaliado podem influenciar nas associações com fatores de risco para a saúde.

As interrupções no comportamento sedentário, como também o tempo total, estão associadas a diferentes marcadores cardiometabólicos. Em um estudo que avaliou adultos com alto risco de diabetes mellitus tipo 2, foi demonstrado que interrupções no comportamento sedentário estavam inversamente associadas à leptina e à proteína C-reativa (CRP) (HENSON *et al.*, 2013). Da mesma forma, um estudo realizado em crianças, constatou que tanto o tempo de comportamento sedentário (medido por tempo de TV) como episódios sedentário com duração de 5 a 10 minutos estavam prejudicialmente associados a CRP (GABEL *et al.*, 2016). Já em outro estudo com crianças, o qual avaliou a atividade física, comportamento sedentário, CRP e adiponectina obtiveram resultados diferentes para CRP. O tempo sedentário foi positivamente associado a adiponectina em meninos e meninas.

Entretanto, a associação desapareceu em ambos os sexos quando ajustada para atividade física moderada a vigorosa (AFMV). Já a APMV foi negativamente associada à adiponectina em meninos e meninas, e com a CRP somente em meninas (NIELSEN *et al.*, 2016).

Apesar do comportamento sedentário ser estudado desde as últimas décadas, e cada vez mais associado a fatores de riscos, ainda existem algumas lacunas a serem preenchidas. Grande parte dos estudos tem como foco a população adulta e poucos envolvendo crianças e adolescentes, principalmente a nível nacional. Realizar estudos com crianças e adolescentes é importante pois cada vez mais tem aumentado o número dessas populações em tempo excessivo de comportamento sedentário. Para termos uma noção, na última Pesquisa de Saúde do Escolar (PENSE), em 2015, 56% dos escolares de 9º ano relataram realizar atividades sentados por mais de 3 horas (IBGE, 2016). Ou seja, pelo menos metade dos escolares brasileiros de 9º apresentam um perfil de comportamento sedentário excessivo. Além disso, devido a pandemia do novo corona vírus e em consequência do isolamento social, houve um aumento do comportamento sedentário de crianças (DUNTON; DO; WANG, 2020). Isso pode ser um grande contribuinte para o surgimento precoce de doenças cardiometabólicas. Portanto, em vista do contexto atual, estudar o comportamento sedentário e entender como ele se manifesta em crianças tem se mostrado de fundamental importância.

2.2 OBESIDADE E O PROCESSO DE INFLAMAÇÃO

A obesidade é uma condição metabólica que se caracteriza pelo acúmulo excessivo de gordura corporal, resultado de um desequilíbrio crônico entre o consumo e o gasto energético (GONZÁLEZ-MUNIESA *et al.*, 2017). Essa condição representa um risco significativo para a saúde, uma vez que pode contribuir para o desenvolvimento de diversos fatores de risco cardiovasculares, como diabetes tipo 2, hipertensão arterial e inflamação (ELAGIZI *et al.*, 2020; GREGOR; HOTAMISLIGIL, 2011). A complexa patologia da obesidade está ligada à expansão do tecido adiposo e a uma inflamação crônica de baixo grau (GREGOR; HOTAMISLIGIL, 2011)

O tecido adiposo é reconhecido como um órgão endócrino responsável por regular diversas funções biológicas, e as células que o constituem, os adipócitos,

são responsáveis por produzir e secretar proteínas de fase aguda e citocinas que, direta ou indiretamente, aumentam a circulação e produção de fatores relacionados à inflamação (FONSECA-ALANIZ *et al.*, 2007).

As citocinas são proteínas que medeiam e regulam as interações entre as células envolvidas nas respostas imunes e inflamatórias (DINARELLO, 2000; OPAL; DEPALO, 2000). Elas são produzidas por vários outros tipos celulares, como, por exemplo, pelas células do músculo esquelético e tecido adiposo. Assim, as citocinas desempenham um papel crítico na patogênese da inflamação. Essas moléculas podem receber denominações diferentes dependendo do tecido, célula ou órgão responsável pela síntese. Por exemplo, as citocinas sintetizadas por fagócitos são chamadas de monocinas, enquanto aquelas sintetizadas pelos linfócitos são referidas como linfocinas e as citocinas sintetizadas pelo tecido adiposo são as conhecidas adipocinas (OH *et al.*, 2016). Algumas citocinas que promovem a inflamação são chamadas de citocinas pró-inflamatórias, enquanto as que suprimem a das citocinas pró-inflamatórias são chamadas de citocinas anti-inflamatórias (DINARELLO, 2000; OPAL; DEPALO, 2000).

As adipocinas podem exercer ações antagonicas no processo inflamatório. Entre as tipicamente pró-inflamatórias se incluem: as interleucinas (IL-2 e IL-8); TNF- α ; aquelas produzidas por células Th1 (IL-2 e interferon- γ); a leptina e a resistina. Por outro lado, apresentam ação antiinflamatória: o receptor antagonista de IL-1 (IL-1ra) o fator de crescimento de transformação β (TGF- β), as citocinas produzidas por células Th2 (IL-4, IL-5 E IL-10), e a adiponectina. Finalmente, a IL-6 tem como característica marcante o potencial de exercer ação tanto anti quanto pró-inflamatória. Um desequilíbrio, entretanto, pode induzir respostas inflamatórias de baixo grau (OUCHI *et al.*, 2011).

A obesidade está associada a um estado crônico de inflamação de baixo grau no corpo. Esse processo inflamatório ocorre devido ao acúmulo excessivo de tecido adiposo, que libera várias substâncias inflamatórias, como citocinas, quimiocinas e fatores de crescimento. Entre estas substancias, estão a leptina e a proteína C-reativa (PCR) (GREGOR; HOTAMISLIGIL, 2011). A leptina regula o apetite e o metabolismo, mas a resistência à sua ação, que ocorre em obesidade, pode levar a um desequilíbrio metabólico e contribuir para a inflamação crônica (DO PRADO *et al.*, 2009). Por outro lado, a PCR é uma proteína produzida em resposta à

inflamação e seus níveis elevados indicam um estado inflamatório crônico (VOLP *et al.*, 2008). Ambos desempenham papéis importantes no processo de inflamação associado à obesidade.

2.2.1 Leptina

A leptina é um hormônio peptídico produzido principalmente pelas células adiposas (células de gordura) do corpo. Ela desempenha um papel importante na regulação do peso corporal e no controle do apetite. A principal função da leptina é informar ao cérebro sobre a quantidade de gordura armazenada no corpo, permitindo que o organismo regule o equilíbrio energético. Quando os níveis de leptina estão altos, geralmente indicando um alto teor de gordura corporal, o cérebro recebe sinais para reduzir o apetite e aumentar o gasto energético (FAROOQI, 2014; ZHANG *et al.*, 2005).

Através de receptores específicos, a leptina sinaliza ao hipotálamo - uma região do cérebro responsável pelo controle do apetite e do metabolismo - para reduzir o apetite e aumentar o gasto de energia. Essa ação estimula a liberação de neurotransmissores, como a melanocortina, que suprimem o apetite e aumentam a termogênese, processo em que o organismo produz calor e gasta energia (PARK; AHIMA, 2015). Por outro lado, quando os níveis de leptina estão baixos, geralmente indicando uma quantidade reduzida de gordura corporal, o cérebro recebe sinais de fome e desacelera o metabolismo para conservar energia. Isso ocorre por meio de uma redução na atividade da melanocortina e de outros sistemas reguladores do apetite. No entanto, em casos de resistência à leptina, o cérebro não responde adequadamente aos sinais da leptina, mesmo quando os níveis estão elevados (TRAYHURN; BEATTIE, 2001). Isso pode levar a um desequilíbrio no metabolismo energético, com aumento do apetite e diminuição do gasto de energia, o que pode contribuir para o desenvolvimento da obesidade.

2.2.2 Proteína C-reativa

A proteína C reativa (PCR) é uma proteína produzida pelo fígado em resposta a uma inflamação no corpo. É considerada um marcador de inflamação e é frequentemente utilizada como um indicador não específico de doenças inflamatórias e infecciosas (RIDKER, 2003).

A PCR é uma parte do sistema imunológico do corpo e desempenha um papel na resposta inflamatória aguda. Quando ocorre uma lesão, infecção ou inflamação em alguma parte do corpo, as células do sistema imunológico liberam substâncias químicas chamadas citocinas, que estimulam o fígado a produzir PCR. A PCR ajuda a ativar o sistema de complemento, uma parte do sistema imunológico que auxilia na eliminação de patógenos e na promoção da cura (JIALAL; DEVARAJ; VENUGOPAL, 2004).

Além do fígado, a PCR também pode ser produzida em outros tecidos e células do corpo. Durante uma resposta inflamatória aguda ou crônica, várias células do sistema imunológico, como macrófagos e células inflamatórias presentes nos tecidos inflamados, podem secretar PCR. No contexto da obesidade, por exemplo, o tecido adiposo em excesso é uma fonte importante de produção de PCR. As células do sistema imunológico presentes no tecido adiposo, como macrófagos, podem secretar PCR como parte da resposta inflamatória crônica associada à obesidade (SAIJO *et al.*, 2004). Essa produção localizada de PCR nos tecidos inflamados é uma resposta adaptativa que visa auxiliar no combate à infecção, na cicatrização de tecidos danificados e na modulação da resposta imunológica. Portanto, embora o fígado seja o principal órgão produtor de PCR, a produção localizada de PCR em tecidos inflamados é um mecanismo adicional importante para sinalizar a presença de inflamação no corpo (SKOPKOVA *et al.*, 2007).

A inflamação crônica desempenha um papel importante no desenvolvimento e na progressão das doenças cardiovasculares. Durante processos inflamatórios no organismo, como a aterosclerose (acúmulo de placas nas paredes das artérias), as células inflamatórias, como macrófagos, são ativadas, levando à liberação de citocinas inflamatórias e outros mediadores inflamatórios. Essas substâncias químicas inflamatórias podem estimular a produção de PCR pelo fígado e por outras células inflamatórias. Níveis elevados de PCR indicam a presença de inflamação sistêmica e podem refletir a atividade inflamatória nas paredes das artérias. A inflamação crônica nas artérias pode levar à formação de placas ateroscleróticas, estreitamento das artérias e obstrução do fluxo sanguíneo. Isso aumenta o risco de eventos cardiovasculares, como ataques cardíacos e derrames (JIALAL; DEVARAJ; VENUGOPAL, 2004).

Além disso, a PCR também pode influenciar o desenvolvimento de doenças cardiovasculares por meio de outros mecanismos. Ela pode promover a disfunção endotelial, que é a alteração da camada interna dos vasos sanguíneos, tornando-os mais propensos à formação de coágulos sanguíneos. A PCR também está relacionada à resistência à insulina e a distúrbios metabólicos, que são fatores de risco para doenças cardiovasculares (PERTICONE *et al.*, 2008).

A medição dos níveis de PCR no sangue é um teste simples e amplamente utilizado para avaliar o grau de inflamação no corpo. Os níveis de PCR aumentam rapidamente durante a resposta inflamatória aguda e podem aumentar significativamente em casos de infecções bacterianas, doenças inflamatórias crônicas, doenças cardiovasculares, câncer e outras condições (RIDKER, 2003).

A determinação dos níveis de PCR é útil em diferentes contextos clínicos. Por exemplo, pode auxiliar no diagnóstico e monitoramento de doenças como artrite reumatoide, doença inflamatória intestinal, doença cardiovascular e infecções. Além disso, a PCR também pode ser um indicador de risco cardiovascular, uma vez que altos níveis de PCR estão associados a um aumento do risco de doenças cardíacas (RIDKER, 2003).

2.3 APTIDÃO FÍSICA

Segundo algumas importantes referências (ACSM, 2017; CASPERSEN; POWELL; CHRISTENSON, 1985), a aptidão física é definida como a capacidade de executar atividades diárias com vigor, sem fadiga excessiva, e com reserva de energia para enfrentar situações de emergência ou atividades físicas inesperadas. Além disso, a aptidão física relacionada a saúde pode ser dividida em diferentes componentes, tais como: aptidão cardiorrespiratória, força muscular, flexibilidade e composição corporal. A aptidão cardiorrespiratória também chamada de resistência cardiovascular ou resistência aeróbica, refere-se à capacidade do sistema cardiovascular e respiratório de fornecer oxigênio e nutrientes para os músculos durante atividades físicas prolongadas. A força Muscular refere-se à capacidade dos músculos de gerar força para realizar atividades físicas. A flexibilidade é a capacidade das articulações e músculos de mover-se em sua amplitude total de movimento. A composição corporal refere-se à proporção de gordura, músculos e outros tecidos corporais (ACSM, 2017).

