

ROBERTA BARBOSA MACHADO

**RELAÇÃO ENTRE ATIVIDADE FÍSICA, FUNÇÕES EXECUTIVAS E
DESEMPENHO ACADÊMICO EM CRIANÇAS DO ENSINO FUNDAMENTAL I**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2018

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

M149r
2018 Machado, Roberta Barbosa, 1993-
Relação entre atividade física, funções executivas e
desempenho acadêmico em crianças do ensino fundamental I /
Roberta Barbosa Machado. – Viçosa, MG, 2018.
x, 73 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: Maicon Rodrigues Albuquerque.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 52-69.

1. Exercícios físicos para crianças.
2. Funções executivas (Neuropsicologia). 3. Aptidão física
em crianças. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento
de Educação Física. Programa de Pós-Graduação em Educação
Física. II. Título.

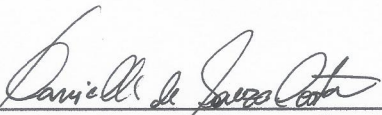
CDD 22. ed. 613.7042

ROBERTA BARBOSA MACHADO

**RELAÇÃO ENTRE ATIVIDADE FÍSICA, FUNÇÕES EXECUTIVAS E
DESEMPENHO ACADÊMICO EM CRIANÇAS DO ENSINO FUNDAMENTAL I**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

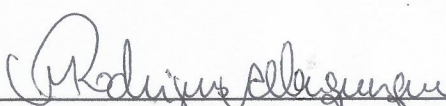
APROVADA: 25 de outubro de 2018



Danielle de Souza Costa



Mariana Calábria Lopes
(Coorientadora)



Maicon Rodrigues Albuquerque
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, sou grata a **Deus** pelo dom da vida, por me guardar e me iluminar.

Ao meu pai **Odair**, por ser meu exemplo de caráter e humildade. Obrigada por sempre ser meu maior incentivador e apostar nos meus sonhos. À minha mamis **Betty**, por ser essa mulher guerreira, forte e bondosa. Você é minha inspiração! Minha eterna gratidão e amor a vocês dois.

À minha irmã **Noemi**, por toda amizade, companheirismo e por sempre se fazer presente. Às minhas sobrinhas **Ana Luiza e Gisele**, por todo o carinho e por serem minhas melhores “cobaias”.

Agradeço aos meus amigos especiais, amo vocês...

Tatiane Cravo, minha mãe de Viçosa. O que começou apenas como amigas de república se tornou uma família. Obrigada pela sua amizade, cuidado, carinho e compreensão ao longo de todos esses anos. **Carlos Henrique Djalma**, obrigada pelo carinho e pelo RJ sempre ganhar.

Flávia Xavier, por ser minha companheira perdida desde o primeiro dia de aula até este ciclo que encerramos juntas. Obrigada por sua amizade, conselhos, puxões de orelha e risadas. Que continuemos como eternas banhistas em uma praia bem bonita.

Wéssila Clem, por saber que sempre posso contar com você onde quer que esteja. Obrigada por passar horas no telefone escutando me fazendo companhia e que a distância entre a gente sempre seja curta, nos nossos pensamentos.

Fernanda dos Santos, em que tenho imensa gratidão pela nossa amizade, companheirismo, conversas, risadas, e conselhos pessoais e profissionais. Que esteve presente em diversos momentos deste ano e os fizeram mais especiais. Minha eterna gratidão e carinho!

Tina Batista, pelo carinho e por me acompanhar ao longo deste mestrado. Sempre será a melhor vizinha!

A todos os amigos que fiz em Viçosa ao longo destes 8 anos: **Paula Miranda, Annanda Garcia, Beatriz Rodrigues, Luisa Borges, Maria Eduarda Lanes, Doiara dos Santos** e tantos outros que fizeram parte da minha trajetória.

Às meninas da república 404, **Gabi, Ana e Diliminha**. Obrigada por todo o apoio e amizade neste último ano.

À **Isabella Cateano** que se mostrou um anjo neste último mês. Obrigada por toda ajuda, apoio e conselhos.

À Ginástica Via Campus: **Paulo César, Ananda Sampaio, Mariana Rodrigues, Júlia Batalha, Eduardo Sasse, Júlia Abrantes e Bianca Cruz**. Obrigada por todo o conhecimento adquirido e pela compreensão ao longo da dupla tarefa de querer ser professora de ginástica e mestranda.

À minha colega de mestrado **EleNICE Pereira**, que me ajudou e ensinou tantas coisas ao longo destes dois anos. Obrigada pelas horas compartilhadas no calabouço e te desejo todo sucesso.

À **Raquel Pontes**, que com toda sua paciência e disponibilidade pôde me ensinar a como desvendar o STATA.

Aos colegas do LACE, **Elenice Pereira, Danielle Campos, Vanessa Carvalho, Lucas Lisboa, João Paulo Moreira, Larissa Faria e Marina Rocha**. Muito obrigada por toda a ajuda ao longo do mestrado e companheirismo.

A todos os membros de coleta: **Elenice, Danielle, Matheus Machado, Matheus Regazi, Paulo Éder, Kelly, Lisboa, João Paulo, Ana Luiza, Renan, Nara, Fernanda, Mariana, Marina e Larissa**. Sem vocês, este trabalho não teria acontecido. Muito obrigada!

A todas as crianças, escolas e pais que puderam colaborar com o desenvolvimento desta pesquisa. Agradeço a cidade de Santo Antônio do Grama que nos recebeu tão bem.

À professora e orientadora, **Mariana Calábria Lopes**, que se disponibilizou a partilhar este desafio comigo. Obrigada pelos ensinamentos, apoio, paciência e compreensão ao longo destes anos.

Ao professor **Maicon Albuquerque** por me permitir ingressar no mestrado e por me auxiliar em momentos cruciais ao longo deste processo. Muito obrigada!

À **Danielle de Souza Costa** por aceitar o convite para compor a banca e por todo o auxílio ao longo desta etapa.

À agência financiadora CAPES, pelo apoio financeiro ao longo do mestrado.

À Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade de me graduar em uma das melhores universidades do país a cidade Viçosa por me proporcionar viver experiências únicas ao longo destes 8 anos.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT	x
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 Atividade Física na infância	5
2.2 Funções executivas	9
2.3 A relação entre atividade física e funções executivas	20
2.4 Relação das funções executivas com o desempenho acadêmico.....	23
3 OBJETIVOS.....	27
3.1 Objetivo geral.....	27
3.2 Objetivos específicos.....	27
4 HIPÓTESES	28
5 MATERIAIS E MÉTODOS	29
5.1 Desenho do Estudo	29
5.2 Amostra	29
5.3 Cuidados Éticos.....	31
5.4 Instrumentos	31
5.5 Procedimentos de coleta de dados.....	35
5.6 Análise estatística.....	36
6 RESULTADOS.....	38
6.1 Estatística descritiva e diferenças entre faixa etária	38
6.2 Correlação entre o nível de atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico.....	41
6.3 Associação entre nível de atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico.....	43

7	DISCUSSÃO.....	45
7.1	Diferenças entre as faixas etárias do nível de atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico.....	45
7.2	Correlação entre o nível de atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico.....	46
7.3	Associação entre o nível de atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico.....	48
7.4	Limitações do estudo.....	50
8	CONCLUSÃO.....	51
9	REFERÊNCIAS.....	52
	ANEXO I – Ficha de controle do pedômetro.....	70
	CONTROLE PEDÔMETRO – NÚMERO DE PASSOS.....	71
	ANEXO II – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE).....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição dos sujeitos por sexo e faixa etária.....	300
Tabela 2: Distribuição dos sujeitos por sexo, estatura e massa corporal.....	30
Tabela 3: Valores dos índices de ajuste.....	37
Tabela 4: Análise descritiva das variáveis nível de atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico.....	39
Tabela 5: Comparações das medidas entre os grupos etários.	40
Tabela 6: Valores de Correlação para cada variável.....	42
Tabela 7: Valores dos índices de ajuste para os modelos testados.....	433
Tabela 8: Valores dos coeficientes dos efeitos diretos, efeitos indiretos e efeito total do Modelo	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo proposto por Howie e Pate (2012).....	4
Figura 2. Modelo dos principais componentes das funções executivas (adaptado do estudo de Diamond, 2013)	14
Figura 3. Modelo 1 - Relações diretas e indiretas entre nível de atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico.	433

RESUMO

MACHADO, Roberta Barbosa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2018. **Relação entre atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico em crianças do Ensino Fundamental I.** Orientador: Maicon Rodrigues Albuquerque. Coorientadora: Mariana Calábria Lopes.

O presente estudo teve como objetivo comparar por sexo e faixa etária o nível de atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico em crianças do ensino fundamental I, além de verificar a associação entre essas variáveis na amostra. Participaram do estudo 165 crianças, sendo 80 meninas e 85 meninos, de 6 a 11 anos, regularmente matriculadas em escolas públicas. O nível de atividade física foi mensurado por meio de pedômetros e para avaliar as funções executivas foram utilizados Torre de Londres, Teste dos Dígitos, Fluência Verbal e Teste dos 5 dígitos (FDT); e para verificar o desempenho escolar foi utilizado o subteste aritmética do Teste de Desempenho Escolar (TDE). Para analisar as diferenças entre os grupos de idade utilizou-se o ANOVA com *post hoc* de *Bonferroni* e o *Kruskall-Wallis* com *post hoc* de *Dunn-Bonferroni*. Para analisar as correlações foi utilizado o teste de *Spearman*, enquanto para a associação entre as variáveis foram construídos Modelos de Equações Estruturais. Os programas utilizadas para análises foram SPSS versão 21.0 e STATA versão 14.0 para Windows. Os resultados indicaram que houve diferenças entre as idades em todas as variáveis mensuradas, exceto o nível de atividade física. Para a correlação de *Spearman* o nível de atividade física correlacionou com Fluência Verbal ($r=0,26$). O desempenho escolar teve correlações significativas com todas as medidas de funções executivas: Torre de Londres ($r= 0,33$); FV – Pares ($r= 0,40$), AcertosxSpan de Dígitos Inversa ($r=0,45$); e FDT – Inibição ($r= -0,51$). No modelo de SEM houve relação direta entre atividade física e funções executivas ($p<0,001$), e entre funções executivas e desempenho acadêmico ($p<0,001$). Também houve relação indireta entre atividade física e desempenho acadêmico mediada pelas funções executivas ($p=0,041$). Pode-se concluir que crianças devem ser estimuladas à prática de atividade física regular para auxiliar no desenvolvimento das funções executivas e, desta forma, adquirir bom desempenho acadêmico.

ABSTRACT

MACHADO, Roberta Barbosa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, October, 2018. **Relationship between physical activity, executive functions and academic performance in elementary school.** Advisor: Maicon Rodrigues Albuquerque. Co-advisor: Mariana Calábria Lopes.

The present study aimed to compare the level of physical activity, executive functions and academic performance in primary school children by sex and age group, in addition to verifying the association between these variables in the sample. Fifty-five children participated in the study, 80 girls and 85 boys, 6 to 11 years old, regularly enrolled in public schools. The level of physical activity was measured by means of pedometers and to evaluate the executive functions were used Tower of London, Test of Digits, Verbal Fluency and Test of the 5 digits (FDT); and to verify the school performance was used the arithmetic subtest of the Test of School Performance (TDE). To analyze the differences between the age groups, we used ANOVA with Bonferroni post hoc and Kruskal-Wallis with Dunn-Bonferroni post hoc. To analyze the correlations, the Spearman test was used, while for the association between the variables Structural Equation Models were constructed. The programs used for analysis were SPSS version 21.0 and STATA version 14.0 for Windows. The results indicated that there were differences between the ages in all variables measured, except the level of physical activity. For the Spearman correlation the level of physical activity correlated with Verbal Fluency ($r = 0.26$). School performance had significant correlations with all measures of executive functions: Tower of London ($r = 0.33$); FV - Pairs ($r = 0.40$), Reverse Digit Span Accounts ($r = 0.45$); and FDT - Inhibition ($r = -0.51$). In the SEM model there was a direct relationship between physical activity and executive functions ($p < 0.001$), and between executive functions and academic performance ($p < 0.001$). There was also an indirect relationship between physical activity and academic performance mediated by executive functions ($p = 0.041$). It can be concluded that children should be encouraged to practice regular physical activity to assist in the development of executive functions and, thus, achieve good academic performance.

1 INTRODUÇÃO

Os benefícios da atividade física para a saúde física e mental de crianças e adolescentes é um consenso na literatura (HOWIE; PATE, 2012; TOMPOROWSKI *et al.*, 2014). Ela exerce influência positivamente na redução da obesidade e sobrepeso em crianças moderando os riscos de desenvolvimento de doenças crônicas, e auxiliando no aumento da massa magra, no consumo de oxigênio (VO^2) e na potência anaeróbica (LAZZOLI *et al.*, 1998; MIRANDA *et al.*, 2015). Quanto a saúde mental, além da atividade física promover sociabilidade, também favorece a estimulação do córtex pré-frontal do cérebro produzindo desafios às funções executivas (DIAMOND, 2013).

Apesar de todos os benefícios gerado pela atividade física, pesquisas apontam que muitas crianças e adolescentes não são capazes de cumprir as recomendações de atividade física sugeridas pela Organização Mundial da Saúde (GOMES, *et al.*, 2017; LUCIANO *et al.*, 2016; REZENDE *et al.*, 2014). A rotina diária deste público é amplamente ocupada pelo tempo escolar de forma sedentária, sendo que administradores e comunidade escolar não apresentam ações em prol de crianças mais ativas (PATE, R. R., 2006). Por isso, esta instituição tem se tornado constante alvo de pesquisas, visto que é um local composto de ambientes sociais e físicos capazes de proporcionar oportunidades para que crianças sejam ativas nas aulas de educação física e nos períodos de recreio (GOMES *et al.*, 2017; HOWIE; PATE, 2012; PATE, R. R., 2006).

Uma abordagem alternativa para persuadir escolas a incluir projetos que promovam uma infância mais ativa é associar a atividade física ao desempenho acadêmico de crianças, visto que a premissa da escola é garantir o sucesso acadêmico de seus alunos (HOWIE; PATE, 2012). Diversos estudos demonstram os efeitos positivos da participação em atividades físicas no sucesso escolar de estudantes (LAMBOURNE *et al.*, 2013; MULLENDER-WIJNSMA *et al.*, 2016; SÁNCHEZ-LÓPEZ *et al.*, 2015; SINGH *et al.*, 2012; TARAS, 2005; TRUDEAU; SHEPHARD, 2008). Este sucesso acadêmico na infância e adolescência representa

aspectos importantes ao longo da vida, tais como status socioeconômico, êxito no trabalho e qualidade de vida (TITZ; KARBACH, 2014).

Outro fator capaz de influenciar o sucesso acadêmico são as funções executivas (BEST; MILLER; NAGLIERI, 2012). Estas funções correspondem a um conjunto de habilidades mentais que, de forma integrada, permitem ao indivíduo direcionar comportamentos e metas, avaliar eficiência e a adequação desses comportamentos, além de resolver problemas imediatos, de médio e longo prazo (MALLOY-DINIZ; DE PAULA; *et al.*, 2008). Há inúmeros estudos que garantem resultados positivos entre as funções executivas e o desempenho acadêmico (BENZING *et al.*, 2018; GOMES; HEDEKER; *et al.*, 2017; PHAM; HASSON, 2014). Esta associação é consistente em relação ao desempenho nas habilidades de leitura (PHAM; HASSON, 2014) e matemática (TITZ; KARBACH, 2014), e pode ser considerada em crianças de várias idades com e sem dificuldades específicas de aprendizagem (BEST; MILLER; NAGLIERI, 2012). Segundo Diamond (2013), as funções executivas podem ser treinadas e melhoradas em qualquer idade, sendo que o desenvolvimento destas habilidades é fundamental para garantir saúde, sucesso profissional e qualidade de vida. Em crianças, há estudos que avaliaram esta melhoria por meio de atividades computadorizadas (NUTLEY *et al.*, 2011), jogos interativos e atividade física como artes marciais (LAKES; HOYT, 2004), atividades esportivas (ISHIHARA *et al.*, 2016) e exercício aeróbico (TINE; BUTLER, 2012). Desta forma, é possível identificar que a atividade física também exerce algum tipo de influência sob o desenvolvimento das funções executivas. No entanto, a falta de padronização das intervenções compromete a mensuração do nível de atuação da atividade física sobre estas funções (TOMPOROWSKI *et al.*, 2014).

Na tentativa de compreender melhor estes fatores, alguns pesquisadores realizaram estudos que analisaram a relação entre atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico. De acordo com evidências na literatura acerca dessas relações, alguns estudos sugerem que as funções executivas podem exercer o papel de mediadora entre a prática de atividade física e a melhoria em habilidades acadêmicas (HOWIE; PATE, 2012; TOMPOROWSKI *et al.*, 2014). Estudos de revisão indicaram que programas de atividade física produziram

benefícios em funções executivas e no sucesso acadêmico (ÁLVAREZ-BUENO *et al.*, 2016; DE GREEFF *et al.*, 2018; HOWIE; PATE, 2012), principalmente em estudos com crianças obesas ou com sobrepeso (BUSTAMANTE; WILLIAMS; DAVIS, 2016; DAVIS *et al.*, 2011). Entretanto, poucos estudos analisaram estas associações baseadas na atividade física diária (AADLAND *et al.*, 2017; SYVÄOJA *et al.*, 2014; VAN DER NIET *et al.*, 2015), que é um dos objetivos do presente estudo.

Dada a importância de promover sucesso nas habilidades acadêmicas, torna-se pertinente investigar fatores que sejam capazes de proporcionar benefícios ao desempenho acadêmico. Portanto, destaca-se a relevância de compreender possíveis desdobramentos acerca da influência da atividade física nas funções executivas e no desempenho acadêmico em crianças brasileiras, visto que não há estudos na literatura que tenha investigados essas relações nesta população. Desta forma, poderá fornecer informações relevantes para a comunidade escolar a respeito da importância da promoção da atividade física durante as aulas de educação física e momentos de lazer, no desenvolvimento cognitivo e acadêmico de crianças.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De acordo com estudos anteriores, há evidências de que a atividade física pode influenciar as funções executivas, bem como as funções executivas podem prever o desempenho acadêmico de crianças e adolescentes (BUSTAMANTE; WILLIAMS; DAVIS, 2016; DAVIS *et al.*, 2011; DE GREEFF *et al.*, 2018; HOWIE; PATE, 2012; JACKSON *et al.*, 2016; TOMPOROWSKI; LAMBOURNE; OKUMURA, 2011).

Baseado nestas evidências, em uma revisão de literatura, Howie e Pate (2012) desenvolveram um modelo teórico em que relaciona a atividade física e sucesso acadêmico mediada pelas funções cognitivas. De acordo com o modelo, o nível de atividade física, a prática de ginásticas e esportes de participação são preditores de funções executivas, atenção e Quociente de inteligência, e estes, influenciam a realização acadêmica através do comportamento em sala e o desempenho em testes padronizados.

