

Universidade da Maia

Departamento de Ciências da Educação Física e Desporto



Influência do Movimento das 24 horas na Função
Executiva em crianças na primeira infância:

estudo no âmbito do programa Gym4PETIZ

Ana Sofia Fidalgo Esteves Nogueira

Mestrado em Exercício Físico e Saúde

Orientador Institucional

Prof. Doutora Maria João Vaz da Cruz Lagoa

Universidade da Maia



**Influência do Movimento das 24 horas na Função
Executiva em crianças na primeira infância: estudo
no âmbito do programa Gym4PETIZ**

Ana Sofia Fidalgo Esteves Nogueira

Nº32906

Dissertação com vista à obtenção do grau de Mestre em Ciências da Educação Física e Desporto – Especialização em Exercício Físico e Saúde, nos termos do Decreto-Lei nº 7727/2019 (2ª série), Nº 85 de 03 de maio.

Orientador: Prof. Doutora Maria João Vaz da Cruz Lagoa

Co-Orientador: Prof. Doutora Sara Diana Leal dos Santos

Setembro, 2022

AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação de mestrado é o culminar de um percurso longo, de constante aprendizagem e de muito esforço. Nem sempre foi fácil, foi um ano intenso no qual me superei enquanto estudante e até mesmo enquanto pessoa. É, sem dúvida, um marco na minha realização pessoal e profissional.

Desta forma, não posso deixar de agradecer a todas as pessoas que de alguma forma me ajudaram a tornar este trabalho possível.

Em primeiro lugar agradeço à Professora Doutora Maria João Vaz de Lagoa pela orientação e por todo o apoio, pela confiança, pela compreensão nos momentos menos positivos e pelo incentivo e motivação. Por todas as oportunidades e por me incentivar a, tal como ela ser uma "Mulher da Ciência".

À Co-orientadora, Professora Doutora Sara Diana Leal dos Santos por toda a dedicação, pelo exemplo e apoio no decorrer deste processo e deste ano tão desafiante.

Aos meus pais e ao meu irmão que sempre me apoiaram em todas as fases da minha vida, sempre acreditaram em mim e nunca me deixaram desistir dos meus sonhos e objetivos. Por terem sido sempre um exemplo a seguir, uma motivação para me desafiar enquanto profissional e para me tornar mais e melhor, tanto a nível profissional, como a nível pessoal. À minha mãe, por fazer jus à frase feita: “Quanto for grande, quero ser como tu!”, obrigada pelo brilhante exemplo.

Ao Pedro, pelo carinho e pela paciência. Não tenho como agradecer a paciência nos momentos menos bons, as palavras de ânimo, a confiança que sempre me transmitiu e me fez sentir, o apoio incondicional e as palavras certas nos momentos certos.

A todos os meus amigos e família que, longe ou perto sempre me apoiaram e acreditaram em mim. À equipa Gym4PETIZ que me fez ver que trabalhar no sítio certo, com as pessoas certas nos faz mais felizes!

A todos vocês, o meu maior agradecimento por fazerem parte desta etapa da minha vida.

RESUMO

Introdução: Na infância, a prática de Atividade Física (AF) está relacionada com um perfil cardiometabólico, físico e psicossocial mais saudável e mais rápido (Willumsen & Bull, 2020), e com um melhor desenvolvimento motor e cognitivo, principalmente ao nível da função executiva (FE) (Bezerra et al., 2021). É também caracterizada como sendo um dos mais críticos e intensos períodos do desenvolvimento cerebral (Carson et al., 2016). Assim, torna-se crucial compreender os efeitos da AF, do sedentarismo e do sono nas habilidades motoras e no Desenvolvimento Cognitivo (DC) em crianças (Zeng, Ayyub et al. 2017).

Objetivo: O principal objetivo do presente estudo foi relacionar o movimento das 24 horas de crianças em idade pré-escolar com a FE.

Métodos: A amostra foi constituída por 18 crianças (com idades compreendidas entre os 3 e os 5 anos), do programa Gym4PETIZ, sendo que 56% eram meninos e os restantes 44% meninas. A FE foi avaliada através do Early Years Toolbox (EYT), a AF e o Tempo Sedentário foram avaliados com recurso a acelerómetros AntiGraph GT3X e diário de AF, e o Sono foi avaliado apenas através do diário de AF.

