

CIP - Catalogação na Publicação

Felin Fochesatto, Camila

Corpo em movimento, cérebro ativo: um estudo dos moderadores das associações da aptidão física e breaks no comportamento sedentário com a saúde mental de crianças / Camila Felin Fochesatto. -- 2022. 115 f.

Orientadora: Anelise Reis Gaya.

Coorientador: Carlos Cristi-Montero.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Educação Física, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. Saúde mental. 2. Aptidão física. 3. Comportamento sedentário. 4. Criança. I. Reis Gaya, Anelise, orient. II. Cristi-Montero, Carlos, coorient. III. Título.

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

Camila Felin Fochesatto

**CORPO EM MOVIMENTO, CÉREBRO ATIVO: UM ESTUDO DOS
MODERADORES DAS ASSOCIAÇÕES DA APTIDÃO FÍSICA E *BREAKS* NO
COMPORTAMENTO SEDENTÁRIO COM A SAÚDE MENTAL DE CRIANÇAS**

**Porto Alegre
2022**

Camila Felin Fochesatto

**Corpo em movimento, cérebro ativo: um estudo dos moderadores
das associações da aptidão física e *breaks* no comportamento sedentário com a saúde
mental de crianças**

*Tese de Doutorado 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
para a obtenção do título de Doutora em
Ciências do Movimento Humano.*

Orientadora: Prof^ª Dra. Anelise Reis Gaya
Coorientador: Prof. Dr. Carlos Cristi-Montero

Porto Alegre
2022

Camila Felin Fochesatto

**CORPO EM MOVIMENTO, CÉREBRO ATIVO: UM ESTUDO DOS
MODERADORES DAS ASSOCIAÇÕES DA APTIDÃO FÍSICA E *BREAKS* NO
COMPORTAMENTO SEDENTÁRIO COM A SAÚDE MENTAL DE CRIANÇAS**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Ciências do Movimento Humano.

Conceito final:

Aprovado em de de

BANCA EXAMINADORA

.....
Prof.^a. Dr.^a. Roseanne Autran
Universidade Federal do Amazonas - UFA

.....
Prof. Dr. Gabriel Gustavo Bergaman
Universidade Federal de Pelotas - UFPel

.....
Prof. Dr. Giovani Cunha
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

.....
Orientadora – Prof.^a. Dr.^a. Anelise Reis Gaya
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

“Se apenas houvesse uma única verdade, não poderiam pintar-se cem telas sobre o mesmo tema.”

Pablo Picasso

AGRADECIMENTOS

Quando tinha 8 anos, decidi que queria ser cientista ou escritora ou professora. De lá para cá, se passaram alguns anos e quisera o destino e as oportunidades que eu conseguisse realizar todos esses sonhos ou, pelo menos, chegar bem próximo deles. Essa importante etapa que está se encerrando é cheia de gratidão a pessoas que tornaram possível mais essa conquista. É hora de agradecer...

Primeiramente a Deus, por ter me dado a vida, os sonhos e a determinação para ir ao encontro deles.

Aos meus pais, Vilmar e Cleusa, que são meus maiores exemplos e inspiração. Vocês me ensinaram a apreciar os momentos simples e bonitos da vida e também a erguer a cabeça e enfrentar os desafios do caminho. Desde pequena tenho lembranças do incentivo incessável aos estudos e à leitura. São pessoas e profissionais íntegros, humildes, incansáveis. Foram muitos “daremos um jeito”, sem nunca medirem esforços para que eu pudesse buscar meus objetivos. Esse momento também é de vocês!! Amo vocês.

Ao meu namorado/namorido, Mateus. Nossa história nada convencional daria um bom livro, com muitas reviravoltas e surpresas. Queria te agradecer pelo homem incrível que és, por torcer pelo meu sucesso e por me mostrar o quanto é maravilhoso planejar um futuro ao lado de alguém. É muito bom ter o teu apoio e incentivo diários, tanto no aspecto pessoal quanto no profissional. Eu te amo ao infinito e além.

À minha orientadora, professora e amiga Anelise Gaya, por ter aberto as portas do seu grupo de pesquisa para que eu pudesse realizar meu mestrado e doutorado. Por todas as oportunidades e incentivo durante esses seis anos. Foram muitas “tempestades de ideias” rabiscadas em papeis...projetos? Devemos ter uns 4 ou 5 (culpa das greves e da pandemia). Você esteve presente em muitos momentos especiais e emocionantes na área acadêmica, mas também, das experiências de vida como a primeira decolagem e a primeira onda. Admiro e tomo como exemplo a profissional que és e o quanto amas o que fazes. Obrigada por tudo!

Ao professor e coorientador Carlos Cristi-Montero, por quem tenho grande admiração pelo profissional e pessoa que é. Teu auxílio e conhecimento foram fundamentais para a conclusão desse processo. Foram muitos áudios regados a portunhol, conversas políglotas que renderam muito aprendizado e boas risadas. Aprecio muito a tua forma leve e bem-humorada com que trabalhas. ¡Muchas gracias! Frozen está muy agradecida por todo.

Ao professor Adroaldo Gaya, com quem aprendi muito sobre a Educação Física, mas também sobre a vida. A 205 sempre foi um laboratório em que até as conversas paralelas tinham ensinamentos e muito aprendizado na tua presença. Obrigada!

À banca, professores Roseanna, Giovani e Gabriel, por se disponibilizarem a fazerem parte deste momento e por todas as contribuições e sugestões. Tenham certeza que o nome de vocês foi pensado com muito carinho. Gostaria também de fazer um agradecimento especial à professora Denise Bandeira, por todo o auxílio na qualificação e na sequência. És uma pessoa muito disponível e admirável. Gratidão!

Às minhas amigas da pós-graduação para a vida Ari, Carol e Lu. Ari, obrigada por me acolher em POA, me ajudar a encontrar minha casinha e por ter sido a vizinha mais sensacional que poderia ter. Carol, nosso pacotinho de “fofurice”! Obrigada por ser tão generosa, por também me receber com tanto carinho lá em 2016, por nos presentear com um coração tão doce e os melhores passinhos de dança. Lu, nossa atleta pop! O 305 do Dona Linda ficava pequeno pros decibéis emitidos por essa dupla de bom tom. Obrigada por ter sido minha companhia diária nos últimos tempos vividos em POA. Foram longas tardes e muitas noites a dentro de tarefas, conversas e pizzas de lombo (depois sobremesa, porque né...somos dessas). Gurias, vocês com certeza foram suporte e apoio ao longo desse processo. Foram mates e pipocas regados a muitas gargalhadas, algumas lágrimas (porque ninguém é de ferro), projetos e sonhos compartilhados. Dividimos nossas famílias, casas e hoje, cada uma segue em um canto do Rio Grande (e logo, da América Latina - chiquérrimas elas, né?). E sabe do que mais? Nada mudou! Quando nos encontramos, falta tempo pra tanto assunto e espaço pra tanto amor e cumplicidade. A nossa amizade é um dos grandes presentes que esse período desafiador me trouxe. Eu amo muito vocês e serei eternamente grata por tudo! BFF4ECCCCC 😊

Ao meu amigo Vavá, o gênio dos números. Mesmo com a distância sempre estive por perto através das mensagens, ligações e ajudas (não foram poucas, né?). Vavacito, obrigada por todo o auxílio ao longo desses anos. Você é demais!

À minha prima/dinda Lari, nossa agenciadora de viagens. Você foi minha família em POA e sempre me auxiliou em tudo que precisasse. Obrigada pela disponibilidade e amizade!

Aos meus colegas de grupo, meu querido PROESP-Br! Este é o produto de um trabalho em conjunto, de inúmeras pessoas, de amigos queridos que foram fundamentais para a concretização deste sonho. Vocês são sensacionais! Tenho muito orgulho de fazer parte dessa equipe e sou muito feliz porque vocês estiveram comigo nessa caminhada. Gratidão!

Aos amigos, familiares e todas as pessoas que contribuíram, incentivaram e apoiaram esse sonho. Vocês foram essenciais e deixaram o percurso mais leve e florido. Obrigada!

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos, que possibilitou minha permanência em Porto Alegre e a participação em eventos e congressos, importantes para o meu crescimento.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa, pelo financiamento do projeto. Esse apoio foi fundamental para a concretização da nossa proposta.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano (PPGCMH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), juntamente com seus professores e funcionários por todas as possibilidades e conhecimentos ofertados.

LISTA DE ABREVIATURAS

AFMV: Atividade física moderada a vigorosa

APCR: Aptidão cardiorrespiratória

ABEP: Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa

BDNF: Brain-derived neurotrophic factor

IMC: Índice de massa corporal

LISTA DE TABELAS

Artigo 1

Table 1. Descriptive characteristics of normal weight and overweight/obese children

Table 2. Pearson correlation between fluid intelligence and physical fitness, age, somatic maturation, and socioeconomic status by normal weight and overweight/obese.

Artigo 2

Table 1. Descriptive sample characteristics.

Table 2. Moderation of sedentary time on the association between physical fitness and BDNF.

Artigo 3

Table 1. Descriptive characteristics of the sample according to sex.

Table 2. Association between total break in sedentary time and cognitive health according to nutritional profile, cardiorespiratory fitness and moderate to vigorous physical activity.

Table 3. Association between total break in sedentary time and mental health according to nutritional profile, cardiorespiratory fitness and moderate to vigorous physical activity.

Artigo 4

Table 1. Participants characteristics.

Table 2. Centrality measures per variable.

LISTA DE FIGURAS

Artigo 1

Figure 1. Association between physical fitness components with fluid intelligence for normal weight and overweight/obese children.

Artigo 2

Figure 1. Relationship between cardiorespiratory fitness and BDNF according to terciles of time spent sedentary.

Artigo 4

Figure 1. Relationship of mental health with physical fitness, 24-hours movement components and sociodemographic factors from a network perspective.

RESUMO

O objetivo desse estudo foi verificar as associações entre aptidão física e *breaks* do comportamento sedentário com a saúde mental de crianças e o papel da obesidade, atividade física moderada a vigorosa, tempo de tela e sono nessas relações. A partir disso, foram definidos quatro objetivos específicos: 1) Verificar a relação entre aptidão física com a inteligência fluída em crianças com peso normal e com sobrepeso/obesidade; 2) Explorar o papel moderador do tempo sedentário na associação entre aptidão física e fator neurotrófico derivado do cérebro; 3) Verificar o papel do índice de massa corporal, aptidão cardiorrespiratória e atividade física moderada a vigorosa na relação entre a quebra do tempo sedentário com a inteligência fluída e a saúde mental em crianças; 4) Explorar a relação multivariada da saúde mental e inteligência fluída com aptidão física, componentes de movimento de 24 horas, obesidade e fatores sociodemográficos em crianças. Para responder aos objetivos foram utilizados dados de corte transversal de uma amostra de crianças com idades entre sete e 11 anos, provenientes dos anos iniciais de uma escola pública estadual de Porto Alegre-RS, selecionada por critério de conveniência. A partir disso, os resultados demonstraram que a aptidão física e as pausas no comportamento sedentário associaram-se com a inteligência fluída em crianças com sobrepeso/obesidade e inativas. Além disso, o tempo em comportamento sedentário foi um moderador da relação entre a aptidão cardiorrespiratória e o fator neurotrófico derivado do cérebro. Por fim, a relação entre saúde mental e inteligência fluída parece ser modificada pela atividade física moderada a vigorosa, tempo de sono e tempo de tela. Portanto, os estudos apresentados nessa tese reforçam a associação entre a aptidão física e os *breaks* no comportamento sedentário com a saúde mental de crianças e o papel de comportamentos modificáveis, como tempo em comportamento sedentário, atividade física moderada a vigorosa, tempo de sono, tempo de tela e sobrepeso e obesidade nessas relações. Dessa forma, ressalta-se a necessidade de estratégias e abordagens eficazes a fim de desenvolver a melhora desses comportamentos e parâmetros de saúde para a promoção da saúde mental infantil, como intervenções que envolvam a melhora da aptidão física, a redução do comportamento sedentário, tempo de tela e excesso de peso.

Palavras-chave: Saúde mental; Aptidão física; Comportamento sedentário; Criança.

ABSTRACT

The aim of this thesis was to verify the associations between physical fitness and breaks in sedentary behavior with children's mental health and the role of obesity, moderate to vigorous physical activity, screen time, and sleep in these relationships. Based on this, four specific objectives were defined: 1) To verify the relationship between physical fitness and fluid intelligence in normal weight and overweight/obese children; 2) Explore the moderating role of sedentary time in the association between physical fitness and brain-derived neurotrophic factor; 3) To verify the role of body mass index, cardiorespiratory fitness and moderate to vigorous physical activity in the relationship between the break in sedentary time with fluid intelligence and mental health in children; 4) Explore the multivariate relationship of mental health and fluid intelligence with physical fitness, 24-hour movement components, obesity, and sociodemographic factors in children. In order to respond to the objectives, cross-sectional data from a sample of children aged between seven and 11 years, from the early years of a state public school in Porto Alegre-RS, selected by convenience criterion were used. From this, the results showed that physical fitness and breaks in sedentary behavior were associated with fluid intelligence in overweight/obese and inactive children. Furthermore, time in sedentary behavior was a moderator of the relationship between cardiorespiratory fitness and brain-derived neurotrophic factor. Finally, the relationship between mental health and fluid intelligence appears to be modified by moderate to vigorous physical activity, sleep time, and screen time. Therefore, the studies presented in this thesis reinforce the association between physical fitness and breaks in sedentary behavior with children's mental health and the role of modifiable behaviors, such as time spent in sedentary behavior, moderate to vigorous physical activity, sleep time, screen and overweight and obesity in these relationships. Thus, we emphasize the need for effective strategies and approaches to improve these behaviors and health parameters for the promotion of children's mental health, such as interventions that involve improving physical fitness, reducing sedentary behavior, time of screen and overweight.

Keywords: Mental health; Physical fitness; Sedentary behavior; Children.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	15
CAPÍTULO 1	16
1 INTRODUÇÃO	17
1.1 OBJETIVO GERAL.....	23
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
2 METODOLOGIA GERAL	29
2.1 DELINEAMENTO METODOLÓGICO	29
2.1.1 Problema de Pesquisa	29
2.1.2 Hipóteses	29
2.2 POPULAÇÃO	29
2.2.1 Amostra	30
2.3 DEFINIÇÃO CONCEITUAL DAS VARIÁVEIS	30
2.3.1 Saúde mental	30
2.3.2 Total de <i>breaks</i> no comportamento sedentário	30
2.3.3 Aptidão física	30
2.3.4 Comportamento sedentário:	30
2.3.5 Atividade física moderada a vigorosa	30
2.3.6 Índice de massa corporal	30
2.3.7 Covariáveis	31
2.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE COLETA	31
2.3.1 Saúde mental	31
2.3.2 Inteligência fluída	32
2.3.3 BDNF	32
2.3.4 AFMV e <i>breaks</i> no comportamento sedentário	32
2.3.5 Aptidão física	33
2.3.6 Índice de Massa Corporal	34
2.3.7 Tempo de tela e tempo de sono	35
2.3.8 Nível socioeconômico	35
2.3.9 Maturação somática	35
2.4 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	36
CAPÍTULO 4	54

CAPÍTULO 5	68
CAPÍTULO 6	84
CAPÍTULO 7	101
CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
APÊNDICE A	105
APÊNDICE B	106
APÊNDICE C	107
APÊNDICE D	108
ANEXOS	109
ANEXO A	110
ANEXO B	114

APRESENTAÇÃO

Trata-se de uma tese de doutorado, estruturada a partir de quatro estudos independentes embora relacionados ao tema central, configurando-se em sete capítulos. O primeiro é um capítulo introdutório, onde será apresentado o tema, justificando a relevância do trabalho e uma breve revisão atualizada da literatura, além dos objetivos geral e específicos. O capítulo dois é constituído pelos procedimentos metodológicos gerais. No terceiro capítulo consta o primeiro artigo *“Association between physical fitness components and fluid intelligence according to body mass index in schoolchildren”* que buscou identificar associações da aptidão física com a inteligência fluída e entender se essas relações seriam diferentes em crianças normoponderais e com sobrepeso/obesidade. Ao passo que se criam evidências da importância da aptidão física para a saúde, observamos também uma mudança de comportamento das crianças, que passaram a ser menos ativas e mais sedentárias. Diante disso e respondendo ao segundo objetivo específico, o quarto capítulo traz o artigo *“Sedentary time plays a moderating role in the relationship between physical fitness and brain-derived neurotrophic factor in children. A pilot study”*, que buscou compreender em que ponto (minutos) do comportamento sedentário a aptidão física deixava de ter relação com a saúde mental. Visto isso e considerando uma literatura emergente, o quinto capítulo apresenta *“Getting up for mental health: association of breaks in sedentary behavior with brain health”*, que buscou identificar associações entre os *breaks* do comportamento sedentário com a saúde mental e o papel da aptidão física, atividade física moderada a vigorosa e índice de massa corporal nessa relação. E para finalizar com os objetivos específicos, no sexto capítulo trazemos *“Brain health in children: a multivariate relationship with lifestyle habits and sociodemographic factors”*, buscando compreender como esses aspectos se comportam em uma perspectiva multivariada. Concluindo, são apresentadas as considerações finais no sétimo capítulo, abrangendo as relações gerais dos estudos, conclusões e sugestões para futuros estudos.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Introdução e contextualização do tema

Objetivo geral

Objetivos específicos

1 INTRODUÇÃO

O conceito de saúde mental na infância é amplo. Segundo a Organização Mundial da Saúde (2005), consiste na “capacidade de se alcançar e se manter em funcionamento psicossocial e um estado de bem-estar ótimos. [...] Ela auxilia o jovem a perceber, compreender e interpretar o mundo que está a sua volta, a fim de que modificações ou adaptações sejam feitas se necessário”. Ou seja, a criança saudável é aquela que apresenta desenvolvimento psicossocial e cognitivo congruentes com a idade, aspectos que definem a capacidade de adaptação às adversidades da vida (ESTANISLAU; BRESSAN, 2014).

Como citado anteriormente, a cognição também é um aspecto importante da saúde mental, e compreende um conjunto complexo de processos mentais relacionados à percepção, memória, intelecto e ação (DONNELLY et al., 2016), sendo composta por subdomínios. Um desses subdomínios é a inteligência fluída, que permite que os problemas sejam resolvidos em situações que requerem habilidades cognitivas adaptáveis e comportamentos flexíveis (CATTELL, 1963). Ela parece ser uma habilidade mediada pelo córtex pré-frontal, e é a fonte de inteligência que a criança usa quando ela ainda não sabe o que fazer (WASSERMAN; WASSERMAN, 2017). Apesar da escassez de literatura no que se refere a associação desse aspecto cognitivo com as variáveis relacionadas à atividade física, a sua escolha se deu por acreditarmos que esse tipo de inteligência é utilizada, por exemplo, na prática esportiva com as tomadas de decisão e o raciocínio rápido, na resolução de problemas nunca vistos anteriormente, como é o caso das estratégias de jogo.

Outro fator que está intimamente ligado à saúde mental e cognição é a fisiologia cerebral. Neste caso, o fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) é um possível marcador circulante. Quando se trata especificamente do sistema nervoso central, essa proteína potencializa a função neural e auxilia o cérebro a ser receptivo com desafios cognitivos. Além disso, evidências avançam na perspectiva de que a atividade física aguda é capaz de promover stress fisiológico, que estimula a produção de BDNF, e a longo prazo - atividade física crônica -, adaptações funcionais e estruturais no cérebro (WALSH; TSCHAKOVSKY, 2018). Entretanto, as evidências são inconsistentes, visto que os tecidos periféricos, como o muscular, também produzem a proteína, o que dificulta perceber qual região causa as mudanças nos níveis séricos de BDNF (SAMPAIO et al., 2017). Por outro lado, o BDNF liberado no plasma através da contração muscular é capaz de atravessar a barreira hematoencefálica e chegar ao cérebro (CHANDRASEKARAN et al., 2021; RASMUSSEN et al., 2009) o que sugere uma possível relação.

Diante de algumas evidências, as pesquisas sobre as relações da atividade física com a saúde mental cresceram e com isso, novos questionamentos foram surgindo e ampliando a área de estudo. Nesse sentido, considerando a aptidão física como a principal resposta ao exercício físico sistemático e regular, investigações foram identificando sua associação não só com a saúde física, mas também com a mental apontando que crianças mais aptas eram aquelas que apresentavam melhor saúde mental e cognitiva (SCHROEDER; BIDDLE, 2016; LUBANS et al., 2016; MORA-GONZALEZ et al., 2020). A partir desse indicativo, hipóteses para explicar os meios pelos quais essa relação acontecia evidenciaram mecanismos neurobiológicos e psicossociais no que se refere a neurogênese, angiogênese e sinaptogênese, além dos jogos e exercícios que podem influenciar a afetividade e socialização (CADENAS-SANCHEZ et al., 2021).

Possíveis mecanismos para tal associação foram identificados pela literatura. Segundo Avitsland et al. (2020), dada a relação entre aptidão física e atividade física, algumas possíveis explicações podem ser comuns, como o mecanismo neurobiológico que sugere uma alteração na estrutura e função cerebral, o psicossocial que aponta a atividade física como uma possibilidade de interação social, o domínio físico, que compreende a melhora da autopercepção da aparência e, por fim, o comportamental, que inclui mudanças comportamentais no sono e nas habilidades de enfrentamento e estas podem ser mediadores da relação com a saúde mental (LUBANS et al., 2016). Outrossim, considerando a aptidão física como a prática regular e sistemática da atividade física, outros mecanismos específicos podem estar envolvidos. Bons níveis de aptidão cardiorrespiratória (APCR), por exemplo, podem estar associados a mudanças neurobiológicas e inibição da inflamação, a composição corporal está intimamente ligada com a imagem corporal que impacta questões socioculturais e psicossociais, além de possíveis mecanismos fisiológicos que estão associados à obesidade, e a força muscular, que apesar de pouco relatada, estaria ligada a possíveis adaptações motoras que influenciariam circuitos neurais específicos envolvidos em processos afetivos, comportamentais ou cognitivos (AVITSLAND et al., 2020; O'CONNOR et al., 2010).

Em contrapartida a todas as evidências dos benefícios da atividade física para a saúde física e mental, as crianças têm passado grande parte do seu dia em comportamento sedentário (ARUNDELL et al., 2016). Acredita-se que isso se deve principalmente ao aumento e disponibilidade de tecnologias para educação, socialização e entretenimento (SMALL, 2020). Em resposta a isso, diversas recomendações foram estabelecidas sugerindo a diminuição do tempo gasto nesse comportamento, baseados em evidências dos efeitos deletérios que tal conduta pode trazer para a saúde das crianças (BULL et al., 2020). Quando se trata da saúde do

cérebro, a literatura demonstra que a diminuição do comportamento sedentário está associada a menores scores de depressão, melhores níveis de satisfação com a vida e felicidade em crianças e adolescentes (RODRIGUEZ-AYLLON et al., 2019). No que se refere à função executiva, o comportamento sedentário está associado à sua redução ao longo da vida (FALCK; DAVIS; LIU-AMBROSE, 2017) e mais precisamente sobre a inteligência fluída, o tempo de visualização da televisão parece ter uma relação inversa em adultos (BAKRANIA et al., 2017). Apesar desses importantes achados, a literatura apresenta inconsistências já que são encontrados resultados distintos, devido aos estudos não apontarem qual é a atividade sedentária realizada (leitura, estudo, tela – televisão, computador, celular), que pode ter diferentes intenções e, conseqüentemente, distintas relações (WICKEL, 2018).

Apesar das recomendações de tempo de tela reduzido (<2 horas por dia) e tentativas de intervenções para a diminuição do comportamento sedentário, as alternativas não têm apresentado muita efetividade. A partir disso, uma série de investigações passou a identificar os *breaks* no comportamento sedentário como uma possibilidade (LOH et al., 2020; GIURGIU et al., 2020; INFANTES-PANIAGUA et al., 2021). Com o avanço dos questionamentos, foi possível perceber que além da diminuição do comportamento sedentário e aumento da atividade física total, haviam impactos na saúde dos indivíduos (HINCKSON et al., 2015). A respeito da saúde mental, um estudo apontou que as crianças que praticavam atividades mínimas, como ficar em pé e caminhar, durante qualquer oportunidades de atividade física escolar (educação física, recreio, outras atividades em sala de aula) tinham melhor saúde psicossocial em comparação aos seus pares sedentários (GU et al., 2017). Subdomínios da cognição também parecem ser beneficiados com os *breaks* do comportamento sedentário na medida em que funções executivas são melhoradas com a interrupção do tempo sentado em salas de aula. Isso porque o córtex pré-frontal e cerebelo são fundamentalmente interconectados de tal forma que são co-ativadas ao realizar tarefas que exigem principalmente cognição ou comportamento motor (por exemplo, corrida e equilíbrio) suportando execução e desempenho bem-sucedidos em ambas as tarefas. Por sua vez, as pausas para atividades físicas acadêmicas podem não apenas pré-ativar as mesmas regiões cerebrais e processos cognitivos necessários academicamente, mas também podem fortalecer a conexão entre essas regiões ao longo do tempo e apoiar o desempenho em tarefas relacionadas (GRAHAM et al., 2022).

No que concerne ao comportamento sedentário e a função cognitiva de maneira geral, alguns possíveis mecanismos propostos pela literatura apresentam inconsistências. Os estudos são conduzidos principalmente em adultos e trazem que o tempo prolongado em comportamento sedentário poderia implicar na utilização insuficiente de glicose cerebral em

função da hiperglicemia pós-prandial alterada (WHEELER et al., 2017), excitação deficiente em consequência do fornecimento insuficiente de BDNF e hormônios de interação, como cortisol e dihidroxifenil alanina. Ademais, o processo fisiológico cerebral deficiente pode aumentar as espécies reativas de oxigênio e as interleucinas e que, conseqüentemente, podem aumentar a fadiga e reduzir a plasticidade sináptica e a memória (CHANDRASEKARAN et al., 2021). Por outro lado, o *break* no comportamento sedentário está associado a efeitos positivos na regulação 1) dos marcadores de risco cardiometabólico, 2) do metabolismo da glicose, 3) do tecido adiposo, 4) do gasto energético e preferência metabólica, 5) das funções neuroendócrinas, 6) do sistema muscular e 7) das funções vasculares centrais e periféricas que, por sua vez, relacionam-se com modulações benéficas nas funções cognitivas (CHANDRASEKARAN et al., 2021).