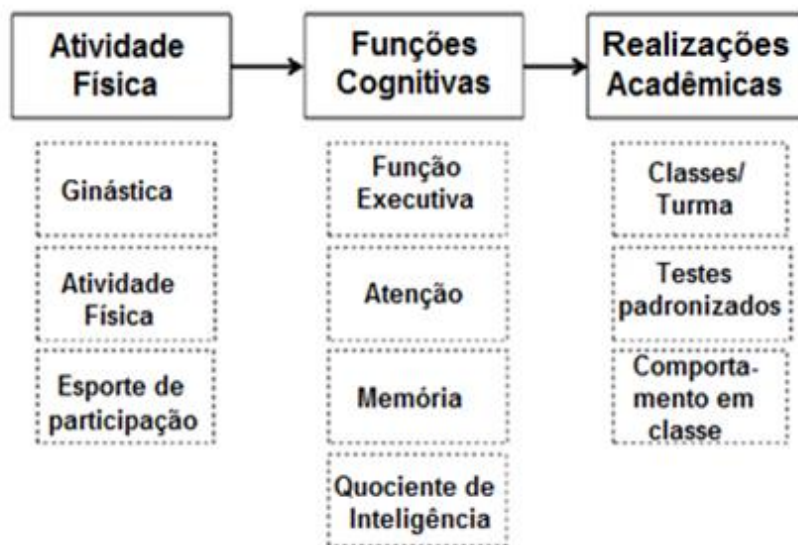


Figura 1. Modelo proposto por Howie e Pate (2012).

No entanto, ainda há resultados inconsistentes em relação ao tipo de atividade física que interfere nas funções executivas ou quais conceitos e termos podem ser utilizados para definir funções executivas. Da mesma forma, é importante

compreender como as funções executivas são capazes de influenciar o desempenho acadêmico.

Assim, para dar embasamento à este estudo, a revisão de literatura é composta de subtópicos relacionados aos benefícios da atividade física na infância, o papel do desenvolvimento das funções executivas em crianças e o seu desenvolvimento ao longo da vida, além de estabelecer relações entre os benefícios da atividade física nas funções executivas e a dependência dessas funções para o sucesso acadêmico.

2.1 Atividade Física na infância

A atividade física não tem uma essência única, mas uma construção multidimensional composta por domínios, dimensões e determinantes (NASCIMENTO-FERREIRA *et al.*, 2018). Os domínios estão relacionados aos grandes grupos de atividades, tais como: atividades sedentárias ou ativas; tempo de lazer e de exercício físico; ocupacionais; e trabalhos domésticos. Incorporado aos grupos de atividades, as dimensões caracterizam duração, frequência, intensidade e tipo. E os determinantes da atividade física estão relacionados aos motivos que levam à prática, o local e a companhia (KELLY; FITZSIMONS; BAKER, 2016).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (2018), a prática de atividade física é definida por qualquer movimento corporal produzido por músculos que exija dispêndio energético. A atividade física pode ser realizada com diferentes características como: caminhada, esportes, recreação e atividades realizadas no trabalho e em casa (Organização Mundial da Saúde, 2018). Segundo Shephard (2003), o exercício físico é uma atividade estruturada com o propósito de preparação atlética ou melhoria de algum aspecto de saúde. Já o esporte pode ser considerado como recreação ou uma atividade que envolve concorrência, entretanto, há uma grande variedade entre esportes com alto gasto energético como futebol, e esportes com baixo nível de atividade física como automobilismo. As atividades ocupacionais tem característica diferente, uma vez que a atividade torna-se um trabalho e não uma forma voluntária de atividade, como por exemplo atletas que tem alto nível de

atividade física mas usufrui desta atividade como profissão (SHEPHARD, 2003). É importante considerar todos os tipos de atividade para que obtenha-se uma compreensão global do nível de atividade física.

Durante a infância, a atividade física pode proporcionar diversos benefícios, incluindo redução da massa gorda e dos riscos de doenças crônicas não transmissíveis (LUCIANO *et al.*, 2016); redução de sintomas de ansiedade, depressão e controle do estresse; melhoria da aptidão física; melhoria no sistema cardiovascular e do perfil metabólico (BASSETT *et al.*, 2013); e melhoria nos aspectos cognitivos (DIAMOND, 2015). Além disso, o alto nível de atividade física em crianças e baixo tempo médio despendido com atividades sedentárias está associada com o aumento da qualidade de vida relacionada à saúde e aumento da densidade muscular e óssea (WU *et al.*, 2017). Segundo a OMS (2018), jogos e recreação ativa são atividades importantes para a primeira infância, uma vez que auxilia no crescimento e desenvolvimento saudáveis em crianças e adolescentes. Essas prerrogativas garantem a importância da manutenção deste hábito na vida adulta, uma vez que, durante a infância, os comportamentos da atividade física tendem a se tornar hábito, portanto difíceis de modificar em uma idade posterior (SLEDDENS *et al.*, 2012).

O nível de atividade física pode ser mensurado por diversos instrumentos. No entanto, a atividade física é um comportamento complexo para medir, principalmente em crianças (NASCIMENTO-FERREIRA *et al.*, 2018). Segundo Sirard e Pate (2001), há três tipos de avaliação da atividade física em crianças e adolescentes: métodos padrões de critérios, técnicas objetivas e técnicas subjetivas.

Os métodos padrões de critério incluem observação direta, água duplamente marcada e calorimetria indireta. Porém, o uso destes métodos apresentam limitações, principalmente em pesquisas epidemiológicas, uma vez que necessitam de alta demanda de tempo investido em análise e custo elevado de equipamentos e procedimentos (SIRARD; PATE, 2001).

As técnicas objetivas abrangem a frequência cardíaca e sensores de movimento como pedômetros e acelerômetros. O uso da frequência cardíaca

apresenta menor exigência na avaliação, porém inclui a necessidade de calibração individual (SIRARD; PATE, 2001). O pedômetro é uma ferramenta que quantifica o número de passos e tem como vantagem ser um instrumento reutilizável, discreto, simples de operar, de baixo custo e não interfere na rotina do avaliado (ROWE *et al.*, 2004; SIRARD; PATE, 2001). Além disso, etapas totais do pedômetro correlacionam-se bem com o consumo de oxigênio em crianças (ROWE *et al.*, 2004). Entretanto, não é indicado a utilização do instrumento em atividades aquáticas e também não é possível quantificar a intensidade de qualquer atividade realizada (SIRARD; PATE, 2001; TUDOR-LOCKE *et al.*, 2002). Segundo McNamara, Hudson e Taylor (2010b), apesar das limitações, o pedômetro é um instrumento que pode ser utilizado efetivamente na avaliação dos níveis de atividade física entre crianças e adolescentes. O acelerômetro é um dispositivo mais sofisticado que mede as acelerações produzidas pelo corpo. Este instrumento contém microprocessadores capazes de converter as acelerações registradas em um sinal digital (SIRARD; PATE, 2001; TUDOR-LOCKE *et al.*, 2002). Existem diferentes monitores devido seu local de utilização em diferentes partes do corpo, como por exemplo, quadril, região lombar ou tornozelo (SIRARD; PATE, 2001). Apesar de ser uma ferramenta útil, reutilizável e capaz de captar atividades de natureza intermitente (BISSON *et al.*, 2018), o uso do acelerômetro apresenta valores de custo mais altos, além de exigir conhecimentos técnicos e hardware e software adicionais para analisar os dados fornecidos pelo aparelho (CARDON; DE BOURDEAUDHUIJ, 2007). Portanto, estudos indicam o acelerômetro como uma avaliação menos viável para pesquisas populacionais (CARDON; DE BOURDEAUDHUIJ, 2007; SIRARD; PATE, 2001).

As técnicas subjetivas são métodos de pesquisa para estimar a atividade física por meio de questionários de auto-relato, questionários administrados por entrevistadores, questionários de relatórios e diários. No entanto, apesar destes métodos se tornarem comuns e úteis em estudos de grande escala, principalmente pela facilidade e baixos custos, apresentam limitações porque dependem de respostas de crianças que, muitas vezes, apresentam dificuldade em recordar, quantificar e categorizar as atividades realizadas (ELLIOTT *et al.*, 2014; SIRARD; PATE, 2001). Segundo Shephard (2003), independente do questionário escolhido,

os dados provavelmente tem confiabilidade e validade limitada em relação à uma medida direta ou de técnica objetiva.

A recomendação prática de atividade física na infância e adolescência é de no mínimo 60 minutos envolvidos com atividades moderadas a vigorosas em cinco dias semanais ou mais, totalizando o mínimo de 300 minutos de atividade física por semana (PATE, RUSSELL R *et al.*, 2002). Entretanto, estudos de intervenção realizados em grandes centros urbanos brasileiros demonstraram que mais de 50% das crianças e adolescentes não atingem as recomendações atuais de atividade física (LUCIANO *et al.*, 2016).

Em alguns países, os níveis de inatividade física podem chegar a 70%, devido às mudanças nos padrões de transporte, urbanização, violência e maior uso de tecnologia (GREGO *et al.*, 2018; OMS, 2018). Este processo de desenvolvimento de novos dispositivos tecnológicos compensa a necessidade de movimento, transformando cada vez mais a sociedade moderna em uma população mais sedentária. Entre os jovens e crianças, esse processo ganha mais força ao garantir entretenimento por meio de vídeos games, computadores, celulares e televisão promovendo a diminuição de atividades tradicionais de esforço físico (GREGO *et al.*, 2018).

Outros estudos apontam que o nível socioeconômico, o ambiente domiciliar e vizinhança, o estilo de vida dos pais e o nível de escolaridade dos mesmos também são capazes de exercer grande influência no estilo de vida ativo ao longo da infância (CHANG, SEUNG HO; KIM, 2017; COTTRELL *et al.*, 2015; MATSUDO *et al.*, 2016). Estudos indicam que crianças de família de baixa renda tem maior probabilidade de ter menos oportunidades de participação em atividade físicas devido à falta de acesso à espaços seguros e apropriados para o lazer ativo, assim como a residência em bairros inseguros e sem incentivos de programas de atividade física organizada (CHANG; KIM, 2017; LINDSAY *et al.*, 2018). Entretanto, no Brasil, um estudo realizado por Matsudo *et al.* (2016) avaliou o nível de atividade física de 485 crianças e verificou que o maior nível de renda familiar anual total e níveis mais elevados de educação dos pais foram associados a menor chance de crianças atingirem as diretrizes. A falta de apoio social por parte dos pais, atrelada à rotina de

trabalho e ao estilo de vida, dificultam o acesso à prática de atividade física de crianças (CHANG; KIM, 2017; LINDSAY *et al.*, 2018). Além disso, nos períodos de lazer, há preferência dos pais por atividades sedentárias na companhia dos filhos devido ao cansaço da rotina de trabalho (LINDSAY *et al.*, 2018).

Segundo a OMS (2018), os níveis de atividade física também são influenciados por valores culturais. Na maioria dos países, meninas, mulheres, idosos, grupos desprivilegiados e pessoas com deficiência tem menos oportunidade de acessar programas para se manter fisicamente ativos. Outros fatores como massa corporal, maturação biológica, tempo de sono e hábitos alimentares também estão relacionadas com a participação em atividades físicas (GOMES *et al.*, 2017).

Este comportamento sedentário na infância é considerado um problema de saúde pública (TREMBLAY *et al.*, 2011), visto a sua associação à obesidade (SILVA *et al.*, 2017) e à problemas cardiometabólicos como: dislipidemia, hipertensão arterial e resistência insulínica (HEALY *et al.*, 2008). Além dos transtornos à saúde física, há estudos que sugerem a associação entre o sedentarismo e baixo desempenho das funções executivas (BIDZAN-BLUMA; LIPOWSKA, 2018; SYVÄOJA *et al.*, 2014)

2.2 Funções executivas

A capacidade de controlar o comportamento permite que os seres humanos sejam capazes de fazer planos, escolher alternativas, alcançar objetivos, controlar os impulsos e regular o comportamento social. Entretanto, esta capacidade de autorregulação pode falhar por meio de uma variedade de circunstâncias e causar diversos problemas sociais como obesidade, dependência, infidelidade sexual e outros (HEATHERTON; WAGNER, 2012). Estas ações cognitivas relacionadas à autorregulação são denominadas de funções executivas (HEATHERTON; WAGNER, 2012).

Estudos iniciais voltados para o entendimento das funções executivas tiveram como ponto de partida déficits cognitivos apresentados por pessoas que sofreram

lesões no córtex pré-frontal. Estes déficits cognitivos estão relacionados às dificuldades de planejamento, raciocínio abstrato e resolução de problemas, bem como atenção e manutenção da informação na memória de trabalho (TIRAPU-USTÁRROZ; GARCÍA-MOLINA; LUNA-LARIO, 2008a).

Na literatura, existem diversos modelos e conceitos que buscam definir e compreender as funções executivas. Segundo Lezak (1987) as funções executivas envolvem as capacidades para iniciar e manter uma conduta eficaz, criativa e aceita pela sociedade. Para Funahashi (2001) função executiva é o produto da coordenação da operação de vários processos necessários para atingir um objetivo de forma flexível. Esta flexibilidade e coordenação de processos é chamada de controle executivo. Já Goldberg (2002) considera as funções executivas como funções complexas e avançadas do cérebro, uma vez que estas funções estão relacionadas a uma intencionalidade e propósito. Diamond (2013) descreve funções executivas como uma família de processos mentais conscientes necessários para a concentração e atenção.

Baseado na constituição destes conceitos, há modelos que se diferem em teorias de construto único ou de vários construtos integrados (MALLOY-DINIZ; DE PAULA; *et al.*, 2008). Modelos de construto único podem ser considerados pioneiros nas investigações acerca das funções executivas. No entanto, atualmente, há um consenso na literatura de que a complexidade das funções executivas necessita da combinação de diferentes processos para se estabelecer (TIRAPU-USTÁRROZ; GARCÍA-MOLINA; LUNA-LARIO, 2008b).

Os modelos de construto único são teorias baseadas em construtos cognitivos como “memória de trabalho” ou “inteligência fluida” como principal função dos lobos frontais (TIRAPU-USTÁRROZ; GARCÍA-MOLINA; LUNA-LARIO, 2008a). São conceitos desenvolvidos por meio de tarefas experimentais. Um dos modelos de construto único proposto por Baddeley & Hitch (1972) foi pioneiro na distinção entre memória de curto prazo e memória de trabalho. Estes autores desenvolveram experiências explorando o papel da memória do raciocínio, na compreensão da linguagem e aprendizagem (NUNES; CASTRO, 2009). E concluíram que há um sistema Controlador Atencional e dois sistemas dependentes, um relacionado à

linguagem e fonologia e outro como visual-espacial. Distintas correntes baseadas na memória de trabalho surgiram em décadas seguintes tais como a de Petrides (1996) em que sugere a região frontal do cérebro responsável por um sistema em que a informação é mantida, monitorada e manipulada pelo estímulo, além de ser responsável por considerar diferentes alternativas para resolução do problema. Já o modelo proposto por Goldman-Rakic (1995) indica que o resultado do processamento do sistema executivo central é consequência da interação de múltiplos processamentos de informações independentes.

Os modelos de processos múltiplos consideram que as funções executivas englobam diversos processos independentes que interagem entre si (MALLOY-DINIZ; DE PAULA; *et al.*, 2008). A teoria integradora do córtex pré frontal concebida por Miller e Cohen (2001) sugere que a região frontal do cérebro tem um papel específico na manutenção complexa de diferentes atividades que representam objetivos e meios para atingir metas. Assim, a finalidade do controle executivo se aplica às situações em que utiliza respostas adequadas a partir da exigência e estas respostas são conduzidas por estados internos e intencionais. Segundo os autores, o córtex pré-frontal não apenas manipula informação, mas também é relevante em outros processos cognitivos tais como o controle da atenção e a inibição de interferências.

De acordo com a teoria da complexidade e controle cognitivo de Zelazo et al. (2003) o desenvolvimento das funções executivas na infância permite que a criança seja capaz de manter uma informação e manipulá-la em função da exigência; autorregular sua conduta de forma reflexiva e não impulsiva; e adaptar-se às mudanças produzidas pelo ambiente. O desenvolvimento destas capacidades é responsável pelas respostas decorrente de regras complexas e da solução de problemas. A partir dos resultados obtidos em pesquisas voltadas para a compreensão das funções executivas, Zelazo et al (2003) propôs a diferenciação dos aspectos executivos de caráter emocional e motivacional como funções executivas quentes e aspectos executivos puramente cognitivos como funções executivas frias. O equilíbrio entre ambos os sistemas condicionaria a capacidade do

indivíduo de regular seu comportamento por meio de integrações e necessidades do ambiente.

A distinção destes dois aspectos dentro do domínio geral denominado funções executivas ainda intriga pesquisadores da área que buscam compreendê-las em sua totalidade. Segundo Peterson e Welsh (2014) as funções executivas quentes são processos cognitivos orientados para o objetivo e futuro que ocorre em contextos que geram emoção, motivação e tensão entre recompensa imediata e recompensas de longo prazo. Em contraste, as funções executivas frias são definidas como habilidades orientadas para um objetivo e futuro que se manifestam sob condições descontextualizadas, não emocionais e analíticas (PETERSON; WELSH, 2014). Esta divisão também influencia a área de estudo do córtex pré-frontal. Pesquisadores de funções executivas frias tem historicamente focado em pensamentos, atenção e ação, portanto estão voltados para o córtex pré-frontal lateral. Já pesquisadores centrados nas emoções estudam o córtex pré-frontal medial (DIAMOND, 2013).

Focado apenas funções executivas consideradas frias, Miyake et al (2000) desenvolveram um modelo robusto baseado na unicidade e diversidade das funções executivas. Para isso, consideraram funções específicas como controle inibitório, memória de trabalho e flexibilidade cognitiva e testes específicos para compreender quais processos são compartilhados entre as tarefas múltiplas de cada função. Os principais resultados indicam que as funções executivas frias podem ser caracterizadas como funções separáveis, mas relacionadas ao compartilhar semelhanças subjacentes.

Baseada em modelos e evidências produzidas ao longo de décadas, Diamond (2012) sintetizou, em uma revisão, um modelo sustentado pela existência de três funções executivas fundamentais consideradas pela autora como consensuais: inibição que inclui controle inibitório, autocontrole (inibição comportamental) e controle de interferência (atenção seletiva e inibição cognitiva); memória de trabalho; e flexibilidade cognitiva. Neste modelo, essas funções são capazes de interagir entre si para suportar funções mais complexas como raciocínio, resolução de problemas e planejamento. A revisão ainda contribui para compreender o desenvolvimento das

funções executivas da infância à velhice, além de fornecer um compilado de métodos para a avaliação de tais funções.

Portanto, por meio da contribuição expressiva de Diamond (2012) na literatura, o modelo e desenvolvimento das funções executivas proposto pela autora desempenhou um papel fundamental para a construção deste estudo. Neste contexto, foram especificamente selecionados os eixos centrais (controle inibitório, memória de trabalho e flexibilidade cognitiva) e funções executivas consideradas complexas como resolução de problemas e planejamento.