A aptidão física está intimamente relacionada ao exercício físico, pois é o resultado das adaptações fisiológicas e do treinamento regular. O exercício físico desempenha um papel crucial no desenvolvimento e manutenção da aptidão física. Ao se envolver regularmente em atividades físicas, como treinamento aeróbico, treinamento de força e exercícios de flexibilidade, o corpo passa por adaptações que melhoram a aptidão física. O exercício físico induz adaptações fisiológicas, cardiovasculares e endócrinas que resultam em melhorias na capacidade cardiorrespiratória, redução da gordura corporal e diminuição da incidência de doenças cardiometabólicas (GRAZIOLI *et al.*, 2017). Essas adaptações incluem a redução da inflamação e das desordens relacionadas à obesidade, tornando o exercício físico uma ferramenta valiosa na prevenção e tratamento dessas condições (MEDRANO *et al.*, 2017).

No contexto da síndrome metabólica associada à obesidade, o exercício físico é considerado um dos métodos mais adequados para o tratamento e manejo. Além de melhorar a composição corporal e o desempenho físico em crianças e adolescentes, o treinamento físico também tem sido associado à melhora dos sintomas de depressão e ansiedade em adolescentes obesos (BONNEY *et al.*, 2019; FIDELIX *et al.*, 2019). Estudos mostraram que um programa de exercícios pode levar a melhorias na postura corporal, força muscular e desempenho de movimentos fundamentais em crianças com sobrepeso e obesidade, contribuindo para a prevenção de distúrbios osteomusculares associados à obesidade infantil e aumentando a adesão à prática de exercícios (MOLINA-GARCIA *et al.*, 2020; TODENDI *et al.*, 2021).

Quanto aos efeitos metabólicos causados pela obesidade, o exercício físico tem o potencial de reduzir o tecido adiposo visceral, diminuir a liberação de adipocitocinas pró-inflamatórias e aumentar a produção de miocinas anti-inflamatórias. Essas alterações benéficas estão relacionadas à melhora da sensibilidade à insulina, redução da inflamação sistêmica de baixo grau e regulação metabólica (FREITAS; CESCHINI; RAMALLO, 2014). Um treinamento com exercícios de baixa a moderada intensidade pode reduzir o risco de desenvolvimento de aterosclerose e disfunção endotelial, melhorar o sistema inflamatório, a função metabólica e cardiovascular, além de influenciar processos

metabólicos dos adipócitos e lipogênese, diminuindo o risco de obesidade e diabetes tipo 2 (BARRÓN-CABRERA *et al.*, 2019; GÖRGENS *et al.*, 2015).

3. ARTIGO ORIGINAL

Título: Comportamento sedentário, breaks e marcadores de saúde cardiometabólica: uma relação moderada pela aptidão física.

Autores: Brum, Rodolfo; Brites, Keith; Cavalheiro, Rafaela; Silveira, João; Mello, Júlio; Brand, Caroline; Gaya, Adroaldo; Gaya, Anelise Reis.

Resumo:

Introdução: O comportamento sedentário pode ser distribuído de diversas formas ao longo do dia. Alguns estudos evidenciam que tanto o comportamento sedentário gasto durante o dia quanto suas quebras (*breaks*) estão associados ao aumento do risco de obesidade, doenças cardiometabólicas e outros problemas de saúde. A aptidão física é um fator bem conhecido por sua influência benéfica para a saúde, sendo possível que tenha um papel moderador na associação entre comportamento sedentário e marcadores de saúde. **Objetivo:** verificar o papel moderador da aptidão cardiorrespiratória (ApC) e da potência de membros inferiores (PMI) na relação do comportamento sedentário (total e *breaks*) com marcadores de saúde cardimetabólica (leptina e proteína C-reativa [PCR]) em crianças. **Métodos:** este estudo transversal incluiu 80 escolares de 6 a 11 anos dos sexos masculino e feminino. As crianças vestiram um acelerômetro ActGraph (GT3x-bt) no quadril por sete dias consecutivos para registrar os dados de comportamento sedentário e atividade física. As variáveis leptina e proteína C-reativa (PCR) foram coletadas através de amostra sanguínea intravenosa. Para a aptidão física, foram realizados os testes de corrida/caminhada dos 6 minutos para aptidão cardiorrespiratória (APCR) e o teste de salto horizontal para potência de membros inferiores (PMI) conforme sugeridos pelo manual de medidas e testes dos Projeto Esporte Brasil. Foram realizadas análises de moderação por meio de modelos de regressão linear múltipla. **Resultados:** foi encontrado interação da PMI com CS total na associação com leptina; interação da APCR e PMI com os *breaks* nas associações da leptina e PCR. **Conclusão:** a aptidão física exerce um papel moderador na relação do

comportamento sedentário com os marcadores cardiometabólico, como também na relação dos *breaks* com os marcadores.

Palavras-chave: crianças; comportamento sedentário; aptidão física; marcadores cardiometabólicos

Introdução:

O comportamento sedentário excessivo tem sido reconhecido como um importante fator de risco para vários desfechos na saúde como diabetes mellitus tipo 2 (PAING *et al.*, 2020), doenças cardiovasculares (LLAMAS-RAMOS *et al.*, 2022), morte por todas as causas (EKELUND *et al.*, 2016a) e condições de saúde mental como depressão e ansiedade (HALLGREN *et al.*, 2020b). Tendo em vista a alta prevalência de comportamento sedentário entre crianças e adolescentes brasileiros (MARTINS *et al.*, 2018), torna-se cada vez mais necessário compreender como este fenômeno ocorre entre crianças e jovens, quais suas repercussões e como ele pode ser revertido.

O comportamento sedentário pode ser descrito por atividades de baixo gasto energético realizadas durante o período de vigília em posição sentado, deitado ou reclinado (TREMBLAY *et al.*, 2017). Adicionalmente, o comportamento sedentário pode ser distribuído em diversas formas ao longo do dia através do número e tamanho de *bounts* e *breaks*. Os *bounts* são períodos ininterruptos em comportamento sedentário. Já os *breaks* se caracterizam por qualquer atividade física entre os *bounts*, ou seja, a quebra do comportamento sedentário (CARSON; STONE; FAULKNER, 2014; TREMBLAY *et al.*, 2017). A forma como esses *bounts* e *breaks* são distribuídos durante o dia, seja em número ou em tamanho, podem formar um padrão do qual pode ser mais ou menos prejudicial para saúde.

O comportamento sedentário está associado, em crianças e adolescentes, a indicadores de saúde cardiometabólica, indicadores de obesidade e também um perfil inflamatório desfavorável (HAAPALA *et al.*, 2021; MARTINEZ-GOMEZ, David *et al.*, 2012; NIGHTINGALE *et al.*, 2017). Além disso, as interrupções no tempo em comportamento sedentário (*breaks*) parecem atenuar o risco inflamatório (SAHABUDEEN *et al.*, 2023).

Por outro lado, a aptidão física tem sido reconhecida como um importante fator de proteção para a saúde em crianças e adolescentes (RODRIGUES DE LIMA *et*

al., 2020). Por exemplo, em crianças e adolescentes, a aptidão física global está inversamente relacionada a indicadores de inflamação, como a proteína C-reativa e leptina (DELGADO-ALFONSO *et al.*, 2018). Da mesma forma, Haapala *et al.* (2023) encontraram associações negativas para aptidão cardiorrespiratória (APCR) e de força para os mesmos marcadores.

A PCR é um importante marcador de inflamação que tem se mostrado ser um bom preditor para o desenvolvimento de diabetes mellitus tipo 2 e doenças cardiovasculares em adultos, como também para detecção precoce de risco de doença cardiovascular em crianças e adolescentes (HERDER *et al.*, 2007). A leptina, uma adipocitocina, é um dos mecanismos responsáveis pela ingestão de alimentos e controle do balanço energético (ZHANG *et al.*, 2005). Além disso, está associada a resistência à insulina e comprometimento da função vascular em crianças (MELLOTT; FAULKNER, 2023; STEINBERGER *et al.*, 2003). Em adultos, pode predizer o desenvolvimento de síndrome metabólica (FRANKS *et al.*, 2005).

Até o momento, ainda não se tem claro como as associações entre o comportamento sedentário com marcadores de saúde cardiovascular e metabólica ocorrem, algumas evidências sugerem que estas associações podem ocorrer devido a influência de outras variáveis (BIDDLE; PEARSON; SALMON, 2018; SAHABUDEEN *et al.*, 2023). Costa *et al.* (2022) demonstraram que a APCR exerceu um papel moderador na associação do tempo assistindo TV e medidas de obesidade em adolescentes. Tendo em vista que o tempo assistindo TV está inserindo no comportamento sedentário e a obesidade está intimamente ligada a doenças cardiometabólicas e processos inflamatórios. Há razões para acreditar que a relação do comportamento sedentário o dos *breaks* com indicadores inflamação possa ser moderada pela aptidão física.

Portanto, este estudo teve como objetivo verificar a associação do tempo total gasto durante o dia em comportamento sedentário e *breaks* com marcadores de saúde cardiometabólica (leptina e PCR) e identificar o possível papel moderador da APCR e potência de membros inferiores (PMI) em crianças de 6 a 11 anos. Identificar essas relações é importante para identificarmos como o comportamento sedentário pode estar ligado a doenças como obesidade, diabetes tipo 2 e processos inflamatórios e como essas relações podem ser influenciadas por fatores de proteção à saúde como a aptidão física.

Métodos:*Design do estudo:*

Trata-se de um estudo transversal com abordagem quantitativa. Os participantes da pesquisa fazem parte de um projeto intitulado “Efeitos de um programa de intervenção com futebol sobre as variáveis associadas à cognição, à síndrome metabólica e a marcadores inflamatórios em crianças”. As coletas dos dados foram realizadas nos anos de 2017 e 2018 e participaram do projeto 150 crianças dos sexos masculino e feminino de 6 a 12 anos, alunos de uma escola na cidade de Porto Alegre – RS. Importante destacar que nesse estudo foram utilizados apenas os dados das crianças que fizeram parte do baseline do projeto de intervenção. As coletas de dados deste projeto seguiram os protocolos aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Humanos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob o parecer número 2.014.997 (CAAE: 8108916.0.0000.5347).

Participantes:

Foram incluídas para este estudo somente as crianças que participaram de todas as coletas das variáveis necessárias para esta pesquisa. Foram excluídas aquelas que tiveram os dados faltantes em pelo menos uma das variáveis utilizadas para análise. Ao final, foram incluídos 80 escolares, entre 6 e 11 anos de idade, dos sexos masculino e feminino, matriculados em uma escola da rede estadual na cidade de Porto Alegre – RS. Todos os participantes e responsáveis assinaram o termo de assentimento de menor (TALE), bem como, o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Comportamento sedentário e atividade física:

O comportamento sedentário e a atividade física foram medidos objetivamente por meio de um acelerômetro Actigraph modelo Wgt3x-bt fixado na cintura das crianças durante sete dias. Foram considerados como dados válidos o uso de pelo menos quatro dias na semana, sendo três dias durante a semana e um no final de semana com no mínimo 10 horas por dia. Os dados de acelerômetro foram baixados em epocs de 15 segundos e foram processados utilizando o software ActiLife. O comportamento sedentário foi definido como ≤ 100 contagens

por minuto (counts/min), AF leve 101-2295 counts/min, AF moderada 2296-4011 counts/min e AF vigorosa ≥ 4012 counts/min (EVENSON *et al.*, 2008). O tempo total de comportamento sedentário foi definido através do tempo médio gasto em comportamento sedentário entre os dias válidos. As quebras sedentárias (*breaks*) foram definidas como qualquer interrupção entre períodos ininterruptos em comportamento sedentário com mais de 100 counts/min, conforme as indicações do software.

Marcadores de saúde cardiometabólica:

Os marcadores de saúde cardiometabólica (Leptina e PCR) foram coletados através da amostra sanguínea por profissionais capacitados, após as crianças permanecerem em jejum de 12 horas. Todas as amostras foram coletadas e processadas, divididas em alíquotas de soro ou plasma para análise e armazenadas a -80°C . Os níveis de leptina, (Abcam, Cambridge, Reino Unido) e PCR (BosterBio, Pleasanton, EUA) foram determinados por ensaio imunoenzimático (ELISA), seguindo as especificações do fabricante.

Aptidão física e perímetro de cintura:

Os procedimentos de avaliação da aptidão física e perímetro de cintura foram realizados conforme sugeridos pelo Manual de Testes e Medidas Projeto Esporte Brasil (PROESP-Br) (GAYA; GAYA, 2016). Os testes foram realizados durante as aulas de educação física e anterior as práticas de atividade física, seguindo a ordem: antropometria, salto horizontal e corrida dos 6 minutos. O perímetro da cintura foi mensurado através de uma fita métrica com resolução de um milímetro, posicionada no menor ponto entre o bordo superior da crista ilíaca e o bordo inferior da última costela. Foram utilizados dois componentes da aptidão física, o teste para determinar a aptidão cardiorrespiratória e outro para determinar a potência de membros inferiores. A aptidão cardiorrespiratória foi avaliada através do teste de corrida/caminhada de 6 minutos, no qual os participantes realizavam o maior número de voltas, correndo ou caminhando, em torno de uma quadra de esporte por um período de 6 minutos. A medição do teste foi registrada a partir do número de voltas realizadas multiplicadas pelo perímetro da quadra em metros.