Isso possivelmente se deve por:

1) Reduzir a hiperglicemia após as refeições, a resistência a insulina e dano endotelial, melhorando a hemodinâmica cardiovascular;

2) aumentar a permeabilidade da barreira hematoencefálica e a sensibilidade do GLUT 1 (transportadora de glicose);

3) reduzir citocinas pró-inflamatórias, (por exemplo fator de necrose tumoral- α e interleucina-6), que, conseqüentemente podem diminuir a formação de macrófagos no espaço subendotelial, resultando em aterogênese e acidentes vasculares cerebrais;

4) Aumento do gasto energético e do metabolismo glicolítico;

5) Aumento dos níveis de dopamina e catecolaminas no cérebro, e por consequência, aumento da excitação, formando novas células nervosas;

6) Regula o pico de torque isocinético e a potência. Isso pode reverter a potenciação da unidade motora e a fadiga neuromuscular;

7) Melhora das funções endoteliais, regulação do fluxo sanguíneo cerebral periférico, o que melhora o retorno venoso. ((CHANDRASEKARAN et al., 2021).

Diante o supracitado, dentre os encaminhamentos para futuros estudos encontrados na literatura, uma lacuna era reportada recorrentemente: a necessidade de se explorar e entender os possíveis mediadores e moderadores das associações das variáveis relacionadas à atividade física com a saúde mental (BIDDLE et al., 2011; LUBANS et al., 2016). Neste sentido, buscou-se identificar potenciais aspectos que poderiam apresentar um efeito de interação nessas associações.

Como anteriormente apontado, o sobrepeso e a obesidade apresentam uma relação com a saúde mental de maneira geral. Nesse sentido, alguns relatos já existentes reforçam essa

informação. Uma revisão sistemática com resultados consistentes alertou que meninas obesas têm chances significativamente maiores de apresentarem depressão em comparação com seus pares de peso normal, e esse risco se estenderia até a vida adulta (SUTARIA et al., 2019). Da mesma forma, Carsley et al., (2019) identificou uma associação entre o status de peso e a utilização de serviços de saúde mental, com tamanhos de efeito variados de acordo com a gravidade da obesidade e o sexo, sendo as meninas mais expostas. Ademais, questões biológicas parecem estar envolvidas, já que Esteban-Cornejo et al., (2017) identificaram que crianças obesas possuem estrutura cerebral comprometida e controle cognitivo menor em relação aos normoponderais, o que implicaria em domínios cognitivos prejudicados. Nesta mesma perspectiva, um estudo buscou entender se aspectos da cognição eram distintos de acordo com o índice de massa corporal (IMC) e os resultados indicaram que as crianças com peso normal apresentaram maiores pontuações nas avaliações cognitivas em relação aos seus pares com sobrepeso/obesidade (RUIZ-HERMOSA et al., 2020). Essas evidências apontam para um possível efeito de interação e, conseqüentemente, a importância de considerar a composição corporal nas questões cognitivas e de saúde mental já na infância.

As últimas recomendações para a atividade física sugerem que crianças pratiquem diariamente 60 minutos na intensidade moderada a vigorosa (BULL et al., 2020; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021) e, portanto, têm sido reportadas em diversos estudos (LIU et al., 2020; NAKAGAVA et al., 2020; SEHN et al., 2021). Por exemplo, uma simulação do aumento da atividade física moderada a vigorosa (AFMV) em crianças de sete anos, de acordo com as recomendações da Organização Mundial da Saúde, apontou uma pequena redução na prevalência populacional de problemas internalizantes de saúde mental aos 11 anos (CHIGOGORA et al., 2020). Da mesma forma, Molcho, Gavin e Goodwin (2021) demonstraram que maior participação em APMV indica maiores pontuações nos indicadores positivos relacionados saúde mental e menor participação à indicadores de problemas de saúde mental. Outro estudo procurou identificar possíveis mediadores da relação entre atividade física e saúde mental e pontuaram que a APMV explica entre 27 e 31% da relação e hipotetizaram a liberação de serotonina e dopamina nessa intensidade em específico, o que implicaria em efeitos antidepressivos e analgésicos (DORÉ et al., 2020). Destarte, mediante tais indícios, percebe-se mais um potencial moderador a ser considerado.

Neste seguimento, como um dos aspectos melhorados pela APMV, também temos a APMV que tem demonstrado relações com variáveis cognitivas e psicossociais. Segundo Wheatley et al. (2020), problemas de internalização são menores em crianças que têm melhores níveis de APMV (GERBER; PÜSHE, 2009). Além disso, investigações apontam uma relação

entre atividade física vigorosa com o bem-estar mental mediada pela APCR, ou seja, uma parcela dessa associação é explicada por esta variável (EDDOLLS et al., 2020) e que adolescentes menos sedentários, mais ativos fisicamente (principalmente em intensidade moderada a vigorosa) e com bons níveis de aptidão física tinham menores escores de depressão. Ainda, a AFMV e a aptidão física eram capazes de anular a influência negativa do comportamento sedentário (FARREN et al., 2018). Por fim, *breaks* do comportamento sedentário eram associadas a melhores funções executivas e essa melhora ficava mais evidente em crianças com bons níveis de APCR (GRAHAM et al., 2022).

No que se trata de comportamentos, o tempo de tela parece ter efeito sobre a saúde mental e cognição infantil, comportamento que vem aumentando em função dos avanços tecnológicos observados nos últimos anos. Apesar das poucas evidências a esse respeito, um estudo desenvolvido a partir das Diretrizes Canadenses do Movimento das 24 horas apontou que atender somente às recomendações de 2 horas ou menos por dia de tempo de tela teve uma forte relação com a melhor cognição de crianças (WALSH et al., 2020). Já Domingues-Montanari (2017) demonstrou que crianças que têm contato excessivo com a tela apresentam atrasos na fala, menor prontidão escolar, diminuição no vocabulário, menor escore de conhecimento, além do envolvimento em sala de aula comprometido. Ademais, alterações cerebrais também são percebidas principalmente nas regiões pré-frontal e medial. O mesmo estudo identificou que problemas de saúde mental, principalmente sintomas depressivos e sociais também estão associados principalmente com o tempo de uso do computador e videogame. No entanto, as evidências ainda são limitadas, visto que existem diversos tipos de tela e diferentes formas de implicação na saúde mental das crianças.

Outro componente do estilo de vida que tem uma íntima relação com o cérebro é o sono. No entanto, apesar de a literatura hipotetizar que a privação de sono possa alterar a consolidação da memória, homeostase sináptica e conectividade com a amígdala (REYNAUD et al., 2018), a sua relação com a cognição é indefinida. Uma revisão sistemática de estudos experimentais e observacionais demonstrou que algumas associações foram encontradas, porém, devido à inconsistência dos resultados no que se refere aos diferentes estágios do desenvolvimento cerebral na infância e às distintas variáveis envolvidas, não foi possível chegar a uma conclusão precisa (DUTIL et al., 2018).

A partir do supracitado, identificar essas relações em crianças brasileiras, com um subdomínio da cognição e moderações pouco exploradas pode contribuir não só com os avanços na literatura, mas também reforçar a importância da promoção desses comportamentos e características de saúde já na infância.

Diante disso, os objetivos da presente tese são:

1.1 OBJETIVO GERAL

Verificar as possíveis associações entre aptidão física e *breaks* no comportamento sedentário com a saúde mental de crianças e o papel moderador da obesidade, atividade física moderada a vigorosa, tempo de tela e sono nessas relações.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar as possíveis relações entre aptidão física com a inteligência fluída em crianças com peso normal e com sobrepeso/obesidade;
- Explorar o papel moderador do tempo sedentário na associação entre aptidão física e BDNF;
- Verificar o papel do índice de massa corporal, aptidão cardiorrespiratória e atividade física moderada a vigorosa na relação entre a quebra do tempo sedentário com a inteligência fluída e a saúde mental em crianças;
- Explorar a relação multivariada da saúde mental e inteligência fluída com aptidão física, componentes de movimento de 24 horas, obesidade e fatores sociodemográficos em crianças.

REFERÊNCIAS

- ARUNDELL, L. et al. A systematic review of the prevalence of sedentary behavior during the after-school period among children aged 5-18 years. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 13, n. 93, p. 1-10, 2016.
- ÅVITSLAND, A. et al. The association between physical fitness and mental health in Norwegian adolescents. **BMC Public Health**, v. 20, n. 1, p. 1-10, 2020.
- BAKRANIA, K. et al. Associations between Sedentary Behaviors and Cognitive Function: Cross-Sectional and Prospective Findings from the UK Biobank. **American Journal of Epidemiology**, v. 187, n. 3, p. 441–454, 2018.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Promoção da Saúde. **Guia de Atividade Física para a População Brasileira**. Brasília: Ministério da Saúde, 2021.
- BULL, F. C. et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. **British Journal of Sports Medicine**, v. 54, n. 24, p. 1451-1462, 2020.
- CADENAS-SANCHEZ, C. et al. Healthier Minds in Fitter Bodies: A Systematic Review and Meta-Analysis of the Association between Physical Fitness and Mental Health in Youth. **Sports Medicine**, v. 51, n. 12, p. 2571-2605, 2021.
- CARSLEY, S. et al. Overweight and obesity in preschool aged children and risk of mental health service utilization. **International Journal of Obesity**, v. 43, n. 7, p. 1325–1333, 2019.
- CATTELL, R. B. Theory of fluid and crystallized intelligence: a critical experiment. **Journal of Educational Psychology**, v. 54, n. 1, p. 1-22, 1963.
- CHANDRASEKARAN, B. et al. Does breaking up prolonged sitting improve cognitive functions in sedentary adults? A mapping review and hypothesis formulation on the potential physiological mechanisms. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 22, n. 274, p. 1-16, 2021.
- CHIGOGORA, S. et al. Could Greater Physical Activity Reduce Population Prevalence and Socioeconomic Inequalities in Children’s Mental Health Problems? A Policy Simulation. **Epidemiology**, v. 31, n. 1, p. 115–125, 2020.
- DOMINGUES-MONTANARI, S. Clinical and psychological effects of excessive screen time on children. **Journal of Pediatrics and Child Health**, v. 53, n. 4, p. 333-338, 2017.
- DONNELLY, J. E.; LAMBOURNE, K. Classroom-based physical activity, cognition, and academic achievement. **Preventive Medicine**, v. 52, n. SUPPL., p. S36–S42, 2011.
- DORÉ, I. et al. Mechanisms underpinning the association between physical activity and mental health in adolescence: A 6-year study. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 17, n. 1, 2020.
- DUTIL, C. et al. Influence of sleep on developing brain functions and structures in children and adolescents: A systematic review. **Sleep Medicine Reviews**, v. 42, p. 184-201, 2018.

- EDDOLLS, W. T. B. et al. The association between physical activity, fitness and body mass index on mental well-being and quality of life in adolescents. **Quality of Life Research**, v. 27, n. 9, p. 2313–2320, 2018.
- ESTEBAN-CORNEJO, I. et al. A whole brain volumetric approach in overweight/obese children: Examining the association with different physical fitness components and academic performance. The ActiveBrains project. **NeuroImage**, v. 159, p. 346–354, 2017.
- FALCK, R. S.; DAVIS, J. C.; LIU-AMBROSE, T. What is the association between sedentary behavior and cognitive function? A systematic review. **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, n. 10, p. 800-811, 2017.
- FARREN, G. L. et al. Sedentary behavior and physical activity predicting depressive symptoms in adolescents beyond attributes of health-related physical fitness. **Journal of Sport and Health Science**, v. 7, n. 4, p. 489–496, 2018.
- GERBER, M.; PÜHSE, U. Review article: Do exercise and fitness protect against stress-induced health complaints? A review of the literature. **Scandinavian Journal of Public Health**, v. 37, n. 8, p. 801-819, 2009.
- GIURGIU, M. et al. Breaking Up Sedentary Behavior Optimally to Enhance Mood. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 52, n. 2, p. 457–465, 2020
- GRAHAM, J. D. et al. Examining the Acute Effects of Classroom-Based Physical Activity Breaks on Executive Functioning in 11- to 14-Year-Old Children: Single and Additive Moderation Effects of Physical Fitness. **Frontiers in Pediatrics**, v. 9, 688251, 2021.
- GU, X. et al. The roles of physical activity and sedentary behavior on Hispanic children's mental health: a motor skill perspective. **Quality of Life Research**, v. 27, n. 1, p. 185-193, 2017.
- HINCKSON, E. et al. Standing Classrooms: Research and Lessons Learned from Around the World. **Sports Medicine**, v. 46, n. 7, p. 977–987, 2016.
- INFANTES-PANIAGUA, Á. et al. Active school breaks and students' attention: A systematic review with meta-analysis. **Brain Sciences**, v. 11, n. 6, p. 675, 2021.
- LIU, M. et al. Associations of moderate-to-vigorous physical activity with psychological problems and suicidality in Chinese high school students: A cross-sectional study. **PeerJ**, v. 2020, n. 3, 2020.
- LOH, R. et al. Effects of Interrupting Prolonged Sitting with Physical Activity Breaks on Blood Glucose, Insulin and Triacylglycerol Measures: A Systematic Review and Meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 50, n. 2, p. 295-330, 2020.
- LUBANS, D. et al. Physical Activity for Cognitive and Mental Health in Youth: A Systematic Review of Mechanisms. **Pediatrics**, v. 138, n. 3, p. 1–13, 2016.

MOLCHO, M.; GAVIN, A.; GOODWIN, D. Levels of physical activity and mental health in adolescents in Ireland. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 4, p. 1–12, 2021.

MORA-GONZALEZ, J. et al. Fitness, physical activity, sedentary time, inhibitory control, and neuroelectric activity in children with overweight or obesity: The ActiveBrains project. **Psychophysiology**, v. 57, n. 6, e13579, 2020.

NAKAGAWA, T. et al. Regular moderate- to vigorous-intensity physical activity rather than walking is associated with enhanced cognitive functions and mental health in young adults. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 2, p. 614, 2020.

O'CONNOR, P. J.; HERRING, M. P.; CARAVALHO, A. Mental Health Benefits of Strength Training in Adults. **American Journal of Lifestyle Medicine**, v. 5, n. 5, p. 377-396, 2010.

RASMUSSEN, P. et al. Evidence for a release of brain-derived neurotrophic factor from the brain during exercise. **Experimental Physiology**, v. 94, n. 10, p. 1062–1069, 2009.

REYNAUD, E. et al. Sleep and its relation to cognition and behavior in preschool-aged children of the general population: a systematic review. **Journal of Sleep Research**, v. 27, n. 3, e12636, 2018.

RODRIGUEZ-AYLLON, M. et al. Role of Physical Activity and Sedentary Behavior in the Mental Health of Preschoolers, Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 49, n. 9, p. 1383-1410, 2019.

RUIZ-HERMOSA, A. et al. Relationship between weight status and cognition in children: A mediation analysis of physical fitness components. **Journal of Sports Sciences**, v. 38, n. 1, p. 13–20, 2020.

SAMPAIO, T. B. et al. Neurotrophic factors in Alzheimer's and parkinson's diseases: Implications for pathogenesis and therapy. **Neural Regeneration Research**, v. 14, n. 4, p. 549-557, 2017.

SCHROEDER, S. A.; BIDDLE, S. Physical activity and mental health: evidence is growing. **World Psychiatry**, v. 15, n. 2, p. 176–177, 2016.

SEHN, A. P. et al. Combination of sleep duration, TV time and body mass index is associated with cardiometabolic risk moderated by age in youth. **Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism**, v. 34, n. 1, p. 51–58, 2021.

SMALL, G. W. et al. Brain health consequences of digital technology use. **Dialogues in Clinical Neuroscience**, v. 22, n. 2, p. 179–187, 2020.

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

WALSH, J. J. et al. Associations between duration and type of electronic screen use and cognition in US children. **Computers in Human Behavior**, v. 108, 106312, 2020.

WALSH, J. J.; TSCHAKOVSKY, M. E. Exercise and circulating BDNF: Mechanisms of release and implications for the design of exercise interventions. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 43, n. 11, p. 1095–1104, 2018.

WASSERMAN, T.; WASSERMAN, L. D. Touching the elephant: The search for fluid intelligence. **Applied Neuropsychology: Child**, v. 6, n. 3, p. 228–236, 2017.

WHEATLEY, C. et al. Associations between fitness, physical activity and mental health in a community sample of young British adolescents: baseline data from the Fit to Study trial. **BMJ Open Sport & Exercise Medicine**, v. 6, n. 1, e000819, 2020.

WHEELER, M. J. et al. Sedentary behavior as a risk factor for cognitive decline? A focus on the influence of glycemic control in brain health. **Alzheimer's and Dementia: Translational Research and Clinical Interventions**, v. 3, n. 3, p. 291-300, 2017.

WICKEL, E. E. Sedentary time, physical activity, and executive function in a longitudinal study of youth. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 14, n. 3, p. 222–228, 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Promoting Mental Health: Concepts, Emerging Evidence, Practice**. World Health Organization: Geneva, 2004.

CAPÍTULO 2

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Delineamento metodológico

Problema de pesquisa

Hipóteses

Definição operacional das variáveis

Técnicas e instrumentos de coleta

Considerações éticas

2 METODOLOGIA GERAL

2.1 DELINEAMENTO METODOLÓGICO

Este estudo fez parte de um projeto maior, que buscou identificar variáveis da aptidão física associadas à diversos aspectos da saúde de crianças (Efeitos de um programa de intervenção com futebol sobre as variáveis associadas à cognição, à síndrome metabólica e a marcadores inflamatórios em crianças). Caracteriza-se como um estudo de associação (GAYA, 2016) com abordagem quantitativa e desenho transversal.

2.1.1 Problema de Pesquisa

Há associação entre aptidão física e *breaks* no comportamento sedentário com a saúde mental de crianças e qual é o papel da obesidade, comportamento sedentário e atividade física moderada a vigorosa nessas relações?

2.1.2 Hipóteses

- H₁: Haverá relação positiva da aptidão física com a inteligência fluída e essa relação é diferente para crianças normoponderais e com sobrepeso/obesidade.
- H₂: O tempo sedentário será moderador da relação entre aptidão física e BDNF de crianças.
- H₃: O IMC, APCR e AFMV serão moderadores da relação dos *breaks* do comportamento sedentário com a inteligência fluída e saúde mental de crianças.

2.2 POPULAÇÃO

Trata-se de 400 alunos entre seis e 11 anos, dos sexos feminino e masculino, estudantes dos anos iniciais do ensino fundamental de uma escola pública da Rede Estadual de Ensino do Rio Grande do Sul, localizada em Porto Alegre, selecionada por critério de conveniência. Justifica-se a definição da escola, por apresentar convênio com a Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança (ESEFID) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Além disso, os alunos de 1^o a 5^o ano da unidade – turno manhã e tarde - não apresentavam no seu currículo a disciplina de Educação Física, o que facilitou o controle de algumas variáveis que poderiam interferir na pesquisa. Não obstante, a comunidade escolar, professores, diretora,

alunos e seus pais, encontravam-se disponíveis e favoráveis para a realização da pesquisa.

2.2.1 Amostra

As amostras eram diferentes de acordo com as variáveis envolvidas nos estudos, considerando as avaliações e os cálculos amostrais realizados. Portanto, as amostras variaram de 44 a 317, sendo estudantes dos anos iniciais do ensino fundamental de uma escola pública de Porto Alegre – RS.

2.3 DEFINIÇÃO CONCEITUAL DAS VARIÁVEIS

2.3.1 Saúde mental: Neste trabalho, foram considerados inteligência fluída, saúde mental e BDNF.

2.3.2 Total de *breaks* no comportamento sedentário: média do número total de *breaks* realizados em um dia.

2.3.3 Aptidão física: Foram avaliados os componentes da aptidão cardiorrespiratória, força de membros superiores, força de membros inferiores, agilidade e velocidade.

2.3.4 Comportamento sedentário: Utilizamos a contagem de counts para pontos de corte de acelerômetros proposto por Evenson (2008) para períodos de 15 segundos (≤ 25 counts/15 segundos).

2.3.5 Atividade física moderada a vigorosa: Utilizamos a contagem de counts para pontos de corte de acelerômetros proposto por Evenson (2008) para períodos de 15 segundos (≤ 574 -1002 counts/15 segundos para atividade física moderada; ≥ 1003 counts/15 segundos para a atividade física vigorosa).

2.3.6 Índice de massa corporal: considerado a massa corporal da criança em quilogramas dividido pela estatura ao quadrado em metros.

2.3.7 Covariáveis

Devido à influência sobre a saúde mental de algumas variáveis (FERNANDA; CID; MATSUKURA, 2014; LÚCIA *et al.*, 2005; SUTARIA *et al.*, 2019; CARSLEY *et al.*, 2019), foram considerados como covariáveis:

- **Sexo:** sexo biológico da criança (masculino/feminino).
- **Idade:** Idade em anos completos.
- **Nível socioeconômico:** foi considerado a escolaridade do chefe da família e a quantidade de determinados itens que a família possui.
- **Maturação somática:** identificação da distância em anos que o indivíduo se encontra do pico de velocidade de crescimento.

2.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE COLETA

Todas as avaliações foram realizadas pelos pesquisadores, enfermeiros/técnicos de enfermagem e psicólogas devidamente instruídos, na própria escola no início do ano letivo de 2017, nos turnos da manhã e da tarde (com exceção da coleta sanguínea). Iniciou-se com uma reunião com os pais para explanação do projeto e seus objetivos e nesta mesma oportunidade, os pais responderam questionários relacionados à saúde mental e hábitos de vida de seus filhos, além de assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido. Em seguida, as avaliações das crianças iniciaram e os testes de aptidão física foram aplicados. Depois foram feitas as coletas sanguíneas pelas enfermeiras/técnicas de enfermagem, juntamente com a colocação dos acelerômetros. Por fim, o grupo de psicólogas avaliou a inteligência fluída. A seguir, serão descritos os procedimentos adotados para cada variável de interesse deste estudo.

2.3.1 Saúde mental

Foi avaliada através do *Strengths and Difficulties Questionnaire* (SDQ), que consiste em um questionário epidemiológico, de rastreamento comportamental de crianças, que pode ser utilizado por pesquisadores, clínicos e educadores. Apresenta três versões que, de acordo com as necessidades, podem ser respondidas por crianças, professores e, no caso da presente tese, por seus pais ou responsáveis. Aborda questões comportamentais em crianças entre três e 12 anos e contém 25 itens que subdividem-se em cinco escalas: Sintomas emocionais (5 itens); Problemas de conduta (5 itens); Hiperatividade/déficit de atenção (5 itens); Problemas de relacionamento com os colegas (5 itens) e Comportamento pró-social (5 itens). Ainda, a soma

das primeiras quatro escalas gerou o total de dificuldades (escore geral). O responsável levou em consideração os últimos seis meses da criança para assinalar “Verdadeiro”, “Mais ou menos verdadeiro” e “Falso” para sentenças de fácil compreensão. Neste caso, foi utilizado o total de dificuldades, que gera um escore que varia entre zero e quarenta, considerando-se que quanto maior a pontuação na escala, maior o risco à saúde mental.

2.3.2 Inteligência fluída

Mensurada através das Matrizes Progressivas Coloridas de Raven. Os alunos eram divididos em pequenos grupos e direcionados a uma sala especial, disponibilizada pela escola, onde psicólogas passavam as primeiras instruções sobre o teste para o grande grupo, e se necessário, durante o teste de maneira individual. Em seguida, eram distribuídos os cadernos que continham três séries de 12 itens (A, Ab e B), organizados em dificuldade crescente. Os itens revelavam um desenho ou matriz incompleta, em que a criança deveria escolher entre seis opções aquela que completava a figura corretamente. A duração do teste variava entre 30 e 60 minutos (devido às normas do Conselho de Psicologia, este tipo de teste só pode ser manuseado por profissionais da área, o que dificultou a descrição do instrumento).

2.3.3 BDNF

Foi realizada uma coleta sanguínea no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX). Solicitou-se que a criança permanecesse sentada, em repouso, e posteriormente era realizada a coleta sanguínea. Foram retiradas amostras de sangue de 8 ml de uma veia da região antecubital por um profissional capacitado, utilizando material descartável. As amostras de sangue foram centrifugadas a 3.500rpm por 15 minutos. Posteriormente, plasma e soro foram aliquotados e congelados a -80°C até a realização das dosagens. Os níveis plasmáticos de BDNF foram medidos pela técnica de ELISA com o kit BDNF immunoassay kit (DuoSet ELISA Development/ R&D Systems INC., Minneapolis, Minnesota, USA) e expressos em ng/ml.