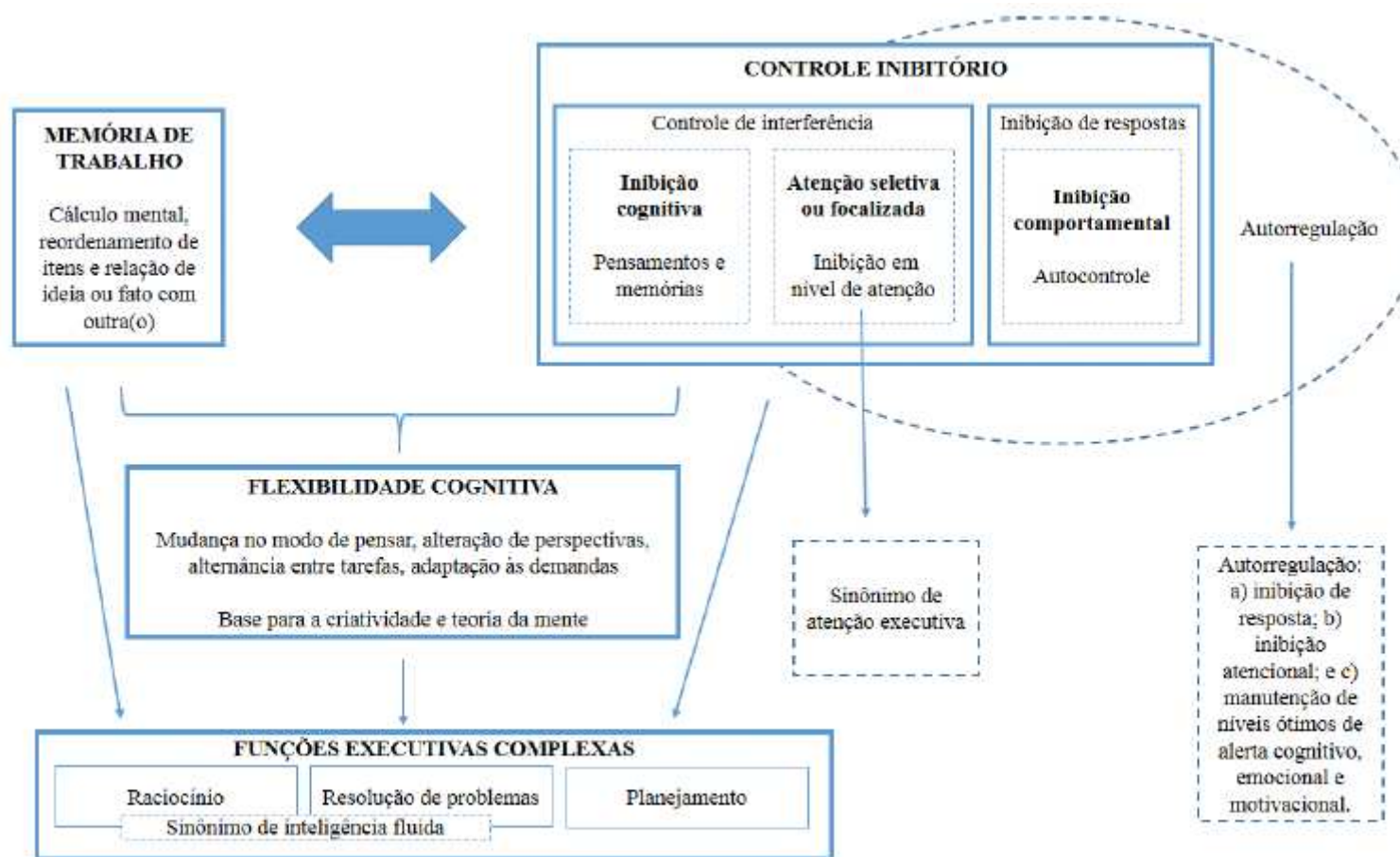


Figura 2. Modelo dos principais componentes das funções executivas desenvolvido por Diamond (2013) e adaptados para o português por Pureza et al. (2015).

2.2.1 Controle Inibitório

O controle inibitório é a capacidade de inibir deliberadamente respostas dominantes, automáticas ou prepotentes quando necessárias (MIYAKE *et al.*, 2000). Para Diamond (2012), o controle inibitório se refere à prevenção de impulsos ou respostas prematuras perante determinada situação problema, bem como o controle da atenção, do comportamento, dos pensamentos e emoções. Esta capacidade, em geral, nos permite criar possibilidades de mudanças e escolhas. Para isso, há aspectos específicos desta habilidade a cada uma dessas inibições.

Dentre os aspectos específicos, o controle inibitório da atenção nos possibilita atender de forma seletiva concentrando-se em determinado estímulo e inibindo atenção aos demais. Além disso, envolve a supressão de representações mentais prepotentes tais como resistir pensamentos e memórias indesejadas. Entretanto, a inibição cognitiva é uma atenção seletiva que está a serviço da memória de trabalho para auxiliar na manutenção do foco em determinada informação. Já o autocontrole envolve o controle do comportamento e emoções ao resistir às tentações e não agir impulsivamente, além de estar relacionada à disciplina e permanência em determinada tarefa. Apesar das subdivisões, o controle inibitório em sua totalidade acontece de forma endógena, voluntária e voltada para um objetivo (DIAMOND, 2013).

O controle inibitório é avaliado por meio de tarefas na qual é necessário inibir ou anular a tendência de produzir uma resposta dominante ou automática, embora a resposta que precisa ser inibida seja diferente entre as tarefas (BARDIKOFF; SABBAGH, 2017; MIYAKE *et al.*, 2000). Por exemplo, no teste de Stroop (1992), inicialmente o avaliado deve responder de acordo com as palavras combinadas com a cor em que está escrita (isto é, vermelho, amarelo, azul), e em seguida são apresentadas palavras que não estão combinadas com a cor da palavra escrita, assim deverá inibir a resposta automática ao ler a palavra e responder consoante a cor.

Baseado em avaliações cognitivas, comportamentais e funções estruturais cerebrais pesquisadores ainda buscam compreender o desenvolvimento do controle

inibitório ao longo da infância até a vida adulta. O desenvolvimento do controle inibitório é lento, já que crianças apresentam dificuldades em tarefas voltadas para este construto e continua a amadurecer ao longo da adolescência (DIAMOND, 2013). Segundo Davidson et al. (2006) o controle inibitório é extremamente problemático para crianças muito novas, uma vez que necessitam de uma maior exigência na inibição do que crianças mais velhas e jovens adultos e, portanto, a variação no desempenho ao utilizar demandas inibitórias ocorre mais na infância. Entretanto, para Richardson et al (2018), evidências apontam para uma melhoria na capacidade de reter uma resposta prepotente a partir dos 6 anos de idade.

Um estudo de revisão apoiado em pesquisas de neuroimagem aponta para uma semelhança de regiões neurais ativadas de crianças e adultos durante a realização de tarefas de inibição. Porém, a diferenciação no desempenho em tarefas cognitivas e comportais de crianças e adultos pode advir da conectividade eficaz entre as áreas frontais do cérebro. Por exemplo, crianças de 6 a 7 anos não apresentam uma inibição completamente bem-sucedida devido à baixa conectividade. Portanto, a partir dos 8 anos até o início da adolescência (13 anos) é uma fase crucial para o desenvolvimento do controle inibitório (BARDIKOFF; SABBAGH, 2017). Já na fase adulta, esta capacidade está bem desenvolvida, entretanto adultos mais velhos apresentam declínios na inibição de distrações visuais e auditivas (DIAMOND, 2013).

2.2.2 Memória de Trabalho

A memória de trabalho já desempenhou papel de componente único das funções executivas baseada em teorias como Baddley e Hitch (1972) que acreditavam em um sistema único no processamento da informação. No entanto, nos modelos de construtos múltiplos, a memória de trabalho exerce o papel de componente em um conjunto de funções (DIAMOND, 2013). Para tanto, a memória de trabalho exerce um papel fundamental em funções básicas do cotidiano do ser humano.

A memória de trabalho é a manutenção ativa de informações na mente por um curto período de tempo (BADDELEY, 1986). Desta forma, o ser humano é capaz de manter a informação ativa além de manipulá-la mentalmente (DIAMOND, 2013). Esta função exige atualização, monitoramento e codificação das informações de entrada relevante e adequada para a tarefa, substituindo informações antigas e não mais relevantes para a resolução de determinado problema (MIYAKE *et al.*, 2000). Esta atualização de informação permite não apenas lembrar informações relevantes, mas também alterar ou incorporar novos conhecimentos à estruturas mentais já existentes (BARDIKOFF; SABBAGH, 2017).

Este construto nos permite criticar e encontrar sentido em tudo que se desenrola ao longo tempo, por isso a necessidade de armazenar em mente o que aconteceu e o que acontecerá. A memória de trabalho é fundamental para o raciocínio, uma vez que é necessário ver conexões entre informações aparentemente não relacionadas e a separação de elementos de um todo integrado. Além disso, exerce papel indispensável na criatividade por exigir desmontagem e recombinação de elementos (DIAMOND, 2013).

Há dois tipos de memória de trabalho: verbal e visual-espacial. A memória de trabalho verbal está relacionada à linguagem escrita e falada na construção de uma frase, um parágrafo ou mais (DIAMOND, 2013). As operações cognitivas em que a manutenção, manipulação e transformação ocorrem da entrada verbal, portanto, a menor capacidade desta função torna difícil compreender processos fonológicos como misturar e segmentar palavras (PHAM; HASSON, 2014). Já a memória de trabalho visual-espacial permite a entrada de informações visuais. Estas informações são captadas, recodificadas e organizadas por meio da manipulação mental como realizar uma conta matemática, reordenar lista de itens mentalmente ou traduzir instruções em planos de ação (DIAMOND, 2013).

A memória de trabalho e o controle inibitório necessitam trabalhar juntos para que seja possível segurar um motivo em mente e saber quais estímulos são relevantes e quais devem ser inibidos. Do mesmo modo, os dois se entrelaçam ao ser capaz de relacionar ideias distintas, se concentrar em apenas um item e gerar novas ideias ao resistir velhos padrões de pensamentos (DIAMOND, 2013). Por isso,

há um discordância entre pesquisadores de funções executivas quanto a inibição e memória de trabalho serem habilidades cognitivas independentes ou indissociáveis (DIAMOND, 2013; WRIGHT; DIAMOND, 2014)

Tarefas mais clássicas e simples de avaliar memória de trabalho envolvem combinação ou transformação de sequências. O importante é exigir que o fluxo de informações seja lembrado e manipulado, como por exemplo inverter a ordem da informação. Para isso, existem tarefas relacionadas a imagens, sequências de dígitos ou letras (BARDIKOFF; SABBAGH, 2017)

A capacidade de armazenar informações na mente inicia seu desenvolvimento cedo, uma vez que lactantes e crianças jovens já são capazes de armazenar até duas informações em mente. Bebês de nove a doze meses são capazes de manipular informações e até reordenar representações mentais de forma lenta (DIAMOND, 2013). Assim como o controle inibitório, pesquisas apontam para um aumento de conectividades neurais que melhoram o desempenho da memória de trabalho ao longo do crescimento e desenvolvimento. Esta mudança qualitativa tende a se intensificar entre os 7 a 10 anos de idade (BARDIKOFF; SABBAGH, 2017). Nesta idade, pode-se encontrar modelos de dois fatores baseados no desenvolvimento da memória de trabalho e inibição/flexibilidade como um ajuste ideal. Por isso, a memória de trabalho se desenvolve mais cedo do que outras funções, pois é possível identificá-la com facilidade (BRYDGES *et al.*, 2014). Esta função pode continuar a se desenvolver na idade adulta, embora tenha evidência de que crianças entre 11 e 15 anos possam apresentar desempenho semelhante à adultos (HUIZINGA; DOLAN; VAN DER MOLEN, 2006). Entretanto, a memória de trabalho declina ao longo do envelhecimento assim como o controle inibitório, uma vez que os idosos sofrem mais interferências e distrações dificultando a habilidade de manipular uma informação (DIAMOND, 2013).

2.2.3 Flexibilidade Cognitiva

A flexibilidade cognitiva é a capacidade de variar de forma flexível entre conjuntos mentais ou regras (BARDIKOFF; SABBAGH, 2017). Este construto nos permite ver o mundo de uma perspectiva diferente e é fundamental para se adaptar

a novas circunstâncias e desenvolver a criatividade. É uma habilidade que requer a superação de tendências inerciais e a resistência de uma resposta rotineira, pois sua função é buscar uma nova forma de agir (DAVIDSON *et al.*, 2006).

A habilidade de alternar entre respostas múltiplas de acordo com a demanda da tarefa ou problema (MIYAKE *et al.*, 2000), além de ajustar à novas regras e prioridades ou mudança de pensamento sobre algo (DIAMOND, 2013) é um mecanismo complexo que compreende diferentes subprocessos.

A função da flexibilidade cognitiva incorpora outros dois componentes das funções executivas: memória de trabalho de controle inibitório (DAVIDSON *et al.*, 2006; DIAMOND, 2013; YENIAD *et al.*, 2014). Segundo Diamond (2012) a memória de trabalho é fundamental para manter os objetivos da tarefa em mente e a inibição desempenha o papel de inibir tarefas ou perspectivas anteriores. Assim como, a flexibilidade cognitiva pode modificar a memória de trabalho, a atenção e a seleção de respostas (DEÁK; WISEHEART, 2015).

A avaliação da flexibilidade cognitiva, por meio de tarefas, são variadas em conteúdo e complexidade, mas todas se baseiam em uma característica: o avaliado deve usar uma abordagem individual para responder corretamente, e então a regra é alterada para que o sujeito adote uma nova abordagem alternativa (YENIAD *et al.*, 2014). Uma tarefa frequentemente utilizada em crianças em idade escolar é a troca de tarefas (DAVIDSON *et al.*, 2006). É preciso alternar entre duas tarefas, e em seguida realizar um bloco misto.

O desempenho nas tarefas de flexibilidade cognitiva variam de acordo com a idade do avaliado (YENIAD *et al.*, 2014). Evidências apontam para um desenvolvimento tardio desta habilidade, uma vez que ela depende do desenvolvimento das demais funções. Crianças de 3 anos apresentam dificuldades em alterar os níveis de pensamento e perspectivas permanecendo presas em sua forma inicial de percepção (DIAMOND, 2013). Entretanto, a contribuição da inibição e memória de trabalho para o desenvolvimento da flexibilidade ocorre a partir dos 4 anos (YENIAD *et al.*, 2014). Portanto, é sugerido que a melhora na flexibilidade possa variar significativamente entre os 3 e 6 anos de idade (DEÁK; WISEHEART,

2015). Porém, a capacidade de captar melhor essas alterações inesperadas nas regras se torna evidente em torno de 9 a 10 anos (RICHARDSON *et al.*, 2018), mas seu desenvolvimento completo não ocorre antes dos 15 anos (HUIZINGA; DOLAN; VAN DER MOLEN, 2006). Assim como as demais habilidades, a flexibilidade cognitiva declina ao longo do envelhecimento mantendo suas funções executivas voltadas para respostas às demandas do ambiente de forma reativa dificultando a construção de novas formas de pensar (DIAMOND, 2013).

2.3A relação entre atividade física e funções executivas

Além da importância para manutenção do peso e redução dos riscos à saúde causada pela obesidade infantil, a atividade física tem se revelado como um método simples e importante para melhorar as funções mentais de crianças, contribuindo para o seu desenvolvimento cognitivo (DAVIS *et al.*, 2011). Portanto, pesquisas voltadas para compreender os motivos e os tipos de atividade física capazes de auxiliar no desenvolvimento das funções cognitivas tem sido frequentes na literatura (TOMPOROWSKI; LAMBOURNE; OKUMURA, 2011).

Há inúmeros mecanismos propostos para explicar a relação entre atividade física e cognição. Segundo Sibley e Etnier (2003) estes mecanismos podem ser categorizados em dois grandes grupos: mecanismos fisiológicos e mecanismos de desenvolvimento e aprendizagem. Dentre os mecanismos fisiológicos, a relação causal pode estar associada aos efeitos diretos do exercício físico, visto que é uma atividade capaz de proporcionar melhor circulação sanguínea que facilita a chegada de mais oxigênio e nutrientes para o cérebro (BIDZAN-BLUMA; LIPOWSKA, 2018; VERBURGH *et al.*, 2014). Além disso, o exercício físico em torno do limiar de lactato leva ao aumento imediato dos níveis plasmáticos de catecolaminas, hormônio adrenocorticotrófico, vasopressina e endorfina na circulação sanguínea periférica que supostamente reflete o aumento da secreção de neurotransmissores no sistema nervoso central. O aumento destes neurotransmissores pode aumentar o desempenho cognitivo (VERBURGH *et al.*, 2014). Além disso, a atividade física regular e crônica pode auxiliar na formação e extensão de novos vasos sanguíneos no cérebro (angiogênese) para melhorar a capacidade de perfusão do cérebro

(VERBURGH *et al.*, 2014). Ela estimula também as secreções neuro-hormonais que tem um significativo impacto na excitabilidade dos neurônios ao gerar múltiplas alterações neuroestruturais a nível de sinapses, dendritos e formação de células (neurogênese) (BIDZAN-BLUMA; LIPOWSKA, 2018).

Quanto aos mecanismos de desenvolvimento e aprendizagem das funções cognitivas, baseado nas teorias de excitação cerebral e desempenho cognitivo, há a hipótese de uma função invertida em forma de U de acordo com a intensidade do exercício. A excitação induzida pelo exercício em uma intensidade moderada poderá atingir um nível ótimo de desempenho em comparação com performances provocadas por exercícios leves ou vigorosos (CHU *et al.*, 2017; RATTRAY; SMEE, 2016; TOMPOROWSKI; LAMBOURNE; OKUMURA, 2011). Estudos de revisão que investigaram os efeitos de programas de intervenção de atividade física em crianças e adolescentes apresentaram desfechos positivos nas funções executivas (BEST, 2010; DIAMOND, A.; LEE, 2011; JACKSON *et al.*, 2016; SIBLEY; ETNIER, 2003; TOMPOROWSKI; LAMBOURNE; OKUMURA, 2011; VERBURGH *et al.*, 2014).

Além disso, há indícios de que o exercício físico pode gerar benefícios temporários nas funções cognitivas em apenas uma única sessão (CHANG, Y. K. *et al.*, 2012; CHU *et al.*, 2017; SIBLEY; ETNIER, 2003; TOMPOROWSKI; LAMBOURNE; OKUMURA, 2011; VERBURGH *et al.*, 2014), principalmente nas funções executivas (CHANG, YU KAI *et al.*, 2014). Pesquisadores ainda não determinaram conclusivamente se a idade é um moderador nos efeitos do exercício agudo uma vez que há poucos estudos voltados para o desenvolvimento destas funções em crianças (CHU *et al.*, 2017). Porém, estudos de revisão tem apontado para um efeito positivo deste tipo de exercício nas funções executivas em crianças e adolescentes (BEST, 2010; SIBLEY; ETNIER, 2003; TOMPOROWSKI; LAMBOURNE; OKUMURA, 2011; VERBURGH *et al.*, 2014). O estudo experimental de Lambrick *et al.* (2016) sugere que um exercício agudo de apenas 15 minutos de duração, seja de natureza intermitente ou contínua, é suficiente para provocar melhorias significativas nas funções executivas em crianças. E estes efeitos podem ser mantidos por até 30 minutos após o fim da atividade.