Para a potência de membros inferiores, foi realizado o teste do salto horizontal. A partir de uma fita métrica fixada no solo, a linha de partida foi sinalizada com giz e o ponto zero da fita estava na linha de partida. A criança se posicionava imediatamente atrás da linha de partida, com os pés paralelos e joelhos semiflexionados. Ao sinal, a criança saltava a maior distância possível. A medida do teste se deu em centímetros entre a distância do ponto zero até a face anterior do pé mais próximo.

Análises Estatísticas:

Todas as análises foram realizados usando o software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) v.29 (IBM, Armonk, NY, USA). A caracterização da amostra foi descrita com médias e desvios padrão para variáveis contínuas, ou frequência absoluta e relativa para variáveis categóricas. Para as análises de moderação, foi utilizado a extensão PROCESS (v.4.2) para o software SPSS por meio de modelos de regressão linear múltipla com entradas simultâneas, conforme descrito por Hayes (HAYES, 2022). As seguintes associações foram testadas em diferentes modelos: (1) CS Total, APCR e interação (CS Total x APCR) com marcadores de saúde cardiometabólica (leptina, PCR); (2) CS Total, potência de membros inferiores (PMI) e interação (CS total x PMI) com marcadores de saúde cardiometabólica (leptina e PCR); (3) *Breaks*, APCR e interação (*Breaks* x APCR) com marcadores de saúde cardiometabólica (leptina e PCR); (4) *Breaks*, Força e interação (*Breaks* x PMI) com marcadores de saúde cardiometabólica (leptina e PCR). Os modelos foram ajustados para idade, sexo, perímetro de cintura e AFMV. Análises de poder para cada modelo foram realizadas a posteriori utilizando o software G*Power (versão 3.1.9.7) a partir da inserção do tamanho de efeito (f^2), número de preditores do modelo, tamanho amostral e probabilidade alfa (0,05), a fim de garantir que o erro tipo II não fosse cometido nos modelos onde não foram encontradas interações estatisticamente significativas. Caso os modelos apresentassem termos de interação estatisticamente significativos, a abordagem *pick-a-point* foi utilizada para provar a moderação. Esta técnica permite visualizar a relação entre as variáveis independentes e dependentes a partir de níveis considerados baixos, medianos e altos das variáveis independente e moderadora. Foram escolhidos os percentis 16, 50 e 84, respectivamente, para representar níveis

baixos, medianos e altos, conforme sugerido por Hayes (2022). Foram considerados como significativos valores de $p \leq 0,05$ para todas as análises.

Resultados:

A Tabela 1 apresenta as características dos participantes da amostra. Participaram da amostra 80 crianças com idade média de 8,9 anos, sendo 42 (52,5%) meninos e 38 (47,5%) meninas.

O papel moderador dos componentes da aptidão física (APCR e PMI) na associação entre o comportamento sedentário total (CS total) e leptina, como também CS total e PCR, são apresentados na Tabela 2. Não foi evidenciado uma interação significativa para CS total x APCR ($p=0,059$) na relação com leptina; CS total x APCR ($p=0,087$) na relação com PCR; CS total x PMI ($p=0,250$) na relação com PCR. Porém, foi observado uma associação positiva e significativa entre comportamento sedentário total e leptina ($p=0,018$), indicando que o maior tempo em comportamento sedentário total estava associado aos maiores níveis de leptina. Não foram observadas associações entre comportamento sedentário total e PCR ($p>0,05$). Na mesma tabela, foi evidenciado uma interação significativa para CS total x PMI ($p=0,022$), indicado que a PMI exerce um papel moderado na relação entre CS total e leptina.

Na tabela 3 é possível perceber que houve interação significativa para os dois componentes da aptidão física com os *breaks* (*breaks* x APCR [$p=0,010$]; *breaks* x PMI [$p=0,001$]) na relação com leptina. Da mesma forma, ocorreu uma interação significativa da aptidão física com os *breaks* (*breaks* x APCR [$p=0,012$]; *breaks* x PMI [$p=0,045$]) na relação com PCR. Indicando que a APCR e PMI exercem papel moderador na relação dos *breaks* com a leptina e a PCR.

Tabela 1 Características da amostra

	n = 80	
	Média	DP
Idade (anos)	8,90	1,47
Teste corrida/caminhada dos 6 min (m)	756,92	140,97
Teste salto horizontal (cm)	113,63	25,85
Comportamento sedentário total (min/dia)	631,45	88,27
Breaks (min/dia)	808,70	122,30
Leptina (ng/mL)	4,42	6,03
Proteína C-reativa (mg/L)	2,12	1,75
Perímetro da cintura (cm)	64,05	8,82
AFMV (min/dia)	55,48	24,44
Sexo	n	%
Masculino	42	52,5
Feminino	38	47,5

Nota: m: metros; cm: centímetro; min/dia: minutos por dia;

Tabela 2 - Papel moderador da aptidão física na associação do CS total com leptina e PCR

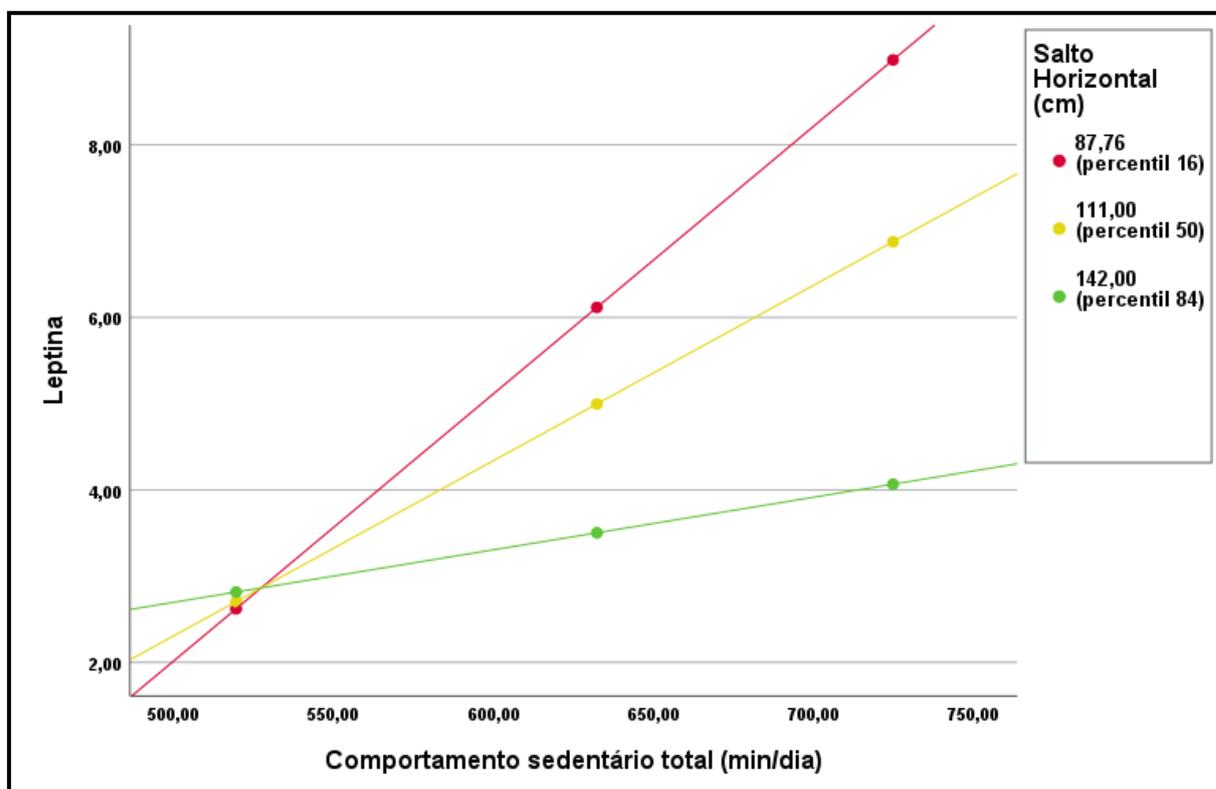
	Leptina				Proteína C-Reativa			
	β (95% IC)	EP	t	p	β (95% IC)	EP	t	p
Aptidão física cardiorrespiratória								
Constante	-59,069 (-100,543; -17,599)	20,812	-2,838	0,005	-18,310 (-34,065; -2,554)	7,907	-2,316	0,023
CS total (min/d)	0,076 (0,013; 0,140)	0,031	2,402	0,018	0,023 (-0,001; 0,047)	0,012	1,905	0,061
Corrida 6min (m)	0,038 (-0,010; 0,087)	0,024	1,575	0,119	0,016 (-0,002; 0,035)	0,009	1,785	0,078
CS total x Corrida 6min	-0,000 (-0,000; 0,000)	0,000	-1,912	0,059	0,000 (-0,000; 0,000)	0,000	-1,737	0,087
Per. Cintura (cm)	0,498 (0,716; 0,624)	0,063	7,846	0,000	0,127 (0,079; 0,175)	0,024	5,276	0,000
Idade	-1,331 (-2,203; -0,360)	0,487	-2,731	0,007	-0,449 (-0,818; -0,080)	0,185	-2,427	0,018
Sexo	0,807 (-1,063; 2,678)	0,939	0,859	0,392	0,306 (-0,404; 1,017)	0,357	0,860	0,393
AFMV (min/d)	0,00 (-0,054; 0,058)	0,0283	0,061	0,951	0,016 (-0,005; 0,037)	0,011	1,530	0,130
r ² ajustado	0,504				0,146			
f ²	1,018				0,171			
Poder de teste (1- β)	0,999				0,954			
Potência de membros inferiores								
Constante	-54,044 (-83,017; -25,071)	14,55	-3,714	0,000	-8,522 (-20,402; 3,357)	5,966	-1,428	0,157
CS total (min/d)	0,071 (0,023; 0,118)	0,023	2,989	0,003	0,012 (-0,007; 0,031)	0,010	1,242	0,218
Salto Horizontal (cm)	0,241 (-0,009; 0,492)	0,125	1,919	0,058	0,045 (-0,056; 0,148)	0,052	0,888	0,377
CS total x Salto Horizontal	-0,000 (-0,000; -0,000)	0,000	-2,322	0,022	-0,000 (-0,000; 0,000)	0,000	-1,159	0,250
Per. Cintura (cm)	0,442 (0,322; 0,563)	0,06	7,333	0,000	0,092 (0,043; 0,141)	0,025	3,737	0,000
Idade	-1,121 (-2,179; -0,063)	0,531	-2,110	0,038	-0,209 (-0,643; 0,224)	0,218	-0,963	0,339
Sexo	0,947 (-0,862; 2,756)	0,908	1,042	0,300	0,056 (-0,685; 0,798)	0,373	0,151	0,880
AFMV (min/d)	-0,011 (-0,060; 0,036)	0,224	-0,477	0,634	0,008 (-0,012; 0,027)	0,010	0,792	0,792
r ² ajustado	0,515				0,098			
f ²	1,064				0,109			
Poder de teste (1- β)	0,999				0,829			

Tabela 3 - Papel moderador da aptidão física na associação dos tempo total diário em *breaks* com leptina e proteína C-reativa.