Resultados: Os principais resultados, quando analisados por meio de regressão linear simples, demonstram que a atividade física moderada a vigorosa (AFMV) está positivamente associada ao Controlo Inibitório (CI) ($\beta=0,507$, $p < 0,05$), à Flexibilidade Cognitiva (FC) ($\beta=0,507$, $p < 0,05$) e à Memória de Trabalho (MT) ($\beta=0,566$, $p < 0,05$), algo que não acontece nem com a atividade física leve (AFL), nem com o tempo sedentário (TS), nem com o Sono. Tais resultados podem ser justificados por mecanismos relacionados com o aumento de fluxo sanguíneo cerebral como consequência da realização de AF a intensidades mais elevadas (Khan & Hillman, 2014), tornando-se assim possível constatar que existe uma relação diretamente proporcional entre a intensidade da AF e o desempenho nos diferentes domínios ao nível da FE.

Conclusão: Constatou-se que existe uma relação entre AF a intensidades elevadas e o desempenho das crianças na FE, no entanto, mais trabalhos que comportem densidades amostrais maiores são necessários para provar tal relação, tendo em conta que as variáveis que constituem as 24 horas do dia da criança são influenciadas por múltiplos fatores, sendo difícil desassociá-los (Bezerra et al., 2021).

Palavras-chave: Primeira Infância; Atividade Física, Desenvolvimento Cognitivo; Função Executiva; Tempo Sedentário; Sono

ABSTRACT

Introduction: During childhood, the practice of Physical Activity (PA) is associated with a healthier and faster physical and psychosocial cardiometabolic profile (Willumsen & Bull, 2020), and with a better motor and cognitive development, especially in terms of executive function (EF) (Bezerra et al., 2021). It is also characterized as being one of the most critical and intense periods of brain development. (Carson et al., 2016). Thus, it is crucial to understand the effects of PA, sedentary lifestyle and sleep on motor skills and on Cognitive Development (CD) in children (Zeng, Ayyub et al. 2017)

Objective: The main objective of this study was to relate the child's 24-hour movement with EF.

Methods: The sample consisted of 18 children (aged between 3 and 5 years of the Gym4PETIZ program), 56% of which boys and the remaining 44% were girls. FE was assessed using the Early Years Toolbox (EYT), PA and Sedentary Time were assessed using AntiGraph GT3X accelerometers and PA diary, and Sleep was assessed using only the PA diary.

Results: The main results, when analyzed using simple linear regression, show that a positive link exists between moderate to vigorous physical activity (MVPA) and Inhibitory Control (IC) ($\beta=0.507$, $p < 0.05$), Cognitive Flexibility (HR) ($\beta=0.507$, $p < 0.05$) and Working Memory (TM) ($\beta=0.566$, $p < 0.05$), something that does not happen with light physical activity (LPA), nor with sedentary time (TS), nor with sleep. Such results can be justified by mechanisms related to increased cerebral blood flow as a consequence of performing PA at higher intensities (Khan & Hillman, 2014), thus making it possible to verify that there is a directly proportional relationship between PA intensity and performance in the different domains at the EF level.

Conclusion: It was found that there is a relationship between PA at high intensities and the performance of children in EF, however, more studies that include higher sample densities are required to prove this relationship, taking into account that the variables that constitute the 24 hours of the day of the child are influenced by multiple factors and it is difficult to disassociate them (Bezerra et al., 2021).

Keywords: Early Childhood; Physical Activity, Cognitive Development; Executive Function; Sedentary Time; Sleep

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	III
RESUMO	IV
ABSTRACT	V
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABELAS	X
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1. Desenvolvimento Cognitivo.....	3
2.1.2. Função Executiva	4
2.2. Recomendações do Movimento das 24 horas em crianças na primeira infância	8
2.2.1. Atividade Física.....	8
2.2.2. Comportamento Sedentário.....	11
2.2.3. Sono.....	12
2.3. Relação entre os Movimento das 24 horas na Estrutura/Funcionalidade Cerebral e Função Executiva	13
3. MÉTODOS.....	17
3.1. Desenho de estudo	17
3.2. Amostra	17
3.3. Variáveis, procedimentos e recolha de dados	18
3.3.1. Função Executiva	18
3.3.2. Atividade Física, Tempo Sedentário e Sono	21
3.4. Tratamento e análise de dados.....	22
4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	24
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	29
6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
6.1. Conclusões e aplicações práticas	31

6.2. Limitações	31
6.3. Sugestões para futuras intervenções.....	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AF – Atividade Física
AFL – Atividade Física Leve
AFM – Atividade Física Moderada
AFMV – Atividade Física Moderada a Vigorosa
AFV – Atividade Física Vigorosa
CI – Controlo Inibitório
CM – Competência Motora
CS – Comportamento Sedentário
DC – Desenvolvimento Cognitivo
EEG – Eletroencefalograma
EYT – Early Years Toolbox
FC – Flexibilidade Cognitiva
FE – Função Executiva
FfMRI – Ressonância Magnética funcional
Gym4PETIZ - Physical Exercise for Toddlers and Infants in Family
METS – Equivalente de gasto Metabólico
MT – Memória de Trabalho
RSNs – Redes de Estado de Repouso
SNC – Sistema Nervoso Central
TS – Tempo Sedentário
WHO – World Health Organization