Todavia, há indícios de que apenas o exercício físico pode ser menos efetivo no desenvolvimento das funções executivas do que atividades que envolvam de forma unitária a atividade física e desafios mentais (DIAMOND, 2014). A atividade física com esforço cognitivo exige a realização de movimentos complexos com demandas cognitivas inerentes aos jogos e às ações esportivas (CROVA *et al.*, 2014). Bidzan-Bluma e Lipowska (2018) concluem em seu trabalho de revisão que principalmente atividades voltadas para o esporte, são a forma mais natural de estimular funções executivas de crianças. Assim, o esporte é uma forma de atividade física com exigência cognitiva (CROVA *et al.*, 2014; DIAMOND, ADELE, 2014b; ISHIHARA *et al.*, 2016; KUBESCH *et al.*, 2009; LAKES; HOYT, 2004; PESCE *et al.*, 2013; SCHMIDT *et al.*, 2015), visto que os desportos, principalmente os coletivos, exigem atenção prolongada, memória de trabalho, ação disciplinada, além de trazer alegria, orgulho e vínculo social (DIAMOND; LEE, 2011).

Dentre as evidências dos efeitos das atividades esportivas sob as funções executivas, um estudo de Lakes e Hoyt (2004) com crianças de 5 a 11 anos que participaram de aulas de Taekwondo obtiveram melhores resultados em teste de memória de trabalho e controle inibitório do que crianças que participaram de aulas de educação física padrão. Já crianças de 5 a 10 anos submetidas a um intervenção de desenvolvimento das habilidades motoras básicas tiveram melhor desempenho em relação ao controle inibitório do que crianças que apenas participaram de atividade físicas sem desafios cognitivos (PESCE *et al.*, 2013). Os trabalhos de Crova *et al.* (2014) e Ishihara *et al.* (2016) utilizaram aulas de tênis como programa de intervenção e concluíram que crianças de 9 a 10 anos de idade com excesso de peso apresentaram melhorias no controle inibitório e crianças de 6 a 12 anos de idade tiveram melhorias na memória de trabalho e controle inibitório, respectivamente. Já a prática do futebol por meninos de 8 e 9 anos de idade apresentou influência no desenvolvimento da memória de trabalho, especificamente na visual-espacial, e melhoria da atenção em relação ao grupo controle (ALESI *et al.*, 2016).

No entanto, os tipos de intervenção de exercício-cognição em crianças são heterogêneos com diferentes níveis de desafios cognitivos. Esta heterogeneidade

dificulta a compreensão de aspectos específicos que auxiliam no desenvolvimento destas habilidades cognitivas (CROVA *et al.*, 2014). Segundo Diamond e Ling (2016), estudos demonstram que os benefícios da atividade física nas funções executivas podem durar meses ou anos, mas quase sempre diminuem com a falta de prática. Assim como a falta de atividade física ou o aumento do tempo gasto em atividades de lazer sedentárias pode ser um fator para o empobrecimento das funções executivas (BIDZAN-BLUMA; LIPOWSKA, 2018).

2.4 Relação das funções executivas com o desempenho acadêmico

A realização acadêmica desempenha um papel central nos resultados futuros de desenvolvimento e conquistas posteriores de crianças e adolescentes, como aspirações educacionais (RIBNER; WILLOUGHBY; BLAIR, 2017), metas de emprego (SÁNCHEZ-PÉREZ *et al.*, 2018) sucesso socioeconômico e qualidade de vida (TITZ; KARBACH, 2014).

Embora uma parte considerável do fracasso acadêmico e da evasão de alunos é atribuída às características da escola, do professor e da sala de aula, as habilidades de nível individual continuam sendo importantes para promover o sucesso acadêmico e desenvolver formas eficazes de melhorar o desempenho escolar (RIBNER; WILLOUGHBY; BLAIR, 2017).

Dentre as habilidades individuais, há diversos fatores que influenciam o desempenho acadêmico como aspectos cognitivos, emocionais, atencionais e comportamentais (BLAIR; DIAMOND, 2008). Ao considerar os aspectos cognitivos, foco do presente estudo, à medida que estudiosos tentam compreender estes fatores influenciadores, as funções executivas tem sido apontadas como potencialmente importantes para desempenhar tarefas escolares (DAY; CONNOR, 2017).

Na literatura, há fortes evidências de que as funções executivas contribuem para o desenvolvimento acadêmico (BEST; MILLER; NAGLIERI, 2012; BLAIR; DIAMOND, 2008; GORDON *et al.*, 2018; SÁNCHEZ-PÉREZ *et al.*, 2018; ST CLAIR-THOMPSON; GATHERCOLE, 2006). Estas funções estão associadas a capacidade de perseverar ao trabalhar em uma tarefa, habilidades para sustentar e focar a

atenção e a capacidade de manter informações em mente por tempo suficiente para relacionar diferentes ideias e adquirir conhecimento acadêmico (BLAIR; DIAMOND, 2008). Como por exemplo, uma tarefa como escrever uma sentença com uma estrutura hierárquica complexa exige níveis baixos de processamento (identificações de letras e palavras individuais) e níveis mais altos de atividade como manter a frase planejada e identificar a próxima palavra da sequência (ST CLAIR-THOMPSON; GATHERCOLE, 2006). Em contraste, crianças que apresentam dificuldades em desempenhar tarefas acadêmicas estão associadas à baixos níveis de funções executivas (MORGAN *et al.*, 2018; ST CLAIR-THOMPSON; GATHERCOLE, 2006).

A capacidade de leitura é uma habilidade básica para os diferentes conteúdos, o que é fundamental para quase toda a aprendizagem no contexto escolar (RIBNER; WILLOUGHBY; BLAIR, 2017). Além das funções executivas desempenhar um papel importante na compreensão do sentido de um parágrafo (DIAMOND, 2013) e de auxiliar na inibição de informações irrelevantes (ST CLAIR-THOMPSON; GATHERCOLE, 2006), também é crucial na transformação do “aprender a ler” para “ler para aprender” (RIBNER; WILLOUGHBY; BLAIR, 2017). Estudos sugeriram associações da melhor capacidade de leitura com a memória de trabalho (DOYLE *et al.*, 2018; NUTLEY; SÖDERQVIST, 2017; PHAM; HASSON, 2014; ST CLAIR-THOMPSON; GATHERCOLE, 2006), controle inibitório (DOYLE *et al.*, 2018; MORGAN *et al.*, 2018) e flexibilidade cognitiva (MORGAN *et al.*, 2018).

Da mesma forma, a associação das funções executivas à matemática também são bem documentadas (RIBNER; WILLOUGHBY; BLAIR, 2017). Além da matemática ser usada extensivamente em nossa vida cotidiana, como seguir uma receita ou dividir uma conta entre amigos (CRAGG *et al.*, 2017) também é considerada entre todas as competências acadêmicas, como uma habilidade fundamental para disciplinas relacionadas à ciência, tecnologia e engenharia (SÁNCHEZ-PÉREZ *et al.*, 2018). Neste sentido, pesquisadores buscam vincular programas de treinamento de memória de trabalho à benefícios no desempenho aritmético (CRAGG *et al.*, 2017; NUTLEY; SÖDERQVIST, 2017; SÁNCHEZ-PÉREZ *et al.*, 2018), assim como a associação do controle inibitório e flexibilidade cognitiva (MORGAN *et al.*, 2018). Entretanto, um ponto importante a ser considerado está

relacionado à variabilidade intra-domínio, uma vez que há indícios que as funções executivas estejam mais relacionadas à resolução de problemas de matemática do que o apenas o cálculo (BEST; MILLER; NAGLIERI, 2012). É importante ressaltar que este domínio específico exige habilidades subjacentes como o desenvolvimento da linguagem (CRAGG *et al.*, 2017).

De forma geral, as funções executivas complexas e fundamentais foram particularmente fortemente relacionadas à conhecimentos de matemática e leitura do jardim de infância (BLAIR; DIAMOND, 2008; MORGAN *et al.*, 2018). Apesar de alguns estudos sugerir que o desempenho acadêmico exigia das funções executivas apenas em crianças pequenas devido à automatização ao longo da vida acadêmica, Best, Miller e Naglieri (2012) encontraram influência destas funções até os 17 anos. Blair e Diamond (2008) ainda afirmam que os resultados acadêmicos para medidas de inteligência geral eram reduzidos ou ausentes quando as habilidade de funções executivas permaneciam controladas. Portanto, é possível considerar o desempenho das funções executivas em atividade de aprendizado para que evite a sobrecarga destas funções e facilite a aprendizagem (ST CLAIR-THOMPSON; GATHERCOLE, 2006).

Entretanto, da mesma forma que as funções executivas se desenvolvem ao longo da vida, a influência destas funções sob o sucesso acadêmico também sofre mudanças ao longo do desenvolvimento da criança e do adolescente (BEST; MILLER; NAGLIERI, 2012). Por exemplo, em crianças muito pequenas que estão na fase de desenvolvimento das funções executivas, ainda há uma discussão acerca da contribuição da memória de trabalho na capacidade de leitura, uma vez que esta função pode auxiliar na formação das palavras ou na compreensão e interpretação do texto de forma geral (NUTLEY; SÖDERQVIST, 2017). Neste mesmo sentido, durante as fases iniciais da aprendizagem da matemática, as crianças utilizam estratégias de contagem para futuramente substituí-la pela formação de representações categóricas na memória. Isso sugere um padrão de mudança nas demandas de memória de trabalho à medida que as funções visuoespaciais são recrutadas (NUTLEY; SÖDERQVIST, 2017).

De acordo com a complexidade das relações entre atividade física, funções

executivas e desempenho acadêmico, se faz necessário investigar a aplicação de modelos teóricos acerca da mediação das funções executivas na relação entre atividade física e desempenho acadêmico (HOWIE; PATE, 2012).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

- Verificar o nível de atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico em crianças do ensino Fundamental I, assim como a associação entre essas variáveis.

3.2 Objetivos específicos

- Comparar por faixa etária o nível de atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico em crianças do ensino Fundamental I;

- Correlacionar o nível de atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico em crianças do ensino Fundamental I;

- Analisar a relação direta entre o nível de atividade física e desempenho acadêmico mediado pelas funções executivas em crianças do ensino Fundamental I.

4 HIPÓTESES

H0: Não há efeito da idade sobre o nível de atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico no ensino Fundamental I

H1: Há efeito da idade sobre o nível de atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico no ensino Fundamental I

H0: Não há correlação entre o nível de atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico no ensino Fundamental I

H2: Há correlação entre o nível de atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico no ensino Fundamental I

H0: Não há efeito indireto entre o nível de atividade física e desempenho acadêmico mediada pelas funções executivas no ensino Fundamental I.

H3: Há efeito indireto entre o nível de atividade física e desempenho acadêmico mediada pelas funções executivas no Ensino Fundamental I.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção, os materiais e métodos serão abordados em tópicos. Inicialmente, será feita a caracterização do desenho geral do estudo, seguida da caracterização geral da amostra e descrição dos cuidados éticos da pesquisa. No terceiro momento, serão descritos os instrumentos utilizados na pesquisa e como as coletas foram realizadas, além do tratamento estatístico empregado.

5.1 Desenho do Estudo

Este estudo tem caráter transversal e descritivo, visto que as medidas foram coletadas uma única vez em um determinado ponto temporal e não houve qualquer intervenção na amostra (THOMAS; NELSON, 2002).

5.2 Amostra

Inicialmente, a amostra foi composta por 215 crianças de 6 a 11 anos com idade média de $8,17 \pm 1,63$ anos. Entretanto, 50 crianças foram excluídas da amostra deste estudo baseado nos resultados igual ou inferior ao percentil 15 no Teste das Matrizes Progressivas Coloridas de Raven.

Para tanto, a amostra final deste estudo foi composta por 165 crianças com idade média de $8,41 \pm 1,56$ anos. Dentre a amostra, 85 (51,51%) são meninos com idade média de $8,30 \pm 1,49$ anos e 80 (48,48%) são meninas com idade média de $8,53 \pm 1,63$ anos. Todos os sujeitos estavam matriculados regularmente em escolas públicas da cidade de Viçosa e Santo Antônio do Gramma, ambas localizadas no estado de Minas Gerais, frequentando turmas do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental.

A tabela 1 retrata a distribuição da idade em função do sexo em cada faixa etária que compõem a amostra. Apesar da aproximação entre os valores de média entre os sexos, é possível notar uma discrepância entre as frequências dos sexos em cada grupo de faixa etária.

Tabela 1: Distribuição dos sujeitos por sexo e faixa etária.

Idade	Masculino		Feminino		Total	
	N	%	N	%	N	%
6 anos	7	43,75	9	56,25	16	9,70
7 anos	10	52,43	9	47,37	19	11,50
8 anos	25	65,78	13	44,73	38	23,00
9 anos	12	41,37	17	58,62	29	17,60
10 anos	15	55,55	12	44,44	27	16,40
11 anos	16	44,44	20	55,55	36	21,80
Total	85	51,50	80	48,50	165	100

Fonte: Dados da pesquisa.

Na tabela 2, como mais uma forma de caracterizar a amostra, são apresentados as médias e desvio padrão da estatura (em metros) e da massa corporal (em quilogramas).

Tabela 2: Distribuição dos sujeitos por sexo, estatura e massa corporal.

Sexo	N	Estatura		Massa corporal	
		Média	Dp	Média	Dp
Feminino	80	1,34	0,12	31,43	8,72
Masculino	85	1,32	0,09	31,43	8,72
Total	165	1,33	0,10	31,04	9,21

Fonte: Dados da pesquisa.

5.3 Cuidados Éticos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa sob o parecer nº 1.888.177 (CAAE: 62145016.8.0000.5153) apoiado no Estatuto da Criança e do Adolescente. Todos os voluntários e responsáveis pelos sujeitos da pesquisa foram informados sobre os objetivos, procedimentos metodológicos e a relevância do estudo, por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que foi entregue e assinado pelo responsável caracterizando a autorização da participação no estudo.

5.4 Instrumentos

Neste tópico, estão descritos todos os instrumentos utilizados neste estudo. Para a caracterização da amostra utilizou-se um questionário, a avaliação do nível de atividade física por meio da utilização de pedômetros, a avaliação das funções executivas por meio de tarefas específicas para controle inibitório, memória de trabalho, flexibilidade cognitiva, inteligência fluída e planejamento, e por fim, a avaliação do desempenho acadêmico mediante à um teste de aritmética.

Questionário para caracterização da amostra

O questionário para caracterização da amostra pode ser dividido em três partes, sendo que a primeira é relacionada com os dados demográficos do sujeito (sexo, idade, local onde mora, escolaridade, etc.); a segunda refere-se às atividades esportivas realizadas no ambiente escolar; e a última está associada com a experiência esportiva formal (em clube ou escolinha esportiva) da criança de uma forma geral. A aplicação do questionário foi feita por um avaliador de forma individual e com adaptações às perguntas com o objetivo de facilitar o entendimento da criança.

Avaliação do nível de atividade física

O nível de atividade física foi mensurado de forma objetiva por meio do pedômetro. Os pedômetros utilizados são da marca Yamax, Digi-Walker, modelo SW 200, Japão com o objetivo de contabilizar os números de passos diários, através de

um mecanismo que detecta oscilações verticais mediante à movimentos de caminhada ou corrida. Além disso, possui uma memória interna que registra o número de passos. Este instrumento é válido e confiável para a medição do nível de AF em crianças (MCNAMARA; HUDSON; TAYLOR, 2010a).

Anterior a utilização do pedômetro, o botão de *reset* do aparelho foi vedado para que o valor total de passos ao fim da semana estivesse presente na tela. Também confeccionou uma bolsa pequena de tecido revestida de elástico ajustável para que o pedômetro se mantivesse fixo à cintura da criança, além de evitar possíveis perdas ou danos.

No primeiro dia de uso do aparelho, as crianças foram instruídas sobre a fixação do pedômetro na cintura, sua remoção (somente durante o banho, natação ou sono) e a reposição do aparelho todas as manhãs. Também foram orientados a permanecer na mesma rotina diária em que estavam acostumados durante os 7 dias de uso do aparelho.

Em conjunto com o aparelho e o cinto fixador, as crianças também receberam uma folha impressa (ANEXO 2) em que se refere às orientações aos pais de como utilizar o aparelho e como auxiliar as anotações pertinentes ao número de passos ao final de cada dia, além de uma planilha composta do dia da semana com uma lacuna livre para anotação do número de passos.

Funções executivas

A avaliação neuropsicológica foi desenhada com foco na avaliação das funções executivas fundamentais como memória de trabalho, controle inibitório e flexibilidade cognitiva, além de funções consideradas mais complexas como a inteligência fluida e planejamento.

A memória de trabalho foi avaliada pelo teste dos Dígitos, o controle inibitório foi avaliado por meio do teste de 5 dígitos e para avaliar flexibilidade cognitiva utilizou-se o teste de Fluência Verbal. Para as avaliações de inteligência fluida e planejamento, utilizou-se o teste das Matrizes Coloridas Progressivas de Raven e Torre de Londres, respectivamente.

Para realização destas tarefas a avaliação aconteceu de forma individual em uma área reservada e tranquila para que fosse minimizada qualquer influência externa na performance do avaliado.

Teste das Matrizes Progressivas Coloridas de Raven (RAVEN, 1956): Destina-se à avaliação do desenvolvimento intelectual de crianças de 5 a 11 anos de idade. O teste é constituído por três séries de 12 itens: A, Ab e B. Os itens estão dispostos em ordem de dificuldade crescente em cada série, sendo cada série mais difícil do que a série anterior. No início de cada série são sempre colocados itens mais fáceis, cujo objetivo é introduzir o examinando num novo tipo de raciocínio, que vai ser exigido para os itens seguintes. Os itens consistem em um desenho ou matriz com uma parte faltando, abaixo do qual são apresentadas seis alternativas, uma das quais completa a matriz corretamente. O examinando deve escolher uma das alternativas como a parte que falta. No Brasil, normas estão disponíveis no manual do teste de 1999 (ANGELINI *et al.*, 1999), bem como num estudo mais recente de Bandeira *et al.* (2004).

Torre de Londres (SHALLICE, 1982): No teste da Torre de Londres é usada uma base de madeira com três hastes de tamanhos diferentes, onde estão três bolas de cores diferentes (vermelho, verde e azul). Na versão original desenvolvida por Shallice (1982) são apresentados ao sujeito 12 problemas em ordem crescente de dificuldade, um de cada vez, que devem ser resolvidos movimentando as bolas nas hastes. Os problemas são apresentados através de cartões onde estão diferentes configurações envolvendo a disposição das esferas nas hastes. O sujeito deve realizar a tarefa com a menor quantidade possível de movimentos que conseguir. Cada problema apresenta uma quantidade mínima de movimentos que pode variar de dois a cinco movimentos. Para cada tentativa, o sujeito tem três chances de resolver com a quantidade mínima de movimentos. Se resolver da primeira vez com a quantidade mínima de movimentos, ganha três pontos. Na segunda tentativa, ganha dois pontos e na terceira, um ponto. Caso não consiga resolver em nenhuma tentativa não ganha os pontos do item. A pontuação máxima obtida no teste é de 36

pontos. No Brasil, parâmetros normativos para crianças estão disponíveis em Malloy-Diniz et al. (2008).