2.3.4 AFMV e breaks no comportamento sedentário

A AFMV, o comportamento sedentário e os breaks no comportamento sedentário foram medidas usando acelerômetros Actigraph wActiSleep-BT (ActiGraph Corp., Pensacola, FL,

EUA). O acelerômetro foi colocado na cintura da criança na linha axilar média do lado direito, em um cinto elástico. Os participantes foram incentivados a usá-lo por sete dias consecutivos. Os pesquisadores instruíram os participantes sobre como usar os acelerômetros e usá-los durante as horas de sono e removê-los apenas ao realizar atividades aquáticas, como nadar ou tomar banho. A quantidade mínima de dados do acelerômetro aceitável para fins de análise foi de quatro dias (incluindo pelo menos um dia de fim de semana), com pelo menos 10 horas/dia de tempo de uso. O software Actilife (versão 5.6) foi usado para inicializar, baixar e analisar os dados do acelerômetro, que foram coletados a uma taxa de amostragem de 80 Hz, baixados em *epochs* de um segundo e agregados a períodos de 15 segundos. Utilizou-se os pontos de corte propostos por Evenson (2008) para períodos de 15 segundos para classificar o comportamento sedentário e as variáveis de atividade física (≤ 25 counts/15 segundos pra tempo sedentário; 574-1002 contagens/15 segundos para atividade física moderada; ≥ 1003 contagens/15 segundos para atividade física vigorosa). Para que a criança fosse classificada como ativa, ela devia praticar pelo menos 60 minutos de atividade física moderada a vigorosa por dia, em média. O total de pausas sedentárias por dia foi calculado pelo software Actilife (ou seja, total de pausas sedentárias - número de períodos entre as sessões sedentárias). Para isso, foi considerado o tempo entre o início de uma sessão sedentária e o término da sessão anterior.

2.3.5 Aptidão física

Todos os testes de aptidão física descritos a seguir seguiram os protocolos do Manual de Testes do Projeto Esporte Brasil (Gaya & Gaya, 2016).

a) Aptidão cardiorrespiratória: *Teste da corrida/caminhada dos 6 minutos* - Inicialmente, a metragem da quadra poliesportiva foi demarcada a cada dois metros e sinalizada com cones nas suas extremidades para facilitação visual do aluno. Em seguida, as crianças foram divididas em grupos de 10, número adequado à dimensão da pista. Antes do início da avaliação, foi enfatizado às crianças a importância de manter um ritmo de corrida constante evitando caminhadas e piques de velocidade, sendo orientadas a correrem o maior tempo possível. Durante o teste, a passagem do tempo de 3' e 5' foram informadas. Através de um sinal sonoro, ao final do teste, os alunos interrompiam a corrida permanecendo no local onde estavam para que fosse anotada a distância percorrida durante os 6 minutos (em metros).

b) Força de membros superiores: *Arremesso de Medicineball* - A trena foi fixada no solo perpendicularmente à parede, sendo o ponto zero fixado na parede. O aluno sentou-se com os joelhos estendidos, as pernas unidas e as costas completamente apoiadas na parede, segurando a *medicineball* junto ao peito com os cotovelos flexionados. Ao sinal do avaliador o aluno lançava a bola à maior distância possível, mantendo as costas apoiadas na parede. A distância do arremesso foi registrada a partir do ponto zero até o local em que a bola tocou ao solo pela primeira vez. Foram realizados dois arremessos, sendo registrado o melhor resultado.

c) Força de membros inferiores: *Salto horizontal* – Foi fixada uma trena ao chão, perpendicularmente a linha de partida. As crianças foram orientadas a ficar com os pés paralelos, atrás da linha e, ao sinal, saltar a maior distância possível com os dois pés simultâneos. Foram realizadas duas tentativas e considerado o maior valor.

d) Velocidade: *Teste dos 20 metros:* Foram demarcadas 3 linhas paralelas, uma linha de partida, uma distante 20 metros da primeira (linha de cronometragem) e uma a 21 metros da primeira (linha de chegada). A terceira linha serviu como referência para a criança não desacelerar antes de percorrer os 20 metros. Ao sinal, as crianças deslocaram-se na maior velocidade possível. O tempo foi registrado em segundos.

e) Agilidade: *Teste do quadrado* - Foi demarcado um quadrado de 4 metros de lado, cada ângulo foi demarcado com um cone. As crianças, ao sinal, se deslocaram em velocidade máxima, tocando com a mão em cada cone, sendo a sequência de corrida diagonal, lado (esquerdo ou direito), diagonal, lado (esquerdo ou direito). Foram realizadas duas tentativas, o menor tempo foi considerado.

2.3.6 Índice de Massa Corporal

Para as medidas de antropometria, foi solicitado que as crianças comparecessem com roupas leves e ficassem descalças.

Para a estatura, uma fita foi fixada a um metro do chão em uma superfície sem rodapé. Em seguida, foi solicitado que a criança unisse os pés e os posicionasse encostados da parede. Com um esquadro disposto perpendicularmente à criança foi realizada a medição em metros. A massa corporal foi aferida com balança antropométrica digital com precisão de 0,5 kg e peso

máximo de 150 kg. Foi solicitado que a criança ficasse com os pés paralelos e com os braços estendidos e juntos do corpo.

Por último, o cálculo do IMC foi aplicado, sendo a massa corporal em quilogramas dividida pela estatura (metros) ao quadrado.

2.3.7 Tempo de tela e tempo de sono

Para avaliar o tempo de tela e o tempo de sono, os pais das crianças responderam questionários com as seguintes perguntas: "Em média, quanto tempo seu filho assiste TV, joga videogame, fica no computador ou celular?" As opções de resposta foram "até 30 minutos", "1 hora", "2 horas", "3 horas" e "mais de 3 horas". Para fins de análise, foram recategorizados em ≤ 2 horas ou > 2 horas de acordo com as diretrizes para essa população (Tremblay et al., 2016). As questões referentes ao tempo de sono foram: "Em média, a que horas seu filho se deita?" e "Em média, a que horas seu filho se levanta?" Em seguida, foram calculadas as horas de sono da criança.

2.3.8 Nível socioeconômico

Foi avaliado através do questionário da Associação Brasileira de Empresas e Pesquisas (ABEP), considerando a escolaridade do chefe da família e a quantidade de determinados itens que possuem, recebendo em seguida uma pontuação de acordo com a resposta. O somatório dessa pontuação permitiu conhecer a classe social em que a família se insere: A, B1, B2, C1, C2, D ou E.

2.3.9 Maturação somática

O estágio maturacional foi mensurado de acordo com os procedimentos descritos por Mirwald (2002), o qual consiste em determinar o status da maturação somática a partir da identificação da distância, em anos, que o indivíduo se encontra em relação ao pico de velocidade de crescimento (PVC), utilizando a interação entre a idade e as variáveis antropométricas de estatura, peso, altura do troco encefálico (ATC) e comprimento de membros inferiores (CMI), a partir das seguintes equações: para meninos, Maturação somática = $-29,769 + 0,0003007 (CMI*ATC) - 0,1177 (idade*CMI) + 0,01639 (idade*ATC) + 0,445$

(peso/estatura). Para as meninas, Maturação somática = $-16,364 + 0,0002309 (\text{CMI} \cdot \text{ATC}) + 0,006277 (\text{idade} \cdot \text{CMI}) + 0,179 (\text{idade} \cdot \text{ATC}) + 0,0009428 (\text{peso/estatura})$.

2.4 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

A direção da escola foi previamente convidada a participar do projeto. Foi devidamente apresentado o projeto para a equipe diretiva e coordenação pedagógica. O diretor, ao aceitar o convite, assinou um termo de autorização (Apêndice A). O próximo passo foi informar aos pais ou responsáveis legais pelas crianças sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa. Os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido foram encaminhados para serem assinados pelos pais que permitiram a participação de seus filhos no projeto (Apêndice B). Além disso, os pesquisadores comprometeram-se a informar pessoalmente aos pais todas as dúvidas provenientes do documento. Da mesma forma, as crianças assinaram um termo de assentimento informando que concordavam em participar (Apêndice C). Todos os sujeitos foram convidados o que significa que poderiam negar-se a participar do projeto. O anonimato foi assegurado às escolas, professores e alunos. As informações constituirão um banco de dados que ficará sob a responsabilidade do coordenador do projeto e depositados no LAPEX na ESEFID/UFRGS. Os dados provenientes da pesquisa poderão ser utilizados para outras investigações sempre mantidos o anonimato das escolas, professores e alunos. A escola e seus professores de educação física receberam os relatórios de cada momento da coleta de dados. Os pais ou responsáveis pelos alunos participaram de reuniões no início do ano letivo para exposição dos objetivos do projeto e para aqueles que já aceitassem participar, responder aos questionários e anamnese. Além disso, os pais/responsáveis receberam o relatório da avaliação dos parâmetros de saúde (Apêndice D), com exceção dos indicadores de saúde mental, podendo obter esclarecimento dos pesquisadores sempre que entendessem pertinente. O presente projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob o parecer número 2.522.091 (Anexo A).

REFERÊNCIAS

BRAZILIAN MARKET RESEARCH ASSOCIATION. **Brazilian Criteria 2015 and social class distribution update for 2016**. Disponível em: <www.abep.org-abep@abep.org1>.

CARSLEY, S. et al. Overweight and obesity in preschool aged children and risk of mental health service utilization. **International Journal of Obesity**, v. 43, n. 7, p. 1325–1333, 2019.

EVENSON, K. R. et al. Calibration of two objective measures of physical activity for children. **Journal of Sports Sciences**, v. 26, n. 14, p. 1557–1565, 2008.

FERNANDA, M.; CID, B.; MATSUKURA, T. S. Problemas de saúde mental em escolares e seus responsáveis: um estudo de prevalência. **Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo**, v. 25, n. 1, p. 1–10, 2014.

GAYA ADROALDO. **Projetos de pesquisas científicas e pedagógicas. O desafio da iniciação científica**. Belo Horizonte: Casa da Educação Física, 2016.

GAYA A.C.A; GAYA A. **Manual de testes e avaliação: Projeto Esporte Brasil**. Porto Alegre: Ed. Perfil, 2016.

LÚCIA, Y. et al. Crenças e atitudes educativas dos pais e problemas de saúde mental em escolares. **Revista de Saúde Pública**. v. 39, n. 5, p. 716-724, 2005.

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

CAPÍTULO 3

ARTIGO ORIGINAL - 1

Association between physical fitness components and fluid intelligence according to body mass index in schoolchildren

Associação entre componentes da aptidão física e inteligência fluida de acordo com o índice de massa corporal em escolares

Camila Felin Fochesatto, Adroaldo Cezar Araujo Gaya, Carlos Cristi-Montero, Caroline Brand, Arieli Fernandes Dias, Denise Ruschel Bandeira, Aline Riboli Marasca, Anelise Reis Gaya

*Artigo publicado em maio de 2021 no periódico Applied Neuropsychology: Child
doi: /10.1080/21622965.2021.1924718*

ABSTRACT

Physical fitness is considered a protective factor for children's general health and has been related to enhanced cognitive functioning. However, it appears that cognition could be affected in children with overweight or obesity. The present study aimed to determine the relationship between physical fitness components and fluid intelligence in normal-weight and overweight/obese children. In this cross-sectional study, a total of 317 schoolchildren participated (165 boys, 52.05%), aged between six and 11 years old (1st to 5th grade) belonging to a public school in the south of Brazil. Psychologists evaluated fluid intelligence through the Raven's Colored Progressive Matrix Test. The physical fitness evaluation followed the procedures of the "Brazil Sports Project." Weight and height were measured to determine body mass index. Generalized linear regression analyzes were used with a 95% confidence interval. Our results showed that agility was inversely associated with fluid intelligence only in the overweight/obese group ($\beta = -1.506$; $p = 0.01$). Cardiorespiratory and muscular fitness were not associated with fluid intelligence. In conclusion, agility was the only physical fitness component related to fluid intelligence, and this relationship was found exclusively in overweight/obese schoolchildren.

Keywords: cognition, physical fitness, obesity, students.

RESUMO

A aptidão física é considerada um fator de proteção para a saúde geral das crianças e tem sido relacionada à melhora do funcionamento cognitivo. No entanto, parece que a cognição pode ser afetada em crianças com sobrepeso ou obesidade. O presente estudo teve como objetivo determinar a relação entre os componentes da aptidão física e a inteligência fluida em crianças com peso normal e com sobrepeso/obesidade. Neste estudo transversal, participaram 317 escolares (165 meninos, 52,05%), com idade entre seis e 11 anos (1ª a 5ª série) pertencentes a uma escola pública do sul do Brasil. Os psicólogos avaliaram a inteligência fluida através do Teste de Matrizes Progressivas Coloridas de Raven. A avaliação da aptidão física seguiu os procedimentos do Projeto Esporte Brasil. Peso e altura foram medidos para determinar o índice de massa corporal. Foram utilizadas análises de regressão linear generalizada com intervalo de confiança de 95%. Nossos resultados mostraram que a agilidade foi inversamente associada à inteligência fluida apenas no grupo com sobrepeso/obesidade ($\beta = -1,506$; $p = 0,01$). A aptidão cardiorrespiratória e muscular não foi associada à inteligência fluida. Em conclusão, a agilidade foi o único componente da aptidão física relacionado à inteligência fluida, e essa relação foi encontrada exclusivamente em escolares com sobrepeso/obesidade.

Palavras-Chave: cognição; aptidão física, obesidade; estudantes.

Introduction

Cognition can be understood as a set of complex processes contributing perception, memory, action, and intelligence¹. In particular, intelligence can also be comprehended by two primary facets: crystallized and fluid intelligence. The first is responsible for solving family or scholar contexts problems, based on knowledge and experiences acquired previously; whereas the second one, which will be addressed in this study, allows problems to be solved in situations that require adaptable and flexible cognitive skills and behavior^{2,3}. A central feature of fluid intelligence is that it is closely related to a diversity of cognitive abilities; however, it is less affected by external factors such as the social context and the pupils' academic background⁴. Nonetheless, fluid intelligence has been associated with better responsiveness to intervention that includes exercise training in younger adults (as a predictor), and it increases after additional physical education classes in schoolchildren (as an outcome)^{5,6}.

Jirout et al. (2019) point out that several factors contribute to developing cognitive and executive function such as lifestyle and the environments in which they are inserted. Among these aspects, physical activity plays an essential protective and preventive role and is directly associated with physical fitness and obesity^{8,9}. Thus, physical fitness is considered a protective factor for children's general health¹⁰. Studies have shown that appropriate levels of the physical fitness components are associated with a lower risk for the development of cardiometabolic risk factors¹¹, better bone health¹², and mental health benefits¹³ in children and adolescents. Furthermore, although less described in the literature, these benefits have also been observed for cognition¹⁴, sustained in the perspective that different brain regions can be activated and affected from this condition. For example, cardiorespiratory fitness acts specifically on frontal regions (orbitofrontal cortex and premotor cortex), parietal region (posterior cingulate cortex), subcortical nuclei (hippocampus), temporal regions (upper temporal gyrus, parahippocampal gyrus, and fusiform gyrus), calcareous cortex, and cerebellum. Agility and speed in the frontal (middle and lower frontal gyrus), temporal (upper temporal and fusiform gyrus), and cerebellum (cerebellum VIII) regions¹⁵. In this context, Mora-Gonzalez et al. (2019) indicated that muscular strength, speed-agility, and cardiorespiratory fitness are linked to executive function in children and adolescents with overweight and obesity.

Likewise, evidence has indicated that children overweight or obese present risk factor for cognition and it suggests that normal-weight children have higher scores on cognitive assessments¹⁷. According to Esteban-Cornejo et al. (2017), this can be explained since obese children have impaired brain structure than their normal-weight peers. In addition, inflammation and decreased release of biological anti-inflammatory agents caused by obesity

are associated with reduced performance in neuropsychological tests^{18,19}. On the other hand, Hill et al. (2011) refuted their hypothesis that the effect of an intervention with physical exercise on cognition would be different in normal-weight and overweight/obese children. Thus, the relevance of determining the influence of body mass index in the relationship between cognition and the components of children's physical fitness must be highlighted due to most of the studies are developed only with overweight/obese individuals, and investigate these relationships in children from developed countries. Considering these aspects, we hypothesized that the relationship between fluid intelligence with physical fitness in children is influenced by body mass index.

Considering the divergences on this topic, the present study aims to verify the relationship between physical fitness and fluid intelligence in normal-weight and overweight/obese children.

Methods

Study design and participants

It was performed a cross-sectional study, with baseline data of longitudinal research investigating the effects of physical education classes focused on physical fitness in several aspects of children's health. Three hundred seventeen schoolchildren participated in this study (165 boys, 52.05%), age between six and 11 years old (1st to 5th grade). The school was selected by convenience, which is justified because it is a state school, which did not have physical education classes taught by teachers in the area in the early years, which receives students from different neighborhoods and has a medium to low socioeconomic level, in addition to having an agreement with the research institution from a southern city in Brazil. The study included children who agreed to participate, presented parental authorization, and performed all assessments. This study has approved by the Ethics and Research Committee of the Federal University of Rio Grande do Sul (2014997).

The sample size was determined through software G*Power (v3.1.) considering a small effect ($F^2= 0.12$), the statistical power of 0.80, an alpha of 0.05, and six predictors in each generalized linear regression model, suggesting a minimum number of 120 children in each group.

Instruments and procedures

The assessment was performed in the school by psychologists and trained researchers. Cognition was evaluated by psychologists through Raven's Colored Progressive Matrix Test²¹.

It aims to obtain a measure of children's non-verbal intelligence, which could be understood as fluid intelligence. It is a psychological test, consisting of three series of 12 items (A, Ab, and B), arranged to increase difficulty. The items reveal an incomplete drawing or matrix, in which the child must choose from six options the one that completes the picture correctly.

Cardiorespiratory fitness (CRF) was evaluated through a six-minute walk/run test. Participants should accomplish the highest number of turns, running or walking, in a sports court with the perimeter marked with cones and the floor with indications of meters. Was calculated the number of laps successfully completed, plus the additional distance achieved in children unable to complete a full lap at the end of the test. The CRF estimation was obtained by multiplying the number of laps by meters covered (meters covered in 6 min).

Lower limb strength (LLS) was determined through the long jump test. A measuring tape was fixed to the ground, perpendicular to the starting line. Children were instructed to stand with their feet parallel behind a line, and at the visual signal, they jump as far as possible with both feet. Each child had two attempts, and the longest distance was recorded in centimeters.

Upper limb strength (ULS) was assessed using a measuring tape and a 2 kg medicine ball. The measuring tape was fixed to the ground perpendicular to the wall, the zero point of the measuring tape being fixed to the wall. The student sat with his knees extended, legs together, and his back fully supported against the wall. After flexing his arms, they should throw the medicine ball as far as possible, keeping his back against the wall. The distance was recorded in centimeters from the zero point up to where the ball hit the ground for the first time in two attempts. The best of them was noted.

A Sit-up test was used to assess abdominal strength, in which the total number of sit-ups performed during one minute was verified. The children should touch with the elbows on the thighs, returning to the initial position.

Agility was evaluated with the square test. A square of 4 meters on each side was measured, and the angles were marked with a cone. Children, at the signal, should move at full speed, touching each cone with their hands. Two attempts were made, considering the shortest time in seconds.

The 20-meter test was used to determine speed. Three parallel lines were marked, one starting line, one 20 meters from the first (timing line), and one 21 meters from the beginning (a finishing line). The third line served as a reference for the child not to slow down before covering the 20 meters. At the signal, the children moved as fast as possible, and the time was recorded in seconds.

Weight was measured with a digital anthropometric balance with a precision of 0.5 kg with a maximum weight of 150 kg. The children should wear light clothing and barefoot. Height was measured with a metric tape fixed on the wall and extended from the bottom upwards. The children were instructed to remain in the vertical position, with feet and trunk leaning against the wall. Then, the body mass index was calculated and classified as normal-weight and overweight/obesity, according to Conde and Monteiro, (2006). All described procedures for anthropometric variables and physical fitness followed the protocols suggested by *Projeto Esporte Brasil (PROESP-Br)*²³.

The somatic maturation stage was determined according to the procedures described by Mirwald et al. (2002). It consists of establishing the status of somatic maturation through anthropometric variables (height, weight, the height of encephalic trunk, and length of lower limbs). Thus, identification of the distance, in years, that the individual is respect to their peak of growth speed is determined. These variables were used in a specific equation for each sex.

The Brazilian Association of Research Companies questionnaire was used to verify socioeconomic status considering the head of household's level of education and their possession of several specified items²⁵. The respondents then received a score based on their answers. The sum of these scores indicated the social class in which the family belongs: A1, A2, B1, B2, C1, C2, D, or E. The following categories were then created for social classes: upper (A1+A2), middle (B1+B2+C1+C2), and lower (D+E).

Data analysis

Descriptive analysis is presented as means, standard deviation, and frequency. All variables were checked to test normality distribution. A two-tailed independent T-test and the Pearson chi-square test were used to examine the differences between groups according to the body mass index. As an assumption for the regression models, Pearson's correlation analyses were performed. Generalized linear regression analyzes were used to verify associations between fluid intelligence and physical fitness, according to children's body mass index. Thus, for each physical fitness component, different linear regression models were applied, and all models were adjusted for sex, age, somatic maturation, and socioeconomic level. For all analyzes, the IBM SPSS software version 20.0 was used, alpha was set at 0.05.

Results

Table 1 presents the characteristics of the sample for normal-weight and overweight/obese children. Data indicated that 62.15% were classified as normal-weight, while

37.85% were overweight or obese. Besides, overweight/obesity children showed higher mean values for height, weight, body mass index, upper limb strength, and fluid intelligence compared to the normal-weight group. Also, they presented worse scores in agility and speed tests and are at a higher distance of the peak of growth speed.

Table 1. Descriptive characteristics of normal weight and overweight/obese children

Characteristics	Mean (SD)				T-test	P-value
	Normal weight (n= 197)		Overweight/obese (n= 120)			
Age (years)	8.27 (1.50)		8.54 (1.41)		-1.62	0.105
Height (m)	1.32 (0.09)		1.37 (0.10)		-4.80	<0.001
Weight (kg)	27.55 (5.55)		42.05 (10.71)		-15.83	<0.001
Body mass index (kg/m ²)	15.64 (1.50)		21.80 (3.09)		-23.868	<0.001
Cardiorespiratory fitness (m)	810.49 (134.69)		711.59 (98.81)		6.68	<0.001
Lower limb strength (cm)	116.55 (27.40)		104.22 (16.76)		4.44	<0.001
Upper limb strength (cm)	169.153 (48.55)		197.47 (54.04)		-4.59	<0.001
Abdominal strength (rep)	28.24 (9.87)		22.17 (10.00)		5.26	<0.001
Agility (seconds)	8.07 (1.01)		8.09 (0.92)		-0.12	0.902
Speed (seconds)	4.44 (0.79)		4.62 (0.70)		-2.13	0.034
Fluid intelligence (rough points)	24.74 (6.24)		25.02 (5.70)		0.71	0.718
Somatic maturation (years)	-6.02 (2.29)		-6.77 (2.90)		2.16	0.031
	N	%	N	%	X²	P-Value
Sex						
Boys	109	55.3	56	46.7	2.24	0.084
Girls	88	44.7	64	53.3		

SD. Standard deviation; X²: chi-square test.

The correlations between fluid intelligence and physical fitness, age, somatic maturation, and socioeconomic status by normal-weight and overweight/obese are shown in table 2. Fluid intelligence presented a relationship with all components of physical fitness, except for CRF.

ULS. Upper limb strength; LLS. Lower limb strength; CRF. Cardiorespiratory fitness; SES: Socioeconomic status; SM. Somatic maturation

The associations between fluid intelligence and physical fitness components of normal-weight and overweight/obese children are presented in figure 1. Results showed a significant relationship between fluid intelligence and agility only in overweight/obese children. There was an increase of 1.50 in the fluid intelligence score for every one second less in the agility test (which indicates a more agile child). For the other physical fitness components, there was no association with fluid intelligence.

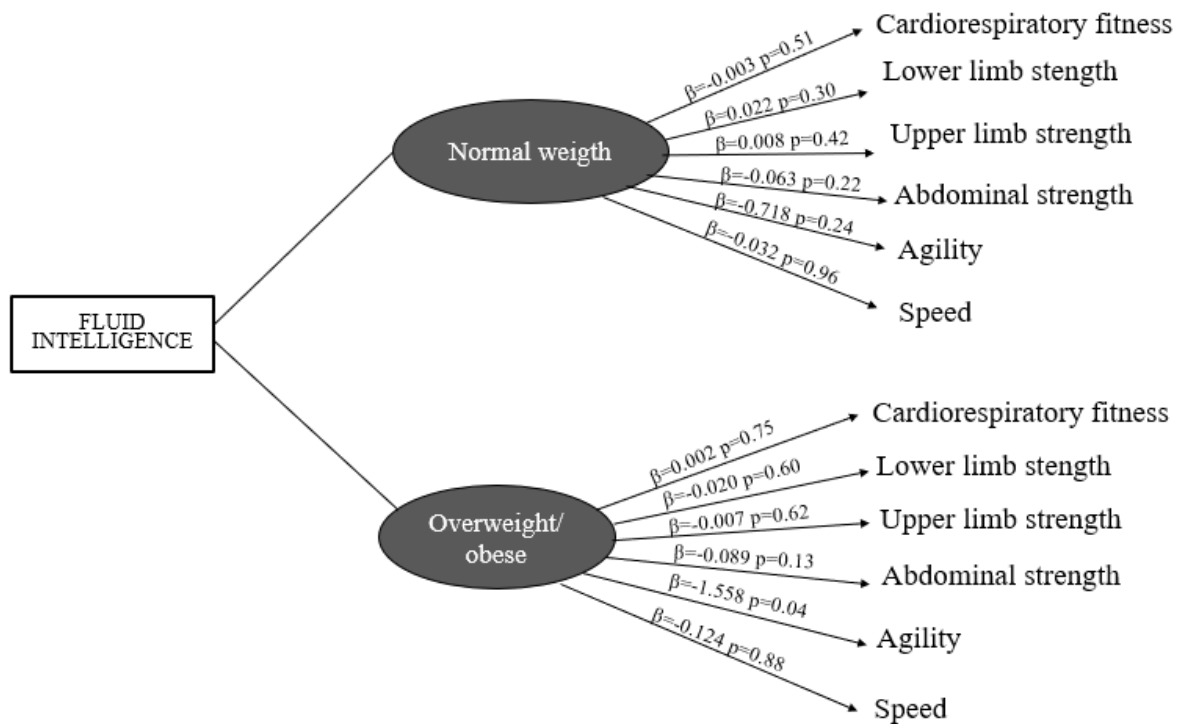


Figure 1. Association between physical fitness components with fluid intelligence for normal weight and overweight/obese children.