	Leptina				Proteína C-Reativa				
	β (95% IC)	EP	t	p	β (95% IC)	EP	t	p	
Aptidão física cardiorrespiratória									
Constante	42,642 (5,379; 79,904)	18,700	2,280	0,025	15,639 (1,547; 29,731)	7,072	2,211	0,030	
Breaks (min/d)	-0,74 (-0,121; -0,026)	0,023	-3,106	0,002	-0,026 (-0,044; -0,008)	0,009	-2,907	0,005	
Corrida 6min (m)	-0,067 (-0,114; -0,021)	0,023	-2,886	0,005	-0,022 (-0,039; -0,004)	0,009	-2,490	0,015	
Breaks x Corrida 6min	0,000 (0,000; 0,000)	0,000	2,614	0,010	0,000 (0,000; 0,000)	0,000	2,592	0,012	
Per. Cintura (cm)	0,532 (0,407; 0,657)	0,062	8,499	0,000	0,140 (0,093; 0,187)	0,024	5,916	0,000	
Idade	-1,211 (-2,090; -0,332)	0,440	-2,747	0,007	-0,476 (-0,808; -0,144)	0,167	-2,857	0,006	
Sexo	1,423 (-0,443; 3,290)	0,936	1,519	0,133	0,545 (-0,160; 1,251)	0,354	1,540	0,128	
AFMV (min/d)	0,005 (-0,046; 0,058)	0,026	0,214	0,831	0,021 (0,001; 0,041)	0,010	2,127	0,037	
r ² ajustado	0,539				0,212				
f ²	1,168				0,268				
Poder de teste (1- β)	0,999				0,995				
Potência de membros inferiores									
Constante	40,122 (12,081; 68,163)	14,082	2,849	0,006	11,081 (-0,781; 22,944)	5,957	1,860	0,067	
Breaks (min/d)	-0,068 (-0,100; -0,036)	0,016	-4,202	0,000	-0,015 (-0,029; -0,002)	0,007	-2,302	0,024	
Salto Horizontal (cm)	-0,401 (-0,610; -0,193)	0,104	-3,836	0,000	-0,100 (-0,188; -0,012)	0,044	-2,262	0,027	
Breaks x Salto Horizontal	0,000 (0,000; 0,000)	0,000	3,557	0,001	0,000 (0,000; 0,000)	0,000	2,036	0,045	
Per. Cintura (cm)	0,488 (0,371; 0,604)	0,058	8,350	0,000	0,104 (0,054; 0,153)	0,024	4,208	0,055	
Idade	-1,521 (-0,214; 3,256)	0,477	-2,328	0,023	-0,286 (-0,688; 0,116)	0,202	-1,416	0,161	
Sexo	1,521 (-0,214; 3,256)	0,871	1,745	0,085	0,221 (-0,513; 0,955)	0,036	0,600	0,550	
AFMV (min/d)	-0,010 (-0,054; 0,033)	0,022	-0,485	0,629	0,011 (-0,004; 0,029)	0,009	1,198	-0,007	
r ² ajustado	0,570				0,148				
f ²	1,328				0,174				
Poder de teste (1- β)	0,999				0,957				

Por meio da figura 1 é possível visualizar de maneira mais clara o papel moderador da PMI na associação do CS total com a leptina. As linhas dos gráficos representam os níveis baixos (percentil 16), mediano (percentil 50) e altos (percentil 84) dos valores no teste de salto horizontal. É possível perceber uma relação positiva entre CS total e leptina, indicando que quanto maior o nível de CS total, maiores os níveis de leptina. Porém, essa relação é acentuada se níveis de PMI forem baixos.

Figura 1 - Moderação da PMI na associação da leptina com tempo total em comportamento sedentário.



Do mesmo modo, a APCR (figura 2) e PMI (figura 3) tiveram um papel moderador na associação dos *breaks* com a leptina. Desta vez, foi observada uma associação negativa dos *breaks* com a leptina, demonstrando que o maior tempo gasto em *breaks* durante o dia é benéfico para os níveis de leptina. É possível perceber também que quando há pouco tempo gasto em *breaks* durante o dia e os níveis APCR e PMI são baixos, há um nível mais elevado de leptina.

Figura 2 - Moderação da APCR na associação da leptina com tempo médio de breaks.

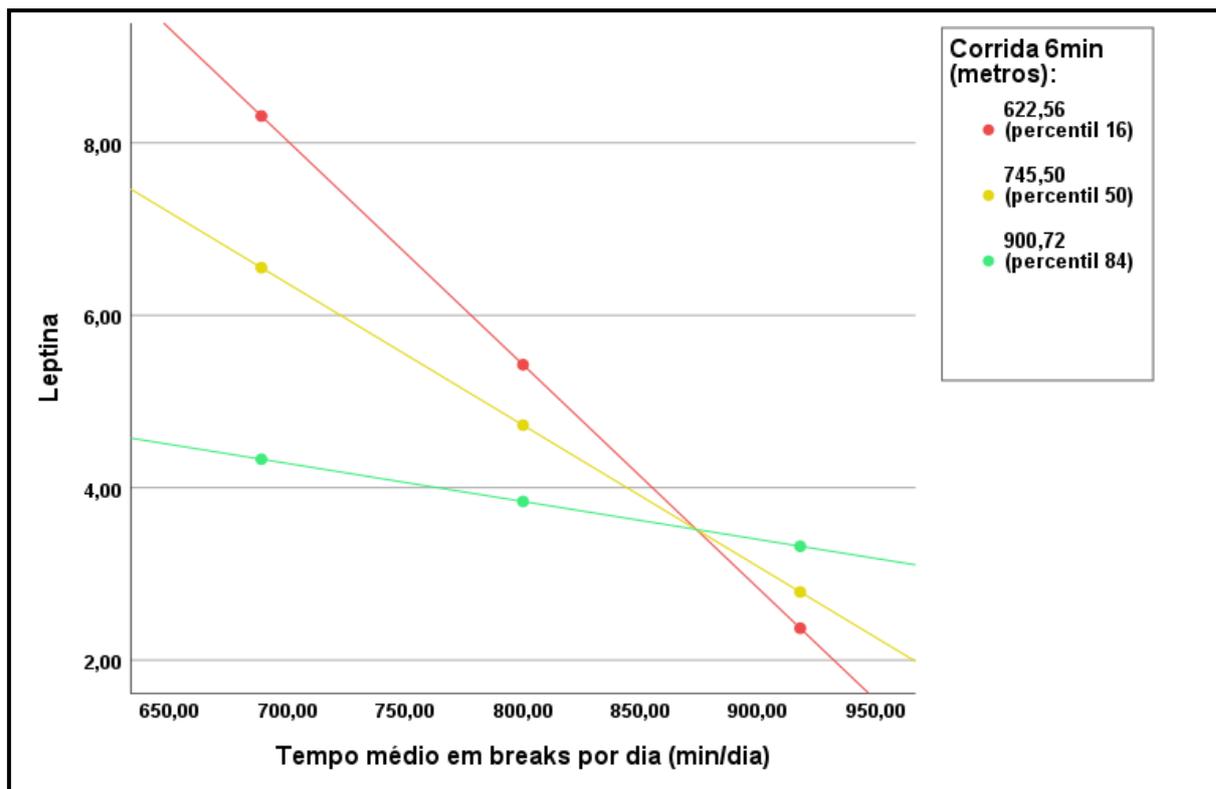
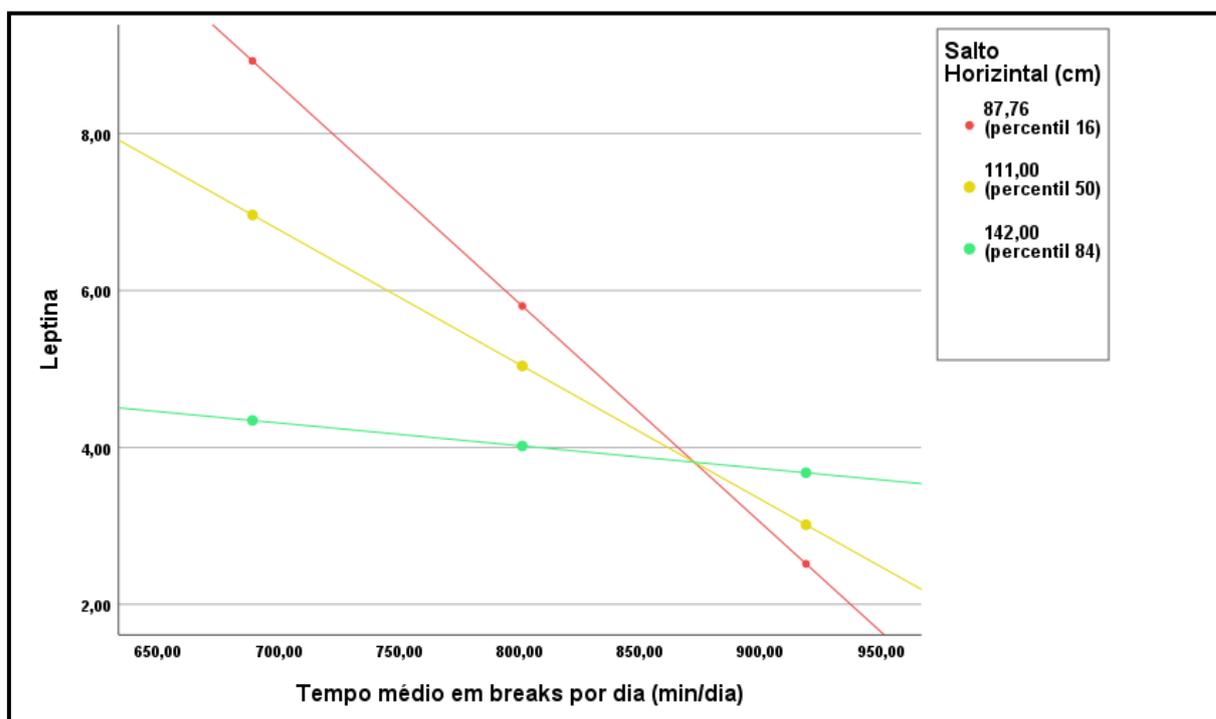


Figura 3 - Moderação da PMI na associação da leptina com tempo médio de breaks.



A figura 3 apresenta o papel moderador da APCR na associação de *breaks* com PCR. É possível observar uma associação negativa dos *breaks* com a PCR. Além

disso, quando os níveis de APCR e *breaks* são baixos a PCR tem uma tendência de estar mais elevada do em níveis mais altos de APCR e *breaks*.

Assim como na figura 3, a figura 4 apresentou resultados semelhantes. Houve uma relação negativa entre PCR e *breaks* moderado pela PMI.

Figura 3 - Moderação da APCR na associação da proteína C-reativa com tempo médio de *breaks*.

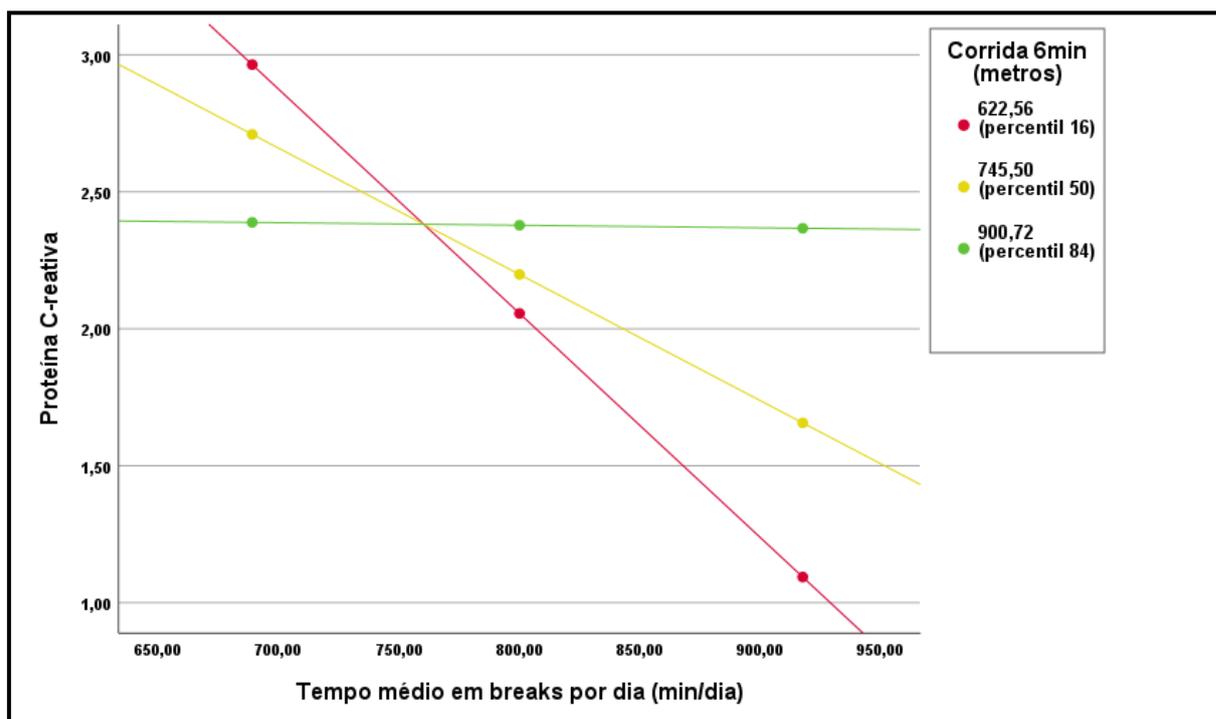
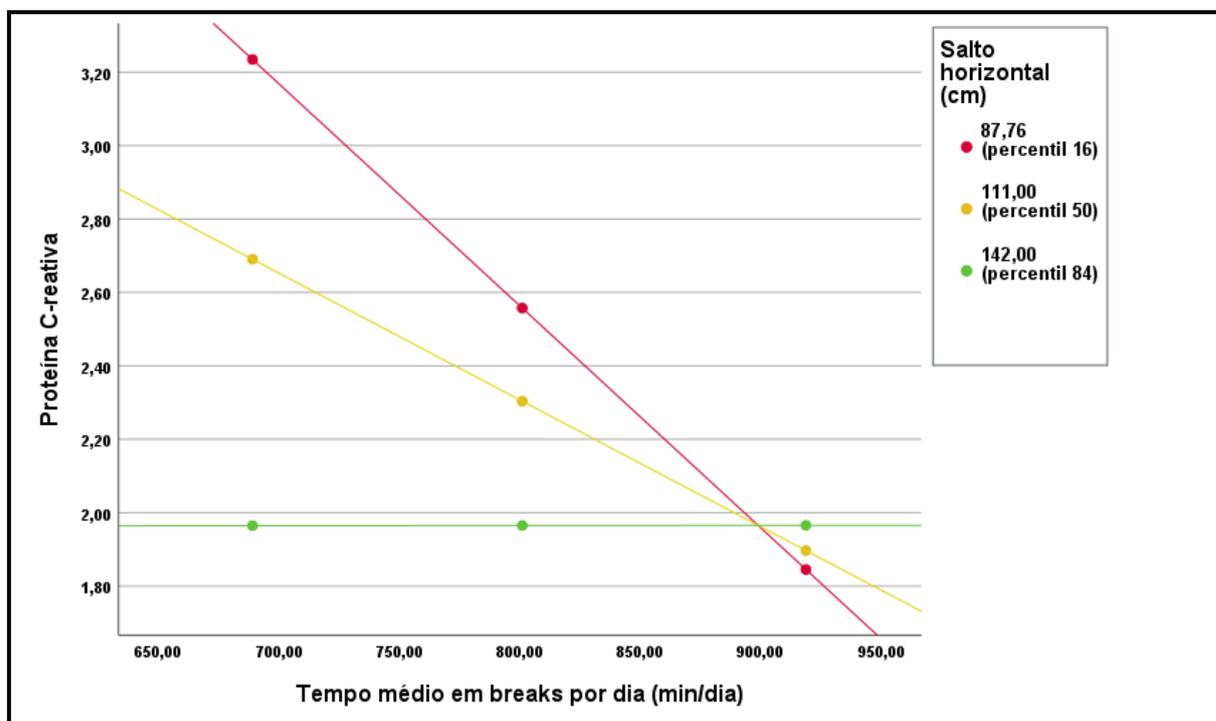