Dígitos (Subteste do WISC-IV) (WECHSLER, 2013): Este subteste das Escalas Wechsler de Inteligência demanda para sua execução memória de curto-prazo (auditiva) e memória operacional entre outros. Dígitos é composto de oito séries para ordem direta e oito para inversa, havendo um aumento gradual da quantidade de dígitos em cada série. A ordem direta é aplicada em primeiro lugar, seguida pela inversa, que é administrada independentemente se o examinando fracassa totalmente na ordem direta. Cada item é formado de dois conjuntos de dígitos constituindo em duas tentativas, sendo ambas aplicadas. A pontuação máxima no subteste é de 32 pontos.

Fluência Verbal (LEZAK, M *et al.*, 2012; STRAUSS; SHERMAN; SPREEN, 2006): A tarefa de fluência verbal foi concebida com o objetivo de avaliar a capacidade de organizar e planejar a produção de palavras referentes a uma determinada categoria semântica, testando a capacidade de memória, associação conceitual e fluência verbal. Consiste em pedir à criança que produza o mais rápido possível o maior número possível de palavras semanticamente relacionadas a categorias pré-determinadas (neste acaso, animais) em um período de 60 segundos. As medidas dependentes são o número de palavras corretas, erradas e preservações produzidas em cada período. As tarefas de fluência verbal avaliam aspectos do funcionamento linguístico e capacidade de associação semântica, mas também requerem aspectos relacionados ao funcionamento executivo (busca focalizada na memória) e velocidade de processamento de informação.

Teste dos Cinco Dígitos (SEDÓ; DE PAULA; MALLOY-DINIZ, 2015): O teste dos Cinco Dígitos é uma tarefa neuropsicológica que consiste no reconhecimento, leitura e contagem dos cinco primeiros algarismos arábicos (1, 2, 3, 4 e 5). Os algarismos são apresentados dentro de quadrados, dispostos em uma folha de 10 linhas com 5 quadrados em cada uma delas. Os números variam aleatoriamente em relação ao algarismo e à quantidade em cada quadrado. O teste é dividido em 4 partes: Na

primeira, é solicitado ao sujeito que leia os números arábicos que estão nos quadrados (nessa etapa há uma coincidência entre o algarismo e sua quantidade); na segunda parte é solicitado que ele conte a quantidade de estímulos (asteriscos) que há em cada quadrado; na terceira parte, ele deve contar a quantidade de algarismos que há em cada quadrado (nessa etapa não há coincidência entre o algarismo e quantidade de dígitos apresentados em cada quadrado); na quarta e última parte, o sujeito deve executar a mesma tarefa da etapa 3, porém é acrescentada uma variável, alguns quadrados apresentam uma borda azul, que indica que ele deve trocar a regra momentaneamente e ler, ao invés de contar, o número que está dentro do quadrado. O teste avalia velocidade de processamento verbal e numérico (partes I e II), controle inibitório (parte III) e flexibilidade mental (parte IV). No Brasil, o teste foi adaptado e normatizado (SEDÓ; DE PAULA; MALLOY-DINIZ, 2015).

Desempenho Acadêmico

Teste de Desempenho Escolar (TDE – Subteste de Aritmética) (STEIN, 1994): O teste é destinado a crianças de 1ª a 6ª ano do Ensino Fundamental, sendo composto por três subtestes: 1) escrita - escrita do nome próprio e de palavras contextualizadas, apresentadas sob a forma de ditado; 2) leitura – reconhecimento de palavras isoladas do contexto, e 3) aritmética - solução oral de problemas e cálculo de operações aritméticas por escrito (STEIN, 1994). Cada um dos subtestes apresenta uma escala de itens em ordem crescente de dificuldade que são apresentados à criança independentemente de sua série. Neste estudo utilizou-se apenas o subteste de Aritmética.

5.5 Procedimentos de coleta de dados

- 1) Contato com as escolas: realizou-se contato com as escolas públicas para a apresentação do método e objetivos da pesquisa. Após a aprovação por parte da direção executiva da entidade, recolheram-se informações referentes às datas de nascimento das crianças cedidas pela escola.

- 2) Capacitação dos avaliadores: produziu-se um minicurso cujo propósito era informar sobre os objetivos da pesquisa e seus desdobramentos, além de elucidar os métodos utilizados e esclarecer dúvidas acerca dos protocolos de forma a garantir fidedignidade dos dados.
- 3) TCLE: Os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido foram entregues às crianças para que os pais ou responsável autorizassem a participação na pesquisa. Apenas participaram da coleta de dados crianças que retornavam com o documento assinado.
- 4) Coleta de dados: As coletas aconteceram em forma de estações e rodízios. O local de coleta foi no próprio ambiente escolar e no Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Viçosa- UFV.

5.6 Análise estatística

As análises iniciais dos dados foram realizadas no programa SPSS® versão 21.0 com significância estatística fixada em 0,05. Estatísticas descritivas foram usadas para descrever as características da amostra e resultado dos participantes nos teste de a atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico. Testes de *Mann Whitney* e Teste *t student* independente foram usados para testar o efeito do sexo sobre as variáveis mensuradas. Também foram realizadas análises de variância ANOVA com *post hoc* de *Bonferroni* e *Krukall-Wallis* com *post hoc* de *Dunn* corrigido por *Bonferroni* para testar o efeito da idade nas variáveis e f^2 de *Cohen* para o tamanho do efeito. Seguida das análises correlacionais realizadas pela correlação de *Spearman*.

Para examinar a relação entre as variáveis foram construído um modelo de equações estruturais por meio do programa STATA® versão 14.0. Para a construção do modelo, foi utilizado uma variável latente Funções Executivas a partir das variáveis mensuradas. Foi adicionada a este modelo uma relação direta da atividade física para funções executivas, além de uma relação direta entre funções executivas e desempenho acadêmico. Para os testes de ajuste do modelo e seus seguintes valores foram utilizados os índices propostos por Hu e Bentler (1998) expostas na tabela 3. Valores de X^2 , Erro quadrático médio de aproximação (RMSEA) e raiz quadrada média padronizada residual (SRMR) são considerados

índices de ajuste absoluto, já os valores de índice de ajuste comparativo (CFI) e índice de Tuckes-Lewis (TLI) são considerados índices de ajuste comparativo (HU; BENTLER, 1998). As relações diretas e indiretas por meio dos coeficientes de caminho também tiveram o nível de significância fixado em 0,05.

Tabela 3: Valores dos índices de ajuste

Estimador	Ponto de corte
X²	p.> 0,05
SRMR	>0,80
RMSEA	<0,60
CFI	>0,95
TLI	>0,95

Legenda: X² = qui-quadrado; RMSEA = erro quadrático médio de aproximação; SRMR = raiz quadrada média padronizada residual CFI = índice de ajuste comparativo; TLI = índice de Tuckes-Lewis.

6 RESULTADOS

Nesta seção, inicialmente, são apresentadas características gerais da amostra relacionados à atividade física, às funções executivas e ao desempenho acadêmico. Em seguida, os resultados de comparações entre os sexos e os grupos etários nas variáveis mensuradas. Na categorização dos grupos etários, a amostra foi agrupada de forma que a média de idade dos grupos fosse o ano inteiro. Por exemplo, o grupo de 6 anos foi composto de crianças com 5,50 até 6,49 anos.

Também são apresentadas as correlações entre todas as variáveis, seguida dos resultados referentes aos modelos de equações estruturais com os valores dos coeficientes e índices de ajuste.

6.1 Estatística descritiva e diferenças entre faixa etária

Os resultados referentes a análise descritiva das variáveis nível de atividade física e do desempenho nas tarefas de funções executivas e aritmética estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4: Análise descritiva das variáveis nível de atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico

Variável	Média	Dp
Nível de atividade física		
<i>Nº de passos total</i>	8219,97	4461,20
Funções Executivas		
<i>FDT – Inibição</i>	47,60	17,87
<i>FV – Pares</i>	4,80	1,87
<i>Span Dígitos (Inversa)</i>	22,12	10,35
<i>ToL</i>	27,63	3,61
Desempenho Acadêmico		
<i>TDE – Aritmética</i>	12,55	6,16

Fonte: Dados da pesquisa.

Legenda: Dp: desvio padrão; FDT = Teste dos 5 dígitos; ToL = Torre de Londres; FV = Fluência Verbal; TDE = Teste de desempenho escolar.

Na tabela 5 são apresentadas as comparações das variáveis mensuradas entre os grupos etários. Em caso de diferença significativa entre as faixas etárias no teste de *Kruskall-Wallis*, realizou-se o *post-hoc Dunn-Bonferroni* para indicar as diferenças entre os grupos. Para o nível de atividade física não houve efeito significativo da idade sobre o número de passos total ($H_{(5)}=6,41$, $p=0,268$, $r=0,29$). Em relação às funções executivas, a idade teve efeito significativo sobre todas as medidas: FDT – Inibição ($H_{(5)}=49,08$, $p=0,000$, $r=0,28$); FV – Pares ($H_{(5)}=47,50$, $p=0,000$, $r=0,21$); AcertosxSpan de Dígitos – Inversa ($H_{(5)}=57,39$, $p=0,000$, $r=0,22$); Torre de Londres ($H_{(5)}=20,70$, $p=0,001$, $r=0,07$). No desempenho acadêmico, também houve efeito da idade de acordo com o subteste de aritmética ($H_{(5)}=139,58$, $p=0,000$, $r=0,71$).

Tabela 5: Comparações das medidas entre os grupos etários.

Variável	6	7	8	9	10	11	p
Nº de passos total ¹	5241,80 (5165,70)	8161,60 (3111,80)	6618,00 (6375,00)	6417,40 (4487,00)	7829,00 (5998,00)	7899,60 (5619,30)	0,380
FDT – Inibição ¹	74,50 (49,50)	60,00 (30,00)	51,00 (21,80)	41,00 (18,00) #	37,00 (18,00) # § +	35,50 (12,80) # § +	0,000*
					# § +		
FV – Pares ¹	3,50 (2,80)	4,00 (2,00)	4,50 (3,00) #	5,00 (2,50) #	6,00 (2,00) #	6,00 (3,00) # §	0,000*
					§		
Span de Dígitos (Inversa) ¹	12,00 (10,30)	20,00 (8,00)	20,00 (12,00) #	20,00 (7,00) #	25,00 (15,00) # §	24,00 (15,00) # § +	0,000*
ToL ¹	25,50 (6,50)	26,00 (5,00)	27,00 (3,50)	30,00 (5,00) #	28,00 (5,00)	29,50 (4,00) #	0,017*
TDE - Aritmética ¹	5,00 (2,80)	6,00 (4,00)	10,00 (3,30) #	11,00 (4,50) # §	16,00 (5,00) # § +	20,00 (5,50) # § +	0,000*
					# § +	τ	

Fonte: Dados da pesquisa

¹ Dados são apresentados como mediana e intervalo interquartilico. Teste *Kruskal-Wallis* com *post-hoc* de *Dunn -Bonferroni*.

² Dados são apresentados como média e desvio padrão. Teste ANOVA *One Way* com *post-hoc* de *Bonferroni*.

Diferença significativa com o Grupo 6

§ Diferença significativa com o Grupo 7

+ Diferença significativa com o Grupo 8

τ Diferença significativa com o Grupo 9

Legenda: Dp: desvio padrão; FDT = Teste dos 5 dígitos; ToL = Torre de Londres; FV = Fluência Verbal; TDE = Teste de desempenho escolar

Os resultados do teste de post hoc revelaram diferenças significativas nas pontuações do teste FDT – Inibição para os estudantes de 6 e 10 anos ($p=0,002$), 6 e 11 anos ($p<0,001$), 7 e 10 anos ($p=0,013$), 7 e 11 anos ($p<0,001$), 8 e 10 anos ($p=0,025$), 8 e 11 anos ($p<0,001$).

Na Fluência Verbal – Pares, estudantes de 6 anos apresentaram diferenças significativas com 10 anos ($p=0,001$) e 11 anos ($p=0,001$), já o grupo de 7 anos teve diferenças significativas com 10 ($p=0,001$) e 11 anos ($p=0,001$).

No Acertos x Span de Dígitos houve apenas diferenças significativas entre 6 e 9 anos ($p=0,011$), 6 e 10 anos ($p<0,001$), 6 e 11 anos ($p<0,001$), 7 e 10 anos ($p=0,006$), 7 e 11 anos ($p=0,001$), 8 e 10 anos ($p=0,030$) e 8 e 11 anos ($p=0,004$). Na Torre de Londres houve diferenças significativa apenas entre 6 e 11 anos ($p=0,042$).

Por fim, no TDE – Aritmética houve diferenças significativas entre 6 e 8 anos ($p<0,001$), 6 e 9 anos ($p<0,001$), 6 e 10 anos ($p<0,001$), 6 e 11 anos ($p<0,001$), 7 e 8 anos ($p=0,026$), 7 e 9 anos ($p<0,001$), 7 e 10 anos ($p<0,001$), 7 e 11 anos ($p<0,001$), 8 e 10 anos ($p<0,001$), 8 e 11 anos ($p<0,001$), 9 e 11 anos ($p=0,006$).

6.2 Correlação entre o nível de atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico

Na tabela 6 são apresentadas as correlações entre todas as variáveis analisadas.

O nível de atividade física teve correlação significativa apenas com FV – Pares ($r=0,26$, $p=0,001$), porém pode ser considerada fraca.

Quanto às correlações entre os testes de funções executivas e o desempenho acadêmico, pode-se observar correlações significativas moderadas à forte: FDT – Inibição ($r=-0,51$, $p<0,001$), FV – Pares ($r=0,40$, $p<0,001$), Acertos x Span de Dígitos Inversa ($r=0,45$, $p<0,001$), Torre de Londres ($r=0,33$, $p<0,001$). Nota-se que o coeficiente relacionados à inibição é negativo porque pontuações mais altas refletem um pior desempenho na tarefa, o que significa que quanto maior o número de passos, maior é o desempenho na tarefa.

Tabela 6: Valores de Correlação para cada variável.

	1	2	3	4	5	6
1. Nº de passos total	1,0					
2. FDT – Inibição	-0,81	1,0				
3. FV – Pares	0,26**	-0,31**	1,0			
4. Acertos x Span Dígitos (Inversa)	0,65	-0,35**	-0,38**	1,0		
5. ToL	0,11	-0,16*	0,26**	0,16*	1,0	
6. TDE – Aritmética	0,10	-0,51**	0,40**	0,45**	0,33**	1,0

Fonte: Dados da pesquisa

Legenda: Dp: desvio padrão; FDT = Teste dos 5 dígitos; ToL = Torre de Londres; FV = Fluência Verbal; TDE = Teste de desempenho escolar.

*p < 0,05. **p < 0,01

6.3 Associação entre nível de atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico

Para testar a relação indireta entre o nível de atividade física, as funções executivas e o subteste de aritmética foi criado um modelo (Figura 5). Neste modelo criado a variável latente “funções executivas” composta de variáveis correspondentes à controle inibitório, memória de trabalho, flexibilidade cognitiva e planejamento. Na tabela 7, os valores dos índices de ajustes do modelo sugerem um modelo com ajuste aceitável.

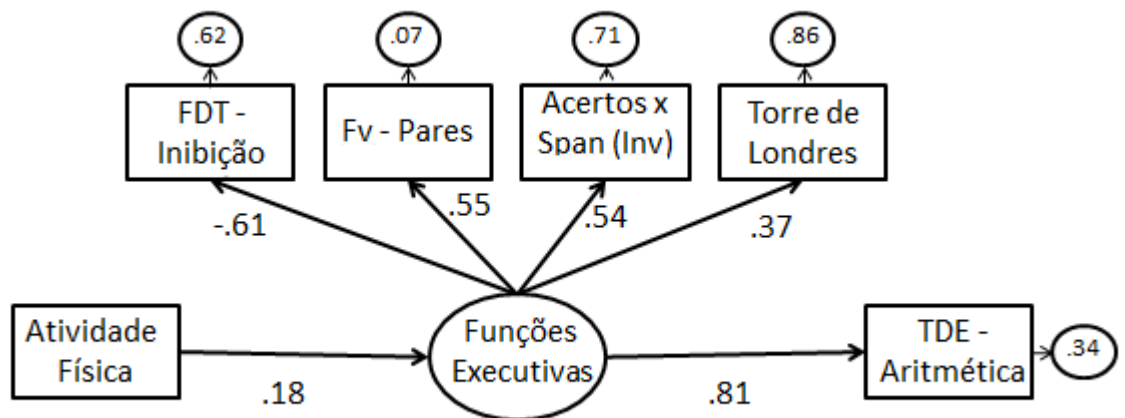


Figura 3. Modelo 1 - Relação indireta entre nível de atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico.

Tabela 7: Valores dos índices de ajuste para os modelos testados

	X²	P	RMSEA	CFI	TLI	SRMR
Modelo 1	11.378	0.351	0.040	0.984	0.9731	0.038

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 8: Valores dos coeficientes e intervalos de confiança dos efeitos diretos, efeitos indiretos e efeito total do Modelo 1.

	Efeitos Diretos		Efeitos Indiretos		Efeitos totais	
	Coef.	P	Coef.	P	Coef.	p
Modelo 1						
NAF -> FE	0,0002	0,041*				
FE -> FDT Inibição	-2,1936	0,000**				
FE -> FV – Pares	0,2040	0,000**				
FE -> AxS (Inv)	1,1192	0,000**				
FE -> ToL	0,2678	0,000**				
FE-> TDE	0,1876	0,000**				
NAF -> FE -> TDE			0,0002	0,041*	0,0002	0,041*

Fonte: Dados da pesquisa

Legenda: NAF: Nível de Atividade Física; FE: Funções Executivas; TDE: Subteste – Aritmética; Fec: Funções Executivas complexas; Fef: Funções executivas fundamentais. *p < 0,05. **p < 0,01

7 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivos (a) comparar por faixa etária o nível de atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico em crianças do Ensino Fundamental I, assim como (b) verificar a relação indireta entre o nível de atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico dessas.

7.1 Diferenças entre as faixas etárias do nível de atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico

De acordo com a amostra deste estudo, não houve diferença significativa entre as idades para o nível de atividade física. Crianças de 6 anos apresentaram a menor média com 5.241 passos/dia, já crianças de 7 anos tiveram a maior média com 8.161 passos/dia seguida de uma queda nas demais idades. Tudor-Locke (2004) indica uma crescente nas médias de passos/dia ao longo dos anos. Porém, na fase da adolescência há uma redução nos níveis de atividade física (RIDDOCH *et al.*, 2004; TROST; PATE; SALLIS, 2002).