All models were adjusted for sex, age, somatic maturation, and socioeconomic level.

Discussion

The present study aimed to verify the relationship between physical fitness and fluid intelligence in normal-weight and overweight/obese children. Our results showed that agility was associated with fluid intelligence only in the overweight/obese group. For the other physical fitness components, it was not found an association with fluid intelligence.

In accordance with our results, Esteban-Cornejo et al. (2019) investigated the relationship between physical fitness and fluid and crystallized intelligence in overweight/obese children and found an association between agility-speed with intelligence. Moreover, a population-based study indicated that worse overall neuromuscular performance (composed of muscle strength, speed, agility, balance, manual dexterity, and flexibility) was associated with low cognitive abilities in children with a high BMI ²⁷.

Some studies have indicated that cardiorespiratory fitness (CRF) is associated with academic performance and executive function ^{28,29}. Thus, we hypothesized that CRF would also be related to fluid intelligence; however, this was not observed. Indeed, the literature has shown conflicting results regarding this issue. Esteban-Cornejo et al. (2019) found an association between CRF and general intelligence in overweight/obesity children, while ²⁷ did not find this association. These discrepancies may be due to the use of different measures to evaluate CRF, in this case, the 20-m shuttle-run test and maximal exercise test with a cycle ergometer, and intelligence with The Kaufman Brief Intelligence Test and Raven Coloured Progressive Matrices.

In fact, each component of physical fitness acts in different areas of the brain, in addition to the increase in gray matter associated with each element. Although it is not possible to centralize in a brain area, in the case of fluid intelligence, a network that includes the frontal and parietal regions is related to this cognitive component ³⁰. Thus, it is known that agility acts in these regions and that the greater the cognitive demand for motor action, the greater the activation of the brain area involved¹⁵. It is speculated that agility tests involve making changes in direction as quickly as possible, which may also suggest greater brain activation and the association with intelligence components, such as decision making and processing speed.

It is essential to highlight that our results showed an association only in children with overweight/obesity. Some studies have already shown that children with this characteristic have structural differences in the brain, which leads to worse cognitive development ¹⁵. In the same perspective, Ruiz-Hermosa et al. (2020) disclosed that children with normal-weight had higher scores in general intelligence compared to their overweight/obesity peers. In an attempt to understand the role of BMI in the relationship between physical fitness and the cerebral cortex (which in turn, is associated with intelligence), it was found that cardiorespiratory fitness and speed-agility, but not muscle fitness, were positively related to this brain region related to intelligence, being mediated by the fat mass index in overweight/obese children ²⁶. Thus, it is speculated that physical fitness is more effective in children with this characteristic because to

overcome their barrier of bodyweight for exercises that require agility, they use intelligence, with better planning ability.

The literature presents some biological and social factors that also influence fluid intelligence, and are presented in our study through adjustments in the statistical analysis. Thus, the implications and discussion of these aspects is important. A study with twins analyzed the growth curves of children aged 2 to 16 years, and showed that 2 two to 4 years old, girls outperformed boys in intelligence scores. However, this difference decreased over time and at 16 years old no longer existed³¹. Still, they suggested that the reasons for such a disparity in the early years are gender differences in cognitive skills and brain anatomy. With regard to socioeconomic status, studies have shown that children belonging to the lower class had poorer intelligence scores and suggest that this association may be due to the fewer opportunities, support, and resources available in this context^{31,32}.

As practical implications, we highlight that physical fitness improves through regular physical activity practice³³. Thus, it is essential to recognize its relevance as a strategy to reach better school performance. Therefore, physical education classes are of great significance for the development of the student as a whole, both physical and intellectual³⁴.

Limitations of this study include its cross-sectional design, which does not allow to draw causal associations. Moreover, we did not control the mother's intelligence quotient, which could intervene in the current results. Also, a weakness is that we used only one measure of cognition instead of more comprehensive testing of different cognition components, including inhibition, working memory, and cognitive flexibility. On the other hand, some strengths must be acknowledged, such as examining associations by nutritional profile, once most of the studies investigate the association between physical fitness and cognitive aspects only in children with overweight/obesity^{16,26}. Further, the multidimensional assessment of physical fitness and considering specifically fluid intelligence as a component of cognition.

In conclusion, agility was the only physical fitness component associated with fluid intelligence, and also BMI exerts an important role once the relationships were found exclusively for overweight/obese children. Our findings emphasize the need of understanding the role of physical education in the integral formation of children, from physical to mental health, and also cognitive health. In addition, our results may have important implications for policymakers and educators in order to determine policies and interventions to maximize learning, intelligence, and physical fitness in children.

Declaration of interest statement

All authors declare no potential conflict of interest related to this article.

References

1. Donnelly JE, Ed D, Hillman CH, et al. *Physical Activity, Fitness, Cognitive Function, and Academic Achievement in Children: A Systematic Review*. Vol 48.; 2016. doi:10.1249/MSS.0000000000000901.Physical
2. Daugherty AM, Sutton BP, Hillman CH, Kramer AF, Cohen NJ, Barbey AK. Individual differences in the neurobiology of fluid intelligence predict responsiveness to training: Evidence from a comprehensive cognitive, mindfulness meditation, and aerobic exercise intervention. *Trends Neurosci Educ*. 2020;18(November 2019):100123. doi:10.1016/j.tine.2019.100123
3. Cattell RB. Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *J Educ Psychol*. 1963;54(1):1-22. doi:10.1037/h0046743
4. Flores-Mendoza C, Mansur-Alves M, Ardila R, et al. Fluid intelligence and school performance and its relationship with social variables in Latin American samples. *Intelligence*. 2015;49:66-83. doi:10.1016/j.intell.2014.12.005
5. Daugherty AM, Sutton BP, Hillman CH, Kramer AF, Cohen NJ, Barbey AK. Individual differences in the neurobiology of fluid intelligence predict responsiveness to training: Evidence from a comprehensive cognitive, mindfulness meditation, and aerobic exercise intervention. *Trends Neurosci Educ*. 2020;18:100123. doi:10.1016/j.tine.2019.100123
6. Reed JA, Maslow AL, Long S, Hughey M. Examining the impact of 45 minutes of daily physical education on cognitive ability, fitness performance, and body composition of African American youth. *J Phys Act Heal*. 2013;10(2):185-197. doi:10.1123/jpah.10.2.185
7. Jirout J, LoCasale-Crouch J, Turnbull K, et al. How lifestyle factors affect cognitive and executive function and the ability to learn in children. *Nutrients*. 2019;11(8):1-29. doi:10.3390/nu11081953
8. Fang H, Quan M, Zhou T, et al. Relationship between Physical Activity and Physical Fitness in Preschool Children: A Cross-Sectional Study. *Biomed Res Int*. 2017;2017. doi:10.1155/2017/9314026
9. Stoner L, Rowlands D, Morrison A, et al. Efficacy of Exercise Intervention for Weight Loss in Overweight and Obese Adolescents: Meta-Analysis and Implications. *Sport Med*. 2016;46(11):1737-1751. doi:10.1007/s40279-016-0537-6

10. Mintjens S, Menting MD, Daams JG, van Poppel MNM, Roseboom TJ, Gemke RBJ. Cardiorespiratory Fitness in Childhood and Adolescence Affects Future Cardiovascular Risk Factors: A Systematic Review of Longitudinal Studies. *Sport Med.* 2018;48(11):2577-2605. doi:10.1007/s40279-018-0974-5
11. Zaqout M, Michels N, Bammann K, et al. Influence of physical fitness on cardio-metabolic risk factors in European children. The IDEFICS study. *Int J Obes.* 2016;40(7):1119-1125. doi:10.1038/ijo.2016.22
12. Ubago-Guisado E, Martinez-Rodriguez A, Gallardo L, Sánchez-Sánchez J. Bone mass in girls according to their BMI, VO2 max, hours and years of practice. *Eur J Sport Sci.* 2016;16(8):1176-1186. doi:10.1080/17461391.2016.1168484
13. Gu X, Zhang T, Chu TL (Alan), Keller MJ, Zhang X. The direct and indirect effects of motor competence on adolescents' mental health through health-related physical fitness. *J Sports Sci.* 2019;37(17):1927-1933. doi:10.1080/02640414.2019.1605652
14. Moradi A, Damirchi ES, Narimani M, et al. Association between physical and motor fitness with cognition in children. *Med.* 2019;55(1):1-11. doi:10.3390/medicina55010007
15. Esteban-Cornejo I, Cadenas-Sanchez C, Contreras-Rodriguez O, et al. A whole brain volumetric approach in overweight/obese children: Examining the association with different physical fitness components and academic performance. The ActiveBrains project. *Neuroimage.* 2017;159(July):346-354. doi:10.1016/j.neuroimage.2017.08.011
16. Mora-Gonzalez J, Esteban-Cornejo I, Cadenas-Sanchez C, et al. Physical Fitness, Physical Activity, and the Executive Function in Children with Overweight and Obesity. *J Pediatr.* 2019;208:50-56.e1. doi:10.1016/j.jpeds.2018.12.028
17. Ruiz-Hermosa A, Mota J, Díez-Fernández A, Martínez-Vizcaíno V, Redondo-Tébar A, Sánchez-López M. Relationship between weight status and cognition in children: A mediation analysis of physical fitness components. *J Sports Sci.* 2020;38(1):13-20. doi:10.1080/02640414.2019.1676538
18. Spyridaki EC, Simos P, Avgoustinaki PD, et al. The association between obesity and fluid intelligence impairment is mediated by chronic low-grade inflammation. *Br J Nutr.* 2014;112(10):1724-1734. doi:10.1017/S0007114514002207
19. Yau SY, Li A, Sun X, Fintaine CJ, Christie BR, So K. *Potential Biomarkers for Physical Exercise-Induced Brain Health.*; 2016. <https://www.intechopen.com/books/advanced-biometric-technologies/liveness-detection-in-biometrics>

20. Hill LJB, Williams JHG, Aucott L, Thomson J, Mon-Williams M. How does exercise benefit performance on cognitive tests in primary-school pupils? *Dev Med Child Neurol*. 2011;53(7):630-635. doi:10.1111/j.1469-8749.2011.03954.x
21. Angelini AL, Alves ICB, Custódio EM, Duarte WF, Duarte JLM. . Matrizes Progressivas Coloridas de Raven: Escala Especial.
22. Conde WL, Monteiro CA. Body mass index cutoff points for evaluation of nutritional status in Brazilian children and adolescents. *J Pediatr (Rio J)*. 2006;82(4):266-272. doi:10.2223/JPED.1502
23. Gaya A, Lemos A, Gaya A, Teixeira D, Pinheiro E, Moreira R. PROESP-Br Projeto Esporte Brasil Manual de testes e avaliação. Published online 2016:1-20.
24. Mirwald RL, Baxter-Jones ADG, Bailey D a, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34(4):689-694. doi:10.1097/00005768-200204000-00020
25. ABEP. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE PESQUISAS. Critério Brasil 2015 e Alterações na aplicação do Critério Brasil 2016. *Assoc Bras Empres Pesqui Critério Classif econômica Bras*. Published online 2015:1-6.
26. Esteban-Cornejo I, Mora-Gonzalez J, Cadenas-Sanchez C, et al. Fitness, cortical thickness and surface area in overweight/obese children: The mediating role of body composition and relationship with intelligence. *Neuroimage*. 2019;186(June 2018):771-781. doi:10.1016/j.neuroimage.2018.11.047
27. Haapala EA, Lintu N, Vaisto J, et al. Associations of Physical Performance and Adiposity with Cognition in Children. *Med Sci Sports Exerc*. 2015;47(10):2166-2174. doi:10.1249/MSS.0000000000000652
28. De Almeida Santana CC, Farah BQ, De Azevedo LB, et al. Associations between cardiorespiratory fitness and overweight with academic performance in 12-year-old Brazilian children. *Pediatr Exerc Sci*. 2017;29(2):220-227. doi:10.1123/pes.2016-0048
29. Esteban-Cornejo, I Rodriguez-Ayllon M, Verdejo-Román J, Cadenas-Sanchez C, et al. Physical fitness, white matter volume and academic performance in children: findings from the ActiveBrains and FITKids2 projects. *Front Psychol*. Published online 2019.
30. Langer N, Pedroni A, Gianotti LRR, Hänggi J, Knoch D, Jäncke L. Functional brain network efficiency predicts intelligence. *Hum Brain Mapp*. 2012;33(6):1393-1406. doi:10.1002/hbm.21297
31. Von Stumm S, Plomin R. Socioeconomic status and the growth of intelligence from infancy through adolescence. *Intelligence*. 2015;48:30-36.

- doi:10.1016/j.intell.2014.10.002
32. Alves AF, Martins A, Almeida LS. Interactions between sex, socioeconomic level, and children's cognitive performance. *Psychol Rep.* 2016;118(2):471-486.
doi:10.1177/0033294116639428
33. Braaksma P, Stuive I, Garst R (M E)., et al. Characteristics of physical activity interventions and effects on cardiorespiratory fitness in children aged 6–12 years—A systematic review. *J Sci Med Sport.* 2018;21(3):296-306.
doi:10.1016/j.jsams.2017.07.015
34. Garcíá-Hermoso A, Alonso-Martínez AM, Ramírez-Vélez R, Pérez-Sousa MÁ, Ramírez-Campillo R, Izquierdo M. Association of Physical Education with Improvement of Health-Related Physical Fitness Outcomes and Fundamental Motor Skills among Youths: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Pediatr.* Published online 2020:1-11. doi:10.1001/jamapediatrics.2020.0223

CAPÍTULO 4

ARTIGO ORIGINAL - 2

Sedentary time plays a moderating role in the relationship between physical fitness and brain-derived neurotrophic factor in children. A pilot study

O tempo sedentário desempenha um papel moderador na relação entre aptidão física e fator neurotrófico derivado do cérebro em crianças. Um estudo piloto

Este artigo encontra-se sob segunda rodada de revisão para possível publicação no periódico Journal of Exercise Science & Fitness

Abstract

Aim: Despite some advances, there are many controversies concerning brain-derived neurotrophic factor (BDNF) and its relationships with variables related to physical fitness and sedentary time, especially in children. The aim of the study was to explore the moderating role of sedentary time on the association between physical fitness and BDNF. Therefore, this study will add to the perspective of understanding how much time children may spend being sedentary with no deleterious influence on the positive association between physical fitness and BDNF.

Methods: This cross-sectional study included 44 children aged between 6 and 11 years (9.02 ± 1.43) from a public school in Porto Alegre, Brazil. Cardiorespiratory fitness (CRF) was determined by the 6-min walk/run test, and muscular strength was determined through the lower limb strength test (LLS). Sedentary time was assessed through accelerometers, and blood samples were collected to determine serum BDNF levels (z score). Moderation analysis was performed using the PROCESS macro adjusted for sex, age, somatic maturation, waist circumference, and socioeconomic level. **Results:** Sedentary time moderates the relationship between CRF and BDNF, such that children should spend less than 511 minutes per day sedentary to achieve the benefits of CRF in BDNF concentrations. **Conclusion:** Sedentary time plays a significant moderating role in the relationship between CRF and BDNF. Therefore, to promote brain health in children, both increasing physical fitness and reducing sedentary time might be encouraged.

Keywords: sedentary time; exercise; children; cognition; mental health.

Resumo

Objetivo: Apesar de alguns avanços, existem muitas controvérsias sobre o fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) e suas relações com variáveis relacionadas à aptidão física e tempo sedentário, principalmente em crianças. O objetivo do estudo foi explorar o papel moderador do tempo sedentário na associação entre aptidão física e BDNF. Portanto, este estudo irá agregar na perspectiva de compreender quanto tempo as crianças podem passar sendo sedentárias sem influência deletéria na associação positiva entre aptidão física e BDNF. **Métodos:** Este estudo transversal incluiu 44 crianças com idade entre 6 e 11 anos ($9,02 \pm 1,43$) de uma escola pública de Porto Alegre, Brasil. A aptidão cardiorrespiratória (APCR) foi determinada pelo teste de caminhada/corrida de 6 minutos e a força muscular pelo teste de força de membros inferiores (FMI). O tempo sedentário foi avaliado por meio de acelerômetros e amostras de sangue foram coletadas para determinação dos níveis séricos de BDNF (escore z). A análise de moderação foi realizada por meio da macro PROCESS ajustada para sexo, idade, maturação somática, circunferência da cintura e nível socioeconômico. **Resultados:** O tempo sedentário modera a relação entre APCR e BDNF, de modo que as crianças devem passar menos de 511 minutos por dia em comportamento sedentário para alcançar os benefícios da APCR nas concentrações de BDNF. **Conclusão:** O tempo sedentário desempenha um papel moderador significativo na relação entre APCR e BDNF. Portanto, para promover a saúde cerebral em crianças, tanto o aumento da aptidão física quanto a redução do tempo sedentário podem ser incentivados.

Palavras-chave: tempo sedentário; exercício; crianças; cognição; saúde mental.

INTRODUCTION

Brain-derived neurotrophic factor (BDNF) is a protein of the neurotrophin family found in high concentrations in the central nervous system, mainly in the hippocampus, cerebral cortex, hypothalamus, and cerebellum.¹ BDNF is a neurotrophic protein that has a role in the development, differentiation, and survival of neurons,² all of which aid in the learning process.³ BDNF must gain access to brain tissue to exert its effects.⁴ As a result, it is critical to understand what allows BDNF to freely enter the brain.

Circulating BDNF is divided into two components: the plasma portion of BDNF can freely circulate in the bloodstream and cross the blood–brain barrier in both directions, while the serum component reflects the entire measurable amount of BDNF, both bound to platelets and freely circulating in the blood.⁴ Plasma BDNF comes predominantly from the brain and vascular endothelial cells, although it can also be detected in musculoskeletal tissue and peripheral blood mononuclear cells. On the other hand, 99% of serum BDNF is stored in platelets, containing approximately 100-200 times more BDNF than plasma contains.⁴ An interesting similarity between these sources of BDNF is that both can be released under the conditions of physiological stress induced by exercise.⁴

When it comes specifically to the central nervous system, physiological stress enhances neural function and helps the brain be receptive to cognitive challenges. However, even though the brain is the primary source of circulating BDNF at rest and during exercise, peripheral tissues also produce this protein, which makes it difficult to understand which region causes changes in free BDNF concentrations.⁵

Emerging evidence suggests that physical exercise exerts a beneficial effect on the brain and cognition in general among youth.⁶ Indeed, although most BDNF comes from the brain, muscle contraction increases its circulatory concentration, indicating that during physical activity, the serum portion of BDNF stored in platelets may be released into the plasma, making it free to cross the blood brain barrier.^{7,8} In addition, as a response to chronic exercise, children and adolescents may improve in physical fitness,⁹ which is considered a protective factor for several health indicators and exerts a beneficial influence on cognition and brain health.^{10,11}

However, despite the evidence regarding the benefits of physical fitness, exercise has been replaced by sedentary activities.¹² As a result, there is an increase in the development of health risk factors, including mental health.¹³ One hypothesis for this relationship suggests that during sedentary behavior, there is an insufficient supply of BDNF to the brain due to the lack of muscle contraction.¹²

Despite advances, there are still many controversies concerning BDNF and its relationships with variables related to physical fitness and sedentary time, especially in children. Additionally, the available evidence regarding BDNF concentrations and physical fitness refers mainly to cardiorespiratory fitness (CRF) and does not analyze its relationship with sedentary time. Thus, the aim of the present study was to explore the moderating role of sedentary time in the association between physical fitness and BDNF. Therefore, this study will add to the perspective of understanding how much sedentary time children may spend with no deleterious influence on the positive association between physical fitness and BDNF concentration.

METHODS

Study design

This pilot study with cross-sectional data began with the baseline evaluation of a longitudinal project of soccer intervention on cognition-associated variables, physical activity, physical fitness, and metabolic syndrome that occurred between March and June of 2017. The sample included 44 children (20 boys) between six and 11 years old (mean 9.02 ± 1.43) from a public school in Porto Alegre, Brazil. Written consent was obtained from the school principal, parents, and children prior to the beginning of the project. This study was approved by the Ethics and Research Committee of the Federal University of Rio Grande do Sul (2014997).

General measurement procedures

Measurements were taken at the school, and at the physical activity laboratory of the Federal University of Rio Grande do Sul (Brazil) by trained researchers and nurses. First, a meeting was held at the school with the parents to explain the project's objectives and its phases. On this occasion, they answered questionnaires to determine sociodemographic data. Next, anthropometric measurements were collected, physical fitness tests were performed, and physical activity was evaluated through accelerometers. Finally, blood samples were taken at the university facilities.

Physical fitness

A six-minute running and walking test was used to assess CRF, according to the procedures of "Projeto Esporte Brasil".¹⁴ The perimeter of the sports court was demarcated on the floor every four meters (approximately 54 meters total) with six cones to facilitate the children's visualization. Those evaluated were instructed to cover the greatest distance possible

by running or walking for six minutes. In the end, the CRF estimate was obtained by the number of laps multiplied by the perimeter of the court added to the meters of the last lap.

Lower limb strength (LLS) was determined through the horizontal jump test. A measuring tape was laid out on the floor, and a marking (adhesive tape) was made perpendicularly. The child stood with his feet parallel just behind the line and, leaning his torso forward, jumped as far as possible. Two attempts were made, and the best one was recorded.

Sedentary time

Sedentary time was measured using an Actigraph accelerometer (wActiSleep-BT Monitor). The accelerometer was placed by the researchers on the child's waist in an elastic belt at the midaxillary line on the right side. Participants were encouraged to use it for seven consecutive days. The equipment was kept on throughout the day and removed only when performing any water activities. The minimum amount of accelerometer data that was considered acceptable for analysis purposes was four days (including at least one weekend day), with at least 10 hours/day of usage time. After the last day of data collection, the research team went to the school to remove the accelerometers and verify that the data were complete using the Actilife software (ActiGraph®, version 5.6, USA). Data were collected at a sampling rate of 80 Hz, downloaded in one-second periods, and aggregated into 15-second periods. We used the cutoff point for accelerometer counts that was proposed by Evenson (2008)¹⁵ for periods of 15 seconds (≤ 25 counts/15 seconds for sedentary time). Thus, the time spent in sedentary activity was presented in minutes.

BDNF

The children arrived at the Exercise Research Laboratory (LAPEX) after twelve hours of fasting and accompanied by a guardian. Blood samples (8 ml) were taken from a vein in the antecubital region by a trained professional using disposable material. Blood samples were centrifuged at 3,500 rpm for 15 minutes. Subsequently, plasma and serum were aliquoted and frozen at -80 °C until the dosages were determined. BDNF plasma levels were measured by ELISA with a BDNF immunoassay kit (DuoSet ELISA Development/R&D Systems Inc., Minneapolis, Minnesota, USA) and expressed in ng/ml. The z score was calculated for BDNF levels.

Covariates

Somatic maturation was assessed using anthropometric variables (height, weight, height of the brainstem and length of the lower limbs). Multiple regression equations for each sex were used to determine the number of years predicted for each individual to reach their peak growth velocity, which could be negative (before reaching peak growth velocity) or positive (after reaching peak growth velocity). This measure was validated by Mirwald (2002)¹⁶ and described as the peak growth velocity in years.

A questionnaire from the Brazilian Association of Research Companies was used to identify socioeconomic status (SES). Parents/guardians noted the level of education of the head of the family and possession of several specified items.¹⁷ A score was assigned based on the answers, and the sum of these scores indicated the social class to which the family belonged: A1, A2, B1, B2, C1, C2, D, or E. The following categories were created for social classes: high (A1+A2), middle (B1+B2+C1+C2), and low (D+E).

To avoid biased estimates of sedentary time, the duration of accelerometer use was calculated by summing sedentary time and the time spent in light and moderate/vigorous physical activity and then dividing by the number of days that the child used the device. Thus, the mean duration of accelerometer use was estimated.

These covariates were defined based on the literature, which demonstrates that sociodemographic characteristics, in addition to sex and age,¹⁸ could influence the relationships approached in this research.

Statistical analysis

Descriptive statistics were applied to characterize the sample using the mean and standard deviation for continuous variables and the relative and absolute frequencies for categorical variables. Linear regression models were used to test moderation analyses through the PROCESS macro for the Statistical Package for Social Sciences version 23.0 (SPSS; IBM Corp, Armonk, NY, USA). The following models were tested: 1) Association between physical fitness and BDNF; 2) Association between sedentary time and BDNF; 3) Interaction between physical fitness and sedentary time. All variables were fitted into the regression models as continuous variables.

Multiple linear regression was used as a statistical test for post hoc sample calculation using the G* Power 3.1 program (Heinrich- Heine-Universität), considering the following

parameters: a significance level of $\alpha = 0.05$ and an effect size of 0.30. The number of predictors considered was eight, and for a sample size of 44 children, test power $(1-\beta) = 0.73$.

In addition, the Johnson-Neyman technique was applied to establish the moderation point. This technique indicates the relationship between the independent (sedentary time) and dependent (BDNF) variables at low, medium, and high levels of the moderator variable (physical fitness). All analyses were adjusted for age, sex, somatic maturation, WC, SES, and mean duration of accelerometer use. The probability value $p < 0.05$ was considered to be significant for all analyses.

RESULTS

Table 1 shows the characteristics of the sample. Girls were at a greater distance in years from peak growth velocity than boys were. In addition, boys presented greater lower limb strength than girls did.

Table 1. Descriptive sample characteristics.