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Associações entre a AFMV e a FE	27
Figura 2. Associação entre AFMV e FE - Modelo Cúbico de Regressão Linear	28

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Valores descritivos das idades em meses da amostra em estudo	18
Tabela 2. Mínimo, Máximo, Média e desvio padrão obtidos nas tarefas direcionadas ao Controlo Inibitório, Flexibilidade Cognitiva e Memória de Trabalho	24
Tabela 3. Média diária e Desvio Padrão de AFMV, AFL, CS e Sono por criança, por minuto ...	24
Tabela 4. Relação entre Controlo Inibitório, Flexibilidade Cognitiva, Memória de Trabalho e AFMV, AFL, Sono, TS, Idade e sexo da amostra	25
Tabela 5. Regressão Linear simples entre a AFMV e FE nos domínios: CI, FC e MT	26

1. INTRODUÇÃO

A primeira infância é um período caracterizado pelo rápido desenvolvimento físico e cognitivo (Willumsen & Bull, 2020) e é marcada por um dos mais críticos e intensos períodos do desenvolvimento cerebral (Carson et al., 2016). Uma vez que esta fase é considerada um período importante do desenvolvimento motor e cognitivo torna-se crucial compreender os efeitos da AF, do sedentarismo e do sono nas habilidades motoras e no DC em crianças, assim como da saúde pública (Zeng, Ayyub et al. 2017). Importa também enaltecer que a FE tem um desenvolvimento muito acentuado nos primeiros 5 anos de vida (Kolb & Gibb, 2002), para além de que existe um pico no que toca ao desenvolvimento da capacidade de coordenação da FE entre o primeiro ano de idade e entre os 3 e 6 anos (Uehara, Charchat-Fichman, & Landeira-Fernandez, 2013). Existe também evidência em como, na infância, a AF contribui para um perfil cardiometabólico, físico e psicossocial mais saudável e um melhor desenvolvimento motor e cognitivo, principalmente ao nível da FE (Bezerra et al., 2021).

A AF pode ser definida como qualquer movimento corporal produzido pelos músculos que requeira gasto energético (Alves & Alves, 2019). O Comportamento Sedentário (CS) é definido como qualquer comportamento com um baixo gasto energético sendo este $\leq 1,5$ METS (Equivalentes de Gasto Metabólico). O CS está associado à postura sentada, deitada ou reclinada, sendo que na atualidade está muitas vezes associado ao tempo de ecrã (televisão ou tablet) (Chaput et al., 2020).

A FE engloba um conjunto de processos mentais necessários para a concentração e atenção, sendo que genericamente a abordagem mais referida para explicação do seu modelo de operacionalização engloba os 3 principais domínios da mesma, o controlo inibitório (CI), a memória de trabalho (MT) e a flexibilidade cognitiva (FC) (Diamond, 2006). Existe evidência em como a relação entre a AF e FE, na primeira infância, é benéfica para a saúde (Zeng et al., 2017). Segundo o trabalho de Bezerra et al. (2021), podemos constatar que quanto maior a intensidade da AF, maior é o desempenho nos diferentes domínios ao nível da FE, o que pode ser explicado pelos benefícios proporcionados pelo aumento do fluxo sanguíneo no cérebro (Khan & Hillman, 2014). A literatura tem evidenciado uma relação existente entre a AF, fatores como a estrutura cerebral, o desenvolvimento cerebral e o DC, ainda assim existe uma grande escassez de estudos no que toca à relação entre estas variáveis, principalmente na faixa etária em questão.

O principal objetivo do presente estudo foi relacionar o movimento das 24 horas do dia da criança, incluindo AF, TS (Tempo Sedentário) e sono, com uma componente do DC, a FE, considerando os seus 3 domínios, o CI, a FC e a MT. No que toca à literatura existente desta problemática, já existe teoria científica que sustenta a relação positiva das variáveis de estudo em idade adulta, algo que não acontece em idade pré- escolar (Willoughby, Wylie, & Catellier, 2018).