Figura 4 - Moderação da PMI na associação da proteína C-reativa com tempo médio de *breaks*.



Discussão:

De forma geral, os resultados demonstraram que ambos os componentes da aptidão física moderaram a relação entre o tempo de *breaks* e os marcadores de saúde cardiometabólica (leptina e PCR), bem como a PMI moderou a relação entre comportamento sedentário total e leptina, demonstrando que níveis mais baixos de aptidão física podem acentuar estas relações. Tendo em vista que a leptina e PCR são importantes indicadores de saúde cardiometabólica e relacionados a processos inflamatórios, podemos dizer que o aumento do comportamento sedentário estaria associado ao risco de desenvolver doenças cardiometabólicas e essas relações podem mudar dependendo do nível de aptidão física. Da mesma forma, o aumento do tempo gasto em *breaks* está associado a diminuição deste risco, porém, essa relação também é dependente da aptidão física.

O comportamento sedentário se relacionou apenas com a leptina e essa relação foi moderada pela PMI. Essas relações podem ser apoiadas por outros estudos na literatura. Nightingale et al. (2017) ao examinarem a associação entre o tempo de tela auto-relatado e marcadores de risco para diabetes tipo 2 em crianças de 9 a 10 anos, descobriram que as crianças com mais de 3 horas de tempo de tela

apresentaram níveis mais elevados de leptina. Haapala et al. (2021) ao investigarem as associações de atividade física, tempo sedentário, medidos de forma objetiva, com biomarcadores de inflamação em crianças de 6 a 8 anos demonstraram que a leptina esteve positivamente associada ao tempo sedentário. Ademais, há algumas evidências que podem nos indicar os mecanismos pelos quais o comportamento sedentário e leptina estão envolvidos. Trim et al. (2022) demonstraram que longos períodos de inatividade física provocaram um aumento nos níveis de leptina de 63% após a intervenção e sem grandes mudanças no aumento do tecido adiposo.

A leptina possui uma variedade de papéis nos tecidos e no corpo inteiro, influenciando o metabolismo de lipídios e carboidratos, a homeostase da massa corporal e a regulação do apetite (SADAF FAROOQI; O'RAHILLY, 2014). O aumento da leptina em decorrência a longos períodos de inatividade pode ser devido ao fato de que há uma redução na utilização de glicose pelo musculo aumentando a insulina e conseqüentemente a leptina, devido ao seu papel no metabolismo da glicose (CHARANSONNEY, 2011; MINOKOSHI; TODA; OKAMOTO, 2012). Tendo em vista que a leptina é um hormônio que atua como um importante regulador da ingestão alimentar e da homeostase energética (PARK; AHIMA, 2015). É razoável pensarmos que a leptina está ligada ao comportamento sedentário, partindo do pressuposto que longos períodos sedentários representam baixo gasto energético. Por outro lado, não foram encontrados evidências que nos indiquem, em específico, o papel da PMI como moderador desta relação.

A leptina também demonstrou estar relacionada com o tempo gasto em *breaks* e essa relação sendo moderada pela APCR e pela PMI. Não foram encontrados estudos que avaliaram especificamente a relação dos *breaks* com leptina em crianças e adolescente. Por outro lado, alguns estudos evidenciaram relação negativa entre os *breaks* e os níveis de leptina em adultos (SAHABUDEEN *et al.*, 2023; ZHENG *et al.*, 2021). Levando em consideração que os *breaks* são períodos de atividade física entre episódios ininterruptos de comportamento sedentário, podemos encontrar estudos que evidenciam a relação da atividade física, de forma geral, com leptina. Haapala et al. (2021) demonstraram que a atividade física leve e a moderada estiveram negativamente associadas com a leptina. Os possíveis mecanismos que justificam a associação dos *breaks* com a leptina podem ser os mesmos da relação com o comportamento sedentário, pois mais *breaks* significam mais atividade física durante

o dia e menos períodos sedentários prolongados, portanto, aumentado gasto energético.

O fato da aptidão física moderar as relações com o comportamento sedentário e com os *breaks* pode ser devido aos seus efeitos sobre a leptina. Jiménez-Pavón et al. (2012) ao examinar as associações de atividade física e aptidão física com concentrações de leptina em adolescentes, demonstraram que a APCR e PMI estavam negativamente associadas aos níveis de leptina. Martínez-Gomez et al. (2012) relataram que a APCR foi negativamente associada em adolescentes. Da mesma forma, Miyatake et al. (2014) encontraram associação negativa entre APCR e os níveis de leptina em adultos. O exercício regular, necessário para manter a aptidão, é conhecido por aumentar a epinefrina que por consequência aumenta o transporte de leptina através da barreira hematoencefálica (BANKS, 2001). Além disso, a aptidão física está associada positivamente aos níveis séricos de receptores solúveis de leptina (ALZAMIL; ALDOKHI; HABIB, 2018). Os receptores de leptina são moléculas que regulam e monitoram a ação da leptina, e níveis baixos podem indicar o desenvolvimento de resistência à leptina na obesidade (HERRICK; PANZA; GOLLIE, 2016).

A PCR esteve relacionada com os *breaks* e essa relação foi moderada pela APCR e PMI. É possível notar que para níveis altos de APCR e PMI não houve alteração visível dos níveis de PCR. Por outro lado, para os níveis mais baixos de APCR e PMI, a PCR se modifica conforme o aumento do tempo gasto em *breaks*. Essas observações podem nos indicar que a PCR esteve relacionada com os *breaks* apenas para níveis mais baixos de aptidão física. A PCR possui um papel importante na evolução e fisiopatologia de doenças ateroscleróticas. Níveis elevados de PCR indicam um estado pró-inflamatório, sendo considerado um marcador inflamatório e um forte preditor para doenças cardiovasculares. Até o momento, os potenciais mecanismos que podem justificar a relação da PCR com os *breaks* são pouco compreendidos. Por outro lado, o papel moderador da aptidão física pode se dar devido aos seus diversos efeitos benéficos para os processos de inflamação (DE LIMA et al., 2020). Ademais, alguns estudos tem demonstrado associações negativas para diversos marcadores inflamatórios, incluindo a PCR (ARTERO et al., 2014; DELGADO-ALFONSO et al., 2018; HAAPALA et al., 2023). Esses achados poderiam auxiliar os resultados aqui encontrados sobre o papel moderador da aptidão física na relação dos *breaks* com a PCR.

A partir destas evidências, podemos concluir que o comportamento sedentário está desfavoravelmente associado com a leptina, demonstrando que o comportamento sedentário excessivo pode trazer riscos para saúde das crianças. Por outro lado, o maior tempo gasto em quebras sedentárias esteve favoravelmente relacionado aos marcadores de saúde cardiometabólica demonstrando que realizar mais *breaks* durante o dia pode trazer benefícios. E essas relações não acontecem de forma isoladas, sendo moderadas pela aptidão física.

Pontos fortes e limitações:

Até onde sabemos, este é o primeiro estudo a usar este tipo de análise com dados objetivos de comportamento sedentário.

Um dos pontos fortes do nosso estudo é o uso do Actgraph, uma ferramenta de medição objetiva e atualmente considerada padrão ouro para avaliar atividade física e comportamento sedentário. Além do mais, a forma de tratamento dos dados é ainda considerada inovadora, justificando-se pelo baixo número de evidências sobre moderação de variáveis físicas (aptidão física) em variáveis comportamentais (comportamento sedentário).

Ao analisar e discutir os resultados, nós levamos em consideração algumas limitações deste estudo. Embora tivemos cuidado em coletar os dados e selecionar os sujeitos, não tivemos condições de realizar o estudo com uma amostra representativa da população, então sempre há cautela na inferência dos resultados. Outra questão importante foi que os níveis de maturação não foram considerados como covariáveis, essa variável não foi coletada inicialmente.

Conclusão:

Os resultados apontam que o tempo gasto em comportamento sedentário e *breaks*, podem desempenhar um papel importante no desenvolvimento de doenças cardiovasculares e metabólicas em crianças. Porém, essas relações podem ser modificadas conforme os níveis de aptidão física.

Financiamento

Este manuscrito obteve apoio financeiro do Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) do Brasil através do fomento de bolsas de pesquisa.

Conflitos de interesse

Os autores não tem nenhum conflito de interesse a declarar.

Referências:

ALZAMIL, H.; ALDOKHI, L.; HABIB, S. S. Physical Fitness and Its Relationship to Plasma Leptin, Leptin Soluble Receptor, and Free Leptin Index in a Saudi Population: A Comparison Between Diabetic and Non-Diabetic Individuals. **Medical Science Monitor Basic Research**, [s. l.], v. 24, p. 113, 2018. Disponível em: </pmc/articles/PMC6097099/>. Acesso em: 12 mar. 2023.

ARTERO, E. G. *et al.* Muscular fitness, fatness and inflammatory biomarkers in adolescents. **Pediatric Obesity**, [s. l.], v. 9, n. 5, p. 391–400, 2014. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.2047-6310.2013.00186.x>. Acesso em: 15 mar. 2023.

BANKS, W. A. Enhanced leptin transport across the blood-brain barrier by alpha 1-adrenergic agents. **Brain research**, [s. l.], v. 899, n. 1–2, p. 209–217, 2001. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11311882/>. Acesso em: 12 mar. 2023.

BIDDLE, S. J. H.; PEARSON, N.; SALMON, J. Sedentary Behaviors and Adiposity in Young People: Causality and Conceptual Model. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, [s. l.], v. 46, n. 1, p. 18–25, 2018. Disponível em: https://journals.lww.com/acsm-essr/Fulltext/2018/01000/Sedentary_Behaviors_and_Adiposity_in_Young_People_.5.aspx. Acesso em: 3 nov. 2021.

CARSON, V.; STONE, M.; FAULKNER, G. Patterns of sedentary behavior and weight status among children. **Pediatric Exercise Science**, [s. l.], v. 26, n. 1, p. 95–102, 2014. Disponível em: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/pes/26/1/article-p95.xml>. Acesso em: 8 jul. 2020.

CHARANSONNEY, O. L. **Physical activity and aging: a life-long story**. [S. l.: s. n.], 2011. Disponível em: <https://www.discoverymedicine.com/Olivier-L-Charansonney/2011/09/09/physical-activity-and-aging-a-life-long-story/>. Acesso em: 16 ago. 2020.

DA COSTA, N. *et al.* Moderating Role of Physical Fitness in the Association Between TV Time and Adiposity Parameters in Adolescents. **American Journal of Health Promotion**, [s. l.], v. 36, n. 7, p. 1104–1111, 2022. Disponível em: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/08901171221086951>.

DE LIMA, T. R. *et al.* Association between muscle strength and risk factors for metabolic syndrome in children and adolescents: a systematic review. **Journal of pediatric endocrinology & metabolism: JPEM**, [s. l.], v. 34, n. 1, p. 1–12, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33055312/>. Acesso em: 15 mar. 2023.