	Total	Boys	Girls
	n = 44	n = 20	n = 24
	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
Age (years)	9.02 (1.43)	9.10 (1.55)	8.96 (1.36)
Weight (kg)	37.77 (10.65)	36.20 (9.48)	39.08 (11.56)
Height (meters)	1.38 (0.08)	1.37 (0.09)	1.39 (0.07)
Waist circumference (centimeters)	65.78 (9.20)	65.68 (8.64)	65.87 (9.82)
Peak high velocity (years)	-5.74 (2.80)	-3.59 (1.28)	-7.54 (2.43)**
Sedentary time (minute)	603.39 (136.04)	616.49 (162.30)	592.48 (112.10)
BDNF (z score)	0.536 (1.05)	-0.10 (1.05)	0.18 (1.05)
CRF (meters)	764.18 (120.58)	802.50 (140.37)	732.25 (92.55)
LLS (centimeters)	116.30 (21.85)	125.50 (21.30)	108.63 (19.57)*
Mean time of accelerometer use (minute)	6398.25 (850.19)	6506.20 (963.90)	6308.29 (751.85)
	n (%)	n (%)	n (%)
SES			
High	3 (6.8)	0 (0)	3 (12.5)
Medium	6 (13.6)	4 (20.0)	2 (8.3)
Low	35 (79.5)	16 (80.0)	19 (79.2)

BDNF: brain-derived neurotrophic factor; CRF: cardiorespiratory fitness; LLS: lower limb strength; SES: socioeconomic status. * $p < 0.05$; ** $p < 0.001$.

The moderating role of sedentary time in the relationship between physical fitness and BDNF is presented in Table 2. The results suggest a relationship between BDNF and the interaction between sedentary time and CRF. Concerning the role of LLS, no interaction was observed.

In addition, we applied the Johnson-Newman technique for a better comprehension of the interaction, which determined that time spent being sedentary may be detrimental to the positive relationship between CRF and BDNF (Figure 1). A significant association was observed between CRF and BDNF only in the lowest tercile of sedentary time (441 min). However, in the middle (601 min) and highest (750 min) terciles, no associations were found. Therefore, for children who spend a long time sedentary, the beneficial role of CRF in BDNF concentration is not observed. Thus, children should spend less than 511 sedentary minutes per day to achieve the beneficial effect of CRF on BDNF concentration.

Table 2. Moderation of sedentary time on the association between physical fitness and BDNF.

	BDNF (z score)		
	β	CI (95%)	p
Model 1			
Sedentary time (min)	0.010	-0.005 0.027	0.196
CRF (m)	0.014	0.001 0.027	0.039
Sedentary time X CRF	0.001	0.001 0.002	0.046
Model 2			
Sedentary time (min)	-0.001	-0.014 0.010	0.765
LLS (cm)	0.022	-0.037 0.082	0.460
Sedentary time X LLS	0.001	-0.001 0.001	0.513

BDNF: brain-derived neurotrophic factor; CRF: cardiorespiratory fitness; LLS: lower limb strength. All analyses were adjusted for age, sex, somatic maturation, waist circumference, socioeconomic status, and mean duration of accelerometer use.

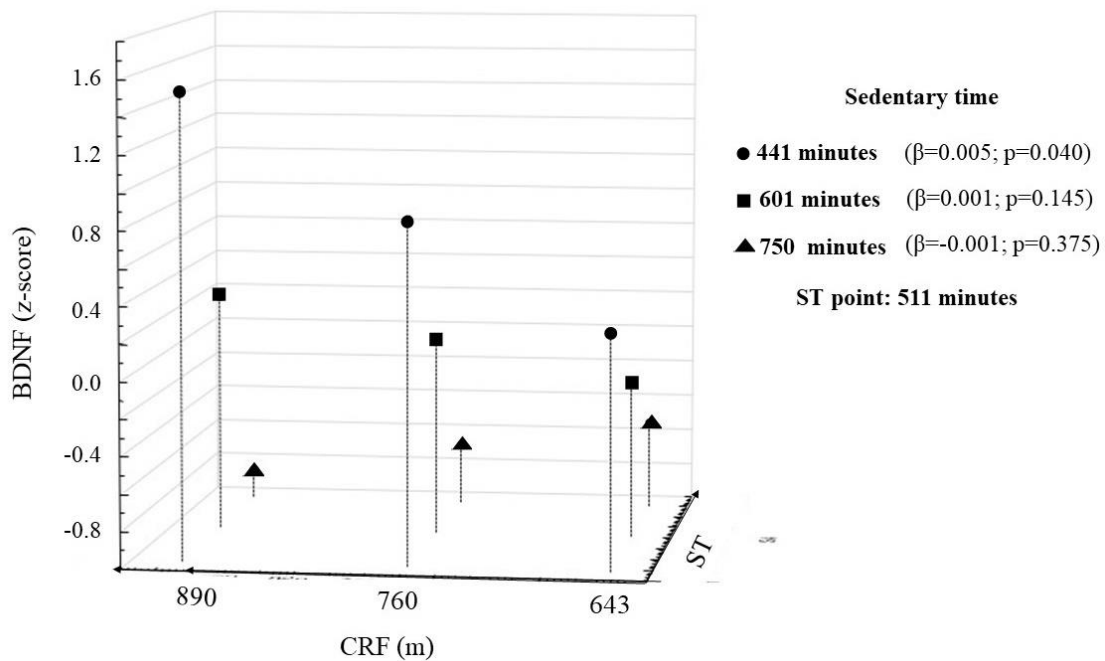


Figure 1. Relationship between cardiorespiratory fitness and BDNF according to tertiles of time spent sedentary.

BDNF: brain-derived neurotrophic factor; CRF: cardiorespiratory fitness; ST: sedentary time. All analyses were adjusted for age, sex, somatic maturation, waist circumference, socioeconomic status, and mean duration of accelerometer use.

DISCUSSION

The main findings of the present study indicate that sedentary time is a moderator in the relationship between CRF and BDNF concentration, suggesting that the benefits are observed in children who spend less than 511 minutes sedentary. To our knowledge, there is only one study that has previously identified an inverse association between sedentary time and BDNF in children in general.¹⁹

Childhood is an important neurodevelopmental phase and is characterized by the establishment of many health-related behaviors. In this context, CRF is an important health indicator in this age range, and its benefits affect both physical and psychological health.²⁰ Indeed, CRF has been associated with structural brain changes, such as the integrity of white matter tracts and altered cortical gray matter thickness, which is probably explained by its beneficial effects on neurogenesis, angiogenesis, and neuroplasticity via increases in BDNF.^{21,22} Although the studies available in this area were developed in adults,^{23,24} our findings are in agreement with the abovementioned hypothesis, indicating that CRF is positively associated with BDNF in children.

The literature regarding physical activity in children and adolescents displays controversial results. A study developed with overweight/obese children indicated that light, moderate and moderate to vigorous physical activity were positively related to BDNF;²³ in another study, a longitudinal approach did not indicate a relationship between physical activity and BDNF in children.²⁵ According to Mora-González, these inconsistencies are due to the different samples, the age groups studied and methodological issues related to the study design and data collection.²³ Physical activity induces improvements in CRF by structural and functional adaptations in the oxygen transport system.²⁶ Although physical activity (and CRF as a consequence) is essential for the prevention of physical and mental health issues in children, it only accounts for a small proportion of their day, while sedentary activities total an average of eight hours a day.²⁷

Taking these aspects into consideration, we sought to determine how important lifestyle factors could interact with BDNF concentrations. Therefore, our data provide novel evidence for the possible positive influence of CRF on BDNF, although this scenario is only observed for children who spend less than 511 minutes in sedentary time. In this sense, we can suggest that CRF and sedentary time interact, exerting a divergent influence on BDNF. Based on this, prolonged sedentary time overcame the beneficial role of CRF on BDNF concentration. One of the possible mechanisms for this effect is that brain metabolism depends in part on glucose as an energy source. Sedentary time may result in a reduced concentration gradient, which facilitates the transport of glucose molecules across the tight blood–brain barrier and the utilization of cortical blood glucose by parenchymal cells. Additionally, plasma hyperglycemia can affect the permeability of the blood–brain barrier and reduce the sensitivity of glucose transporter 1 (GLUT1), which can lead to brain hypoglycemia. Changing that scenario by encouraging *breaks* in sedentary time could promote an improvement of GLUT1 sensitization leading to glucose transport and utilization. Consequently, it is speculated that it may promote improvements in cognitive functions.²⁸ Therefore, our findings reinforce the World Health Organization guideline, which recommends that youths should limit the amount of time spent being sedentary and that to achieve high CRF levels, they should be engaged in moderate to vigorous physical activity for at least 60 minutes per day.²⁹ Following these recommendations, they would be able to achieve benefits in cognition via BDNF improvement.

Caution must be taken when interpreting our findings due to several limitations. The cross-sectional design does not allow us to establish causal inferences. Furthermore, hormonal and genetic variables were not considered and seem to be related to BDNF production.^{30,31} On the other hand, the main strength of this study was its novelty, being the first study to investigate

the interaction between physical fitness and BDNF concentration in children and not obesity. Additionally, we provide a specific amount of sedentary time that intervenes in the association between CRF and BDNF. Additional strengths include using an accelerometer to determine sedentary time and considering several potential confounders in the analysis but specifically central obesity.

In conclusion, sedentary time plays a moderating role in the association between CRF and BDNF in children. On the one hand, these findings support and highlight a new insight regarding the interaction between physical fitness and sedentary time in children and, on the other hand, reinforce the necessity to promote active behaviors to enhance brain health in children.

REFERENCES

1. Szuhany KL, Bugatti M, Otto MW. A meta-analytic review of the effects of exercise on brain-derived neurotrophic factor. *Journal of Psychiatric Research*. 2015;60(2):56–64.
2. Li JW, O'Connor H, O'Dwyer N, Orr R. The effect of acute and chronic exercise on cognitive function and academic performance in adolescents: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2017;20(9):841–8.
3. Jeon YK, Ha CH. The effect of exercise intensity on brain derived neurotrophic factor and memory in adolescents. *Environmental Health and Preventive Medicine*. 2017;22(1):1–6.
4. Walsh JJ, Tschakovsky ME. Exercise and circulating BDNF: Mechanisms of release and implications for the design of exercise interventions. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2018;43(11):1095–104.
5. Sampaio TB, Savall AS, Gutierrez MEZ, Pinton S. Neurotrophic factors in Alzheimer's and parkinson's diseases: Implications for pathogenesis and therapy. *Neural Regeneration Research*. 2017;12:549–57.
6. Donnelly JE, Ed D, Hillman CH, Castelli D, Etnier JL, Lee S, et al. Physical Activity, Fitness, Cognitive Function, and Academic Achievement in Children: A Systematic Review. *Med Sci Sport Exerc*. 2016;48:1197–1222.
7. Chandrasekaran B, Pesola AJ, Rao CR, Arumugam A. Does breaking up prolonged sitting improve cognitive functions in sedentary adults? A mapping review and hypothesis formulation on the potential physiological mechanisms. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2021;22(1):1–16.

8. Rasmussen P, Brassard P, Adser H, Pedersen M V., Leick L, Hart E, et al. Evidence for a release of brain-derived neurotrophic factor from the brain during exercise. *Experimental Physiology*. 2009;94(10):1062–9.
9. Oliveira L, Braga F, Lemes V, Dias A, Brand C, Mello J, et al. Effect of an intervention in Physical Education classes on health related levels of physical fitness in youth. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*. 2017;22(1):46–53.
10. Khan A, Lee E-Y, Rosenbaum S, Khan SR, Tremblay MS. Dose-dependent and joint associations between screen time, physical activity, and mental wellbeing in adolescents: an international observational study. *The Lancet Child & Adolescent Health*. 2021;5(10):729–38.
11. Solis-Urra P, Sanchez-Martinez J, Olivares-Arancibia J, Castro Piñero J, Sadarangani KP, Ferrari G, et al. Physical fitness and its association with cognitive performance in Chilean schoolchildren: The Cogni-Action Project. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. 2021;31(6):1352–62.
12. Yang L, Cao C, Kantor ED, Nguyen LH, Zheng X, Park Y, et al. Trends in Sedentary Behavior among the US Population, 2001-2016. *JAMA - Journal of the American Medical Association*. 2019;321(16):1587–97.
13. Rodriguez-Ayllon M, Cadenas-Sánchez C, Estévez-López F, Muñoz NE, Mora-Gonzalez J, Migueles JH, et al. Role of Physical Activity and Sedentary Behavior in the Mental Health of Preschoolers, Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*. 2019;49:1383–410.
14. Gaya A, Lemos A, Gaya A, Teixeira D, Pinheiro E, Moreira R. PROESP-Br Projeto Esporte Brasil Manual de testes e avaliação. 2016;1–20.
15. Evenson KR, Catellier DJ, Gill K, Ondrak KS, McMurray RG. Calibration of two objective measures of physical activity for children. *Journal of sports sciences*. 2008;26(14):1557–65.
16. Mirwald RL, Baxter-Jones ADG, Bailey D a, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2002;34(4):689–94.
17. ABEP. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE PESQUISAS. Critério Brasil 2015 e Alterações na aplicação do Critério Brasil 2016. Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa Critério de classificação econômica Brasil. 2015;1–6.
18. Menezes F. Physical training and brain-derived neurotrophic factor concentration in children and adolescents: a systematic review with meta-analysis. *Pediatr Exerc Sci*. 2021;23:1-10.
19. Goldfield GS, Cameron JD, Sigal RJ, Kenny GP, Holcik M, Prud'homme D, et al. Screen time is independently associated with serum brain-derived neurotrophic factor (BDNF) in youth with obesity. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2021;46(9):1083-1090.

20. Raghuveer G, Hartz J, Lubans DR, Takken T, Wiltz JL, Mietus-Snyder M, et al. Cardiorespiratory Fitness in Youth: An Important Marker of Health: A Scientific Statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2020;141:E101–18.
21. Marques A, Santos DA, Hillman CH, Sardinha LB. How does academic achievement relate to cardiorespiratory fitness , self-reported physical activity and objectively reported physical activity : a systematic review in children and adolescents aged 6 – 18 years. *Br J Sports Med*. 2017;52(16):1–11.
22. Lubans D, Richards J, Hillman C, Faulkner G, Beauchamp M, Nilsson M, et al. Physical Activity for Cognitive and Mental Health in Youth: A Systematic Review of Mechanisms. *Pediatrics*. 2016;138(3):e20161642–e20161642.
23. Mora-Gonzalez J, Migueles JH, Esteban-Cornejo I, Cadenas-Sanchez C, Pastor-Villaescusa B, Molina-García P, et al. Sedentarism, physical activity, steps, and neurotrophic factors in obese children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2019;51(11):2325–33.
24. Hwang J, Castelli DM. The positive cognitive impact of aerobic fitness is associated with peripheral inflammatory and brain-derived neurotrophic biomarkers in young adults. *Physiology & Behavior*. 2017;1(179):75-89.
25. Arvidsson D, Johannesson E, Andersen LB, Karlsson M, Wollmer P, Thorsson O, et al. A Longitudinal Analysis of the Relationships of Physical Activity and Body Fat With Nerve Growth Factor and Brain-Derived Neural Factor in Children. *Journal of Physical Activity and Health*. 2018;15(8):620–5.
26. Raghuveer G, Hartz J, Lubans DR, Takken T, Wiltz JL, Mietus-Snyder M, et al. Cardiorespiratory Fitness in Youth: An Important Marker of Health: A Scientific Statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2020;141:E101–18.
27. Yang L, Cao C, Kantor ED, Nguyen LH, Zheng X, Park Y, et al. Trends in Sedentary Behavior among the US Population, 2001-2016. *JAMA - Journal of the American Medical Association*. 2019;321(16):1587–97.
28. Chandrasekaran B, Pesola AJ, Rao CR, Arumugam A. Does breaking up prolonged sitting improve cognitive functions in sedentary adults? A mapping review and hypothesis formulation on the potential physiological mechanisms. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2021;22(1):1–16.
29. Chaput JP, Willumsen J, Bull F, Chou R, Ekelund U, Firth J, et al. 2020 WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour for children and adolescents aged 5–17 years: summary of the evidence. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2020;17(1):141.
30. Pearson-Fuhrhop KM, Cramer SC. Genetic influences on neural plasticity. 2010;2:S227-40.
31. Iughetti L, Casarosa E, Predieri B, Patianna V, Luisi S. Plasma brain-derived neurotrophic factor concentrations in children and adolescents. *Neuropeptides*. 2011;45(3):205–11.

CAPÍTULO 5

ARTIGO ORIGINAL - 3

**Getting up for mental health: association of breaks in sedentary
behavior with brain health**

*Levantar para a saúde mental: associação de quebras no comportamento
sedentário com a saúde do cérebro*

Este artigo encontra-se submetido no periódico Child and Adolescent Mental Health

ABSTRACT

Aim: to verify the role of body mass index (BMI), cardiorespiratory fitness (CRF), and moderate to vigorous physical activity (MVPA) in the relationship between the break in sedentary time with mental health of children. **Methods:** Cross-sectional study with 129 children (62 boys), aged between six and 11 years (mean 8.73 ± 1.53) from a public school in southern Brazil. For the assessment of fluid intelligence, psychologists applied the Raven's Colored Progressive Matrices test. Mental health was measured using the Strengths and Difficulties Questionnaire. Sedentary breaks were measured using accelerometers and CRF was determined by the 6-minute walk test. Generalized linear regression analyzes were used to verify associations of sedentary breaks with fluid intelligence and mental health, according to children's BMI, CRF, and MVPA. All models were adjusted for sex, age, somatic maturation, and total time of accelerometer use. **Results:** Our results indicate that sedentary breaks were associated with fluid intelligence in overweight/obese ($\beta=0.108$; $p=0.021$) and inactive physically children ($\beta=0.083$; $p=0.010$). Regarding mental health, no association was identified with sedentary breaks. **Conclusion:** Sedentary breaks should be encouraged for the benefits of fluid intelligence, especially in children who do not meet physical activity recommendations and suffer overweight.

Keywords: brain health; sedentary behavior; students, exercise, diet.

RESUMO

Objetivo: verificar o papel do índice de massa corporal (IMC), aptidão cardiorrespiratória (APCR) e atividade física moderada a vigorosa (AFMV) na relação entre a quebra do tempo sedentário com a saúde mental de crianças. **Métodos:** Estudo transversal com 129 crianças (62 meninos), com idade entre seis e 11 anos (média $8,73 \pm 1,53$) de uma escola pública do sul do Brasil. Para a avaliação da inteligência fluida, os psicólogos aplicaram o teste de Matrizes Progressivas Coloridas de Raven. A saúde mental foi medida por meio do Questionário de Forças e Dificuldades. Os breaks no comportamento sedentário foram medidos por meio de acelerômetros e a ACR foi determinada pelo teste de caminhada de 6 minutos. Análises de regressão linear generalizada foram utilizadas para verificar associações de pausas sedentárias com inteligência fluida e saúde mental, segundo IMC, APCR e AFMV das crianças. Todos os modelos foram ajustados para sexo, idade, maturação somática e tempo total de uso do acelerômetro. **Resultados:** Nossos resultados indicam que o sedentarismo esteve associado à inteligência fluida em crianças com sobrepeso/obesidade ($\beta=0,108$; $p=0,021$) e inativas fisicamente ($\beta=0,083$; $p=0,010$). Em relação à saúde mental, não foi identificada associação com pausas sedentárias. **Conclusão:** As pausas sedentárias devem ser incentivadas pelos benefícios da inteligência fluida, principalmente em crianças que não atendem às recomendações de atividade física e apresentam excesso de peso.

Palavras-chave: saúde cerebral; comportamento sedentário; estudantes, exercício, dieta.

Introduction

Children spend most of their time on (ARUNDELL et al., 2016) sedentary behaviours. They are characterized by low energy expenditures while in a sitting or lying position (TREMBLAY et al., 2017). This increase has been linked to increases in quality and availability of technologies for entertainment, education, and socialization (Small et al., 2020). Available literature suggests that long periods of uninterrupted sedentary behaviours have been linked to adverse health outcomes in children (CARSON et al., 2016a; CHRISTOFARO et al., 2022; MAHDAVI et al., 2021; TREMBLAY et al., 2010). Thus, recommendations have been published by government and public health agencies suggesting that they should be limited in this population. Despite the recommendations and policies promoting limited sedentary behaviours (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021), Brazo-Sayavera et al., (2021), indicated that only between 10 and 15% of Brazilian boys and less than 5% of Brazilian girls meet to the benchmark of these guidelines (≤ 2 h/day of recreational screen time). Considering that lowering sedentary behaviour among youth has been challenging, other strategies, such as interrupting prolonged bouts of sedentary behaviours with active breaks may provide health benefits (LOH et al., 2020). However, lack of evidence on relation between sedentary behaviour break, cognitive and brain health. A number of mechanisms have been proposed to explain to link between sedentary behaviours and health outcomes, including cognitive and mental health. A widely explored mechanism is the displacement of time, which means that more time in sedentary behaviours imply in a decrease in competing behaviours such as physical activity of different intensities and sleep (DRUMMY et al., 2016; JÚDICE et al., 2017). Physical activity has been linked to several health benefits, including metabolic, cognitive, and mental health (CHAPUT et al., 2020; POITRAS et al., 2016). In this case, breaking sedentary behaviours even with light physical activity would already provide some benefits. A mechanism includes physiological and social responses to interrupting sedentary behaviours, but evidence to back them is lacking (CHANDRASEKARAN et al., 2021; LUBANS et al., 2016). This support the results of several studies that observed associations with sedentary time with cognitive and mental health outcomes (CARSON et al., 2016b), yet, few have investigated indicators of sedentary behaviour breaks. Emerging evidence has linked breaks in sedentary behaviour with improved cognitive function and academic achievement among children (CHANDRASEKARAN et al., 2021; EGGER et al., 2019), however, it is unclear if breaks are also linked to mental health.

Mental and cognitive health are both multifactorial, being influenced by several individual characteristics and behaviours that have also been linked to sedentary behaviour. More specifically, studies showed that body mass index (BMI), cardiorespiratory fitness (CRF), and moderate to vigorous physical activity (MVPA) have a role in relationships with cognition function, and mental health (GIL-ESPINOSA et al., 2020a; HERNÁNDEZ-JAÑA et al., 2021; NAKAGAWA et al., 2020; SOLIS-URRA et al., 2021). Unsurprisingly, they have all been linked to sedentary behaviours as well [Carson, 2016; Tremblay 2010], suggesting that they could play a mediator role in the relationship sedentary behaviour breaks and mental and cognitive health. However, this should be further explored.

Considering that sedentary behaviours are widespread among children and that lowering its levels has been challenging to policymakers, practitioners, and researchers, investigating the relation of sedentary behaviour breaks in improving cognitive and mental health is relevant for public health promotion, as breaking prolonged periods of sedentary behaviour might be easier than lowering its total habitual volumes. Furthermore, considering that mental and cognitive health can vary according to BMI, CRF, and MVPA, elucidating the role of these variables in relation to sedentary behaviour breaks is desirable. In this sense, the aim of the present study was to verify the role of BMI, CRF and MVPA on the relationship between the total break in sedentary time with cognitive and mental health in children.

METHODS

Study design

This study was developed with the baseline evaluation of the longitudinal soccer intervention project on different health-related outcomes, which took place between March and June 2017. The sample included 129 children (62 boys), aged between six and 11 years (mean 8.73 ± 1.53) from a public school in the Southern Brazil. Written consent was obtained from the school principal, parents, and children prior to the beginning of the project. This study was approved by the Ethics and Research Committee of the Federal University of Rio Grande do Sul (2014997).

General measurements procedures

The measurements were carried out at the school by trained researchers and collaborators psychologists (partnership made with the psychology department of the Federal University of Rio Grande do Sul). Initially, a meeting was held at the school with parents to

explain the project's objectives and its phases. On that occasion, the parents answered questionnaires, including the one on mental health and sociodemographic data. For those who were unable to attend, individual meetings were arranged. The second step was to collect anthropometric measurements, physical fitness that was developed at school, during a period of classes. Besides, physical activity and sedentary behavior were obtained by usage of accelerometers that were placed by researchers in the class, and children using all the time by seven days. Finally, psychologists performed the assessment of fluid intelligence.

Fluid intelligence

In the present study, we have measured fluid intelligence as an indicator of cognitive health. Fluid intelligence, is a measure of non-verbal intelligence, measured using the Raven's Colored Progressive Matrix Test (Angelini et al., 1999). This test consists of three series of 12 items, arranged in ascending order of difficulty. The items show an incomplete drawing or matrix, in which the child must choose the correct missing part out of six options. This test was conducted by trained psychologists, with small groups of children in a classroom, during class time. Each session lasted around 60 minutes. The points vary between zero and 36. The higher the score, the better.

Mental health

The Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ) was used to evaluate mental health, which consists of a tool for the behavioral screening of children aged 3 to 12 years. In the present study, the parents/guardians' version was used (GOODMAN, 2001). It contains 25 items on which parents/guardians should consider the children's last six months to indicate "True", "More or Less True" and "False" for each item. The questions generate scores according to responses and for the analysis, the sum of all questions was recorded. The score consider an interval from zero to 40 points, in which the higher score the higher of risk.

Body mass index

Weight was evaluated with a digital anthropometric balance with a precision of 0.5 kg with a maximum weight of 150 kg. Height was measured with the metric tape fixed on the wall and extended from the bottom upwards. The children should wear light clothing and be barefoot and were instructed to remain in the vertical position, with feet and trunk leaning against the wall. Both procedures followed the protocols suggested by *Projeto Esporte Brasil (PROESP-Br)*(GAYA; GAYA, 2016). Then, the BMI was calculated by dividing body mass (in kilograms)

by height (in square meters) and classified as normal weight and children with overweight/obesity, according to Conde & Monteiro, (2006).