Desta forma, e tendo em conta a relação simbiótica entre os diversos comportamentos de movimento adotados pelas crianças nas 24 horas, considera-se de grande importância o estudo da relação existente entre as variáveis apresentadas, a AF, o CS e o Sono com a FE, em crianças entre os 3 e 5 anos de idade. Assumindo-se como objetivo geral do presente estudo, podemos incluir estes processos na FE (Uehara et al., 2013). Neste seguimento, delinearam-se os seguintes objetivos específicos: i) analisar a associação entre as variáveis do movimento de 24h (AF, CS, SONO) em relação ao Controlo Inibitório (CI); ii) analisar a associação entre as variáveis do movimento de 24h em relação à Flexibilidade Cognitiva (FC); iii) analisar a associação entre as variáveis do movimento de 24h em relação à Memória de Trabalho (MT).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Desenvolvimento Cognitivo

A infância está delimitada pelo nascimento e pela fase da adolescência do ser humano, incluindo a primeira infância, a idade pré-escolar e a idade escolar. Na primeira infância o conceito de crescimento surge com grande relevância, pela velocidade de acontecimento que o caracteriza, bem como abrange outros conceitos fundamentais. O crescimento, é considerado o aumento do tamanho corporal, medido através de medidas antropométricas sendo um dos principais indicadores de saúde na infância e adolescência (Wick, Kriemler, & Granacher, 2021). É nesta fase que o ser humano experimenta a maior vulnerabilidade biopsicossocial. Diversas condições influenciam direta ou indiretamente o crescimento da criança, como fatores genéticos, ambientais, nutricionais, metabólicos, hormonais e psicoativos, algumas doenças e níveis de AF, sendo que este último ainda gera controvérsia quanto ao seu impacto no crescimento de crianças e adolescentes (Wick et al., 2021).

Este período de vida é caracterizado por uma alta neuroplasticidade que não só pode maximizar o potencial para desenvolver habilidades motoras como também promover o envolvimento a longo prazo na AF regular (Wick et al., 2021). A Neuroplasticidade refere-se à capacidade do sistema nervoso se adaptar e moldar, alterando as suas propriedades funcionais e estruturais, no momento em que a criança é exposta a novas experiências e estímulos de forma a que novas habilidades e conhecimentos sejam adquiridos (Hötting & Röder, 2013), sendo uma característica essencial para o processo de aprendizagem da criança (Mateos-Aparicio & Rodríguez-Moreno, 2019).

Existe evidência em como a AF facilita a neuroplasticidade de certas estruturas cerebrais e, conseqüentemente, as funções cognitivas (Mateos-Aparicio & Rodríguez-Moreno, 2019). É de destacar que existe um aumento ainda maior a nível da neuroplasticidade com o envolvimento de altas demandas neurocognitivas na AF, seja este através da realização de exercícios motores complexos como o malabarismo, ou por meio de exercícios que envolvam elementos estratégicos, a cooperação com os outros ou a alteração de objetivos da tarefa (alteração do foco) (Pesce, 2012). A junção destes fatores pode dar origem a um aumento da condução dos impulsos nervosos e da conectividade funcional entre regiões cerebrais

envolvidas tanto no funcionamento motor, como no funcionamento neurocognitivo. Pode-se considerar que não só as demandas cardiovasculares como também as neurocognitivas são fatores relevantes para o impacto da AF a nível cerebral (Meijer et al., 2022).

É de realçar também que a educação infantil é um período importante para o desenvolvimento cerebral, sendo a fase mais significativa, uma vez que são estabelecidas conexões neurais muito importantes que irão constituir a base da aprendizagem e do comportamento (Salvador Cruz et al., 2019). É por volta dos 3 anos de idade que os controlos inibitórios e emocionais surgem e, apesar do seu desenvolvimento não estagnar, estas bases na primeira infância influenciam o comportamento em idade adulta (Howard & Melhuish, 2017). O desenvolvimento cognitivo refere-se à gestão do conhecimento, e é constituído por processos neurais que são convertidos em sinais sensoriais e ações motoras, uma vez que são codificados a nível neural (Fernandez et al., 2018).

2.1.2. Função Executiva

A Função Executiva refere-se a processos cognitivos complexos, necessários para a realização de tarefas direcionadas a objetivos específicos (Wu, Liang, Lu, & Wang, 2017), sendo que existem diversos domínios tais como: o i) controlo inibitório (autocontrolo); ii) controlo de interferência (atenção seletiva e inibição cognitiva); iii) memória de trabalho e iv) flexibilidade cognitiva (incluindo pensamento criativo, adaptando-se de forma rápida e flexível a novas circunstâncias) (Adele Diamond, 2013). Apesar deste conceito estar desassociado da Criatividade deparamo-nos desde já com algumas referências à mesma e á flexibilidade do pensamento, relativamente à FE.