DELGADO-ALFONSO, A. *et al.* Independent and combined associations of physical fitness components with inflammatory biomarkers in children and adolescents. **Pediatric Research** 2018 **84:5**, [s. l.], v. 84, n. 5, p. 704–712, 2018. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41390-018-0150-5>. Acesso em: 15 mar. 2023.

EKELUND, U. *et al.* Does physical activity attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonised meta-analysis of data from more than 1 million men and women. **The Lancet**, [s. l.], v. 388, n. 10051, p. 1302–1310, 2016.

EVENSON, K. R. *et al.* Calibration of two objective measures of physical activity for children. **Journal of sports sciences**, [s. l.], v. 26, n. 14, p. 1557–1565, 2008. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18949660/>. Acesso em: 25 jul. 2022.

FRANKS, P. W. *et al.* Leptin predicts a worsening of the features of the metabolic syndrome independently of obesity. **Obesity research**, [s. l.], v. 13, n. 8, p. 1476–1484, 2005. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16129731/>. Acesso em: 16 mar. 2023.

GAYA, A. C. A.; GAYA, A. R. **Projeto Esporte Brasil: manual de testes e avaliação versão 2016**. [S. l.: s. n.], 2016. *E-book*. Disponível em: Acesso em: 27 jul. 2020.

HAAPALA, E. A. *et al.* Associations of physical activity, sedentary time, and diet quality with biomarkers of inflammation in children. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1892830>, [s. l.], v. 22, n. 6, p. 906–915, 2021. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17461391.2021.1892830>. Acesso em: 10 mar. 2023.

HAAPALA, E. A. *et al.* Cross-sectional associations between physical fitness and biomarkers of inflammation in children—The PANIC study. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, [s. l.], v. 00, p. 1–10, 2023. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/sms.14337>. Acesso em: 15 mar. 2023.

HALLGREN, M. *et al.* Cross-sectional and prospective relationships of passive and mentally active sedentary behaviours and physical activity with depression. **The British Journal of Psychiatry**, [s. l.], v. 217, n. 2, p. 413–419, 2020.

HAYES, A. F. **Introduction to Mediation, Moderation, and Conditional Process Analysis: A Regression-Based Approach**. London NY: The Guilford Press, 2022. v. 1 *E-book*.

HERDER, C. *et al.* Low-Grade Inflammation, Obesity, and Insulin Resistance in Adolescents. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, [s. l.], v. 92, n. 12, p. 4569–4574, 2007. Disponível em: <https://academic.oup.com/jcem/article/92/12/4569/2596894>. Acesso em: 16 mar. 2023.

HERRICK, J. E.; PANZA, G. S.; GOLLIE, J. M. Leptin, Leptin Soluble Receptor, and the Free Leptin Index following a Diet and Physical Activity Lifestyle Intervention in Obese Males and Females. **Journal of Obesity**, [s. l.], v. 2016, 2016. Disponível em: [/pmc/articles/PMC5168550/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35564843/). Acesso em: 12 mar. 2023.

JIMÉNEZ-PAVÓN, D. *et al.* Physical Activity, Fitness, and Serum Leptin Concentrations in Adolescents. **The Journal of Pediatrics**, [s. l.], v. 160, n. 4, p. 598-603.e2, 2012. Disponível em: [Acesso em: 10 mar. 2023.](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21277178/)

LLAMAS-RAMOS, I. *et al.* Sedentary Behaviour and Its Relationship with Early Vascular Ageing in the General Spanish Population: A Cross-Sectional Study. **International journal of environmental research and public health**, [s. l.], v. 19, n. 9, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35564843/>. Acesso em: 27 fev. 2023.

MARTINEZ-GOMEZ, D. *et al.* Associations of physical activity and fitness with adipocytokines in adolescents: the AFINOS Study. **Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases : NMCD**, [s. l.], v. 22, n. 3, p. 252–259, 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21277178/>. Acesso em: 10 mar. 2023.

MARTINEZ-GOMEZ, David *et al.* Sedentary Behaviors and Emerging Cardiometabolic Biomarkers in Adolescents. **The Journal of Pediatrics**, [s. l.], v. 160, n. 1, p. 104-110.e2, 2012. Disponível em: [Acesso em: 10 mar. 2023.](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21277178/)

MARTINS, R. C. *et al.* Temporal Trends of Physical Activity and Sedentary Behavior Simultaneity in Brazilian Students. **Journal of Physical Activity and Health**, [s. l.], v. 15, n. 5, p. 331–337, 2018. Disponível em:

<https://journals.humankinetics.com/view/journals/jpah/15/5/article-p331.xml>. Acesso em: 27 fev. 2023.

MELLOTT, E.; FAULKNER, J. L. Mechanisms of leptin-induced endothelial dysfunction. **Current Opinion in Nephrology & Hypertension**, [s. l.], v. 32, n. 2, p. 118–123, 2023. Disponível em: <https://journals.lww.com/10.1097/MNH.0000000000000867>.

MINOKOSHI, Y.; TODA, C.; OKAMOTO, S. Regulatory role of leptin in glucose and lipid metabolism in skeletal muscle. **Indian Journal of Endocrinology and Metabolism**, [s. l.], v. 16, n. Suppl 3, p. S562, 2012. Disponível em: </pmc/articles/PMC3602985/>. Acesso em: 10 mar. 2023.

MIYATAKE, N. *et al.* Circulating leptin levels are associated with physical activity or physical fitness in Japanese. **Environmental Health and Preventive Medicine**, [s. l.], v. 19, n. 5, p. 362–366, 2014.

NIGHTINGALE, C. M. *et al.* Screen time is associated with adiposity and insulin resistance in children. **Archives of Disease in Childhood**, [s. l.], v. 102, n. 7, p. 612–616, 2017.

PAING, A. C. *et al.* Impact of free-living pattern of sedentary behaviour on intraday glucose regulation in type 2 diabetes. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 120, n. 1, p. 171, 2020. Disponível em: </pmc/articles/PMC6969863/>. Acesso em: 27 fev. 2023.

PARK, H. K.; AHIMA, R. S. Physiology of leptin: energy homeostasis, neuroendocrine function and metabolism. **Metabolism: clinical and experimental**, [s. l.], v. 64, n. 1, p. 24, 2015. Disponível em: </pmc/articles/PMC4267898/>. Acesso em: 13 mar. 2023.

RODRIGUES DE LIMA, T. *et al.* Muscular Fitness and Cardiovascular Risk Factors in Children and Adolescents: A Systematic Review. **Journal of strength and conditioning research**, [s. l.], v. 34, n. 8, p. 2394–2406, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30273286/>. Acesso em: 15 mar. 2023.

SADAF FAROOQI, I.; O'RAHILLY, S. 20 years of leptin: human disorders of leptin action. **The Journal of endocrinology**, [s. l.], v. 223, n. 1, p. T63–T70, 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25232148/>. Acesso em: 10 mar. 2023.

SAHABUDEEN, A. *et al.* Dose-response effects of periodic physical activity breaks on the chronic inflammatory risk associated with sedentary behavior in high- and upper-middle income countries: A systematic review and meta-analysis. **Diabetes**

& Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews, [s. l.], v. 17, n. 3, p. 102730, 2023. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1871402123000267>. Acesso em: 10 mar. 2023.

STEINBERGER, J. *et al.* Relation of leptin to insulin resistance syndrome in children. **Obesity research**, [s. l.], v. 11, n. 9, p. 1124–1130, 2003. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12972683/>. Acesso em: 16 mar. 2023.

TREMBLAY, M. S. *et al.* Sedentary Behavior Research Network (SBRN) – Terminology Consensus Project process and outcome. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 75, 2017. Disponível em: <http://ijbnpa.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12966-017-0525-8>. Acesso em: 9 jul. 2020.

TRIM, W. V. *et al.* The Impact of Long-term Physical Inactivity on Adipose Tissue Immunometabolism. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, [s. l.], v. 107, n. 1, p. 177, 2022. Disponível em: </pmc/articles/PMC8684473/>. Acesso em: 10 mar. 2023.

ZHANG, F. *et al.* Leptin: Structure, Function and Biology. *Em: VITAMINS AND HORMONES*. [S. l.]: Vitam Horm, 2005. v. 71, p. 345–372. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16112274/>. Acesso em: 19 set. 2021.

ZHENG, C. *et al.* Associations of Sedentary Patterns with Cardiometabolic Biomarkers in Physically Active Young Males. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, [s. l.], v. 53, n. 4, p. 838–844, 2021. Disponível em: <https://journals.lww.com/10.1249/MSS.0000000000002528>.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Foi demonstrado nesta dissertação que a aptidão física modera a relação entre o comportamento sedentário e das interrupções sedentárias (breaks) com marcadores de risco cardiometabólicos. Sendo assim, a relação entre comportamento sedentário e marcadores cardiometabólicos e dos breaks com os marcadores variam conforme os níveis de aptidão física.

Portanto, para programas que visem a promoção da saúde em crianças é necessário se ter um olhar atento não somente para a prática de exercício físico, mas

também para o tempo em que as crianças gastam em comportamento sedentário e como ele será distribuído durante o dia. Reforçando ainda que esses fatores não devem ser vistos de forma isolada, mas sim em conjunto.

5. REFERÊNCIAS

ACSM. **ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. 10. ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2017. v. 1

AINSWORTH, B. E. *et al.* 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. **Medicine and science in sports and exercise**, [s. l.], v. 43, n. 8, p. 1575–1581, 2011.

ALZAMIL, H.; ALDOKHI, L.; HABIB, S. S. Physical Fitness and Its Relationship to Plasma Leptin, Leptin Soluble Receptor, and Free Leptin Index in a Saudi Population: A Comparison Between Diabetic and Non-Diabetic Individuals. **Medical Science Monitor Basic Research**, [s. l.], v. 24, p. 113, 2018. Disponível em: </pmc/articles/PMC6097099/>. Acesso em: 12 mar. 2023.

ANTUNES, B. M. *et al.* Exercise intensity and physical fitness modulate lipoproteins profile during acute aerobic exercise session. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 10, n. 1, 2020. Disponível em: </pmc/articles/PMC7058045/>. Acesso em: 14 mar. 2023.

ARTERO, E. G. *et al.* Muscular fitness, fatness and inflammatory biomarkers in adolescents. **Pediatric Obesity**, [s. l.], v. 9, n. 5, p. 391–400, 2014. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.2047-6310.2013.00186.x>. Acesso em: 15 mar. 2023.

ATIENZA, A. A. *et al.* Self-reported and objectively measured activity related to biomarkers using NHANES. **Medicine and science in sports and exercise**, [s. l.], v. 43, n. 5, p. 815–821, 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20962693/>. Acesso em: 5 out. 2021.

BANKS, W. A. Enhanced leptin transport across the blood-brain barrier by alpha 1-adrenergic agents. **Brain research**, [s. l.], v. 899, n. 1–2, p. 209–217, 2001. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11311882/>. Acesso em: 12 mar. 2023.

BARRÓN-CABRERA, E. *et al.* Epigenetic Modifications as Outcomes of Exercise Interventions Related to Specific Metabolic Alterations: A Systematic Review.

Lifestyle Genomics, [s. l.], v. 12, n. 1–6, p. 25–44, 2019. Disponível em: <https://www.karger.com/Article/FullText/503289>. Acesso em: 27 nov. 2022.

BASSETT, D. R. *et al.* Trends in Physical Activity and Sedentary Behaviors of United States Youth. **Journal of physical activity & health**, [s. l.], v. 12, n. 8, p. 1102–1111, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25347913/>. Acesso em: 1 nov. 2021.

BIDDLE, S. J. H.; PEARSON, N.; SALMON, J. Sedentary Behaviors and Adiposity in Young People: Causality and Conceptual Model. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, [s. l.], v. 46, n. 1, p. 18–25, 2018.

BONNEY, E. *et al.* Benefits of Activity-Based Interventions among Female Adolescents Who Are Overweight and Obese. **Pediatric Physical Therapy**, [s. l.], v. 31, n. 4, p. 338–345, 2019. Disponível em: https://journals.lww.com/pedpt/Fulltext/2019/10000/Benefits_of_Activity_Based_Interventions_Among.9.aspx. Acesso em: 14 mar. 2023.

BRASIL, M. da S. **GUIA DE ATIVIDADE FÍSICA PARA A POPULAÇÃO BRASILEIRA**. Ministério ed. Distrito Federal: Ministério da Saúde, 2021. *E-book*. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_atividade_fisica_populacao_brasileira.pdf. Acesso em: 26 out. 2021.

CARSON, V.; JANSSEN, I. Volume, patterns, and types of sedentary behavior and cardio-metabolic health in children and adolescents: a cross-sectional study. **BMC Public Health**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 274, 2011. Disponível em: <https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2458-11-274>. Acesso em: 24 maio 2020.