MVPA and breaks in sedentary time

MVPA and total breaks in sedentary time were measured using Actigraph wActiSleep-BT accelerometers (ActiGraph Corp., Pensacola, FL, USA). The accelerometer was placed on the child's waist in the midaxillary line on the right side, in an elastic belt. Participants were encouraged to use it for seven consecutive days. Researchers instructed the participants on how to wear the accelerometers, and to wear it during waking hours and only remove it when performing water-based activities such as swimming or showering. The minimum amount of accelerometer data that was acceptable for analysis purposes was four days (including at least one weekend day), with at least 10 hours/day of usage time. Actilife software (version 5.6) was used to initialize, download, and analyze accelerometer data, which were collected at a sampling rate of 80 Hz, downloaded in one-second *epochs*, and aggregated to 15-second *epochs*. We used the cut-off points proposed by Evenson (2008) for periods of 15 seconds to classify physical activity variables (574-1002 counts/15 seconds to moderate physical activity; ≥ 1003 counts/15 seconds to vigorous physical activity). For the child to be classified as active, they should practice at least 60 minutes of moderate to vigorous physical activity per day, on average. The total breaks in sedentary time per day were calculated by the Actilife software (i.e., total sedentary breaks - number of periods between sedentary bouts). For this, the time between the start of one sedentary bout and the end of the previous bout was considered.

Cardiorespiratory fitness

CRF was assessed using a six-minute walk/run test (GAYA; GAYA, 2016). Children had to perform as many laps as possible, running or walking, in a multi-sport court with a perimeter demarcated with cones and a floor with meter indication. The evaluator announced the passage of time within 3 and 5 minutes of the test. Finally, the number of laps successfully completed, plus the additional distance achieved in children who failed to complete a complete lap at the end of the test, were added. The CRF was obtained by multiplying the number of laps by the meters covered. To classify as fit and unfit, the 75th percentile was considered.

Covariates

The literature indicates that somatic maturation, sex, and age are aspects that influence the variables considered in this study (mental health, fluid intelligence, CRF, MVPA, BMI) (VON STUMM; PLOMIN, 2015).

Somatic maturation was assessed using anthropometric variables (height, weight, height of the brainstem, and length of the lower limbs). Equations for each sex were used (Mirwald et al., 2002) to determine the number of years predicted for each individual to reach their peak growth velocity, which may be negative (before reaching peak growth velocity) or positive (after reaching peak growth velocity).

Statistical analysis

Descriptive data are presented as means, standard deviations, and frequencies. Continuous variables were checked for normality. Two-tailed independent Student's *t*-tests and Pearson chi-square tests were used to examine the differences according to sex.

Generalized linear regression analyzes were used to verify associations of total breaks in sedentary time with fluid intelligence and mental health according to children's BMI, CRF, and MVPA. All models were adjusted for sex, age, somatic maturation, and accelerometer wear-time. The software IBM SPSS, version 20.0 was used for all analyzes, and alpha was set at 0.05.

Multiple linear regression was used as a statistical test for post-hoc sample size calculation on G* Power 3.1 program (Heinrich-Heine-Universität), considering the following parameters: a significance level of $\alpha = 0.05$, and effect size of 0.15. The number of predictors considered was seven, and the sample size of 125 children for fluid intelligence, and 98 children for mental health, and test power was $(1-\beta) = 0.88$, and $(1-\beta) = 0.77$, respectively.

Results

Table 1 presents the characteristics of the sample. It was composed of 129 children, being mostly in the normal weight category, and were classified as physically active. Significant differences were observed between boys and girls for somatic maturation and cardiorespiratory fitness.

Table 1. Descriptive characteristics of the sample according to sex.

Characteristics of sample	Total (n=129)		Boys (n=62)		Girls (n =67)	
	N	Mean (SD)	N	Mean (SD)	N	Mean (SD)
Mental health (range points)	98	11.18 (5.77)	43	10.37 (5.76)	55	11.82 (5.75)
Fluid intelligence (points)	125	25.66 (6.26)	60	25.78 (6.87)	65	25.54 (5.68)
Total breaks in sedentary time (number of times)	129	66.02 (21.75)	62	68.85 (24.48)	67	63.39 (18.69)
Total accelerometer usage (minutes)	129	6651.71 (844.41)	62	6598.78 (1080.06)	67	6700.68 (658.58)
Age (years)	129	8.73 (1.53)	62	8.76 (1.63)	67	8.70 (1.43)
Somatic maturation (years)	122	-6.36 (2.73)	56	-3.55 (1.09)	66	-8.75 (0.58)*
	N	%	N	%	N	%
BMI						
Normal weight	77	62.1	37	64.9	40	59.7
Children with overweight/obesity	47	37.9	20	35.1	27	40.3
CRF						
Fit ($\geq 75^{\text{th}}$ percentile)	28	23.9	18	35.3	10	15.2*
Unfit ($< 75^{\text{th}}$ percentile)	89	76.1	33	64.7	56	84.8
MVPA						
Active (≥ 60 min/day)	67	51.9	35	56.5	32	47.8
Inactive (< 60 min/day)	62	48.1	27	43.5	35	52.2

BMI: body mass index; MVPA: moderate to vigorous physical activity; CRF: cardiorespiratory fitness (75^{th} percentile); * denotes statistical differences between sex using the *t*-test for paired samples ($p < 0.05$).

Associations between total breaks in sedentary time and cognitive health according to nutritional profile, CRF, and MVPA were presented in table 2. The results suggest a positive association between total breaks in sedentary time with cognitive health in children with overweight/obesity and physically inactive children.

Table 2. Association between total break in sedentary time and fluid intelligence according to nutritional profile, cardiorespiratory fitness and moderate to vigorous physical activity.

	<i>Fluid Intelligence</i>							
	β	95%CI		p	β	95%CI		p
	Normal weight			Children with overweight/obesity				
	-0.030	-0.017	0.076	0.218	0.108	0.017	0.199	0.021*
	High CRF			Low CRF				
<i>Total break in sedentary time</i>	0.071	-0.004	0.145	0.064	0.036	-0.019	0.090	0.199
	Active			Inactive				
	0.0001	-0.064	0.063	0.996	0.083	0.020	0.147	0.010*

CRF: Cardiorespiratory fitness; CI: Confidence interval. All analyzes were adjusted for sex, age, somatic maturation, and total accelerometer usage. *Statistical significance $p < 0.05$

The association between total breaks in sedentary time and mental health in children is presented in figure 1. The results did not indicate a relationship in any of the categories.

Table 3. Association between total break in sedentary time and mental health according to nutritional profile, cardiorespiratory fitness and moderate to vigorous physical activity.

	<i>Mental Health</i>							
	β	95%CI		p	β	95%CI		p
	Normal weight			Children with overweight/obesity				
	-0.025	-13.209	12.779	0.456	-0.108	-0.227	0.012	0.077
	High CRF			Low CRF				
<i>Total break in sedentary time</i>	-0.076	-0.189	0.037	0.186	-0.013	-0.086	0.059	0.716
	Active			Inactive				
	-0.004	-0.081	0.073	0.922	-0.094	-0.202	-0.014	0.089

All analysis were adjusted for sex, age, somatic maturation, and total accelerometer usage. *Statistical significance $p < 0.05$

Discussion

The present study aimed to verify the role of BMI, CRF and MVPA on the relationship between the total break in sedentary time with cognitive health and mental health in children. Our results indicate that total breaks in sedentary time was associated with cognitive health in overweight/obesity and physically inactive children. Furthermore, regarding mental health, it was no significant association was observed with total breaks in sedentary time. Despite these results, it is important to emphasize that the strength of associations found in cognitive health and mental health were similar. However, the calculation used to identify the test power of each of the variables showed a more pronounced fragility in mental health, which may interfere with statistical significance.

Evidence has emerged indicating that breaking long periods of sedentary behavior could bring health benefits (GÁBA et al., 2020; WERNECK et al., 2019). With regard to mental health, a study with adults showed a positive relationship between the number of breaks in sedentary behavior and mood (GIURGIU et al., 2020). In addition, Peiris et al., (2021) developed an intervention with university students and reported significantly higher levels of alertness, concentration and pleasure in classes with breaks in movement. According to them, based on the effort-recovery model, it seems that the movement breaks allowed the fatigue of the mentally demanding task to be recovered and, therefore, there were improvements in concentration and alertness.

In the child population there are some studies investigating the influence of sedentary behavior on brain health (ALTENBURG; CHINAPAW; SINGH, 2016; CALVERT et al., 2019; KUZIK et al., 2022). However, we have approached the breaks in sedentary behavior that are a less studied behavior in childhood along with the role of lifestyle habits. In this context, an intervention at school indicated that cognitively engaged breaks are able to improve brain efficiency in the prefrontal cortex, the neural substrate of executive functions, as well as response inhibition in children aged between six and eight years (MAZZOLI et al., 2021). Furthermore, our results show associations of fluid intelligence with total breaks in sedentary behavior in children with overweight/obesity and physically inactive children. In this sense, studies indicate that breaks in sedentary behavior proved to be a protective factor for obesity outcomes (SAUNDERS et al., 2013; WERNECK et al., 2019), in addition to being related to a greater number of steps and light physical activity (JÚDICE et al., 2017).

Thus, these studies may assist in understanding the observed associations only for children with overweight/obesity and inactive. Indeed, breaks in sedentary behaviors can be really effective in specific groups, such as children with overweight/obesity and that do not practice physical activity. This profile is associated with higher cardiometabolic risk, as well as impairments in mental health, and cognition (FERREIRA et al., 2020; SMALL; APLASCA, 2016). In this sense, our findings highlight that adopting breaks in sedentary behavior may promote benefits for children especially those presenting unfavorable conditions.

These benefits may be due to several altered physiologic aspects promoted by adopting breaks, once a long time spent in sedentary behavior may lead to insufficient brain glucose utilization due to altered postprandial hyperglycemia, altered cortical hypoxia, impaired arousal due to the insufficient release of brain-derived neurotrophic factor (BDNF), and interaction hormones such as cortisol. Due to these deficiencies, there may be an increase in reactive oxygen species and interleukins, which can promote increased fatigue and reduced synaptic plasticity and memory (Chandrasekaran et al., 2021).

Regarding the role of CRF, the observed results do not confirm our hypothesis that this important component of physical fitness could moderate the relationship between total time in sedentary behavior bouts and cognitive health. Indeed, that are controversial results in the literature regarding this issue, once some studies showed associations between CRF with fluid intelligence (GIL-ESPINOSA et al., 2020b) and mental health (LEMA-GÓMEZ et al., 2021) and others indicate no associations among these variables (FOCHESATTO et al., 2021). These discrepancies may be due to the use of different instruments to measure CRF, and possibly the children do not achieve a level of CRF enough to exert positive influences in the variables analyzed.

This study brings new evidence in order to understand the role of BMI, CRF, and physical activity levels in relationship between breaks in sedentary time and cognitive and mental health of children. Data regarding sedentary behavior and physical activity were evaluated by a gold standard measure, and two indicators of brain health were evaluated, fluid intelligence which is a cognitive component, while mental health has a psychological aspect. Another important factor is that we have approached different lifestyle behavior that could be changed through the development of interventions and strategies for health promotion.

However, some limitations must be considered. Our sample was selected by convenience, which implies care in interpreting the results. The interval time and intensity of the break were not used. In addition, the CRF was evaluated through an indirect measure, although this evaluation is commonly used in many studies with children (BRAND et al., 2020;

REUTER et al., 2019). Mental health was evaluated through a questionnaire answered by the parents which could underestimate the real profile of health. Finally, the physical activity recommendations were not developed based on accelerometry data. Despite this topic is under discussion, Poitras et al., (2016) suggest that the recommendations may also be used with accelerometry data.

In conclusion, this study provides evidence that breaks in sedentary behavior are associated with better levels of fluid intelligence in children with overweight/obesity and inactive. This points a direction for future interventions to promote brain health, once strategies to decrease sedentary behavior may be conducted also in limited settings or conditions, such as small places, including apartments and classrooms. It also highlights the importance of the results for the implementation of policies aimed at teachers and parents/caregivers to encourage children to interrupt long periods of sedentary behavior. Additionally, programs based on breaks in sedentary behavior may be more viable and effective in specific groups.

References

- ALTENBURG, T. M.; CHINAPAW, M. J. M.; SINGH, A. S. Effects of one versus two bouts of moderate intensity physical activity on selective attention during a school morning in Dutch primary schoolchildren: A randomized controlled trial. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 19, n. 10, p. 820–824, 1 out. 2016.
- ANGELINI AL, A. I. C. E. D. W. D. J. **Matrizes Progressivas Coloridas de Raven: Escala Especial**. São Paulo: CETEPP, 1999.
- ARUNDELL, L. et al. **A systematic review of the prevalence of sedentary behavior during the after-school period among children aged 5-18 years. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity** BioMed Central Ltd., , 22 ago. 2016.
- BRAND, C. et al. Effects and prevalence of responders after a multicomponent intervention on cardiometabolic risk factors in children and adolescents with overweight/obesity: Action for health study. **Journal of Sports Sciences**, v. 38, n. 6, p. 682–691, 18 mar. 2020.
- BRAZO-SAYAVERA, J. et al. Gender differences in physical activity and sedentary behavior: Results from over 200,000 Latin-American children and adolescents. **PLoS ONE**, v. 16, n. 8 August, 1 ago. 2021.
- CALVERT, H. G. et al. Effects of acute physical activity on NIH toolbox-measured cognitive functions among children in authentic education settings. **Mental Health and Physical Activity**, v. 17, 1 out. 2019.

CARSON, V. et al. **Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth: An update. Applied Physiology, Nutrition and Metabolism** Canadian Science Publishing, , 2016a.

CARSON, V. et al. **Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth: An update. Applied Physiology, Nutrition and Metabolism** Canadian Science Publishing, , 2016b.

CHANDRASEKARAN, B. et al. **Does breaking up prolonged sitting improve cognitive functions in sedentary adults? A mapping review and hypothesis formulation on the potential physiological mechanisms. BMC Musculoskeletal Disorders** BioMed Central Ltd, , 1 dez. 2021.

CHAPUT, J. P. et al. **2020 WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour for children and adolescents aged 5–17 years: summary of the evidence. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity** BioMed Central Ltd, , 1 dez. 2020.

CHRISTOFARO, D. G. D. et al. Comparison of bone mineral density according to domains of sedentary behavior in children and adolescents. **BMC Pediatrics**, v. 22, n. 1, p. 72, 1 dez. 2022.

CONDE, W. L.; MONTEIRO, C. A. Valores críticos do índice de massa corporal para classificação do estado nutricional de crianças e adolescentes Brasileiros. **Jornal de Pediatria**, v. 82, n. 4, p. 266–272, 2006.

DRUMMY, C. et al. The effect of a classroom activity break on physical activity levels and adiposity in primary school children. **Journal of Paediatrics and Child Health**, v. 52, n. 7, p. 745–749, 1 jul. 2016.

EGGER, F. et al. Boost your brain, while having a break! The effects of long-term cognitively engaging physical activity breaks on children's executive functions and academic achievement. **PLoS ONE**, v. 14, n. 3, 1 mar. 2019.

FERREIRA, V. R. et al. Physical inactivity during leisure and school time is associated with the presence of common mental disorders in adolescence. **Revista de Saude Publica**, v. 54, p. 1–10, 2020.

FOCHESATTO, C. F. et al. Association between physical fitness components and fluid intelligence according to body mass index in schoolchildren. **Applied Neuropsychology: Child**, 2021.

GÁBA, A. et al. Sedentary behavior patterns and adiposity in children: A study based on compositional data analysis. **BMC Pediatrics**, v. 20, n. 1, 2 abr. 2020.

GAYA, A.; GAYA, A. R. **Manual de testes e avaliação: Projeto Esporte Brasil**. Porto Alegre: Perfil, 2016.

GIL-ESPINOSA, F. J. et al. Association of physical fitness with intelligence and academic achievement in adolescents. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 12, p. 1–14, 2 jun. 2020a.

GIL-ESPINOSA, F. J. et al. Association of physical fitness with intelligence and academic achievement in adolescents. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 12, p. 1–14, 2 jun. 2020b.

GIURGIU, M. et al. Breaking Up Sedentary Behavior Optimally to Enhance Mood. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 52, n. 2, p. 457–465, 1 fev. 2020.

GOODMAN, R. Psychometric properties of the strengths and difficulties questionnaire. **Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry**, v. 40, n. 11, p. 1337–1345, 2001.

HERNÁNDEZ-JAÑA, S. et al. Mediation Role of Physical Fitness and Its Components on the Association Between Distribution-Related Fat Indicators and Adolescents' Cognitive Performance: Exploring the Influence of School Vulnerability. The Cogni-Action Project. **Frontiers in Behavioral Neuroscience**, v. 15, 8 set. 2021.

JÚDICE, P. B. et al. Sedentary patterns, physical activity and health-related physical fitness in youth: A cross-sectional study. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 14, n. 1, 4 mar. 2017.

KUZIK, N. et al. School-related sedentary behaviours and indicators of health and well-being among children and youth: a systematic review. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 19, n. 1, p. 40, 5 dez. 2022.

LEMA-GÓMEZ, L. et al. Family aspects, physical fitness, and physical activity associated with mental-health indicators in adolescents. **BMC Public Health**, v. 21, n. 1, 1 dez. 2021.

LOH, R. et al. **Effects of Interrupting Prolonged Sitting with Physical Activity Breaks on Blood Glucose, Insulin and Triacylglycerol Measures: A Systematic Review and Meta-analysis**. **Sports Medicine** Springer, , 1 fev. 2020.

LUBANS, D. et al. Physical Activity for Cognitive and Mental Health in Youth : A Systematic Review of Mechanisms. v. 138, n. 3, p. 1–13, 2016.

MAHDAVI, S. B. et al. **Association between sedentary behavior and low back pain; A systematic review and meta-analysis**. **Health Promotion Perspectives** Tabriz University of Medical Sciences, , 1 dez. 2021.

MAZZOLI, E. et al. Breaking up classroom sitting time with cognitively engaging physical activity: Behavioural and brain responses. **PLoS ONE**, v. 16, n. 7 July, 1 jul. 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Guia de Atividade Física para a População Brasileira**. Editora MS ed. Brasília: [s.n.].

MIRWALD, R. L. et al. An assessment of maturity from anthropometric measurements. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 34, n. 4, p. 689–694, abr. 2002.

NAKAGAWA, T. et al. Regular moderate- to vigorous-intensity physical activity rather than walking is associated with enhanced cognitive functions and mental health in young adults. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 2, 2 jan. 2020.

PEIRIS, C. L. et al. Classroom movement breaks reduce sedentary behavior and increase concentration, alertness and enjoyment during university classes: A mixed-methods feasibility study. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 11, 1 jun. 2021.

POITRAS, V. J. et al. **Systematic review of the relationships between objectively measured physical activity and health indicators in school-aged children and youth.** **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism** Canadian Science Publishing, , 2016.

REUTER, C. P. et al. Relationship between dyslipidemia, cultural factors, and cardiorespiratory fitness in schoolchildren. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 112, n. 6, p. 729–736, 1 jun. 2019.

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**, v. 8, n. 11, 20 nov. 2013.

SMALL, G. W. et al. Brain health consequences of digital technology use. **Dialogues in Clinical Neuroscience**, v. 22, n. 2, p. 179–187, 2020.

SMALL, L.; APLASCA, A. **Child Obesity and Mental Health. A Complex Interaction.** **Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America** W.B. Saunders, , 1 abr. 2016.

SOLIS-URRA, P. et al. Physical fitness and its association with cognitive performance in Chilean schoolchildren: The Cogni-Action Project. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 31, n. 6, p. 1352–1362, 1 jun. 2021.

TREMBLAY, M. S. et al. Physiological and health implications of a sedentary lifestyle. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 35, n. 6, p. 725–740, 2010.

TREMBLAY, M. S. et al. Sedentary Behavior Research Network (SBRN) - Terminology Consensus Project process and outcome. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 14, n. 1, 10 jun. 2017.

VON STUMM, S.; PLOMIN, R. Socioeconomic status and the growth of intelligence from infancy through adolescence. **Intelligence**, v. 48, p. 30–36, 1 jan. 2015.

WERNECK, A. O. et al. Association(s) between objectively measured sedentary behavior patterns and obesity among Brazilian adolescents. **Pediatric Exercise Science**, v. 31, n. 1, p. 37–41, 1 fev. 2019.

CAPÍTULO 6

ARTIGO ORIGINAL - 4

**Mental health in children: a multivariate relationship with lifestyle
habits and sociodemographic factors**

*Saúde mental em crianças: uma relação multivariada com hábitos de vida e
fatores sociodemográficos*

Este artigo encontra-se submetido no periódico Scandinavian Journal of Psychology

Abstract:

Aim: to explore the multivariate relationship of mental health with physical fitness, 24-hours movement components, fatness, and sociodemographic factors in children. **Methods:** cross-sectional study with 226 schoolchildren (118 boys) aged between six and 11 years (8.42 ± 1.49). Mental health was evaluated through the Strengths and Difficulties Questionnaire, and Raven's Colored Progressive Matrix Test. Anthropometric and physical fitness was evaluated according to the procedures suggested by Proesp-Br and moderate to vigorous physical activity (MVPA) using an Actigraph accelerometer. The socioeconomic level, sleep and screen time were measured by a questionnaire. To evaluate the associations and the role of each variable, we used a network analysis. The Jasp were used. **Results:** Was observed a relationship between MVPA with fluid intelligence that seems to be moderated by age and physical fitness. Beyond that, despite the direct relationship between fluid intelligence and mental health, it appears to be modified by levels of MVPA, sleep time, and screen time. **Conclusion:** We suggest that the relationship between the components of 24-hours movement, physical fitness, and fatness with mental health in children is complex and must be interpreted with caution when considering only a bivariate analysis.

Keywords: Mental Health, Behavior, Childhood

Resumo:

Objetivo: explorar a relação multivariada da saúde mental com a aptidão física, componentes do movimento de 24 horas, gordura e fatores sociodemográficos em crianças. **Métodos:** estudo transversal com 226 escolares (118 meninos) com idade entre seis e 11 anos ($8,42 \pm 1,49$). A saúde mental foi avaliada por meio do Questionário de Forças e Dificuldades e Teste de Matriz Progressiva Colorida de Raven. A antropometria e a aptidão física foram avaliadas de acordo com os procedimentos sugeridos pelo Proesp-Br e a atividade física moderada a vigorosa (AFMV) com acelerômetro Actigraph. O nível socioeconômico, o sono e o tempo de tela foram medidos por meio de questionários. Para avaliar as associações e o papel de cada variável, utilizou-se uma análise de rede através do software Jasp. **Resultados:** Observou-se uma relação da AFMV com a inteligência fluída que parece ser moderada pela idade e aptidão física. Além disso, apesar da relação direta entre a função de cognição e as dificuldades mentais, ela parece ser modificada pelos níveis de AFMV, tempo de sono e tempo de tela. **Conclusão:** Sugerimos que a relação entre os componentes de movimento de 24 horas, aptidão física e gordura com a saúde mental em crianças é complexa e deve ser interpretada com cautela ao considerar apenas uma análise bivariada.

Palavras-chave: Saúde Mental, Comportamento, Infância

1. Introduction

Studies in children have shown summary effects of physical activity and fitness in mental health conditions including a greater hippocampal and basal ganglia volume, greater white matter integrity and more efficient patterns of brain activity and superior cognitive and scholar performance ¹. These evidences support the knowledge of lifestyle behavior and physical fitness as modifiable variables associated with manifestations of mental health since childhood ^{2,3}.

Among mental health conditions, psychological aspects such as cognition function and mental health disorders show an essential role in children's inclusion in social life ⁴. Furthermore, physical activity and sports are positively associated with cognition components, anxiety, and depression ⁵. On the other hand, a great time spent in sedentary behaviors including television, videogames, and cellphone could exert harmful effects on children's brain development ⁶ and have been suggested as conduct related to inadequate sleep conditions since childhood ^{7,8}

In this sense, researches have shown that the new continuum profile of daily habits that include only 2 hours spent in sedentary behavior, at least one hour per day spend in moderate-vigorous physical activity (MVPA), and adequate sleep time, when not adopted can compromise both cognition and mental conditions in children and adolescents ⁹. Consequently, seems to be important to consider a complex relationship between all the behaviors included in the 24-hour movement guidelines (i.e., sleep time, MVPA, and sedentary time) ^{10,11}, sociodemographic profile, obesity, physical fitness, and early development of cognition function and brain conditions ^{12,13}. Despite the new knowledge regarding these associations ¹⁴⁻¹⁷, several evidences regarding physical activity and fitness with cognitive function, and mental difficulties need to be under a critical and cautious approach ¹². Nonetheless, when dealing with living systems or the real world, it is necessary to consider that they are products of several interactions that happen together. Thus, it is important to understand these mechanisms in their entirety, the relationships involved, and how they are organized in time-space.

Thus, we consider that network analysis is an appropriate approach to explore new interventions design considering the complexity of the relationship of the new concept of the behavior of 24-hours movement, physical fitness, and obesity with brain health in this population ¹⁸. Bearing in mind the importance of knowing the best approach to promote mental health in children through behavioral interventions, this study aimed to explore the multivariate relationship of mental health and fluid intelligence with physical fitness, 24-hours movement components, fatness, and sociodemographic factors in children.

2. Methods

2.1 Study design and participants

This is a cross-sectional study with baseline data of a project that had the aim to verify the effects of an intervention with football in several aspects of children's health. Participated 226 schoolchildren (118 boys) between 1st to 5th grade (6-11 years old, mean 8.42 ± 1.49) from a state-funded school in the south of Brazil. This school was selected by convenience criteria. Parents and children who agreed to participate in the study had to sign the terms of consent and assent, respectively. The present research was approved by the Ethics and Research Committee of the Federal University of Rio Grande do Sul (number 2.581.951).

2.2 Measurements procedures

All measures were taken at the school by trained researchers and psychologists. Initially, the parents were invited to a school meeting, with the purpose of presenting the project's objectives, solving doubts and filling out some questionnaires and anamneses related to the study. Those who were unable to participate, we contacted by phone and set individual appointments at times when they were available.