Já no que se refere aos testes de função executiva, houve diferença significativa //entre vários grupos de idade, sendo possível identificar um melhor desempenho nas tarefas ao longo das faixas etárias. A partir dos resultados do presente estudo, tarefas de controle inibitório começam a apresentar diferenças entre os grupos etários a partir dos 10 anos. Segundo Davidson *et al.* (2006), crianças muito pequenas apresentam dificuldades em tarefas de inibição, porém a partir dos 8 anos crianças tendem a ter melhor desempenho neste tipo de tarefa (BARDIKOFF & SABBAGH, 2017). Em relação à memória de trabalho, no presente estudo, houve diferença entre as idades a partir dos 9 anos, entretanto, um estudo de revisão (BARDIKOFF; SABBAGH, 2017) sugere que a mudança qualitativa nesta função executiva tende a intensificar a partir dos 7 anos. De acordo com Richardson (2018), a flexibilidade cognitiva tem um desenvolvimento tardio em relação à outras funções executivas e suas mudanças qualitativas podem ocorrer a partir dos 9 ou 10 anos, o que corresponde às diferenças de idade encontradas neste estudo a partir da faixa etária de 10 anos. Embora estudos considerem a ocorrência de picos de desenvolvimento das funções executivas em cada faixa etária, é importante considerar a individualidade, as grandes mudanças

biológicas, comportamentais e sociais ao longo da infância (HUIZINGA; SMIDTS, 2011).

Estas diferenças entre as idades em tarefas de funções executivas são encontradas em diversos estudos (BEST; MILLER; NAGLIERI, 2012; HUIZINGA; SMIDTS, 2011; JACOBSEN *et al.*, 2017; KLENBERG; KORKMAN; LAHTI-NUUTTILA, 2001; MALLOY-DINIZ; CARDOSO-MARTINS; *et al.*, 2008). Os sistemas cerebrais amadurecem e as crianças aprendem a lidar com demandas sociais, uma vez que se tornam capazes de distinguir informações relevantes e refletir sobre seu próprio comportamento (DIAMOND, 2013). Best *et al.* (2012) sugerem que estas mudanças no desenvolvimento das funções executivas estão associada ao amadurecimento do córtex pré-frontal.

O teste de desempenho acadêmico também apresentou diferenças significativas entre os grupos de idade. Esta diferença entre as idades está em concordância com as séries escolares, uma vez que na amostra do presente estudo não há repetente. Portanto, ao longo dos grupos, as crianças se encontram em séries distintas, o que pode ser a explicação para melhor desempenho de crianças em séries mais avançadas. O melhor desempenho de crianças mais velhas também pode estar relacionada ao melhor desempenho das funções executivas, uma vez que estudos sugerem uma forte relação entre as funções executivas e desempenho escolar (BEST; MILLER; NAGLIERI, 2012).

7.2 Correlação entre o nível de atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico

Estudos indicam uma associação positiva entre o nível de atividade física e desempenho das funções executivas (BEST, 2010; BIDZAN-BLUMA; LIPOWSKA, 2018; CHANG, Y. K. *et al.*, 2012; DE GREEFF *et al.*, 2018; TOMPOROWSKI; LAMBOURNE; OKUMURA, 2011). Entretanto, muitas destas pesquisas que indicam esta relação positiva são estudos de intervenção na prática de atividade física (ALESI *et al.*, 2016; CROVA *et al.*, 2014; DIAMOND, A., 2014; ISHIHARA *et al.*, 2016; LAKES; HOYT, 2004; PESCE *et al.*, 2013). Estudos que correlacionaram o nível de atividade

física diária com as funções executivas em crianças são escassos na literatura (BOOTH *et al.*, 2013; VAN DER NIET *et al.*, 2015).

No presente estudo, o número de passos diários apresentou correlações significativa e fraca apenas com o teste de flexibilidade cognitiva (FV – Pares). Porém, um estudo realizado por Van der Niet (2015) que também avaliou controle inibitório, memória de trabalho, flexibilidade cognitiva e planejamento observou uma correlação significativa fraca para moderada ($r=0,24$) entre o nível de atividade física apenas com o teste de planejamento (Torre de Londres), além de sugerir que crianças com altos níveis de comportamento sedentários tendem a apresentar baixos níveis de controle inibitório. Além disso, em um outro estudo (BOOTH *et al.*, 2013) a atividade física de baixa intensidade mostrou associação com baixo nível de desempenho das funções executivas. A partir do presente resultado, não é possível afirmar sobre a intensidade da atividade física da amostra, visto que o pedômetro é habilitado apenas para a contagem do número de passos e não para avaliar a intensidade da atividade realizada. No entanto, podemos sugerir que o nível de atividade física abaixo das normas e diretrizes podem indicar uma baixa correlação entre o número de passos total e as medidas de funções executivas.

Neste estudo não houve correlação significativa entre o nível de atividade física e TDE – Aritmética. Entretanto, estudos experimentais sugerem que há uma relação positiva entre a prática de atividade física e a performance acadêmica (DWYER *et al.*, 2001; GALL *et al.*, 2018; MORALES *et al.*, 2011; PESCE; GARRIDO-MIGUEL, 2018) . Em um destes estudos, Dwyer *et al.* (2001) encontrou coeficientes de correlação atividade física e desempenho acadêmico ($r=0,08$ a $0,19$) e sugere que, embora os coeficientes tenham sido baixos, a significância indica que a atividade física contribuiu para o desempenho acadêmico.

Os resultados da correlação dos testes de funções executivas e TDE-Aritmética indicaram correlações significativas fortes a moderadas entre as variáveis, sugerindo que as funções executivas têm um papel importante no desempenho escolar de crianças e adolescentes. Esta relação também foi encontrada no trabalho de St. Clair-Thompson e Gathercole (2006) com crianças de 11 a 12 anos para as tarefas de memória de trabalho e controle inibitório com domínios de inglês, matemática e ciência.

Best, Miller e Naglieri (2012) também acharam uma correlação moderada a forte entre funções executivas complexas e desempenho acadêmico para a leitura e matemática.

7.3 Associação entre o nível de atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico

O modelo proposto no presente estudo apresentou bons índices de ajuste de acordo com amostra composta de crianças brasileiras, o que indica que este modelo têm considerações acerca das suas relações entre as variáveis nesta população. Nota-se que, o modelo apresentou SRMR e RMSEA próximos de zero, o que indicaria um ajuste perfeito (HU; BENTLER, 1998).

No Modelo houve efeito significativo da relação direta entre atividade física e funções executivas, embora o coeficiente padronizado desta relação possa ser considerado fraco em comparação as demais relações diretas do modelo. Em concordância com a literatura, diversos estudos sugerem que há uma associação positiva entre a prática de atividade física e o desenvolvimento das funções executivas (CHANG, Y K *et al.*, 2011; JACKSON *et al.*, 2016; SCHMIDT *et al.*, 2015; SYVÄOJA *et al.*, 2014; VAN DER NIET *et al.*, 2015). Também houve uma relação direta e significativa entre funções executivas e desempenho acadêmico que corrobora com demais achados na literatura de que o desenvolvimento das funções executivas tem papel fundamental no desempenho acadêmico (DIAMOND, ADELE, 2014a; MORGAN *et al.*, 2018; PHAM; HASSON, 2014; SÁNCHEZ-PÉREZ *et al.*, 2018; TITZ; KARBACH, 2014).

O efeito indireto entre atividade física e desempenho acadêmico mediado pelas funções executivas também foi significativo. Estes resultados indicam que o nível de atividade física da amostra deste estudo está associada ao desempenho das suas funções executivas, que por sua vez, também está associada ao desempenho acadêmico. Embora haja diversos estudos que confirmam a relação positiva entre atividade física e desempenho acadêmico (BIDZAN-BLUMA; LIPOWSKA, 2018; SCUDDER *et al.*, 2014; SINGH *et al.*, 2012; TRUDEAU; SHEPHARD, 2008), há uma corrente de estudos na literatura que levanta a hipótese de que esta relação é mediada pela influência do nível de atividade física nas funções executivas, e que por sua vez,

exerce efeitos positivos no desempenho acadêmico (ÁLVAREZ-BUENO *et al.*, 2016; DIAMOND, 2013; HOWIE; PATE, 2012; TOMPOROWSKI; LAMBOURNE; OKUMURA, 2011).

Há poucos estudos na literatura que analisaram as relações entre estas variáveis de forma simultânea utilizando modelos de equações estruturais (AADLAND *et al.*, 2017). Todavia, um estudo de Niet *et al.* (2014), com estrutura semelhante ao presente estudo, analisou as relações entre aptidão física, funções executivas e desempenho acadêmico. O autor encontrou uma relação direta significativa entre aptidão física e desempenho acadêmico, porém quando mediada por funções executivas a relação indireta significativa se mostrou mais forte do que a relação direta. Desta forma, o estudo de Niet *et al.* (2014) também destaca a importância de incluir as funções executivas ao estudar relações de atividades físicas e desempenho acadêmico. Um estudo longitudinal mais recente (AADLAND *et al.*, 2017) utilizou de habilidades motoras, aptidão aeróbica, atividade física e tempo sedentário para prever funções executivas e desempenho acadêmico, porém as funções executivas não mediarão a relação entre os índices de atividade física e desempenho acadêmico, porém as funções executivas afeta o desempenho de matemática e leitura. Os autores da pesquisa sugerem que esta causalidade pode não ter sido encontrada porque o estudo permaneceu por apenas 7 meses, não sendo o suficiente para garantir alterações cerebrais de acordo com a influência do exercício.

7.4 Limitações do estudo

Acerca das possíveis limitações apresentadas no presente estudo, foi utilizado um desenho transversal, que não permite tirar conclusões definitivas sobre as relações que foram encontradas. Podem ser considerados resultados mais interessantes em estudos longitudinais, uma vez que a inserção da idade não garantiu relação indireta significativa. Portanto, a influência da idade nas relações do nível de atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico, requer maiores explicações.

Outro fator limitante do estudo é a falta de controle sobre o tipo e a intensidade das atividades físicas realizadas pela amostra. Isto pode dificultar a compreensão das relações, uma vez que a intensidade da atividade física pode influenciar de forma positiva ou negativa às funções executivas (CHU *et al.*, 2017; RATTRAY; SMEE, 2016; TOMPOROWSKI; LAMBOURNE; OKUMURA, 2011), assim como, o envolvimento em atividades físicas com ou sem desafio cognitivo (DIAMOND, 2013; DIAMOND, 2015).

Embora, este seja o primeiro estudo que analisa estas relações em crianças brasileiras, a amostra não é considerada representativa para a população como um todo visto que este estudo foi realizado em uma região específica do país. Portanto, ainda se fazem necessários mais estudos que explorem estas relações em crianças brasileiras.

Em resumo, os resultados do presente estudo ampliam as discussões acerca da influência de atividade física no desempenho acadêmico de crianças, além da importância de considerar as funções executivas como mediadora nesta relação positiva.

8 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo geral analisar as relações diretas e indiretas entre nível de atividade física, funções executivas e desempenho acadêmico em crianças do ensino fundamental I. Os resultados obtidos indicam que não há uma relação direta entre atividade física e desempenho acadêmico. Contudo, há uma relação indireta entre atividade física e desempenho acadêmico quando mediada por funções executivas. Portanto, o estudo mostra que as funções executivas desempenham um papel fundamental entre a relação da atividade física e desempenho acadêmico.

Não há estudo na literatura que analisa estas relações simultâneas em uma amostra de crianças com idade de 6 a 11 anos. Tais resultados buscam fortalecer a importância de que crianças permaneçam fisicamente ativas ao longo da infância. Desta forma, a atividade física, além de promover benefícios a saúde física e a sociabilidade, também contribuirá para o desenvolvimento pleno das funções executivas, que auxiliará na obtenção de sucesso acadêmico em busca de qualidade de vida.

Portanto, cabe à comunidade escolar, incluindo pais e professores, estimular seus alunos/filhos à prática de atividade física regular. Não obstante, tais informações deste estudo, reafirmam a importância da educação física escolar como componente curricular, visto que promove momentos de atividade física repletos de desafios cognitivos, além de possibilitar a compreensão da importância de se manter ativo fisicamente ao longo da vida.

9 REFERÊNCIAS

AADLAND, K.; OMMUNDSEN, Y.; AADLAND, E.; BRONNICK, K.; LERVAG, A.; RESALAND, G.; MOE, V. **Executive Functions Do Not Mediate Prospective Relations between Indices of Physical Activity and Academic Performance : The Active Smarter Kids (ASK) Study.** v. 8, n. June, p. 1–12, 2017.

AGOSTINO, A.; JOHNSON, J.; PASCUAL-LEONE, J. **Executive functions underlying multiplicative reasoning: Problem type matters.** *Journal of Experimental Child Psychology*, v. 105, n. 4, p. 286–305, 2010.

ALESI, M.; BIANCO, A.; LUPPINA, G.; PALMA, A.; PEPI, A. **Improving Children ' s Coordinative Skills and Executive Functions : The Effects of a Football Exercise Program.** *Perceptual and Motor Skills*, 2016.

ÁLVAREZ-BUENO, C.; PESCE, C.; CAVERO-RENDONDO, I.; SÁNCHEZ_LÓPEZ, M.; PARDO-GUIJAROO, M.; MARTÍNEZ-VIZCAÍNO, V. **Association of physical activity with cognition, metacognition and academic performance in children and adolescents: A protocol for systematic review and meta-analysis.** *BMJ Open*, v. 6, n. 6, p. 1–8, 2016.

ANGELINI, A.; ALVES, E.; CUSTÓDIO,E.; DUARTE, W.; DUARTE, G. **Matrizes Progressivas Coloridas de Raven: Escala Especial. Manual.** São Paulo:CETEPP, 1999.

ARDILA, A.; ROSSELLI, M.; GUAJARDO, E. **The influence of the parents' educational level on the development of executive functions.** *Dev Neuropsychol*, v. 28, n. 1, p. 539–560, 2005.

BADDELEY, A. **Working Memory.** [S.l.]: Oxford University Press, 1986. v. 31.

BADDELEY, A.; HITCH, G. **Working memory.** *The psychology of learning and cognition*, p. 647–67, 1972.

BANDEIRA, D.; GIACOMEL, A.; LORENZATTO, L. **MATRIZES PROGRESSIVAS COLORIDAS DE RAVEN – ESCALA ESPECIAL : NORMAS PARA PORTO ALEGRE** , RS THE RAVEN ' S COLOURED PROGRESSIVE MATRICES: NORMS FOR PORTO ALEGRE , RS. p. 479–486, 2004.

BARDIKOFF, N.; SABBAGH, M. **The Differentiation of Executive Functioning Across Development : Insights from Developmental Cognitive Neuroscience.** *New Perspectives on Human Development*, p. 47–66, 2017.

BASSETT, D.; FITZHUGH, G.; HEATH, G.; ERWIN,P.; FREDERICK, G.; WOLFF, D.; WELCH, W.; STOUT, A. **Estimated Energy Expenditures for School-Based Policies and Active Living.** *AMEPRE*, v. 44, n. 2, p. 108–113, 2013.

BEETS, M.; BORNSTEIN, D.; BEIGHLE, A.; CARDINAL, B; MORGAN, C. **Pedometer-Measured Physical Activity Patterns of Youth. A 13-Country Review.** *American Journal of Preventive Medicine*, v. 38, n. 2, p. 208–216, 2010.

BENZING, V.; SHMIDT, K.; JAGER, K.; EGGER, F.; CONZELMANN,A.; ROEBERS, C. **A classroom intervention to improve executive functions in late primary school children: Too “old” for improvements?** *British Journal of Educational Psychology*, p. 1–14, 2018.

BEST, J. **Effects of physical activity on children ' s executive function : Contributions of experimental research on aerobic exercise.** *Elsevier*, v. 30, n. 4, p. 331–351, 2010.

BEST, J.; MILLER, P.; NAGLIERI, J. **Relations between Executive Function and Academic Achievement from Ages 5 to 17 in a Large, Representative National Sample.** *Learn Individ Differ*, v. 21, n. 4, p. 327–336, 2012.

BIDZAN-BLUMA, I.; LIPOWSKA, M. **Physical Activity and Cognitive Functioning of Children : A Systematic Review.** *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2018.

BISSON, M. TREMBLAY, F.; PRONOVOST, E.; JULIEN, A.; MARC, I. **Accelerometry to measure physical activity in toddlers: Determination of wear time requirements for a reliable estimate of physical activity.** *Journal of Sports Sciences*, v. 0, n. 0, p. 1–8, 2018.

BLAIR, C; DIAMOND, A. **Biological processes in prevention and intervention: The promotion of self-regulation as a means of preventing school failure.** *Developmental Psychopathology*, v. 20, n. 3, p. 899–911, 2008.

BLATCHFORD, P.; BAINES, E.; PELLEGRINI, A. **The social context of school playground games : Sex and ethnic differences, and changes over time after entry to junior school.** *British Journal of Developmental Psychology*, p. 481–505, 2003.

BOOTH, J.; TOMPOROWSKI, P.; BOYLE, J.; NESS, A.; JOINSON, C.; LEARY, S. **Associations between executive attention and objectively measured physical activity in adolescence: Findings from ALSPAC, a UK cohort.** *Mental Health and Physical Activity*, v. 6, n. 3, p. 212–219, 2013.

BRYDGES, C. FOX, A.; REID, C.; ANDERSON, M. **The differentiation of executive functions in middle and late childhood: A longitudinal latent-variable analysis.** *Intelligence*. v. 47, p. 34–43, 2014.

BUSTAMANTE, E.; WILLIAMS, C.; DAVIS, C. **Physical Activity Interventions for Neurocognitive and Academic Performance in Overweight and Obese Youth. A Systematic Review.** *Pediatric Clinics of North America*, v. 63, n. 3, p. 459–480, 2016.

CARDON, G; DE BOURDEAUDHUIJ, I. **Comparison of Pedometer and Accelerometer Measures of Physical Activity in Preschool Children.** *Pediatric exercise science*, v. 19, n. 205, p. 205–214, 2007.

CHANG, S.; KIM, K. **A review of factors limiting physical activity among young children from low-income families.** v. 13, n. 4, p. 375–377, 2017.

CHANG, Y.; LABBAN, J.; GAPIN, J.; ETNIER, J. **The effects of acute exercise on cognitive performance: A meta-analysis.** *Brain Research*, v. 1453, n. 250, p. 87–101, 2012.

CHANG, Y. TASI, C.; HUNG, T.; SO, E.; CHEN, F.; ETNIER, J. **Effects of acute exercise on executive function: a study with a Tower of London Task.** *J Sport Exerc Psychol*, v. 33, n. 6, p. 847–865, 2011.

CHANG, Y.; TSAI, C.; HUANG, C.; WANG, C.; CHU, I. **Effects of acute resistance exercise on cognition in late middle-aged adults: General or specific cognitive improvement?** *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 17, n. 1, p. 51–55, 2014.

CHU, C.; KRAMER, A.; SONG, T.; WU, C.; HUNG, T.; CHANG, Y. **Acute Exercise and Neurocognitive Development in Preadolescents and Young Adults: An ERP Study.** *Neural Plasticity*, v. 2017, p. 14–16, 2017.

COTTRELL, L.; ZELAZO, J.; BONASSO, A.; LATTIN, J.; SHAWLEY, S.; MURPHY, E.; NEAL, W. **The relationship between children's physical activity and family income in rural settings: A cross-sectional study.** *Preventive Medicine Reports*, v. 2, p. 99–104, 2015.

CRAGG, L.; RICHARDSON, S.; HUBBER, P.; KEEBIE, S.; GILMORE, C. **When is working memory important for arithmetic? The impact of strategy and age.** *PLoS ONE*, v. 12, n. 12, p. 1–18, 2017.