CARSON, V.; STONE, M.; FAULKNER, G. Patterns of sedentary behavior and weight status among children. **Pediatric Exercise Science**, [s. l.], v. 26, n. 1, p. 95–102, 2014. Disponível em: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/pes/26/1/article-p95.xml>. Acesso em: 8 jul. 2020.

CASPERSEN, C. J.; POWELL, K. E.; CHRISTENSON, G. M. Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research. **Public Health Reports**, [s. l.], v. 100, n. 2, p. 126–131, 1985. Disponível em:

/pmc/articles/PMC1424733/?report=abstract%0Ahttps://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1424733/. Acesso em: 26 jul. 2020.

CHARANSONNEY, O. L. **Physical activity and aging: a life-long story**. [S. l.: s. n.], 2011. Disponível em: <https://www.discoverymedicine.com/Olivier-L-Charansonney/2011/09/09/physical-activity-and-aging-a-life-long-story/>. Acesso em: 16 ago. 2020.

DA COSTA, N. *et al.* Moderating Role of Physical Fitness in the Association Between TV Time and Adiposity Parameters in Adolescents. **American Journal of Health Promotion**, [s. l.], v. 36, n. 7, p. 1104–1111, 2022a. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/08901171221086951>. Acesso em: 9 jan. 2023.

DA COSTA, N. *et al.* Moderating Role of Physical Fitness in the Association Between TV Time and Adiposity Parameters in Adolescents. **American Journal of Health Promotion**, [s. l.], v. 36, n. 7, p. 1104–1111, 2022b. Disponível em: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/08901171221086951>.

DE LIMA, T. R. *et al.* Association between muscle strength and risk factors for metabolic syndrome in children and adolescents: a systematic review. **Journal of pediatric endocrinology & metabolism: JPEM**, [s. l.], v. 34, n. 1, p. 1–12, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33055312/>. Acesso em: 15 mar. 2023.

DELGADO-ALFONSO, A. *et al.* Independent and combined associations of physical fitness components with inflammatory biomarkers in children and adolescents. **Pediatric Research 2018 84:5**, [s. l.], v. 84, n. 5, p. 704–712, 2018. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41390-018-0150-5>. Acesso em: 15 mar. 2023.

DINARELLO, C. A. Proinflammatory Cytokines. **Chest**, [s. l.], v. 118, n. 2, p. 503–508, 2000. Disponível em: Acesso em: 20 mar. 2023.

DO PRADO, W. L. *et al.* Obesidade e adipocinas inflamatórias: implicações práticas para a prescrição de exercício. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, [s. l.], v. 15, n. 5, p. 378–383, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/rbme/a/8Nydb6F3BjyRRsqDDMdm7pD/?lang=pt>. Acesso em: 20 mar. 2023.

DORNELES, G. P. *et al.* Cardiorespiratory fitness modulates the proportions of monocytes and T helper subsets in lean and obese men. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, [s. l.], v. 29, n. 11, p. 1755–1765, 2019. Disponível

em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/sms.13506>. Acesso em: 14 mar. 2023.

DUNTON, G. F.; DO, B.; WANG, S. D. Early effects of the COVID-19 pandemic on physical activity and sedentary behavior in children living in the U.S. **BMC Public Health**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 1351, 2020. Disponível em: </pmc/articles/PMC7472405/>. Acesso em: 29 set. 2021.

EKELUND, U. *et al.* Does physical activity attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonised meta-analysis of data from more than 1 million men and women. **The Lancet**, [s. l.], v. 388, n. 10051, p. 1302–1310, 2016a.

EKELUND, U. *et al.* Does physical activity attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonised meta-analysis of data from more than 1 million men and women. **The Lancet**, [s. l.], v. 388, n. 10051, p. 1302–1310, 2016b. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673616303701>. Acesso em: 17 maio 2020.

ELAGIZI, A. *et al.* A Review of Obesity, Physical Activity, and Cardiovascular Disease. **Current Obesity Reports**, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 571–581, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13679-020-00403-z>. Acesso em: 21 ago. 2022.

EVENSON, K. R. *et al.* Calibration of two objective measures of physical activity for children. **Journal of sports sciences**, [s. l.], v. 26, n. 14, p. 1557–1565, 2008. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18949660/>. Acesso em: 25 jul. 2022.

FAROOQI, I. S. Defining the neural basis of appetite and obesity: from genes to behaviour. **CLINICAL MEDICINE**, [s. l.], v. 14, n. 3, p. 286–289, 2014.

FELIX, E. *et al.* Excessive Screen Media Use in Preschoolers Is Associated with Poor Motor Skills. **Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking**, [s. l.], v. 23, n. 6, p. 418–425, 2020.

FIDELIX, Y. *et al.* Aerobic Training Performed at Ventilatory Threshold Improves Psychological Outcomes in Adolescents With Obesity. **Journal of Physical Activity and Health**, [s. l.], v. 16, n. 10, p. 851–856, 2019.

FONSECA-ALANIZ, M. H. *et al.* Adipose tissue as an endocrine organ: from theory to practice. **Jornal de Pediatria**, [s. l.], v. 83, n. 5 Suppl, p. S192–S203, 2007.

FRANKS, P. W. *et al.* Leptin predicts a worsening of the features of the metabolic syndrome independently of obesity. **Obesity research**, [s. l.], v. 13, n. 8, p. 1476–1484, 2005. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16129731/>. Acesso em: 16 mar. 2023.

FREITAS, M. C.; CESCHINI, F. L.; RAMALLO, B. T. Resistência à insulina associada à obesidade: efeitos anti-inflamatórios do exercício físico. **Rev. bras. ciênc. mov**, [s. l.], p. 139–147, 2014. Disponível em: <http://portalrevistas.ucb.br/index.php/RBCM/article/view/4769/3381>. Acesso em: 27 nov. 2022.

GÁBA, A. *et al.* Sedentary behavior patterns and adiposity in children: a study based on compositional data analysis. **BMC pediatrics**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 147, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32241269/>. Acesso em: 6 set. 2020.

GABEL, L. *et al.* Associations of sedentary time patterns and TV viewing time with inflammatory and endothelial function biomarkers in children. **Pediatric Obesity**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 194–201, 2016. Disponível em: </pmc/articles/PMC5054926/>. Acesso em: 6 nov. 2021.

GAYA, A. C. A.; GAYA, A. R. **Projeto Esporte Brasil: manual de testes e avaliação versão 2016**. [S. l.: s. n.], 2016. *E-book*. Disponível em: Acesso em: 27 jul. 2020.

GONZÁLEZ-MUNIESA, P. *et al.* Obesity. **Nature Reviews Disease Primers** 2017 3:1, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 1–18, 2017. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nrdp201734>. Acesso em: 27 nov. 2022.

GÖRGENS, S. W. *et al.* Exercise and Regulation of Adipokine and Myokine Production. **Progress in Molecular Biology and Translational Science**, [s. l.], v. 135, p. 313–336, 2015. Disponível em: Acesso em: 27 nov. 2022.

GRAZIOLI, E. *et al.* Physical activity in the prevention of human diseases: Role of epigenetic modifications. **BMC Genomics**, [s. l.], v. 18, n. 8, p. 111–123, 2017. Disponível em: <https://bmcbgenomics.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12864-017-4193-5>. Acesso em: 27 nov. 2022.

GREGOR, M. F.; HOTAMISLIGIL, G. S. Inflammatory Mechanisms in Obesity. <https://doi.org/10.1146/annurev-immunol-031210-101322>, [s. l.], v. 29, p. 415–445, 2011. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-immunol-031210-101322>. Acesso em: 27 nov. 2022.

GUERRA, P. H.; FARIAS JÚNIOR, J. C. de; FLORINDO, A. A. Sedentary behavior in Brazilian children and adolescents: a systematic review. **Revista de Saúde Pública**, [s. l.], v. 50, n. 9, p. 9, 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102016000100501&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 6 abr. 2020.

GUTHOLD, R. *et al.* **Physical inactivity and sedentary behaviour among schoolchildren: A 24-country comparison** *Word count* **The Journal of Pediatrics**. [S. l.: s. n.], 2010.

HAAPALA, E. A. *et al.* Associations of physical activity, sedentary time, and diet quality with biomarkers of inflammation in children. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1892830>, [s. l.], v. 22, n. 6, p. 906–915, 2021. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17461391.2021.1892830>. Acesso em: 10 mar. 2023.

HAAPALA, E. A. *et al.* Cross-sectional associations between physical fitness and biomarkers of inflammation in children—The PANIC study. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, [s. l.], v. 00, p. 1–10, 2023. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/sms.14337>. Acesso em: 15 mar. 2023.

HALLGREN, M. *et al.* Cross-sectional and prospective relationships of passive and mentally active sedentary behaviours and physical activity with depression. **The British journal of psychiatry : the journal of mental science**, [s. l.], v. 217, n. 2, p. 413–419, 2020a. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/the-british-journal-of-psychiatry/article/crosssectional-and-prospective-relationships-of-passive-and-mentally-active-sedentary-behaviours-and-physical-activity-with-depression/DBB965C7F964604B9004AEFA1C50E73B>. Acesso em: 5 out. 2021.

HALLGREN, M. *et al.* Cross-sectional and prospective relationships of passive and mentally active sedentary behaviours and physical activity with depression. **The British Journal of Psychiatry**, [s. l.], v. 217, n. 2, p. 413–419, 2020b.

HAMILTON, M. T.; HAMILTON, D. G.; ZDERIC, T. W. Role of Low Energy Expenditure and Sitting in Obesity, Metabolic Syndrome, Type 2 Diabetes, and Cardiovascular Disease. **Diabetes**, [s. l.], v. 56, n. 11, p. 2655–2667, 2007. Disponível em: <https://diabetesjournals.org/diabetes/article/56/11/2655/13643/Role-of-Low-Energy-Expenditure-and-Sitting-in>. Acesso em: 18 ago. 2022.

HAYES, A. F. **Introduction to Mediation, Moderation, and Conditional Process Analysis: A Regression-Based Approach**. London NY: The Guilford Press, 2022. v. 1 *E-book*.

HENSON, J. *et al.* Sedentary Time and Markers of Chronic Low-Grade Inflammation in a High Risk Population. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 8, n. 10, p. e78350, 2013. Disponível em: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0078350>.

HERDER, C. *et al.* Low-Grade Inflammation, Obesity, and Insulin Resistance in Adolescents. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, [s. l.], v. 92, n. 12, p. 4569–4574, 2007. Disponível em: <https://academic.oup.com/jcem/article/92/12/4569/2596894>. Acesso em: 16 mar. 2023.

HERRICK, J. E.; PANZA, G. S.; GOLLIE, J. M. Leptin, Leptin Soluble Receptor, and the Free Leptin Index following a Diet and Physical Activity Lifestyle Intervention in Obese Males and Females. **Journal of Obesity**, [s. l.], v. 2016, 2016. Disponível em: </pmc/articles/PMC5168550/>. Acesso em: 12 mar. 2023.

HUANG, X.; ZENG, N.; YE, S. Associations of sedentary behavior with physical fitness and academic performance among chinese students aged 8–19 years. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 16, n. 22, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31739629/>. Acesso em: 6 set. 2020.

IBGE, I. B. de G. e E. **Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar 2015**. Rio de Janeiro: [s. n.], 2016. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd_2010_religiao_deficiencia.pdf. Acesso em: 19 ago. 2020.

JIALAL, I.; DEVARAJ, S.; VENUGOPAL, S. K. C-reactive protein: risk marker or mediator in atherothrombosis?. **Hypertension**, [s. l.], v. 44, n. 1, p. 6–11, 2004. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15148294/>. Acesso em: 20 set. 2021.

JIMÉNEZ-PAVÓN, D. *et al.* Physical Activity, Fitness, and Serum Leptin Concentrations in Adolescents. **The Journal of Pediatrics**, [s. l.], v. 160, n. 4, p. 598-603.e2, 2012. Disponível em: Acesso em: 10 mar. 2023.

JOCHEM, C.; SCHMID, D.; LEITZMANN, M. F. Introduction to Sedentary Behaviour Epidemiology. [s. l.], p. 3–29, 2018. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-61552-3_1. Acesso em: 9 jan. 2023.

KULINSKI, J. P. *et al.* Association between cardiorespiratory fitness and accelerometer-derived physical activity and sedentary time in the general population. **Mayo Clinic proceedings**, [s. l.], v. 89, n. 8, p. 1063–1071, 2014. Disponível em: [/pmc/articles/PMC5152946/?report=abstract](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25111111/). Acesso em: 6 set. 2020.

LLAMAS-RAMOS, I. *et al.* Sedentary Behaviour and Its Relationship with Early Vascular Ageing in the General Spanish Population: A Cross-Sectional Study. **International journal of environmental research and public health**, [s. l.], v. 19, n. 9, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35564843/>. Acesso em: 27 fev. 2023.

LUBANS, D. R. *et al.* A systematic review of the validity and reliability of sedentary behaviour measures used with children and adolescents. **Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity**, [s. l.], v. 12, n. 10, p. 781–799, 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21676153/>. Acesso em: 28 out. 2021.