2.2.1 Fluid intelligence

Fluid intelligence was accessed through Raven's Colored Progressive Matrix Test ¹⁹. It offers a measure of children's non-verbal intelligence. It consists of a psychological test, consisting of three series of 12 items (A, Ab, and B), organized in increasing difficulty. The child must choose between six options to complete correctly a drawing or incomplete matrix. The children were allocated in small groups in a room where they were fully supervised by psychologists.

2.2.2 Anthropometry and physical fitness

Anthropometric and physical fitness measures were evaluated according to the procedures suggested by Proesp-Br ²⁰. To calculate body mass index (BMI), height was measured with the help of a tape fixed on the wall and extended from the bottom up. The child was placed with bare feet, standing and touching the entire body on the wall surface. With the help of a square positioned transversely to the wall, the height was recorded in meters with two decimal scales. The weight assessment was performed on a digital scale with a precision of 0.1

kg, with a maximum weight of 150 kg, being recorded in two decimal scales. The child was asked to wear light clothes and was barefoot. Then, the formula ($\text{weight}[\text{kg}] / \text{height}[\text{m}]^2$) was applied.

The square test was used to assess agility. A square with 4 meters of side was demarcated, with a cone positioned at each angle. At the signal, the students moved as fast as possible, diagonally, then to the left (or right), then to the other diagonal, and finished towards the initial cone, always touching the cones with their hands. The children had two opportunities and the best time was noted ²⁰.

To check the speed, the 20-meter run test was used. Three parallel lines were marked, one starting line, one 20 meters from the first (time line) and one 21 meters from the start (a finish line). The third line served as a reference for the child not to slow down before crossing the 20 meters. At the signal, the children moved as quickly as possible and the time was recorded in seconds with two decimal scales ²⁰.

To assess cardiorespiratory fitness, the children underwent the 6-minute running and walking test. The students were divided into small groups suitable for the dimensions of the multisport court (usually 10). The importance of maintaining a constant running pace has been reinforced, avoiding walks and running spikes, guiding them to run as long as possible. During the test, the passage of time of 3 and 5 minutes was reported. Through a signal, at the end of the test, the students interrupted the test remaining in the place where they were, so that the distance covered during the 6 minutes (in meters) could be noted (number of laps multiplied by the size of the court, added to the meters the last lap) ²⁰.

The Sit-up test was used to determine abdominal resistance. In this test, the child must perform the largest number of sit-ups in one minute. Then, they were positioned in the supine position, with the knees flexed at 45° and with the arms crossed over the chest. At the signal, children initiated the trunk flexion movements, until touching the elbows on the thighs and returning to the initial position. The evaluator remained to hold the child's ankles throughout the test ²⁰.

Lower limbs strength was determined by the horizontal jump test. A measuring tape was attached to the floor, perpendicular to the starting line. The students were asked to remain standing and with their feet parallel, behind a line ²⁰. At the signal, they jumped as far as possible with both feet simultaneously. Each child had two attempts and the longest distance was recorded in centimeters.

The medicine ball pitch was used to measure the strength of lower limbs. A measuring tape was fixed to the floor perpendicular to the wall, the zero point of the measuring tape being

fixed to the wall. Then, the child was asked to sit with the knees extended, legs together and the back fully supported on the wall. After flexing their arms, they should play the ball as far as possible, keeping their backs against the wall. The distance was recorded in centimeters from the zero point to the place where the ball hit the ground for the first time in two attempts, the best of which was noted ²⁰.

Then, z-scores for each component of physical fitness were calculated and added to a total z-score. The direction of the variables agility and speed was inverted, multiplying them by -1.

2.2.3 Mental health

It was evaluated through the Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ), which consists of an epidemiological tool, for behavioral screening of children ²¹. The SDQ addresses behavioral issues in children between three and 12 years old. It contains 25 items that are subdivided into five domains: emotional symptoms, conduct problems, hyperactivity-inattention; peer relationship problems; and pro-social behavior, through the sum of the four first indicators we obtained total difficulties (mental health). In this case, it was answered by the guardian who took into account the child's last six months to indicate "True", "More or less true" and "False" to several sentences. Then, scores were generated for the total points. The internal consistency (Cronbach's alpha) of the SDQ was calculated, that were 0.79.

2.2.4 24-hours movement components

MVPA was measured using an Actigraph accelerometer (wGT3X-BT model, ActiGraph, FL, USA). The accelerometer was placed, by the researchers, on the child's waist with an elastic belt, in the middle axillary line on the right side. Participants used it for seven consecutive days and were encouraged to keep it for the entire day, removing it only when performing any water activities. The minimum amount of accelerometer data that was considered acceptable for analysis purposes was five days (including at least one weekend day), with at least 10 hours/day of usage time. After the last day of data collection, the research team returned to the school to remove the accelerometers and verify that the data was complete, using the Actilife software (ActiGraph®, version 5.6, EUA). The data were collected at a sampling rate of 80 Hz, downloaded in periods of one second, and aggregated for periods of 15 seconds. We used the counts count for accelerometer cutoff points proposed by Evenson et al., (2008) for periods of 15 seconds (<574 counts/15 seconds for moderate to vigorous physical activity).

To assess screen time and sleep time, the children's parents were invited to participate in a meeting to present the study's objectives. On the same occasion, they were able to answer some questionnaires, and, for those who were unable to attend, individualized meetings were arranged over the telephone at times that were available. Thus, they answered the following questions: "On average, how long does your child watch TV, play video games, stay on the computer or cell phone?" The response options were "up to 30 minutes", "1 hour", "2 hours", "3 hours" and "more than 3 hours". For analysis purposes, they were recategorized in ≤ 2 hours or > 2 hours according to guidelines for this population (Tremblay et al., 2016). The questions regarding sleep time were: "On average, what time does your child lie down?" and "On average, what time does your child get up?" Afterward, the child's sleep hours were calculated.

2.2.5 Sociodemographic data

Socioeconomic level was evaluated by the questionnaire of the Brazilian Market Research Association, 2015), which considers the educational level of the head of the family and the quantity of certain items that the family has. Then, a score between 0 to 100 is calculated according to the answer.

2.3 Analysis plan

To characterize the sample, means, standard deviations, and frequency were used. For analysis of associations, the Machine Learning technique called Network Analysis was used, which aims to establish interactions between variables from a graphical representation. The correlation parameter was used. To quantify the importance of each node in the network, expected influence, closeness, and strength centrality indices were calculated, being 1) Expected influence: able to point out the variables that are more sensitive to interventions, as they have more connections with the other network variables; 2) Closeness: refers to the degree to which a node is closely connected to other nodes in the network through the shortest paths. Thus, it is possible to perceive the variables that would spread the effect of an intervention more quickly; 3) Strength: denotes the sum of the weights (for example, correlation coefficients) of the edges connected to a node. The centrality of the force is important as it reflects the probability that the activation of a given node will be followed by the activation of other nodes. Positive correlations were represented in green and negative correlations in red. In weighted networks, the lines vary in color (direction of association) and thickness or intensity of color (magnitude of association). The analyzes were performed in Jasp (0.13.1).

3. Results

Table 1 presents the characteristics of the sample with the main variables in this study. Significant differences between boys and girls in fluid intelligence, MVPA, and physical fitness were found.

Table 1 – Participants characteristics

Characteristics of sample	N	Mean (SD)
Age (years)	226	8.42 (1.49)
BMI (kg/m ²)	219	17.94 (3.80)
Mental health (points)	226	11.43 (6.18)
Total hours slept (h)	219	9.48 (1.31)
Fluid intelligence (rough points)	201	24.77 (6.07)
MVPA (min/day)	102	62.77 (25.99)
Physical fitness (z-score)	194	0.15 (3.66)
	N	%
Socioeconomic level		
Middle	69	31.9
Low	147	68.1
Screen time		
≤2 hours	107	47.8
>2 hours	117	52.2

BMI: body mass index; MVPA: moderate-to-vigorous physical activity.

Figure 1 shows the relationships of mental health and fluid intelligence with physical fitness, 24-hours movement components and sociodemographic factors in a network perspective. Mental health presented negative and direct relationship with total hours slept. Besides, mental health and fluid intelligence showed direct association. However, this association could be modified by variation of MVPA, sleep time and screen time. Also, is possible to verify a weak relationship between fatness and mental health indicators being that these relationships appear also moderate by screen time.

Figure 1 also shows the importance of age in this network considering that both MVPA and physical fitness showed relationships with fluid intelligence moderate for this sociodemographic variable. Thus, the relationship between MVPA with fluid intelligence could be different according to age and physical fitness.

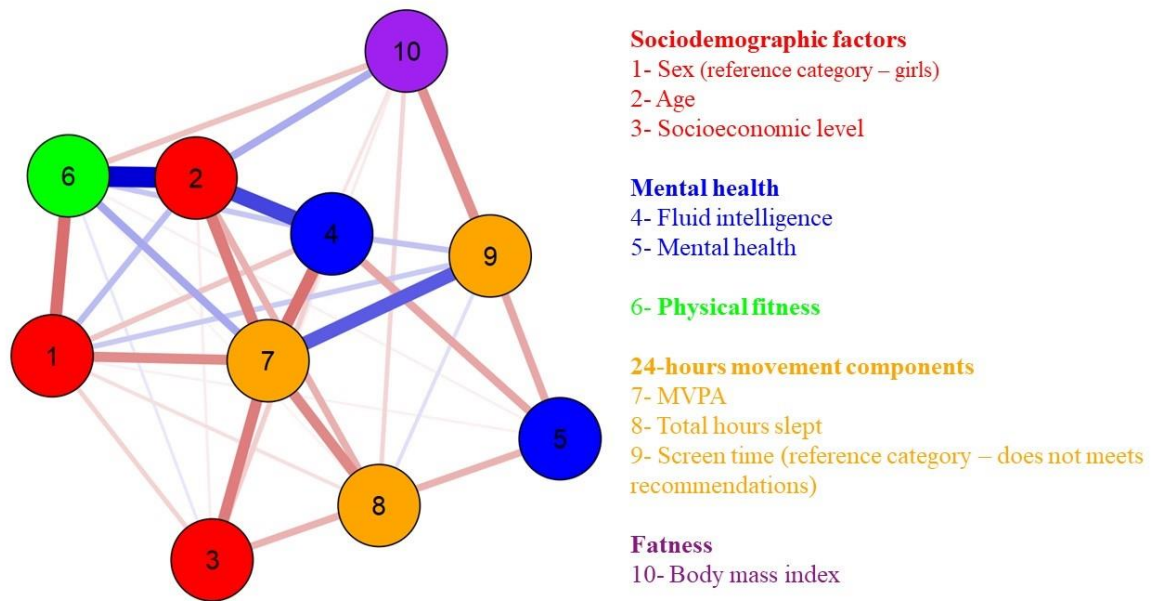


Figure 1. Relationship of mental health with physical fitness, 24-hours movement components and sociodemographic factors from a network perspective.

Centrality measures by variable are presented in table 2. Our results showed that age, physical fitness, and screen time are the nodes with higher values of expected influence, indicating a larger sensitivity to interventions. Regarding closeness and strength, age, MVPA e physical fitness presented the major values, pointing that its activations will be able to automatically activate other nodes on the network.

Table 2. Centrality measures per variable

Variables	Centrality		
	Expected Influence	Closeness	Strength
Sex	-0.678	-0.560	-0.612
Age	1.851	1.238	1.297
Socioeconomic level	-0.843	-0.497	-0.767
Fluid intelligence	0.302	0.575	0.474
Mental health	-0.657	-1.191	-1.192
Physical fitness	1.164	0.087	0.521
MVPA	-1.166	1.792	1.740
Total hours slept	-0.587	-0.826	-0.985
Screen time	0.870	0.422	-0.140
Body mass index	-0.256	-1.039	-0.612

MVPA: moderate-to-vigorous physical activity.

4. Discussion

The aim of the present study was to explore the multivariate relationship between mental health and fluid intelligence with physical fitness, 24-hours movement components, and sociodemographic factors in children, through network analysis. With this study, the authors aim to contribute to the understanding of modifiable habits that promote mental health. Researches were developed to investigate the associations between these variables^{6,24–26}. However, this is the first study to present a unique insight into to multivariate relationship between mental health and variables of physical fitness, 24-hours movement components, fatness, and sociodemographic factors through a systemic network.

The main findings of our study indicate an indirect and positive relationship of MVPA with fluid intelligence considering both age and physical fitness as moderators. Because MVPA decreases with age, it seems to be an important moderator of this relationship and could be associated with a different role in older children. Likewise, the relationship of MVPA with fluid intelligence through physical fitness seems to be more evident among older children. Are suggest two different pathways for the role of MVPA in fluid intelligence are suggested according to age. In our results, we also found that cognition was direct and negatively associated with MVPA. Nevertheless, when we consider other pathways or indirect relationships between MVPA and cognition, we observed another scenario.

Some studies have approached the cognition function and different components of physical fitness, and showed a relationship between cardiorespiratory fitness and agility ^{24,27}. Thus, the mechanism related with the effect of exercise, sports, and physical activity seems to be elucidated ¹. A systematic review found evidence suggesting a positive role of physical activity and fitness on cognition components and academic achievement. However, different aspects regarding the characteristics of the interventions to improve cognition in children through physical activity practice are still misunderstood ²⁸.

Concerning mental health, firstly our data indicated a direct relationship between cognition and mental health, in agreement with the literature ²⁹. Secondly, it is important to highlight that the relationship between fluid intelligence and mental health seems to be modified by screen time, sleep time, and MVPA. Thus, we identify a relationship between meeting screen recommendations with lower mental health risk. These results are in agreement with the literature ^{7,30} pointing that lower hours of screen time were associated with a reduced prevalence of anxiety, depression, and psychopathologic symptoms. In fact, several studies appointed for a negative induction of time spend on TV with brain development in childhood ^{31,32}. Screen time probably is associated with a reduction of some brain areas stimulus when compared with play and games with parents and friends mainly over the recreation time ³³.

Furthermore, the network showed a positive association between total hours slept and mental health. About that, Sampasa-Kanyinga et al., (2020) showed that this could be explained by the decrease in the release of neurotransmitters that are related to mental health, heightened stress reactivity, and the difficulty in maintaining a healthy active life due to daytime sleepiness and fatigue. MVPA was also suggested as a moderate behavior associated with fluid intelligence and mental health, one more time indicating the role of physical activity on the mental health process since childhood. Despite the relationship only with fluid intelligence, several studies have appointed the role of sports and regular involvement of children in physical activity with prevention and treatment of mental disorders ^{34,35}.

In this model, through measures of centrality, it is possible to identify the central variables that have the greatest potential for interventions, considering an ideal model (Dehmer & Basak, 2012). Regarding these measures, age, physical fitness, and screen time were the variables that presented higher values of the expected influence. This indicates that these aspects are sensitive to intervention, and when modified, reconfigure the network closer to the ideal. In this case, an intervention should consider these variables. It is important to highlight that two of these nodes, physical fitness and screen time, are modifiable conditions and behavior and could be approached in physical education classes for this population ³⁷. Then, the results,

as well as the existing literature, suggest that children be encouraged to practice physical exercise that increases their physical fitness, while screen time should be avoided or replaced by more active behaviors to improve the mental health^{28,38}.

Concerning closeness, age and MVPA were the variables that presented the most expressive values. This measure refers to the degree to which a node is connected to others through the shortest paths. Our results pointed to another variable modifiable, and suggest that MVPA would be able to spread the effect of an intervention more quickly for all the nodes. This is because it's possible to perceive that MVPA is a node well centralized in this model, and it has direct bridges with almost all other variables in the network. Finally, the strength measure showed that physical fitness and MVPA were the nodes that presented the highest values. The strength indicates the sum of the weights of the edges connected to a node. Therefore, the activation of these nodes probably will be followed by the activation of other nodes, since it has more evident associations.

The main strength of this study was the search for elucidating relationships between different elements through a network approach, which is a simple but powerful tool to describe complex systems. Caution must be taken when interpreting our findings due to limitations, once the other aspects as biologic variables, genetic, and social were not analyzed, and should be considered in future research.

5. Conclusion

This research suggests that the relationship between the components of 24-hours movement, physical fitness and fatness with mental health and fluid intelligence among youth population is complex and must be interpreted with caution when considerate only a bivariate analysis. Moreover, there are multiple pathways and connections that could explain the relationship between MVPA, physical fitness, TV time, sleep, and BMI with fluid intelligence and mental health. Finally, as a main the result, the relationship between MVPA with fluid intelligence was observed and seems to be moderated by age and physical fitness. Beyond that, despite the direct relationship between fluid intelligence and mental health it appears to be modified by levels of MVPA, sleep time, and TV, suggesting the importance of approaches considering the components of 24-hours movement.

Acknowledgements

Coordination of Superior Level Staff Improvement (CAPES) and financial assistance from the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) under number 401969 / 2016-9.

References

1. Sun X, Li Y, Cai L, et al. Effects of physical activity interventions on cognitive performance of overweight or obese children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Pediatric Research* 2021; 89: 46–53.
2. Esteban-Cornejo I, Cadenas-Sanchez C, Contreras-Rodriguez O, et al. A whole brain volumetric approach in overweight/obese children: Examining the association with different physical fitness components and academic performance. The ActiveBrains project. *Neuroimage* 2017; 159: 346–354.
3. Stillman CM, Esteban-Cornejo I, Brown B, et al. Effects of Exercise on Brain and Cognition Across Age Groups and Health States. *Trends in Neurosciences*. Epub ahead of print July 1, 2020. DOI: 10.1016/j.tins.2020.04.010.
4. Huepe D, Roca M, Salas N, et al. Fluid intelligence and Psychosocial Outcome: From Logical Problem Solving to Social Adaptation. *PLoS ONE* 2011; 6: e24858-undefined.
5. Bidzan-Bluma I, Lipowska M. Physical activity and cognitive functioning of children: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*; 15. Epub ahead of print April 19, 2018. DOI: 10.3390/ijerph15040800.
6. Walsh JJ, Barnes JD, Tremblay MS, et al. Associations between duration and type of electronic screen use and cognition in US children. *Computers in Human Behavior*; 108. Epub ahead of print July 1, 2020. DOI: 10.1016/j.chb.2020.106312.
7. Wu X, Tao S, Zhang Y, et al. Low physical activity and high screen time can increase the risks of mental health problems and poor sleep quality among Chinese college students. *PLoS ONE*; 10. Epub ahead of print March 18, 2015. DOI: 10.1371/journal.pone.0119607.
8. Tambalis KD, Panagiotakos DB, Psarra G, et al. Insufficient sleep duration is associated with dietary habits, screen time, and obesity in children. *Journal of Clinical Sleep Medicine* 2018; 14: 1689–1696.
9. Katzmarzyk PT, Staiano AE. Relationship between meeting 24-hour movement guidelines and cardiometabolic risk factors in children. *Journal of Physical Activity and Health* 2017; 14: 779–784.

10. Tremblay MS, Carson V, Chaput J-P. Introduction to the Canadian 24-Hour Movement Guidelines for Children and Youth: An Integration of Physical Activity, Sedentary Behaviour, and Sleep ¹. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 2016; 41: iii–iv.
11. Walsh JJ, Barnes JD, Cameron JD, et al. Associations between 24 hour movement behaviours and global cognition in US children: a cross-sectional observational study. *The Lancet Child and Adolescent Health* 2018; 2: 783–791.
12. Doherty A, Forés Miravalles A. Physical Activity and Cognition: Inseparable in the Classroom. *Frontiers in Education*; 4. Epub ahead of print September 26, 2019. DOI: 10.3389/educ.2019.00105.
13. Esteban-Cornejo I, Reilly J, Ortega FB, et al. Paediatric obesity and brain functioning: The role of physical activity—A novel and important expert opinion of the European Childhood Obesity Group. *Pediatric Obesity*; 15. Epub ahead of print September 1, 2020. DOI: 10.1111/ijpo.12649.
14. Mohammadi MR, Khaleghi A, Mostafavi SA, et al. Gender determines the pattern of correlation between body mass index and major depressive disorder among children and adolescents: Results from Iranian children and adolescents' psychiatric disorders study. *Childhood Obesity* 2019; 15: 331–337.
15. Moradi A, Damirchi ES, Narimani M, et al. Association between physical and motor fitness with cognition in children. *Medicina (Lithuania)*; 55. Epub ahead of print January 1, 2019. DOI: 10.3390/medicina55010007.
16. Sampasa-Kanyinga H, Sampasa-Kanyinga H, Colman I, et al. Combinations of physical activity, sedentary time, and sleep duration and their associations with depressive symptoms and other mental health problems in children and adolescents: A systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 2020; 17: 1–16.
17. Walsh JJ, Barnes JD, Tremblay MS, et al. Associations between duration and type of electronic screen use and cognition in US children. *Computers in Human Behavior* 2020; 108: 106312.
18. Hirota T, Takahashi M, Adachi M, et al. Pediatric health-related quality of life and school social capital through network perspectives. *PLoS ONE*; 15. Epub ahead of print December 1, 2020. DOI: 10.1371/journal.pone.0242670.
19. Angelini AL AICEDWDJ. *Matrizes Progressivas Coloridas de Raven: Escala Especial*. São Paulo: CETEPP, 1999.
20. Gaya A, Gaya AR. *Manual de testes e avaliação: Projeto Esporte Brasil*. Porto Alegre: Perfil, 2016.

21. Goodman R. *The Extended Version of the Strengths and Difficulties Questionnaire as a Guide to Child Psychiatric Caseness and Consequent Burden*. 1999.
22. Evenson KR, Catellier DJ, Gill K, et al. Calibration of two objective measures of physical activity for children. *Journal of Sports Sciences* 2008; 26: 1557–1565.
23. Brazilian Market Research Association. *Brazilian Criteria 2015 and social class distribution update for 2016*, www.abep.org-abep@abep.org1.
24. Gil-Espinosa FJ, Chillón P, Fernández-García JC, et al. Association of physical fitness with intelligence and academic achievement in adolescents. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2020; 17: 1–14.
25. Pontifex MB, McGowan AL, Chandler MC, et al. A primer on investigating the after effects of acute bouts of physical activity on cognition. *Psychology of Sport and Exercise* 2019; 40: 1–22.
26. Ruiz-Hermosa A, Mota J, Díez-Fernández A, et al. Relationship between weight status and cognition in children: A mediation analysis of physical fitness components. *Journal of Sports Sciences* 2020; 38: 13–20.
27. Fochesatto CF, Gaya ACA, Cristi-Montero C, et al. Association between physical fitness components and fluid intelligence according to body mass index in schoolchildren. *Applied Neuropsychology: Child*. Epub ahead of print 2021. DOI: 10.1080/21622965.2021.1924718.
28. Donnelly JE, Hillman CH, Castelli D, et al. Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: A systematic review. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2016; 48: 1197–1222.
29. Hope S, Rougeaux E, Deighton J, et al. Associations between mental health competence and indicators of physical health and cognitive development in eleven year olds: Findings from the UK Millennium Cohort Study. *BMC Public Health*; 19. Epub ahead of print November 6, 2019. DOI: 10.1186/s12889-019-7789-7.
30. El-Sheikh M, Philbrook LE, Kelly RJ, et al. What does a good night's sleep mean? Nonlinear relations between sleep and children's cognitive functioning and mental health. *Sleep*; 42. Epub ahead of print June 1, 2019. DOI: 10.1093/sleep/zsz078.
31. Domingues-Montanari S. Clinical and psychological effects of excessive screen time on children. *Journal of Paediatrics and Child Health* 2017; 53: 333–338.
32. Walsh JJ, Barnes JD, Tremblay MS, et al. Associations between duration and type of electronic screen use and cognition in US children. *Computers in Human Behavior* 2020; 108: 106312.

33. Paulus MP, Squeglia LM, Bagot K, et al. Screen media activity and brain structure in youth: Evidence for diverse structural correlation networks from the ABCD study. *Neuroimage* 2019; 185: 140–153.
34. Smith AL, Ullrich-French S, Ii EW, et al. Peer Relationship Profiles and Motivation in Youth Sport. *Journal of Sport and Exercise Psychology* 2006; 28: 362–382.
35. Luna P, Guerrero J, Cejudo J. Improving subjective well-being, trait emotional 2 intelligence and social anxiety through a programme 3 based on the Sport Education model in adolescents 4. *International Journal Environmental Research Public Health*. Epub ahead of print 2019. DOI: 10.20944/preprints201901.0005.v1.
36. Matthias Dehmer, Subhash C. Basak. *Statistical and Machine Learning approaches for Network Analysis*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2012.
37. Oliveira LCV de, Braga FCC, Lemes VB, et al. Effect an intervention in Physical Education classes on health related levels of physical fitness in youth. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde* 2017; 22: 46–53.
38. Brown DMY, Kwan MYW. Movement Behaviors and Mental Wellbeing: A Cross-Sectional Isotemporal Substitution Analysis of Canadian Adolescents. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*; 15. Epub ahead of print October 5, 2021. DOI: 10.3389/fnbeh.2021.736587.

CAPÍTULO 7

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclusões

Direcionamentos futuros

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente tese contribui para a produção de conhecimento na área ao considerarmos as seguintes evidências:

Foram encontradas associações positivas entre a aptidão física e os *breaks* no comportamento sedentário com a saúde mental de crianças. Além disso, comportamentos modificáveis como tempo em comportamento sedentário, atividade física moderada a vigorosa, tempo de sono, tempo de tela e sobrepeso e obesidade demonstraram papéis importantes nessas relações.

Portanto, evidencia-se questões importantes a partir dos resultados encontrados:

- 1) A melhora da aptidão física deve ser objetivo das aulas de Educação Física;
- 2) O comportamento sedentário é um fator que influencia negativamente a saúde mental, superando os benefícios da aptidão física;
- 3) Os *breaks* no comportamento sedentário são importantes para a saúde mental de crianças, logo, é necessário que sejam pensadas salas de aula e escolas ativas, na perspectiva dos benefícios que tal cenário pode trazer.