CROVA, Claudia *et al.* **Cognitively challenging physical activity benefits executive function in overweight children.** *Journal of Sports Sciences*, v. 32, n. 3, p. 201–211, 2014.

DAVIDSON, Matthew C *et al.* **Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching.** *Neuropsychologia*, v. 44, n. 11, p. 2037–2078, 2006.

DAVIS, Catherine L *et al.* **Exercise improves executive function and achievement and alters brain activation in overweight children: A randomized controlled trial.** *Health Psychol.*, v. 30, n. 1, p. 91–98, 2011.

DAY, S.; CONNOR, C. **Examining the relations between self-regulation and achievement in third grade students.** *Assess Eff Interv.*, v. 42, n. 2, p. 97–109, 2017.

DE GREEFF, J.; BOSKER, R.; OOSTERLAAN.; VISSCHER, C. **Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: a meta-analysis.** *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 21, n. 5, p. 501–507, 2018.

DEÁK, G.; WISEHEART, M. **Cognitive flexibility in young children: General or task-specific capacity?** *Journal of Experimental Child Psychology*, v. 138, p. 31–53, 2015.

DEKKER, S.; KRABBENDAM.; ABEN, A.; GROOT, R.; JOLLER, J. **Coding task performance in early adolescence: A large-scale controlled study into boy-girl differences.** *Frontiers in Psychology*, v. 4, n. AUG, p. 1–6, 2013.

DIAMOND, A. **Executive functions.** *Annual review of psychology*, v. 64, n. September 2012, p. 135–68, 2013.

DIAMOND, A. **Activities and programs that improve children's executive functions.** *Curr Dir Psychol Sci*, v. 21, n. 5, p. 335–341, 2014.

DIAMOND, A.; LEE, K. **Interventions shown to aid executive function development in children.** *Science*, v. 333, n. October, p. 959–964, 2011.

DIAMOND, A. **Effects of Physical Exercise on Executive Functions: Going beyond Simply Moving to Moving with Thought.** *Ann Sports Med Res.*, v. 33, n. 4, p. 395–401, 2015.

DIAMOND, A. **Whether coordinative (soccer) exercise improves executive functioning in kindergarten children has yet to be demonstrated.** p. 3920, 2014.

DIAMOND, A; LING, D. **Developmental Cognitive Neuroscience Conclusions about interventions , programs , and approaches for improving executive functions that appear justified and those that , despite much hype , do not.** *Accident Analysis and Prevention*, v. 18, p. 34–48, 2016.

DIAS, N.; MENEZES, A.; SEABRA, A. **Age Differences in Executive Functions within a Sample of Brazilian Children and Adolescents.** *The Spanish Journal of Psychology*, v. 16, p. E9, 2013.

DOYLE, C.; SMEATON.; ROCHE, R.; BORAN, L. **Inhibition and updating, but not switching, predict developmental dyslexia and individual variation in reading ability.** *Frontiers in Psychology*, v. 9, n. MAY, p. 1–19, 2018.

DWYER, T.; SALLIS, J.; BLIZZARD, L.; LAZARUS, R.; DEAN, K. **Relation of Academic Performance to Physical Activity and Fitness in Children.** *Pediatric Exercise Science*, v. 13, n. 3, p. 225–237, 2001.

ELLIOTT, S.; BAXTER, K.; DAVIES, P.; TRUBY, H. **Accuracy of Self-Reported Physical Activity Levels in Obese Adolescents.** *Journal of Nutrition and Metabolism*, v. 2014, n. i, 2014.

FELS, I.; WIERIKE, C.; HARTMAN, E.; ELFERINK-GEMSER, M.; SMITH, J.; VISSCHER, C. **The relationship between motor skills and cognitive skills in 4 – 16 year old typically developing children: A systematic review.** *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 18, n. 6, p. 697–703, 2015.

FILIPPETTI, V.; RICHAUD, M. **A structural equation modeling of executive functions, IQ and mathematical skills in primary students: Differential effects on number production, mental calculus and arithmetical problems.** *Child Neuropsychology*, v. 23, n. 7, p. 864–888, 2017.

FUNAHASHI, S. **Neuronal mechanisms of executive control by the prefrontal cortex.** v. 39, p. 147–165, 2001.

GOLDBERG, E. ***El cerebro ejecutivo.*** Barcelona: Crítica Drakontos, 2002.

GOLDMAN-RAKIC, P. **Architecture of the Prefrontal Cortex and the Central Executive.** *Annals New York Academy of Sciences*, 1995.

GOMES, T.; KATZMARZYK, P.; HEDEKER, D.; FOGELHOLM, M.; STANDAGE, M.; ONYWERA, V.; LABERT, E.; TREMBLAY, M.; CHAPUT, J.; TUDOR-LOCKE, C.; SARMIENTO, O.; MATSUDO, V.; KURPAD, A.; KURIYAN, R.; ZHAO, P.; HU, G.; OLDS, T.; MAHER, C.; MAIA, J. **Correlates of compliance with recommended levels of physical activity in children.** *Scientific Reports*, v. 7, n. 1, p. 1–11, 2017.

GOMES, T.; HEDEKER, D.; SANTOS, F.; SOUZA, M.; SANTOS, D.; PEREIRA, S.; KATZMARZYK, P.; MAIA, J. **Relationship between sedentariness and moderate-to-**

vigorous physical activity in youth: A multivariate multilevel study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 14, n. 2, p. 1–13, 2017.

GORDIA, A.; QUADROS, T.; MOTA, J.; SILVA, L. **Number of Daily Steps to Discriminate Abdominal Obesity in a Sample of Brazilian Children and Adolescents.** *Pediatric Exercise Science*, 2016.

GORDON, R.; SMITH-SPARK, J.; NEWTON, E.; HENRY, L. **Executive function and academic achievement in primary school children: The use of task-related processing speed.** *Frontiers in Psychology*, v. 9, n. APR, p. 1–4, 2018.

GREGO, L.; TURI, B.; LOCCI, B.; MESQUITA, C.; FONSATI, N.; MONTEIRO, H. **Patterns of Physical Activity and Screen Time Among Brazilian Children.** *Human Kinetics Journal*, p. 1–5, 2018.

HAZIN, I.; LEITE, G.; OLIVEIRA, R.; ALENCAR, J.; FICHMAN, H.; MARQUES, P.; MELLO, C. **Brazilian normative data on letter and category fluency tasks: Effects of gender, age, and geopolitical region.** *Frontiers in Psychology*, v. 7, n. MAY, p. 1–8, 2016.

HEALY, G.; WIJNDAELE, K.; DUNSTAN, D.; SHOW, J.; SALMON, J.; ZIMMET, O.; OWEN, N. **Objectively Measured Sedentary Time, Physical Activity, and Metabolic Risk: the Australian diabetes, obesity and lifestyle study (AusDiab).** *Diabetes Care*, v. 31, n. 2, 2008.

HEATHERTON, T.; WAGNER, D. **Cognitive Neuroscience of Self Regulation Failure.** *Trends in Cognitive Sciences*, v. 15, n. 3, p. 132–139, 2012.

HILLMAN, C.; BUCK, S.; THEMANSON, J.; PONTIFEZ, M.; CASTELLI, D. **Aerobic Fitness and Cognitive Development: Event-Related Brain Potential and Task Performance Indices of Executive Control in Preadolescent Children.** *Developmental Psychology*, v. 45, n. 1, p. 114–129, 2009.

HOWIE, E.; PATE, R. **Physical activity and academic achievement in children: A historical perspective.** *Journal of Sport and Health Science*, v. 1, n. 3, p. 160–169, 2012.

HU, L.; BENTLER, P. **Fit Indices in Covariance Structure Modeling : Sensitivity to Underparameterized Model Misspecification.** v. 3, n. 4, p. 424–453, 1998.

HUIZINGA, M.; DOLAN, C.; VAN DER MOLEN, M. **Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis.** *Neuropsychologia*, v. 44, n. 11, p. 2017–2036, 2006.

HUIZINGA, M.; SMIDTS, D. **Age-related changes in executive function: A normative study with the dutch version of the Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF).** *Child Neuropsychology*, v. 17, n. 1, p. 51–66, 2011.

HYDE, J.; FENNEMA, E.; RYAN, M.; FROST, L.; HOPP, C. **Gender Comparisons of Mathematics Attitudes and Affect: A Meta-Analysis.** *Psychology of Women Quarterly*, v. 14, n. 3, p. 299–324, 1990.

ISHIHARA, T.; SUGASAWA, S.; MATSUDA, Y.; MISUNO, M. **Improved executive functions in 6 – 12-year-old children following cognitively engaging tennis lessons.** *Journal of Sports Sciences*, v. 0, n. 0, p. 1–7, 2016.

JACKSON, W.; DAVIZ, N.; SANDS, S.; WHITTINGTON, R.; SUN, L. **Physical activity and cognitive development: A meta-analysis.** *Journal of Neurosurgical Anesthesiology*, v. 28, n. 4, p. 373–380, 2016.

JACOBSEN, G.; MELLO, C.; KOCHHANN, R.; FONSECA, F. **Executive Functions in School-age Children: Influence of Age, Gender, School Type and Parental Education.** *Applied Cognitive Psychology*, v. 31, n. 4, p. 404–413, 2017.

JAFFERY, A.; EDWARDS, M.; LOPRINZI, P. **The Effects of Acute Exercise on Cognitive Function: Solomon Experimental Design.** *Journal of Primary Prevention*, v. 39, n. 1, p. 37–46, 2018.

KELLY, P.; FITZSIMONS, C.; BAKER, G. **Should we reframe how we think about physical activity and sedentary behaviour measurement? Validity and reliability reconsidered.** *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, v. 13, n. 1, p. 1–10, 2016.

KHAN, N.; HILLMAN, C. **The Relation of Childhood Physical Activity and Aerobic Fitness to Brain Function and Cognition: A Review.** *Pediatric Exercise Science*, v. 26, n. 2, p. 138–146, 2014.

KLENBERG, L.; KORKMAN, M.; LAHTI-NUUTTILA, P. **Differential development of attention and executive functions in 3- to 12-year-old Finnish children.** *Developmental Neuropsychology*, v. 20, n. 1, p. 385–406, 2001.

KUBESCH, S.; WALK, L.; SPITZER, M.; KAMMER, T.; LAINBURG, A.; HEIM, R.; HILLE, K. **A 30-Minute Physical Education Program Improves Students' Executive Attention.** *Mind, Brain, and Education*, v. 3, n. 4, p. 235–242, 2009.

LAKES, K.; HOYT, W. **Promoting self-regulation through school-based martial arts training.** *Applied Developmental Psychology*, v. 25, p. 283–302, 2004.

LAMBOURNE, K. *et al.* **Indirect and direct relations between aerobic fitness, physical activity, and academic achievement in elementary school students.** *Mental Health and Physical Activity*, v. 6, n. 3, p. 165–171, 2013.

LAMBRICK, D.; STONER, L.; GRIGG, R.; FAULKNER, J. **Effects of continuous and intermittent exercise on executive function in children aged 8 – 10 years.** *Psychophysiology*, v. 0, 2016.

LAZZOLI, J.; NÓBREGA, C.; CARVALHO, T.; OLIVEIRA, M.; TEIXEIRA, J.; LEITÃO, M.; LEITE, N.; MEYER, F.; DRUMMOND, F.; PESSOA, M.; REZENDE, L.; ROSE, E.; BARBOSA, S.; MAGNI, J.; NAHAS, R.; MICHELS, G.; MATSUDO, V. **Atividade Física E Saúde Na Infância E Adolescência.** *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 4, n. 4, p. 107–109, 1998.

LENROOT, R.; GIEDD, J. Annual Reserach Review: **Developmental considerations of gene by environment interactions.** *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, v. 52, n. 4, p. 429–441, 2011.

LEZAK, M. **Relationship between personality disorders, social disturbances and physical disability following traumatic brain injury.** . [S.I.]: J Jead Trauma Rehabil. , 1987

LINDSAY, A.; WASSERMAN, M.; MUÑOZ, M.; WALLINGTON, S.; GREANEY, M. **Examining Influences of Parenting Styles and Practices on Physical Activity and Sedentary Behaviors in Latino Children in the United States : Integrative Review** *Public Health Surveill* v. 4, n. 1, 2018.

LUBANS, D.; RICHARDS, J.; HILLMAN, C.; FAULKNER, G.; BEAUCHAMP, M.; NILSSON, M.; KELLY, P.; SMITH, P.; RAINE, L.; BIDDLE, S. **Physical Activity for Cognitive and Mental Health in Youth: A Systematic Review of Mechanisms.** *Pediatrics*, v. 138, n. 3, p. e20161642–e20161642, 2016.

LUCIANO, A.; BERTOLI, C.; DAMI, F.; ABREU, L. **Nível de Atividade Física em Adolescentes Saudáveis.** *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 22, p. 191–194, 2016.

MALLOY-DINIZ, L.; DE PAULA, J.; SEDÓ, M.; LEITE, W. **Neuropsicologia das funções executivas.** *Neuropsicologia:teoria e prática*. [S.l.]: Artmed, 2008. .

MALLOY-DINIZ, L.; CARDOSO-MARTINS, C.; NASSIF, E.; LEVY, A.; LEITE, W.; FUENTES, D. **Planning abilities of children aged 4 years and 9 months to 8 ½ years Effects of age , fluid intelligence and school type on performance in the Tower of London test.** *Dementia e Neuropsychologia*, v. 2, n. 1, p. 26–30, 2008.

MATSUDO, V.; FERRARI, G.; ARAÚJO, T.; OLIVEIRA, L.; MIRE, E.; BARREIRA, T.; TUDOR-LOCKE, C.; KATZMARZYK, P. **Indicadores de nível socioeconômico , atividade física e sobrepeso / obesidade em crianças brasileiras.** *Revista Paulista de Pediatria (English Edition)*, v. 34, n. 2, p. 162–170, 2016.

MCNAMARA, E.; HUDSON, Z.; TAYLOR, S. **Measuring activity levels of young people: The validity of pedometers.** *British Medical Bulletin*, v. 95, n. 1, p. 121–137, 2010b.

MILLER, D.; HALPERN, F. **The new science of cognitive sex differences.** *Trends in Cognitive Sciences*, v. 18, n. 1, p. 37–45, 2014.

MILLER, E.; COHEN, J. **An Integrative theory of prefrontal cortex function.** p. 167–202, 2001.

MIRANDA, J.; PALMEIRA, M.; POLITO, L.; BRANDÃO, M.; BOCALINI, D.; JUNIOR, A.; PONCIANO, K.; WICHI, R. **Prevalência de sobrepeso e obesidade infantil em instituições de ensino: Públicas vs. privadas.** *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 21, n. 2, p. 104–107, 2015.

MIYAKE, A.; FRIEDMAN, N.; EMERSON, M.; WITZKI, A.; HOWERTER, A. **The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex “Frontal Lobe” Tasks: A Latent Variable Analysis.** *Cognitive Psychology*, v. 41, n. 1, p. 49–100, 2000.

MORGAN, P.; FARKAS, G.; HILLEMEIER, M.; PUN, W.; MACZUGA, S. **Kindergarten Children’s Executive Functions Predict Their Second-Grade Academic Achievement and Behavior.** *Child Development*, v. 0, n. 0, p. 1–15, 2018.

MULLENDER-WIJNSMA, M.; HARTAMN, E.; GREEFF, J.; DOOLAARD, S.; BOSKER, R.; VISSCHER, C. **Physically Active Math and Language Lessons Improve Academic Achievement: A Cluster Randomized Controlled Trial.** *Pediatrics*, v. 137, n. 3, 2016.

NASCIMENTO-FERREIRA, M.; MORAES, A.; OLIVEIRA, P.; RENDO-URTEGA, T.; GRACIA-MARCO, L.; FORJAZ, C.; MORENO, L.; CARVALHO, H. **Assessment of physical activity intensity and duration in the paediatric population: evidence to support an *a priori* hypothesis and sample size in the agreement between subjective and objective methods.** *Obesity Reviews*, n. June, p. 810–824, 2018.

NOSEK, B.; SMYTH, F.; SRIRAM, N.; LINDNER, N.; DEVOS, T.; AYALA, A.; BARANAN, Y.; BERGH, R.; CAI, H.; GONSALKORALE, K.; KESEBIR, S.; MALISZEWSKI, N.; NETO, F.; OLLI, E.; PARKI, J.; SCHNABEL, K.; SHIOMURA, K.; TULBURE, B.; WIERS, R.; SOMOGYI, M.; AKRAMI, N.; EKEHAMMAR, B.; VIANELLO, M.; BANAJI, M.; GREENWALD, A. **National differences in gender-science stereotypes predict national sex differences in science and math achievement.** *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 106, n. 26, p. 10593–10597, 2009.

NUNES, M.; CASTRO, A. **Working Memory : A brief revision.** *Cadernos de Saúde*, v. 2, p. 89–96, 2009.

NUTLEY, S.; SODERQVIST, S.; BRYDE, S.; THORELL, L.; HUMPHREYS, K.; KLINGBERG, T. **Gains in fluid intelligence after training non-verbal reasoning in 4-year-old children: A controlled, randomized study.** *Developmental Science*, v. 14, n. 3, p. 591–601, 2011.

NUTLEY, S.; SÖDERQVIST, S. **How is working memory training likely to influence academic performance? Current evidence and methodological considerations.** *Frontiers in Psychology*, v. 8, n. FEB, p. 1–12, 2017.

PATE, R. R. **Promoting Physical Activity in Children and Youth: A Leadership Role for Schools.** *Circulation*, v. 114, n. 11, p. 1214–1224, 2006.

PATE, R.; FREEDSON, P.; SALLIS, J.; TAYLOR, W.; SIRARD, J.; TROST, S.; DOWDA, M. **Compliance with Physical Activity Guidelines: Prevalence in a Population of Children and Youth.** *Ann Epidemiology*, v. 2797, n. 1, p. 20–22, 2002.

PESCE, C.; CROVA, C.; MARCHETTI, R.; STRUZZOLINO, I.; MASCI, I.; VANNOZZI, G.; FORTE, R. **Searching for cognitively optimal challenge point in physical activity for children with typical and atypical motor development.** *Mental Health and Physical Activity*, v. 6, n. 3, p. 172–180, 2013.

PETERSON, E.; WELSH, M. **The Development of Hot and Cool Executive Functions in Childhood and Adolescence: are we getting warmer?** *Handbook of Executive Functioning*. [S.l: s.n.], 2014. p. 45–65.

PHAM, A.; HASSON, R. **Verbal and visuospatial working memory as predictors of children's reading ability.** *Archives of Clinical Neuropsychology*, v. 29, n. 5, p. 467–477, 2014.

RATTRAY, B.; SMEE, D. **The effect of high and low exercise intensity periods on a simple memory recognition test.** *Journal of Sport and Health Science*, v. 5, n. 3, p. 342–348, 2016.

RAVEN, J. C. *Guide to using the Coloured Progressive Matrices.* (rev. ed.) ed. London: [s.n.], 1956.

REZENDE, L.; AZEREDO, C.; CANELLA, D.; CLARO, R.; CASTRO, I.; LECY, R.; LUIZ, O. **Sociodemographic and behavioral factors associated with physical activity in Brazilian adolescents.** *Revista Paulista de Pediatria*, v. 32, n. 3, p. 241–6, 2014.