MARTINEZ-GOMEZ, D. *et al.* Associations of physical activity and fitness with adipocytokines in adolescents: the AFINOS Study. **Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases : NMCD**, [s. l.], v. 22, n. 3, p. 252–259, 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21277178/>. Acesso em: 10 mar. 2023.

MARTINEZ-GOMEZ, David *et al.* Sedentary Behaviors and Emerging Cardiometabolic Biomarkers in Adolescents. **The Journal of Pediatrics**, [s. l.], v. 160, n. 1, p. 104-110.e2, 2012. Disponível em: Acesso em: 10 mar. 2023.

MARTINS, R. C. *et al.* Temporal Trends of Physical Activity and Sedentary Behavior Simultaneity in Brazilian Students. **Journal of Physical Activity and Health**, [s. l.], v. 15, n. 5, p. 331–337, 2018. Disponível em: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/jpah/15/5/article-p331.xml>. Acesso em: 27 fev. 2023.

MEDRANO, M. *et al.* Cardiorespiratory fitness, waist circumference and liver enzyme levels in European adolescents: The HELENA cross-sectional study. **Journal of Science and Medicine in Sport**, [s. l.], v. 20, n. 10, p. 932–936, 2017. Disponível em: <http://www.jsams.org/article/S1440244017303900/fulltext>. Acesso em: 27 nov. 2022.

MELLOTT, E.; FAULKNER, J. L. Mechanisms of leptin-induced endothelial dysfunction. **Current Opinion in Nephrology & Hypertension**, [s. l.], v. 32, n. 2, p.

118–123, 2023. Disponível em:

<https://journals.lww.com/10.1097/MNH.0000000000000867>.

MENEGUCI, J. *et al.* Comportamento sedentário: conceitos, implicações fisiológicas e os procedimentos de avaliação. **Motricidade**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 160–174, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.6063/motricidade.3178>. Acesso em: 14 ago. 2020.

MINOKOSHI, Y.; TODA, C.; OKAMOTO, S. Regulatory role of leptin in glucose and lipid metabolism in skeletal muscle. **Indian Journal of Endocrinology and Metabolism**, [s. l.], v. 16, n. Suppl 3, p. S562, 2012. Disponível em: </pmc/articles/PMC3602985/>. Acesso em: 10 mar. 2023.

MIYATAKE, N. *et al.* Circulating leptin levels are associated with physical activity or physical fitness in Japanese. **Environmental Health and Preventive Medicine**, [s. l.], v. 19, n. 5, p. 362–366, 2014.

MOLINA-GARCIA, P. *et al.* Effects of Exercise on Body Posture, Functional Movement, and Physical Fitness in Children With Overweight/Obesity. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 34, n. 8, p. 2146–2155, 2020.

NIELSEN, M. S. *et al.* Physical Activity, Sedentary Time, and Sleep and the Association With Inflammatory Markers and Adiponectin in 8- to 11-Year-Old Danish Children. **Journal of physical activity & health**, [s. l.], v. 13, n. 6, p. 733–739, 2016. Disponível em: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/jpah/13/7/article-p733.xml>. Acesso em: 6 nov. 2021.

NIGHTINGALE, C. M. *et al.* Screen time is associated with adiposity and insulin resistance in children. **Archives of Disease in Childhood**, [s. l.], v. 102, n. 7, p. 612–616, 2017.

OH, K. J. *et al.* Metabolic Adaptation in Obesity and Type II Diabetes: Myokines, Adipokines and Hepatokines. **International Journal of Molecular Sciences 2017, Vol. 18, Page 8**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 8, 2016. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1422-0067/18/1/8/htm>. Acesso em: 20 mar. 2023.

OPAL, S. M.; DEPALO, V. A. Anti-Inflammatory Cytokines. **Chest**, [s. l.], v. 117, n. 4, p. 1162–1172, 2000. Disponível em: Acesso em: 20 mar. 2023.

OUCHI, N. *et al.* Adipokines in inflammation and metabolic disease. **Nature Reviews Immunology 2011 11:2**, [s. l.], v. 11, n. 2, p. 85–97, 2011. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nri2921>. Acesso em: 20 mar. 2023.

PAING, A. C. *et al.* Impact of free-living pattern of sedentary behaviour on intra-day glucose regulation in type 2 diabetes. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 120, n. 1, p. 171, 2020. Disponível em: [/pmc/articles/PMC6969863/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3969863/). Acesso em: 27 fev. 2023.

PARK, H. K.; AHIMA, R. S. Physiology of leptin: energy homeostasis, neuroendocrine function and metabolism. **Metabolism: clinical and experimental**, [s. l.], v. 64, n. 1, p. 24, 2015. Disponível em: [/pmc/articles/PMC4267898/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/267898/). Acesso em: 13 mar. 2023.

PERTICONE, F. *et al.* Endothelial Dysfunction and C-Reactive Protein Are Risk Factors for Diabetes in Essential Hypertension. **Diabetes**, [s. l.], v. 57, n. 1, p. 167–171, 2008.

RIDKER, P. M. Clinical Application of C-Reactive Protein for Cardiovascular Disease Detection and Prevention. **Circulation**, [s. l.], v. 107, n. 3, p. 363–369, 2003. Disponível em: <https://www.ahajournals.org/doi/abs/10.1161/01.CIR.0000053730.47739.3C>. Acesso em: 8 jan. 2023.

RODRIGUES DE LIMA, T. *et al.* Muscular Fitness and Cardiovascular Risk Factors in Children and Adolescents: A Systematic Review. **Journal of strength and conditioning research**, [s. l.], v. 34, n. 8, p. 2394–2406, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30273286/>. Acesso em: 15 mar. 2023.

SADAF FAROOQI, I.; O'RAHILLY, S. 20 years of leptin: human disorders of leptin action. **The Journal of endocrinology**, [s. l.], v. 223, n. 1, p. T63–T70, 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25232148/>. Acesso em: 10 mar. 2023.

SAHABUDEEN, A. *et al.* Dose-response effects of periodic physical activity breaks on the chronic inflammatory risk associated with sedentary behavior in high- and upper-middle income countries: A systematic review and meta-analysis. **Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews**, [s. l.], v. 17, n. 3, p. 102730, 2023. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1871402123000267>. Acesso em: 10 mar. 2023.

SAIJO, Y. *et al.* Relationship between C-reactive protein and visceral adipose tissue in healthy Japanese subjects. **Diabetes, Obesity and Metabolism**, [s. l.], v. 6, n. 4, p. 249–258, 2004.

SAUNDERS, T. J. *et al.* Associations of sedentary behavior, sedentary bouts and breaks in sedentary time with cardiometabolic risk in children with a family history of obesity. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 8, n. 11, 2013. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0079143>. Acesso em: 8 jul. 2020.

SCHEFFER, D. da L.; LATINI, A. Exercise-induced immune system response: Anti-inflammatory status on peripheral and central organs. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Basis of Disease**, [s. l.], v. 1866, n. 10, p. 165823, 2020. Disponível em: Acesso em: 14 mar. 2023.

SILVA, K. S. *et al.* Changes in television viewing and computers/videogames use among high school students in Southern Brazil between 2001 and 2011. **International Journal of Public Health**, [s. l.], v. 59, n. 1, p. 77–86, 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00038-013-0464-3>. Acesso em: 1 nov. 2021.

SINGLA, P.; BARDOLOI, A.; PARKASH, A. A. Metabolic effects of obesity: A review. **World Journal of Diabetes**, [s. l.], v. 1, n. 3, p. 76, 2010. Disponível em: </pmc/articles/PMC3083889/>. Acesso em: 22 ago. 2022.

SKOPKOVA, M. *et al.* Protein array reveals differentially expressed proteins in subcutaneous adipose tissue in obesity. **OBESITY**, [s. l.], v. 15, n. 10, p. 2396–2406, 2007.

SPEAKMAN, J. R. An Evolutionary Perspective on Sedentary Behavior. **BioEssays**, [s. l.], v. 42, n. 1, p. 1900156, 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/bies.201900156>. Acesso em: 21 ago. 2022.

STAMATAKIS, E. *et al.* Is the time right for quantitative public health guidelines on sitting? A narrative review of sedentary behaviour research paradigms and findings. **British Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 53, n. 6, p. 377–382, 2019a. Disponível em: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2018-099131>. Acesso em: 16 abr. 2020.

STAMATAKIS, E. *et al.* Sitting Time, Physical Activity, and Risk of Mortality in Adults. **Journal of the American College of Cardiology**, [s. l.], v. 73, n. 16, p. 2062–2072, 2019b. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31023430/>. Acesso em: 29 jul. 2020.

STEINBERGER, J. *et al.* Relation of leptin to insulin resistance syndrome in children. **Obesity research**, [s. l.], v. 11, n. 9, p. 1124–1130, 2003. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12972683/>. Acesso em: 16 mar. 2023.

SUCHERT, V.; HANEWINKEL, R.; ISENSEE, B. **Sedentary behavior and indicators of mental health in school-aged children and adolescents: A systematic review.** [S. l.: s. n.], 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0091743515001073>. Acesso em: 8 jul. 2020.

SUN, Y. *et al.* Isotemporal substitution of sedentary behavior for physical activity on cardiorespiratory fitness in children and adolescents. **Medicine**, [s. l.], v. 99, n. 30, p. e21367, 2020. Disponível em: </pmc/articles/PMC7386960/?report=abstract>. Acesso em: 6 set. 2020.

THORP, A. A. *et al.* Sedentary behaviors and subsequent health outcomes in adults a systematic review of longitudinal studies, 1996-2011. **American journal of preventive medicine**, [s. l.], v. 41, n. 2, p. 207–215, 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21767729/>. Acesso em: 3 nov. 2021.

TODENDI, P. F. *et al.* Physical fitness attenuates the genetic predisposition to obesity in children and adolescents. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, [s. l.], v. 31, n. 4, p. 894–902, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/sms.13899>.

TRAYHURN, P.; BEATTIE, J. H. Physiological role of adipose tissue: white adipose tissue as an endocrine and secretory organ. **Proceedings of the Nutrition Society**, [s. l.], v. 60, p. 329–339, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1079/PNS200194>. Acesso em: 27 nov. 2022.

TREMBLAY, M. S. *et al.* Canadian sedentary behaviour guidelines for children and youth. **Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme**, [s. l.], v. 36, n. 1, p. 59–64; 65–71, 2011. Disponível em: <https://cdnsiencepub.com/doi/abs/10.1139/H11-012>. Acesso em: 27 out. 2021.

TREMBLAY, M. S. *et al.* Sedentary Behavior Research Network (SBRN) – Terminology Consensus Project process and outcome. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 75, 2017. Disponível em: <http://ijbnpa.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12966-017-0525-8>. Acesso em: 9 jul. 2020.

TRIM, W. V. *et al.* The Impact of Long-term Physical Inactivity on Adipose Tissue Immunometabolism. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, [s. l.], v. 107, n. 1, p. 177, 2022. Disponível em: [/pmc/articles/PMC8684473/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3584473/). Acesso em: 10 mar. 2023.

VOLP, A. C. P. *et al.* Capacidade dos biomarcadores inflamatórios em prever a síndrome metabólica: Inflammation biomarkers capacity in predicting the metabolic syndrome. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, [s. l.], v. 52, n. 3, p. 537–549, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/abem/a/mq5vx3hRb85zc8WBk4VG3WJ/?lang=pt>. Acesso em: 21 mar. 2023.

WERNECK, A. O. *et al.* Association(s) Between Objectively Measured Sedentary Behavior Patterns and Obesity Among Brazilian Adolescents. **Pediatric Exercise Science**, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 37–41, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30500315/>. Acesso em: 5 set. 2020.

WHO. **WHO Guidelines on physical activity, sedentary behaviour**. [S. l.: s. n.], 2020. *E-book*. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/325147/WHO-NMH-PND-2019.4-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttp://www.who.int/iris/handle/10665/311664%0Ahttps://apps.who.int/iris/handle/10665/325147>.

YOUNG, D. R. *et al.* Sedentary Behavior and Cardiovascular Morbidity and Mortality: A Science Advisory From the American Heart Association. **Circulation**, [s. l.], v. 134, n. 13, p. e262-79, 2016. Disponível em: <http://ahajournals.org>. Acesso em: 27 out. 2021.

ZHANG, F. *et al.* Leptin: Structure, Function and Biology. *Em: VITAMINS AND HORMONES*. [S. l.]: Vitam Horm, 2005. v. 71, p. 345–372. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16112274/>. Acesso em: 19 set. 2021.

ZHENG, C. *et al.* Associations of Sedentary Patterns with Cardiometabolic Biomarkers in Physically Active Young Males. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, [s. l.], v. 53, n. 4, p. 838–844, 2021. Disponível em: <https://journals.lww.com/10.1249/MSS.0000000000002528>.