Assim, os estudos apresentados nesta tese reiteram que é possível promover saúde mental na infância com a mudança de comportamentos presentes no dia-a-dia. Nesse sentido, os esportes podem ser uma boa alternativa para o desenvolvimento cognitivo em crianças, pois estarão ativando áreas cerebrais importantes, além do auxílio no atendimento às recomendações da AFMV, e na diminuição do comportamento sedentário. Essas questões podem servir como apoio para a construção de futuras intervenções que tenham como objetivo a melhora da saúde mental e cognitiva nessa população.

Ao mesmo tempo em que reforçamos a importância de bons níveis de aptidão física para a saúde mental, lembramos que grande parte das crianças têm acesso à atividade física orientada e organizada somente no ambiente escolar, através das aulas de educação física. Portanto, é inevitável enfatizar o papel desta disciplina no componente curricular e sua importância para o desenvolvimento integral da criança.

Para além, trazemos comportamentos como *breaks* no comportamento sedentário, tempo de tela e sono como aspectos que devem ser considerados para futuros debates e na construção de políticas públicas que atendam essas demandas de saúde das nossas crianças.

Finalizando, identificamos a importância do equilíbrio dos componentes das 24 horas do movimento (atividade física leve, moderada a vigorosa, comportamento sedentário e sono), ou seja, o atendimento às recomendações, já que todos esses aspectos apresentam relação com

a saúde mental de crianças. Portanto, considerar diariamente todos os componentes de maneira conjunta trará mais benefícios do que se atentarmos a somente um desses aspectos.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Termo de autorização da direção da escola

APÊNDICE B - Termo de consentimento livre e esclarecido para os pais ou responsáveis

APÊNDICE C – Termo de assentimento para os alunos

APÊNDICE A

Termo de Apresentação do Estudo – Escolas

A escola está sendo convidada a participar de um estudo intitulado: Efeitos de um programa de intervenção com futebol sobre as variáveis associadas a cognição, a síndrome metabólica e marcadores inflamatórios em crianças eutróficas e com excesso de peso corporal, vinculado à Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Este estudo visa avaliar os efeitos de um programa de futebol nas aulas de educação física sobre as variáveis associadas a síndrome metabólica, os marcadores inflamatórios e os níveis de atividade física de crianças eutróficas e com excesso de peso corporal. A participação das crianças neste estudo é muito importante para podermos compreender como as aulas de educação incluindo os esportes, nesse caso específico, o futebol, podem melhorar indicadores de saúde em crianças. Além disso, desejamos verificar uma maneira mais eficiente de utilizar as aulas de educação física para promover melhores condições de saúde nessa população.

Caso a escola e seus professores tenham interesse em participarem, os alunos serão convidados a participarem do estudo, que será realizado por um período de quatro meses, com avaliações dos indicadores de saúde. Os alunos deverão comparecer pelo menos duas vezes ao Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da UFRGS, uma antes e outra após o período do treinamento – sob responsabilidade dos pesquisadores. Na primeira sessão será realizada a avaliação dos indicadores de saúde que correspondem a medidas de peso, estatura, medidas de comprimento da cintura, bem como, a composição corporal, além da verificação da pressão arterial com uso de um aparelho específico que fará uma leve pressão no braço do participante. A aptidão cardiorrespiratória será avaliada com um teste de corrida progressiva em esteira ergométrica conjuntamente com um equipamento que mede a quantidade de ar que a criança respira. Da mesma forma, coletas de sangue serão necessárias para avaliar a quantidade de gordura e açúcar no sangue e substâncias inflamatórias. O procedimento será realizado por um profissional devidamente qualificado e certificado, com material descartável e esterilizado. Na segunda etapa, o aluno usará um aparelho semelhante a um relógio que mede a quantidade de atividade física realizada fora das aulas de educação física durante cinco dias, esse relógio será usado durante todo o dia e somente será retirado para tomar banho ou durante atividades aquáticas.

Os alunos serão acompanhados por uma equipe de pesquisadores experientes, desta forma, os riscos relacionados aos testes de exercício são mínimos. Dores musculares, fadiga e desconfortos relacionados aos exercícios durante e após os testes poderão ocorrer. A participação neste estudo é absolutamente voluntária, sem qualquer tipo de gratificação. Entretanto, os participantes terão direito a um laudo individual com os resultados, bem como, a todo e qualquer esclarecimento sobre o estudo. Palestras para esclarecimento e divulgação do impacto do programa serão realizadas. Todas as informações referentes ao estudo são absolutamente confidenciais (dados de identificação, resultados, vídeos) tendo acesso somente os profissionais envolvidos no estudo e os responsáveis legais da criança. Todas as informações referentes ao estudo (dados de identificação, resultados, vídeos) são totalmente confidenciais e ficarão armazenadas em local seguro na ESEFID-UFRGS por um prazo de cinco anos e após isso serão completamente destruídas/deletadas. Para a participação no estudo será encaminhado aos pais e responsáveis dos escolares um Termo de Consentimento Livre e um Termo de Assentimento para os participantes, que deverá estar devidamente assinado ao início do projeto. Os participantes serão livres para realizarem qualquer pergunta antes, durante e após o estudo, estando livres para desistirem do mesmo em qualquer momento sem prejuízo ou penalidade alguma.

Assinatura do Diretor(a) da Escola

Pesquisador Responsável: Dr. Anelise Reis Gaya
Email: anegaya@gmail.com Fone:(51) 99242909
Fone Comitê de Ética e Pesquisa da UFRGS: (51) 3308.3738

Porto Alegre, março de 2017.

APÊNDICE B

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Seu filho(a) está sendo convidado a participar de um estudo que visa avaliar alguns indicadores de saúde da criança. Este projeto está vinculado a Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ESEFID-UFRGS). A participação do seu filho(a) nesse estudo é muito importante para podermos verificar o perfil de saúde dos escolares.

Caso você aceite que seu filho participe do estudo, o período de avaliação será de aproximadamente 1 mês, realizada na escola, sob responsabilidade dos pesquisadores. Serão avaliados peso corporal, estatura, composição corporal e massa muscular. Para estas avaliações, será necessário que ele use trajes esportivos (calção, bermuda, camiseta). Da mesma forma, será verificada a pressão arterial com uso de um aparelho específico que fará uma leve pressão no braço do participante. A capacidade física (velocidade, agilidade, resistência abdominal, flexibilidade e capacidade cardiorrespiratória) será avaliada através de uma bateria de testes. Além disso, serão aplicadas entrevistas/anamnese/questionários para avaliar o estilo de vida (tempo de sono, prática de atividade física, sintomas de ansiedade e depressão, suporte parental).

Seu filho será avaliado por uma equipe de pesquisadores experientes, desta forma, os riscos serão mínimos. A participação neste estudo é absolutamente voluntária, sem qualquer tipo de gratificação. Entretanto, você terá direito a um laudo individual com os resultados, bem como, a todo e qualquer esclarecimento sobre o estudo. Você é livre para realizar quaisquer perguntas antes, durante e após o estudo, estando livre para desistir em qualquer momento, sem prejuízo ou penalidade alguma. Todas as informações referentes ao estudo são totalmente confidenciais (dados de identificação, resultados, vídeos) tendo acesso somente os profissionais envolvidos no estudo e os responsáveis legais da criança.

Qualquer dúvida ou dificuldade você pode entrar em contato com a Coordenadora do Projeto Anelise Reis Gaya pelo telefone (51) 3308-5883 ou se preferir tirar suas dúvidas diretamente no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, o qual está localizado Av. Paulo Gama, 110 – 7º andar – Porto Alegre/RS ou pelo fone/fax 51 3308-4085 – email: pro-reitoria@propesq.ufrgs.br

Porto Alegre, _____ de _____ de 2017.

Assinatura do pai ou responsável

Responsável pela pesquisa- Professora Anelise Gaya

APÊNDICE C

Termo de Assentimento

Você está sendo convidado a participar de um estudo que visa avaliar alguns indicadores de saúde da criança. Este projeto está vinculado a Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ESEFID-UFRGS). A sua participação nesse estudo é muito importante para podermos verificar o perfil de saúde dos escolares.

Caso você aceite participar do estudo, o período de avaliação será de aproximadamente 1 mês, realizada na escola, sob responsabilidade dos pesquisadores. Serão avaliados peso corporal, estatura, composição corporal e massa muscular. Para estas avaliações, será necessário que você use trajes esportivos (calção, bermuda, camiseta). Da mesma forma, será verificada a pressão arterial com uso de um aparelho específico que fará uma leve pressão no seu braço. A capacidade física (velocidade, agilidade, resistência abdominal, flexibilidade e capacidade cardiorrespiratória) será avaliada através de uma bateria de testes. Além disso, serão aplicadas entrevistas/anamnese/questionários para avaliar o estilo de vida (tempo de sono, prática de atividade física, sintomas de ansiedade e depressão, suporte parental).

Você será avaliado por uma equipe de pesquisadores experientes, desta forma, os riscos serão mínimos. A participação neste estudo é absolutamente voluntária, sem qualquer tipo de gratificação. Entretanto, você terá direito a um laudo individual com os resultados, bem como, a todo e qualquer esclarecimento sobre o estudo. Você é livre para realizar quaisquer perguntas antes, durante e após o estudo, estando livre para desistir em qualquer momento, sem prejuízo ou penalidade alguma. Todas as informações referentes ao estudo são totalmente confidenciais (dados de identificação, resultados, vídeos) tendo acesso somente os profissionais envolvidos no estudo e os seus responsáveis legais.


Qualquer dúvida ou dificuldade você pode entrar em contato com a Coordenadora do Projeto Anelise Reis Gaya pelo telefone (51) 3308-5883 ou se preferir tirar suas dúvidas diretamente no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, o qual está localizado Av. Paulo Gama, 110 – 7º andar – Porto Alegre/RS ou pelo fone/fax 51 3308-4085 – email: pro-reitoria@propesq.ufrgs.br

Porto Alegre, _____ de _____ de 2017.

Assinatura do participante

Responsável pela pesquisa- Professora Anelise Gaya

APÊNDICE D - Relatório com os resultados dos testes físicos, avaliação nutricional e exames sanguíneos.

Responsável:		Aluno		
AVALIAÇÃO	APTIDÃO FÍSICA RELACIONADA À SAÚDE E PERFIL NUTRICIONAL			
	TESTES	MEDIDA	CLASSIFICAÇÃO	<p>A flexibilidade, abdominal e aptidão cardiorrespiratória referem-se às capacidades que estão profundamente relacionadas com a saúde e à qualidade de vida!</p> <p>Quanto maior a aptidão física, mais energia para a realização das atividades do dia-a-dia e menor o risco de doenças crônicas-degenerativas</p>
	PESO (Kg)	25		
	ALTURA (m)	1,3		
	IMC	14,79	Peso normal	
	PERÍMETRO DA CINTURA (cm)	55		
	PRESSÃO ARTERIAL (mmHg)	95/58		
	FLEXIBILIDADE (cm)	34	Saudável	
	ABDOMINAIS (rep)	35	Saudável	
	APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA (m)	857	Saudável	
IDADE 9	APTIDÃO FÍSICA RELACIONADA AO DESEMPENHO ESPORTIVO			
	TESTES	MEDIDA	CLASSIFICAÇÃO	<p>A força de membro superiores e inferior, agilidade e velocidade compreendem os componentes necessários para a prática e o sucesso em vários esportes!</p>
	FORÇA MUSCULAR DE MEMBROS SUPERIORES (cm)	210	Bom	
	FORÇA MUSCULAR DE MEMBROS INFERIORES (cm)	144	Muito bom	
	AGILIDADE (seg)	6,92	Bom	
SÉRIE/TURMA 41		VELOCIDADE (seg)	3,8	Muito bom
		AVALIAÇÃO SANGÜÍNEA (DEDO)		
TESTES		MEDIDA	CLASSIFICAÇÃO	<p>Lembramos que esses são exames diagnósticos, caso detectado alguma alteração recomenda-se que procurem um médico!</p>
		GLICOSE (mg/dL)	79	
	TRIGLICERÍDEOS (mg/dL)	117	Elevado	
PROJETO ESPORTE E SAÚDE NA ESCOLA		COLESTEROL (mg/dL)	164	Desejável
	RELATÓRIO SOBRE HÁBITOS ALIMENTARES			
	ASPECTO AVALIADO	FAZER		
	CAFÉ DA MANHÃ	Atingiu		
	INGESTÃO DE FRUTAS	Atingiu		
INGESTÃO DE VERDURAS E SALADAS	Atingiu			
DOCES, REFRIS E INDUSTRIALIZADOS	Atingiu			
INGESTÃO DE ÁGUA	Atingiu			
	<p>Uma criança tem necessidades nutricionais específicas, comer carnes, arroz e feijão, ao menos duas frutas diariamente, leite e derivados vão contribuir com seu crescimento e desenvolvimento!</p>			
<i>Educação física e promoção da saúde a favor da comunidade escolar</i>				Telefone: 33085883

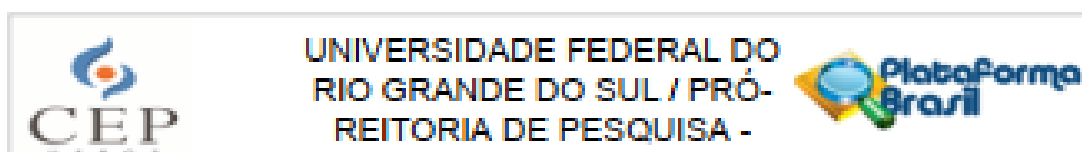
Para cada aluno que participou do projeto foi entregue um relatório com os resultados dos testes físicos, avaliação nutricional e exames sanguíneos (projeto maior). Além disso foi realizada uma reunião com os pais e/ou responsáveis para apresentar os resultados encontrados, assim como sanar possíveis dúvidas.

ANEXOS

ANEXO A – *Carta de aprovação do comitê de ética*

ANEXO B – *Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ)*

ANEXO A



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITOS DE UM PROGRAMA DE INTERVENÇÃO COM FUTEBOL SOBRE AS VARIÁVEIS ASSOCIADAS À COGNIÇÃO, À SÍNDROME METABÓLICA E A MARCADORES INFLAMATÓRIOS EM CRIANÇAS

Pesquisador: Anelise Reis Gaya

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 58108916.0.0000.5347

Instituição Proponente: Escola de Educação Física da Universidade do Rio Grande do Sul

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.814.830

Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de pesquisa associado a uma tese de doutorado apresentada ao PPG em Ciência do Movimento Humano da ESEF que retorna para uma terceira rodada de avaliação.

Objetivo da Pesquisa:**Objetivo Geral**

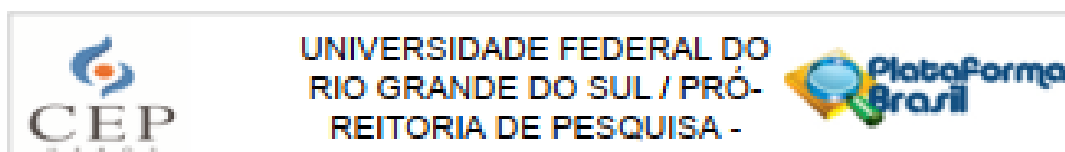
Avaliar os efeitos de um programa de intervenção com futebol nas aulas de educação física e orientação nutricional sobre as variáveis associadas à cognição, à síndrome metabólica e a marcadores inflamatórios em crianças eutróficas e com excesso de peso corporal.

Objetivos Específicos

Avaliar os efeitos de um programa de futebol nas aulas de educação física e orientação nutricional sobre as seguintes variáveis nos momentos pré e pós intervenção:

- Níveis de aptidão cardiorrespiratória;
- Níveis de atividade física diário;
- Variáveis antropométricas e composição corporal;
- Pressão arterial sistólica e diastólica;
- Colesterol total, triglicérides, LDL e HDL;

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
 Bairro: Fátima CEP: 90.048-060
 UF: RS Município: PORTO ALEGRE
 Telefone: (51)3308-3738 Fax: (51)3308-4085 E-mail: arica@propeaq.ufrg.br



Continuação do Parecer: 1814/2008

- Níveis de PCR, adiponectina e leptina;
- Glicose e resistência à Insulina;
- Desempenho acadêmico e cognitivo;
- Verificar se as alterações nas categorias de risco dos componentes da síndrome metabólica e nos níveis dos marcadores inflamatórios, serão associados às alterações na aptidão cardiorrespiratória, independente das modificações na composição corporal.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos e benefícios estão adequadamente apresentados, bem como estão apontadas as formas empregadas para minimizá-los.

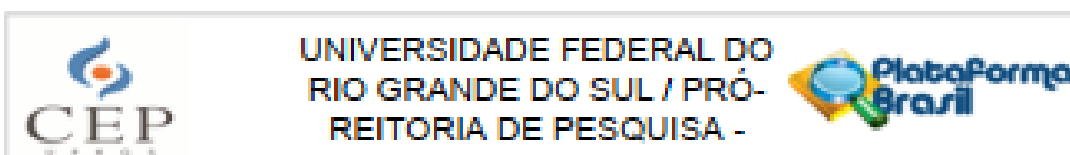
Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de um projeto que busca avaliar os efeitos de um programa de intervenção com futebol nas aulas de educação física e orientação nutricional sobre as variáveis associadas à cognição, à síndrome metabólica e a marcadores inflamatórios em crianças eutróficas e com excesso de peso corporal. Considerando que os padrões de comportamentos prejudiciais à saúde, como sedentarismo, má alimentação e inatividade física são cada vez mais recorrentes na rotina de crianças e adolescentes; que estes fatores como os principais responsáveis pela ocorrência precoce da síndrome metabólica; que os programas de intervenção com futebol são referidos por promoverem aumento da aptidão cardiorrespiratória, diminuição da gordura corporal e conseqüentemente melhora dos fatores de risco cardiometabólicos das crianças; e considerando ainda o ambiente escolar para o seu desenvolvimento deste programa, não há dúvidas que se trata de um projeto meritório.

Farão parte do estudo 100 alunos selecionados entre os 10 turmas do 1º ao 5º ano da Escola Estadual de Primeiro e Segundo Grau Presidente Roosevelt, de Porto Alegre. Os participantes, divididos em dois grupos, controle e experimental, serão avaliados antes e após um programa sistematizado de futebol três vezes por semana com duração de 45-60 minutos, por 12 semanas.

Serão avaliadas variáveis antropométricas pela medida da estatura e massa corporal; percentual de gordura pela medição de dobras cutâneas; composição corporal pela técnica de absorciometria com raios X de dupla energia (DEXA); marcadores bioquímicos (perfil lipídico, glicose, insulina, etc) através da coleta de 8 ml de sangue; pressão arterial e frequência cardíaca; aptidão cardiorrespiratória por teste máximo em ciclo ergômetro juntamente com ergoespirométrica; nível de atividade física com acelerômetro (5 dias consecutivos); Inquérito alimentar, preenchido pelos pais; desempenho acadêmico e cognitivo, pelas notas das crianças e pelo "Teste das Matrizes

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
 Bairro: Fanchinilha CEP: 90.948-000
 UF: RS Município: PORTO ALEGRE
 Telefone: (51)3308-3738 Fax: (51)3308-4085 E-mail: etica@proppesq.ufgr.br



Continuação do Parecer: LITHUBS

Progressivas Coloridas de Raven", respectivamente.

Os objetivos estão claros, a revisão de literatura é pertinente e atualizada e a metodologia está adequada aos objetivos do projeto.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de rosto, adequada.

Orçamento, adequado.

Cronograma, adequado.

Projeto completo, adequado

Termo de consentimento, adequado.

Termo de assentimento, adequado

Autorização de Instituições participantes, adequado

Recomendações:

Não há recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Na segunda rodada de avaliação, havia sido solicitado:

- esclarecimentos sobre a responsabilidade do projeto
- registro de todos os participantes na Plataforma Brasil
- esclarecimentos sobre o contato/convite com os participantes
- adequação do TCLE
- adequação do texto do projeto

Todas as solicitações foram adequadamente atendidas, estando o projeto em condições de ser aprovado.

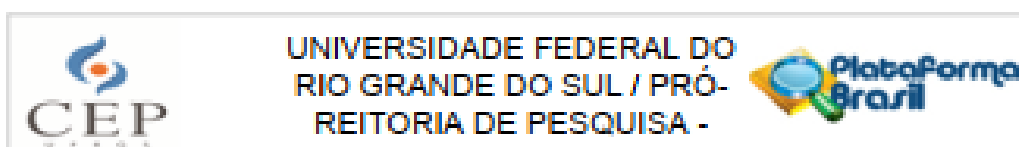
Considerações Finais a critério do CEP:

Aprovado.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
----------------	---------	----------	-------	----------

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
 Bairro: Famosinha CEP: 90.040-900
 UF: RS Município: PORTO ALEGRE
 Telefone: (51)3308-3738 Fax: (51)3308-4085 E-mail: arca@propeq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 1814336

Informações Básicas do Projeto	PS_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_753574.pdf	13/10/2016 08:36:00		Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTA.docx	13/10/2016 08:34:11	Anelise Reis Gaya	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	13/10/2016 08:32:37	Anelise Reis Gaya	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	13/10/2016 08:31:43	Anelise Reis Gaya	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DeclaraçaoLapex1.pdf	17/08/2016 10:55:56	Anelise Reis Gaya	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_Assentimento1.pdf	17/08/2016 10:55:10	Anelise Reis Gaya	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	26/07/2016 10:59:23	Anelise Reis Gaya	Aceito
Outros	Parecer_compesq.pdf	11/07/2016 14:02:19	Anelise Reis Gaya	Aceito
Outros	Parecer_2.pdf	05/07/2016 12:19:47	Anelise Reis Gaya	Aceito
Outros	Parecer_1.pdf	05/07/2016 12:19:27	Anelise Reis Gaya	Aceito
Orçamento	Orçamento.pdf	05/07/2016 12:04:29	Anelise Reis Gaya	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	TermoEscola.pdf	05/07/2016 12:01:10	Anelise Reis Gaya	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	05/07/2016 11:56:11	Anelise Reis Gaya	Aceito

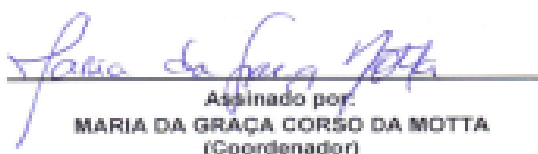
Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PORTO ALEGRE, 10 de Novembro de 2016


Assinado por:
MARIA DA GRAÇA CORSO DA MOTTA
(Coordenador)

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Fátima CEP: 90.040-060
UF: RS Município: PORTO ALEGRE
Telefone: (51) 3308-3738 Fax: (51) 3308-4085 E-mail: efica@propeaq.ufgs.br

ANEXO B

Questionário de Capacidades e Dificuldades (SDQ-For)

Pa⁴¹⁷

Instruções: Por favor, em cada item marque com uma cruz o quadrado que melhor descreva a criança. Responda a todas as perguntas da melhor maneira possível, mesmo que você não tenha certeza absoluta ou se a pergunta lhe parecer estranha. Dê suas respostas com base no comportamento da criança nos últimos seis meses.

Nome da Criança

Masculino/Feminino

Data de Nascimento

	Mais ou menos		
	Falso	verdadeiro	Verdadeiro
Tem consideração pelos sentimentos de outras pessoas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Não consegue parar sentado quando tem que fazer a lição ou comer; mexe-se muito, esbarando em coisas, derrubando coisas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muitas vezes se queixa de dor de cabeça, dor de barriga ou enjôo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tem boa vontade em compartilhar doces, brinquedos, lápis ... com outras crianças	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Frequentemente tem acessos de raiva ou crises de birra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
É solitário, prefere brincar sozinho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geralmente é obediente e faz normalmente o que os adultos lhe pedem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tem muitas preocupações, muitas vezes parece preocupado com tudo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tenta ser atencioso se alguém parece magoado, aflito ou se sentindo mal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Está sempre agitado, balançando as pernas ou mexendo as mãos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tem pelo menos um bom amigo ou amiga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Frequentemente briga com outras crianças ou as amedronta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Frequentemente parece triste, desanimado ou choroso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Em geral, é querido por outras crianças	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Facilmente perde a concentração	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fica inseguro quando tem que fazer alguma coisa pela primeira vez, facilmente perde a confiança em si mesmo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
É gentil com crianças mais novas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Frequentemente engana ou mente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outras crianças 'pegam no pé' ou atormentam-no	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Frequentemente se oferece para ajudar outras pessoas (pais, professores, outras crianças)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pensa nas coisas antes de fazê-las	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rouba coisas de casa, da escola ou de outros lugares	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se dá melhor com adultos do que com outras crianças	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tem muitos medos, assusta-se facilmente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Completa as tarefas que começa, tem boa concentração	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Você tem algum outro comentário ou preocupações? Descreva-os abaixo.

Por favor, vire a página. Há mais algumas perguntas no outro lado

Pensando no que acabou de responder, você acha que seu filho/a tem alguma dificuldade? Pode ser uma dificuldade emocional, de comportamento, pouca concentração ou para se dar bem com outras pessoas.

Não	Sim- pequenas dificuldades	Sim- dificuldades bem definidas	Sim- dificuldades graves
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Se você respondeu "Sim", por favor responda às seguintes questões sobre estas dificuldades:

• Há quanto tempo estas dificuldades existem?

Menos de 1 mes	1-5 mês(es)	6-12 mês(es)	Mais de 1 ano
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

• Estas dificuldades incomodam ou aborrecem seu filho/a?

Nada	Um pouco	Muito	Mais que muito
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

• Estas dificuldades atrapalham o dia-a-dia do seu filho/a em alguma das situações abaixo?

	Nada	Um pouco	Muito	Mais que muito
DIA-A-DIA EM CASA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
AMIZADES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
APRENDIZADO ESCOLAR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ATIVIDADES DE LAZER (PASSEIOS, ESPORTES ETC.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

• Estas dificuldades são um peso para você ou para a família como um todo?

Nada	Um pouco	Muito	Mais que muito
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nome completo (em letra de forma) Data

Mãe/pai/outro (especifique):

Muito obrigado pela sua colaboração