RIBNER, A.; WILLOUGHBY, M.; BLAIR, C. **Executive function buffers the association between early math and later academic skills.** *Frontiers in Psychology*, v. 8, n. MAY, p. 1–12, 2017.

RICHARDSON, C.; ANDERSON, M.; REID, C.; FOX, A. **Development of inhibition and switching: a longitudinal study of the maturation of interference suppression and reversal processes during childhood.** *Developmental Cognitive Neuroscience*, v. 34, n. January 2017, p. 92–100, 2018.

RIDDOCH, C.; ANDERSEN, L.; WEDDERKOPP, N.; HARRO, M.; KLASSON-HEGGEBO, L.; SARDINHA, L.; COOPER, A.; EKELUND, U. **Physical Activity Levels and Patterns of 9- and 15-yr-Old European Children.** *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 36, n. 1, p. 86–92, 2004.

ROWE, D.; MAHAR, M.; RAEDEKE, T.; LORE, J. **Measuring Physical Activity in Children With Pedometers: Reliability, Reactivity, and Replacement of Missing Data.** *Pediatric Exercise Science*, v. 16, n. February 2017, p. 1–12, 2004.

SÁNCHEZ-LÓPEZ, M.; PARDO-GUIJARRO, M.; CAMPO, D.; SILVA, P.; MARTINEZ-ANDRÉS, M.; GULÍAS-GONZÁLEZ, R.; DÍEZ-FERNÁNDEZ, A.; FRANQUELO-MORALES, P.; MARTÍNEZ-VIZCAÍNO, V. **Physical activity intervention (Movi-Kids) on improving academic achievement and adiposity in preschoolers with or without attention deficit hyperactivity disorder : study protocol for a randomized controlled trial.** *Trials*, p. 1–10, 2015.

SÁNCHEZ-PÉREZ, N.; CASTILLO, A.; LÓPEZ-LÓPEZ, J.; PINA, V.; PUGA, J.; CAPOY, G.; GONZÁLEZ-SALINAS, C.; FUENTES, L. **Computer-based training in math and working memory improves cognitive skills and academic achievement in primary school children: Behavioral results.** *Frontiers in Psychology*, v. 8, n. JAN, 2018.

SCHMIDT, M.; JAGER, K.; EGGER, F.; ROEBERS, C.; CONZELMANN, A. **Cognitively Engaging Chronic Physical Activity, but Not Aerobic Exercise, Affects Executive Functions in Primary School Children: A Group-Randomized Controlled Trial.** *Journal of Sport and Exercise Psychology*, v. 37, n. 6, p. 575–591, 2015.

SCUDDER, M.; LAMBOURNE, K.; DROLLETTE, E.; HERRMANN, S.; WASHBURN, R.; DONNELLY, J.; HILLMAN, C. **Aerobic Capacity and Cognitive Control in Elementary School-age Children.** *Medicine Science Sports Exercise*, v. 46, n. 5, p. 1025–1035, 2014.

SEDÓ, M; DE PAULA, J; MALLOY-DINIZ, L. **O Teste dos Cinco Dígitos.** *São Paulo: Hogrefe*, 2015.

SHALLICE, T. **Specific impairments of planning.** *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. p. 199–209, 1982.

SHEPHARD, R. **Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires.** *British Journal of Sports Medicine*, 2003.

SHERVEY, S.; DIPERNA, J. **Engagement in Physical Activity During Recess: Gender and Grade Level Differences in the Elementary Grades.** *Journal of Physical Activity and Health*, v. 14, n. 9, p. 677–683, 2017.

SIBLEY, B.; ETNIER, J. **The relationship between physical activity and cognition in children: a meta-analysis.** *Pediatric Exercise Science*, p. 243–256, 2003.

SILVA, D.; CHAPUT, J.; KATZMARZYK, P.; FOGELHOLM, M.; HU, G.; MAHER, C.; OLDS, T.; NOYWERA, V.; SAMIENTO, O.; STANDAGE, M.; TUDOR-LOCKE, C.; TREMBLAY, M. **Physical Education Classes, Physical Activity, and Sedentary Behavior in Children.** *Medicine & Science in Sports & Exercise*, p. 1, 2017.

SILVA, P.; COSTA, A. **Physical activity effects on the health of children and adolescents.** *Argumentation Theory Psychol*, v. 29, n. 64, p. 41–50, 2011.

SINGH, A.; UIJTDEWILLIGEN, L.; TWISK, J.; MECHELEN, W.; CHINAPAW, M. **Physical Activity and Performance at School.** *Arch Pediatric Adolescent Medicine*, v. 166, n. 1, p. 49–55, 2012.

SIRARD, R; PATE, P. **Physical activity assessment in children and adolescents.** *Sports Medicine*, v. 31, n. 6, p. 439–455, 2001.

SLEDDENS, E.; KREMERS, S.; HUGHES, S.; CROSS, M.; THIJS, C.; VRIES, N.; O'CONNOR, T. **Physical activity parenting: A systematic review of questionnaires and their associations with child activity levels.** *Obesity Reviews*, v. 13, n. 11, p. 1015–1033, 2012.

ST CLAIR-THOMPSON, H.; GATHERCOLE, S. **Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory.** *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, v. 59, n. 4, p. 745–759, 2006.

STEIN, L. TDE - **Teste de desempenho escolar: Manual para aplicação e interpretação.** São Paulo: Casa do Psicólogo., 1994.

STRAUSS, E; SHERMAN, E.; SPREEN, O. **A Compendium of Neuropsychological Tests.** 3^a ed. [S.l: s.n.], 2006.

STRAUSS, M.; SMITH, G. **Construct Validity: Advances in Theory and Methodology.** *Annual Review of Clinical Psychology*, v. 5, n. 1, p. 1–25, 2009.

STROOP, J. **Studies of Interference in Serial verbal Reactions.** *Journal of experimental Psychology*, v. 121, n. 1, p. 15–23, 1992.

SYVÄOJA, H.; TAMMELIN, T.; AHONEN, T.; KANKAAPÄÄ, A.; KANTOMAA, M.; **The associations of objectively measured physical activity and sedentary time with cognitive functions in school-aged children.** *PLoS ONE*, v. 9, n. 7, p. 1–10, 2014.

TARAS, H. **Physical Activity and Student Performance at School.** *Journal of School Health*, v. 75, n. 6, p. 214–218, 2005.

THOMAS, J.; NELSON, J. **Métodos de Pesquisa em Atividade Física.** Artmed ed. São Paulo: [s.n.], 2002.

TINE, M.; BUTLER, A. **Acute aerobic exercise impacts selective attention: an exceptional boost in lower-income children.** *Routledge*, v. 32, n. 7, p. 821–834, 2012.

TIRAPU-USTÁRROZ, J; GARCÍA-MOLINA, A; LUNA-LARIO, P. **Modelos de funciones y control ejecutivo (I)**. *Revista de Neurología* v. 46, n. I, p. 684–692, 2008a.

TIRAPU-USTÁRROZ, J; GARCÍA-MOLINA, A; LUNA-LARIO, P. **Modelos de funciones y control ejecutivo (II)**. *Revista de Neurología* v. 46, n. II, p. 742–750, 2008b.

TITZ, C.; KARBACH, J.. **Working memory and executive functions: effects of training on academic achievement**. Springer, p. 852–868, 2014.

TOMPOROWSKI, P.; MCCULLICK, B.; PENDLETON, D.; PESCE, C. **Exercise and children's cognition: The role of exercise characteristics and a place for metacognition**. *Journal of Sport and Health Science*, v. 4, n. 1, p. 47–55, 2014.

TOMPOROWSKI, P.; LAMBOURNE, K.; OKUMURA, M. **Physical activity interventions and children's mental function: An introduction and overview**. *Preventive Medicine*, v. 52, n. SUPPL., p. S3–S9, 2011.

TREMBLAY, M.; LEBLANC, K.; KHO, C.; SAUNDERS, T.; LAROUCHE, R.; COLLEY, R.; GOLDFIELD, G.; GORBER, C. **Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth**. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, v. 8, p. 1–22, 2011.

TROST, S.; PATE, R.; SALLIS, F. **Age and gender differences in objectively measured physical activity in youth**. *Med Sci Sports Exerc*, v. 34, p. 350–355, 2002.

TROST, S.; SALLIS, J.; PATE, R.; FREEDSON, P.; TAYLOR, W.; DOWDA, M. **Evaluating a model of parental influence on youth physical activity**. *American Journal of Preventive Medicine*, v. 25, n. 4, p. 277–282, 2003.

TRUDEAU, F.; SHEPHARD, R.. **Physical education school physical activity, school sports and academic performance**. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, v. 12, p. 1–12, 2008.

TUDOR-LOCKE, C.; PANGRAZI, R.; CORBIN, C.; RUTHERFORD, W.; VINCENT, S.; RAUSTORP, A.; TOMSON, L.; CUDDIHY, T. **BMI-referenced standards for recommended pedometer-determined steps/day in children.** *Preventive Medicine*, v. 38, n. 6, p. 857–864, 2004.

TUDOR-LOCKE, C.; CRAIG, C.; BEETS, M.; BELTON, S.; CARDON, G.; DUNCAN, S.; HATANO, Y.; LUBANS, D.; OLDS, T.; RAUSTORP, A.; ROWE, D.; SPENCE, J.; TANAKA, S.; BLAIR, S. **How Many Steps/day are Enough? for Children and Adolescents.** *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 2011, p. 1–17, 2011.

TUDOR-LOCKE, C.; WILLIAMS, J.; REIS, J.; PLUTO, D. **Utility of Pedometers for Assessing Physical Activity.** *Sports Medicine*, v. 32, n. 12, p. 795–808, 2002.

VAN DER NIET, A.; HATMAN, E.; SMITH, J.; VISSCHER, C. **Modeling relationships between physical fitness , executive functioning , and academic achievement in primary school children.** *Psychology of Sport & Exercise*, v. 15, n. 4, p. 319–325, 2014.

VAN DER NIET, A.; SMITH, J.; SHERDER, E.; OOSTERLAAN, J.; HARTMAN, E.; VISSCHER, C. **Associations between daily physical activity and executive functioning in primary school-aged children.** *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 18, n. 6, p. 673–677, 2015.

VERBURGH, L.; KONIGS, M.; SCHERDER, E.; OOSTERLAAN, J. **Physical exercise and executive functions in preadolescent children, adolescents and young adults: a meta-analysis.** *British Journal of Sports Medicine*, v. 48, n. 12, p. 973–979, 2014.

WECHSLER, D. **Escala Wechsler De Inteligência Para Crianças: WISC IV. Manual Técnico/ Tradução do manual original- Maria de Lourdes Duprat.** São Paulo: Casa do Psicólogo, v. 4 ed, n. São Paulo, 2013.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global action plan on physical activity 2018–2030: more active people for a healthier world.** [S.l: s.n.], 2018.

WRIGHT, A.; DIAMOND, A. **An effect of inhibitory load in children while keeping**

working memory load constant. v. 5, n. March, p. 1–9, 2014.

WU, X. HAN, L.; ZHANG, J.; LUO, S. **The influence of physical activity , sedentary behavior on health-related quality of life among the general population of children and adolescents : A systematic review.** p. 1–29, 2017.

YENIAD, N.; MALDA, M.; MESMAN, J. IJZENDOORN, M.; EMMEN, R.; PREVOO, M. **Cognitive flexibility children across the transition to school: A longitudinal study.** *Cognitive Development*, v. 31, n. 1, p. 35–47, 2014.

ZELAZO, P.; MULLER, U.; FRYE, D.; MARCOVITCH, C.; ARGITIS, G.; BOSEOVSKI, J.; CHIANG, J.; HONGWASNISHKUL, D.; SCHUSTER, B; SUTHERLAND, A.; CARLSON, S. **THE DEVELOPMENT OF EXECUTIVE FUNCTION CHILDHOOD.** *Monographs of the society for research in child development*, v. 68, n. 3, 2003.

ANEXOS

ANEXO I – Ficha de controle do pedômetro



Viçosa, xx de xxxx de 2017

Prezados pais ou responsáveis,

Dando continuidade ao projeto sobre Atividade Física e Saúde, realizado pelo Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Viçosa, em conjunto com a Escola Municipal Expedito Pereira Lima, gostaríamos de solicitar a colaboração de vocês para avaliar o nível de atividade física de seu filho(a).

O(a) seu/sua filho(a) está usando um pequeno aparelho (pedômetro) para monitorizar a sua atividade física e que será utilizado durante 7 dias, 24 horas por dia. Gostaríamos de ter o seu apoio, de forma a que a criança tire o aparelho somente quando for tomar banho ou nadar (não é à prova d'água!) e dormir, e recoloque-o logo depois dessas atividades. Informamos, também, que o aparelho irá registrar somente o número de passos realizado pelo seu/sua filho(a), sendo que não causa qualquer dano à integridade física ou à saúde da criança. Além disso, precisamos que anote o número registrado no visor do pedômetro na folha em anexo, todos os dias à noite, antes de tirar o aparelho da criança, para ela dormir. Para isso, é necessário abrir a tampa da frente do mesmo (ver foto abaixo).



Pedômetro

Para qualquer esclarecimento adicional, estaremos à disposição através dos seguintes telefones: Elenice (31 99882-6576), Profa. Fernanda dos Santos (31 99616-3077), Profa. Mariana Lopes (31 98377-4224). Atenciosamente,

Prof. Dra. Mariana Calábria Lopes (Responsável pelo projeto na UFV)

CONTROLE PEDÔMETRO – NÚMERO DE PASSOS

Nome: _____ Turma: _____

Entrega do aparelho: __/__/2017

Devolução do aparelho: __/__/2017

Dia (Data)	Hora que colocou o aparelho	Hora que retirou o aparelho	Número de passos (mostrado no visor do aparelho)
1º Dia – 03/04 (6ª feira)			
2º Dia – 04/04 (Sábado)			
3º Dia – 05/04 (Domingo)			
4º Dia – 06/04 (2ª feira)			
5º Dia – 07/04 (3ª feira)			
6º Dia – 08/04 (4ª feira)			
7º Dia – 09/04 (5ª feira)			
8º Dia – 10/04 (6ª feira)			

ANEXO II – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

O (A) participante _____, sob sua responsabilidade, está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa “Relação entre atividade física, competência motora, capacidades cognitivas e desempenho escolar em crianças de 3 a 12 anos”. Nesta pesquisa temos dois objetivos principais, que são: (i) Analisar a associação entre nível de atividade física, competência motora, competência motora percebida, aptidão física relacionada a saúde e obesidade em crianças de 3 a 12 anos; (ii) Analisar a associação entre nível de atividade física, cognição (funções executivas), metacognição (criatividade) e desempenho escolar em crianças de 3 a 12 anos. O motivo que nos leva a estudar esse tema é ampliar o conhecimento sobre a natureza e a extensão da relação dos fatores citados, de forma a estabelecer diretrizes para programas de iniciação esportiva e Educação Física escolar ao selecionar, desenvolver e ensinar os conteúdos. Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos: a) questionário para caracterização da amostra que será dividido em dados demográficos, questões sobre as atividades esportivas realizadas no ambiente escolar e experiência esportiva formal; questionário socioeconômico; questionário de motivação; b) avaliação antropométrica por meio da estatura, peso corporal, dobras cutâneas e circunferência de cintura; c) avaliação da atividade física por meio de questionário, acelerômetros e pedômetros; d) avaliação da aptidão física por meio de testes de força, agilidade, flexibilidade e resistência cardiovascular; e) avaliação da competência global e motora percebida meio de questionários; f) a avaliação da competência motora por meio de uma bateria de testes motores que avaliam a coordenação motora grossa e as habilidades fundamentais de locomoção, controle de objetos e estabilidade; g) avaliação da criatividade motora e cognitiva por meio de testes motores e computadorizados, respectivamente; h) avaliação das capacidades cognitivas por meio de testes computadorizados, envolvendo tarefas de flexibilidade cognitiva, memória de trabalho e controle inibitório; k) avaliação do desempenho escolar por meio dos resultados das provas de Sistema de Avaliação da Educação Básica do MEC. O tempo total de aplicação de todos os testes será de aproximadamente 90 minutos por sujeito.

Os riscos envolvidos na pesquisa são mínimos, visto que não são diferentes das atividades regulares das quais o sujeito realiza na escola e nas aulas de Educação Física, como cansaço muscular e cansaço mental. O cansaço muscular é normal quando o indivíduo realiza alguma atividade física sendo que a sua recuperação não exige nenhuma forma de tratamento médico, ocorrendo de forma natural. O cansaço mental também não é diferente das exigências feitas por outras disciplinas da escola e a recuperação também acontece de forma natural. Caso ocorra algum efeito indesejado, como problemas de saúde, desconforto, tontura, ou outros, será garantida assistência e acompanhamento profissional médico aos participantes do estudo. A pesquisa contribuirá, de forma direta, para o sujeito da pesquisa, tendo em vista que será possível traçar o seu perfil em relação a sua competência motora, nível de atividade física e também alguns aspectos relacionados à sua saúde, como Índice de Massa Corporal (IMC) e percentual de gordura, de forma a identificar o desenvolvimento do mesmo dentro de uma curva de normalidade referente à essas variáveis.

Para participar deste estudo, o voluntário sob sua responsabilidade, não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, diante de eventuais danos, identificados e comprovados, decorrentes da pesquisa, ele tem assegurado o direito à indenização. O participante tem garantida plena liberdade de recusar-se a participar ou o(a) Sr.(a) de retirar seu consentimento e interromper a participação do voluntário sob sua

responsabilidade, em qualquer fase da pesquisa, sem necessidade de comunicado prévio. A participação dele (a) é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido (a) pelo pesquisador. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição e do participante quando finalizada. O (A) participante não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar. O nome ou o material que indique a participação do voluntário não serão liberados sem a sua permissão.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, no Departamento de Educação Física localizado na Universidade Federal de Viçosa e a outra será fornecida ao Sr. (a). Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos após o término da pesquisa. Depois desse tempo, os mesmos serão destruídos.

Os pesquisadores tratarão a identidade do participante com padrões profissionais de sigilo e confidencialidade, atendendo à legislação brasileira, em especial, à Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, e utilizarão as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Eu, _____, contato _____, responsável pelo participante _____, autorizo sua participação e declaro que fui informado(a) dos objetivos da pesquisa “Relação entre atividade física, competência motora, capacidades cognitivas e desempenho escolar em crianças de 3 a 12 anos” de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão se assim o desejar. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer minhas dúvidas.

Pesquisador responsável:

Mariana Calábria Lopes

Endereço: Av. PH Rolfs, s/n, Campus Universitário, Viçosa - MG

Departamento de Educação Física - UFV

Tel: (31) 3899-2249 - Email: mariana.clopes@ufv.br

Em caso de discordância ou irregularidades sob o aspecto ético desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP/UFV – Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos

Universidade Federal de Viçosa

Edifício Arthur Bernardes, piso inferior. Av. PH Rolfs, s/n – Campus Universitário Cep:

36590-000 Viçosa/MG - Telefone: (31)3899-2492

Email: cep@ufv.br. Mais informações: www.cep.ufv.br

Viçosa, _____ de _____ de 20____.

Assinatura do Responsável Legal pelo Participante