A pesquisa dedicada a esta temática, à FE, tem por base a importância que lhe é atribuída na preparação e sucesso da criança em contexto escolar, nas interações sociais e no bem-estar da criança em geral. Embora exista evidência que realça a importância da FE na vida e no movimento, os mecanismos subjacentes ao desenvolvimento desta ainda são pouco explorados (Wu et al., 2017). Segundo a teoria clássica do DC de Piaget, o DC depende do funcionamento motor, sendo o movimento um dos principais potenciadores da FE (Wu et al., 2017).

Sendo a FE um constituinte do DC, devemos começar por distinguir estes conceitos. O Desenvolvimento Cognitivo é definido como o conjunto de processos mentais de aquisição de conhecimento e compreensão que contribuem para a perceção, memória, intelecto e ação (Zeng

et al., 2017), enquanto que a FE engloba um conjunto de processos mentais necessários para a concentração e atenção, numa situação em que não se pode confiar no instinto ou na intuição, mas sim ponderar os passos seguintes a tomar perante um problema (Adele Diamond, 2013). Existe um consenso em como o DC e a FE são cruciais para o comportamento adaptativo das crianças, e servem como elemento condicionante do comportamento em contexto social expresso ao longo da vida (Zeng et al., 2017).

A FE é constituída por um conjunto de operações cognitivas subjacentes à seleção, planificação, coordenação e monitorização de processos complexos direcionados a objetivos envolvidos na perceção, memória e ação (Donnelly et al., 2016). Existe uma rápida adaptabilidade por parte do ser humano às mudanças do dia a dia, mediada por diversos processos que permitem ao indivíduo controlar e regular a sua resposta tanto a nível cognitivo como comportamental. Podemos incluir estes processos na FE (Uehara et al., 2013). Este ainda é um conceito que gera alguma controvérsia tanto na sua origem como no seu modelo de operacionalização. Diversas teorias da área da psicologia cognitiva e neuropsicologia foram expostas com vista na explicação da complexa natureza da FE e esta evidencia ser uma temática de interesse na área da investigação científica (Uehara et al., 2013).

Apesar de cada modelo de operacionalização ter as suas características, os diferentes modelos acabam por se influenciar uns aos outros. Segundo o trabalho de Uehara et al. (2013), existem quatro abordagens explicativas para os modelos de operacionalização da FE, sendo estas a abordagem cognitivista, neuropsicológica, psicométrica e desenvolvimentista. Genericamente a abordagem proposta por Adele Diamond (2006) que engloba os três principais domínios da FE, o controlo inibitório (CI), a memória de trabalho (MT) e a flexibilidade cognitiva (FC) é a mais referida.

O CI constitui a capacidade que a criança tem para reter uma resposta em prol de uma outra ação, sendo importantíssimo na primeira infância devido à grande influência que tem no controlo da impulsividade da criança (Diamond et al., 2002). Esta característica permite reajustar a resposta perante um estímulo, por exemplo, a capacidade que a criança tem de se conseguir focar apenas na voz da mãe num ambiente barulhento representa o CI.

A MT é essencial para o raciocínio, interpretação de instruções, recordações, tomadas de decisão, criatividade, entre outros fatores e representa a capacidade de acumular, atualizar e recuperar informações enquanto realiza outras tarefas em paralelo (Silva et al., 2022). A MT é

requerida quanto a criança é exposta a um jogo que lhe foi ensinado anteriormente, necessitando de se recordar das regras e do modo como deve agir perante o estímulo.

A FC envolve a capacidade de mudar de perspetivas alterando o foco da atenção de uma tarefa para a outra (Adele Diamond, 2013). É esta componente que permite também alterar uma resposta de acordo com o contexto no qual se está inserido (Blair, 2016), algo que implica a interferência tanto do CI, como da MT, devido ao facto de ser necessário inibir perspetivas anteriores (CI) e processar novas perspetivas (MT) para que ocorra uma alteração do foco de atenção (Adele Diamond, 2013). Este facto sugere que os diferentes componentes da FE têm uma grande influência uns sobre os outros.

É possível estabelecer uma relação entre a FC e o pensamento divergente, sendo este definido como uma medida do potencial criativo, fruto da formulação de várias ideias/hipóteses de resolução de um problema (Torrance, 1981). Segundo Hoicka, Bijvoet-van den Berg, Kerr, and Carberry (2013), uma das características que define o ser humano, é a capacidade de adaptação e mudança perante um estímulo. Caso esta não existisse, sempre que nos deparássemos com um problema e nos limitássemos a fazer o que já foi feito não sobreviveríamos a mudanças de grande escala, como por exemplo a nível ambiental. De facto, uma boa FC pode estar positivamente associada à capacidade de adaptação a situações diversas, remetendo-nos ao comportamento adaptativo por parte das crianças. Torna-se então importante estimular o pensamento divergente e, consequentemente, a criatividade desde a primeira infância, visto que a capacidade de pensar de forma divergente no início da vida pode ser essencial para a vida adulta (Kaufman & Beghetto, 2009).

Neste sentido, surge assim a problemática relacionada com o modo como estas variáveis podem ser desenvolvidas e aprimoradas. Hoicka et al. (2016), sugere que as crianças pequenas são “bons exploradores” em geral e esta característica, o pensamento divergente, pode estar relacionada com fatores genéticos, e com a aprendizagem social, ou seja, a observação. Desta forma, uma temática de estudo muito interessante pode passar pela análise da relação da genética e da criatividade, sendo que Hoicka et al. (2016) sugerem que o pensamento divergente das crianças aos dois anos de vida pode estar relacionado com o dos seus pais, algo que pode acontecer devido a fatores genéticos ou até mesmo educacionais. Pesquisas recentes referem variantes de genes específicos, incluindo transportadores de dopamina, catecol-o-metiltransferase, gene do recetor de dopamina D2, recetor de dopamina D4 e gene

serotonérgico TPH1 que afetam a criatividade. Isto sugere então que os pais, educadores e todas as pessoas que rodeiam a criança podem estimular o pensamento divergente desde cedo.

É possível constatar que existem diversas relações entre os fatores que influenciam o desenvolvimento cognitivo, por exemplo, existe flexibilidade no pensamento na FE, algo que nos remete à criatividade.

Tendo em conta a abrangência e inter-relação destes fatores, a faixa etária em estudo e a panóplia de vertentes que a nossa pesquisa poderia considerar, surge a necessidade de aprofundar o conhecimento numa vertente mais específica, surgindo a FE como o principal foco do presente estudo. Segundo (Kolb & Gibb, 2002) enaltecem a importância desta variável devido ao desenvolvimento muito acentuado nos primeiros 5 anos de vida da criança.

Embora existam três domínios principais da FE nesta faixa etária, sendo estes o CI, a MT e a FC, torna-se complexo e difícil dissociá-los, devido a características comuns entre estes. Acredita-se que durante a primeira infância todos estes componentes estão fortemente interligados e relacionados à inibição no nível representacional e/ou na manutenção de objetivos, devido ao facto do primeiro pico de maturação cerebral ser atingido aos 7 anos (Miyake et al., 2000). Inclusive um estudo de análise fatorial realizado por Wiebe et al. (2008) demonstrou que em crianças em idade pré-escolar, o CI pode ser capaz de representar a FE, para além de que estudos anteriores demonstram que o teste Go/No Go, tarefa esta associada ao CI, pode ativar todo o córtex pré-frontal (sendo esta a região do cérebro considerada a base de suporte para FE) (Smith et al. (2017); Willoughby et al., 2012).

Pode-se também acrescentar que todos estes processos cognitivos têm lugar no córtex pré-frontal e estão diretamente relacionados com a maturação dos lobos frontais, para além de que existe um pico no que toca ao desenvolvimento da capacidade de coordenação da FE entre o primeiro ano de idade e entre os 3 e 6 anos (Uehara et al., 2013). São nestas regiões cerebrais que existem mecanismos mediadores dos diversos componentes envolvidos na FE. O Córtex Pré-Frontal é responsável por mediar os diferentes componentes envolvidos na FE, permitindo que eles sejam coordenados e estejam constantemente interligados. Este é o último componente cerebral a amadurecer, o que indica que há um desenvolvimento mais tardio, bem como uma estrutura cerebral menos organizada e diferenciada em crianças em idade pré-escolar. Estima-se que as diferentes partes se complementam, ou eventualmente podem substituir-se umas às outras, o que sugere uma relação entre todos os componentes (Silva et al., 2022).

2.2. Recomendações do Movimento das 24 horas em crianças na primeira infância

De forma que haja efeitos benéficos ao nível da saúde da criança, é necessário potencializar o movimento durante as 24 horas do dia. Para que tal seja possível, devemos ter em conta que o movimento inclui não só comportamentos como a AF, o CS e Sono, como também as intensidade e duração das mesmas. Quantidades ideais de AF, Sono e tempo de ecrã podem promover efeitos benéficos ao nível da saúde física e psicossocial. O envolvimento em níveis recomendados destes comportamentos, em idade pré-escolar, também foram associados a melhorias na aquisição de habilidades motoras, indicadores cardiometabólicos e até mesmo melhoria ao nível do DC e saúde óssea (Hesketh & Janssen, 2022).

As recomendações consideradas e emitidas ao nível da AF, CS e Sono representam como que um guia e um exemplo para a população em geral. As recomendações de AF estão divididas por faixa etária, sendo que para a primeira infância, até aos 5 anos de idade, surgiram apenas em 2019 pela *World Health Organization* (WHO) (WHO, 2019) e elaboradas segundo a literatura e estudos sobre a temática. Este é um período de rápido desenvolvimento físico e cognitivo, e é o período durante o qual os hábitos da criança são formados e as rotinas de estilo de vida da família estão abertas a mudanças e adaptações, daí a importância de intervenções nestas faixas etárias (Willumsen & Bull, 2020).

Segundo as recomendações da WHO as crianças da primeira infância devem passar pelo menos 180 minutos em AF a uma intensidade moderada a vigorosa, devem ter um período de sono entre 10 a 13 horas diário e um máximo de tempo de ecrã de 60 minutos (WHO, 2019). Acima dos 4 anos, até aos 5 anos de idade deve haver pelo menos 60 minutos de AF diária, sendo que pelo menos 3 vezes por semana deve ser realizada atividade aeróbia a até um máximo de 2 horas de tempo diário de ecrã (WHO, 2020).

2.2.1. Atividade Física

A AF é definida como qualquer movimento corporal produzido pelos músculos que requeira gasto energético (Alves & Alves, 2019) e pode ser caracterizada por níveis de

intensidade sendo estes, leve, moderado ou vigoroso. A AFL refere-se á atividade na qual o gasto energético se encontra entre 1,5 e 3 METS (Medida de Equivalente Metabólico), representando apenas um ligeiro aumento da frequência cardíaca; a AF a uma intensidade moderada (AFM) representa uma atividade na qual as crianças começam a perder o fôlego e encontra-se entre os 3 e 6 METS de intensidade; as atividades com um gasto energético superior a 6 METS estão incluídas na AF a uma intensidade vigorosa (AFV) (McCrorie, Martin, & Janssen, 2020). A AF é fundamental para o desenvolvimento ao longo da vida de cada criança e com influência direta ao nível da saúde. As organizações de saúde propõem que níveis mais elevados de AF em crianças em idade escolar estão associados a importantes benefícios de saúde tanto a curto como a longo prazo nos diversos domínios (físico, emocional, social e cognitivo), daí a importância do estudo das relações estabelecidas entre estas variáveis (Zeng et al., 2017).

Uma vez que a primeira infância é considerada um período importante do desenvolvimento motor e cognitivo, e é marcada por um dos mais críticos e intensos períodos do desenvolvimento cerebral (Carson et al., 2016), torna-se crucial compreender os efeitos da AF nas habilidades motoras e no DC. Esta problemática é de grande importância, até mesmo a nível da saúde pública (Zeng, Ayyub et al. 2017). Existe evidência em como as diversas vertentes da saúde (social, emocional e física) têm uma implicação negativa na saúde cognitiva devido ao facto de fatores como o stresse, a falta de sono, a solidão e a falta de exercício prejudicarem a FE (Diamond, 2013).

Para além disso, segundo Bezerra et al. (2021), na infância a AF está relacionada a um perfil cardiometabólico, físico e psicossocial mais saudável, um melhor desenvolvimento motor e cognitivo, principalmente ao nível da FE. É também importante realçar que a avaliação da FE nas fases iniciais do desenvolvimento infantil é essencial para que seja possível a identificação de eventuais alterações cognitivas em crianças pequenas, permitindo assim que haja uma intervenção precoce de forma a minimizar possíveis complicações futuras (Silva et al., 2022).

Existe evidência em como a AF pode ter efeitos benéficos no desenvolvimento cognitivo durante a primeira infância, por exemplo, Zeng et al. (2017) demonstra que a eficácia da AF nos resultados cognitivos de crianças em idade pré-escolar é favorável em cerca de 80% dos casos. Sendo a AF um conceito muito abrangente, devemos ter também em conta alguns fatores condicionantes da mesma como a duração da prática, a intensidade e a frequência. A evidência

existente acerca da relação entre AFMV e DC, mais propriamente a FE, nesta faixa etária é escassa e limitada, no entanto, alguns autores defendem que a participação na AFMV pode reduzir o risco de incidência de certas patologias como diabetes do tipo 2, doenças cardiovasculares e o risco de obesidade, e tem ainda efeitos benéficos ao nível da saúde óssea (Janney & Jakicic, 2010). É importante também realçar que existe evidência em como a AF está positivamente relacionada com a saúde e o desenvolvimento cerebral (Singh et al., 2019).

A literatura existente ainda é um pouco controversa. Existem contudo autores que correlacionam estas variáveis de forma positiva, atribuível ao facto da existência de evidências de que a AF induz alterações na estrutura e funcionalidade cerebral e no funcionamento neurocognitivo (Lubans et al., 2016). Não obstante aos efeitos menos positivos obtidos, segundo o trabalho de Bezerra et al. (2021), existe evidência em como a correlação entre o tempo despendido com AFMV e, pelo menos 5 minutos de sono ou de AFL demonstraram melhorias a nível da FE nestas faixas etárias. Torna-se claro que estas variáveis são influenciadas por múltiplos fatores sendo difícil estudá-las de forma independente do movimento das 24 horas da criança.

Segundo o mesmo autor, pode existir uma relação diretamente proporcional entre a intensidade da AF e o desempenho nos diferentes domínios ao nível da FE, algo que pode ter como explicação os benefícios físicos proporcionados pelo aumento do fluxo sanguíneo no cérebro (Khan & Hillman, 2014).

Devemos também realçar que o período entre os 3 e 8 anos é importantíssimo para o crescimento e desenvolvimento da criança e é também o período em que se inicia a idade escolar, sendo importante e decisivo para o desenvolvimento motor, cognitivo, individual, pessoal e social (Meza, 2000).

Intervir na vida das nossas crianças tornando-as fisicamente mais ativas é crucial para o seu bem-estar a todos os níveis, algo comprovado inúmeras vezes pela literatura existente nesta temática e nesta faixa etária especificamente. Crianças menos ativas tornam-se menos saudáveis, como é possível constatar no trabalho de Flom, Cohen, and Saudino (2017), no qual é evidenciado indícios em como baixos níveis de AF podem ser problemáticos em diversos fatores no que concerne ao desenvolvimento harmonioso da criança. Crianças com tendência a estarem mais sonolentas, mais pensativas, com um “ritmo cognitivo lento” também têm níveis baixos tanto de energia como de AF (Flom et al., 2017). Assim, torna-se evidente a importância

da integração da AF na vida das nossas crianças e a manutenção de um estilo de vida saudável e ativo.

2.2.2. Comportamento Sedentário

O Comportamento Sedentário (CS) é definido por atividades com um baixo gasto energético, nomeadamente abaixo dos 1,5 METS (Medida de Equivalente Metabólico) (Pate, O'Neill, & Lobelo, 2008). É de grande importância referir que o CS é inversamente proporcionar a indicadores favoráveis para a saúde em geral, ou seja, quanto menor o tempo de CS, maiores os indicadores de saúde favoráveis (Tremblay et al., 2017). O CS é maioritariamente definido por períodos em que a criança se encontra sentada, deitada e em tempo de ecrã, seja este em Tablet ou televisão. Devido ao facto da avaliação, para efeitos do presente estudo, ter sido feita através de acelerometria, é considerado o tempo sedentário (TS) e não o CS. O TS é definido como o tempo passado em CS, por medida de tempo, minutos por dia, ou por contexto, por exemplo, na escola ou no trabalho (Tremblay et al., 2017).

Mais de 2 horas de tempo de ecrã demonstraram ter efeitos negativos na componente física, psicossocial e no desempenho académico futuro das crianças (Carson et al. (2016), McNeill, Howard, Vella, and Cliff (2020)), para além de que, em idade pré-escolar, o tempo sedentário parece afetar negativamente a substância branca do cérebro sendo que esta componente está diretamente relacionada a processos cognitivos, incluindo a FE (Hutton, Dudley, Horowitz-Kraus, DeWitt, & Holland, 2020).

A definição do CS limitando-se ao “tempo de ecrã” demonstra limitações a nível da avaliação da mesma visto que a WHO apenas estabelece recomendações específica para o tempo de ecrã ignorando outro tipo de atividades que podem ser consideradas CS, para além de que o DC se demonstrou inversamente proporcional ao tempo de ecrã, mais especificamente de televisão (Carson et al., 2015). O excesso de tempo de ecrã demonstra estar negativamente relacionado com a MT visto que crianças em idade pré-escolar que cumprem as recomendações para o tempo diário de ecrã têm tendência a ter melhor MT, sendo esta premissa apoiada por fatores da neurociência que demonstram que existem implicações negativas ao nível do desenvolvimento do córtex pré frontal (região fortemente relacionada com FE) e a exposição prolongada ao ecrã (Zhang et al., 2022).

Apesar da literatura apoiar que o tempo excessivo em CS e de ecrã está negativamente associado ao desenvolvimento da FE, são inúmeras as barreiras para o estudo do CS, não só por não existir consenso acerca da quantidade de tempo apropriado para o desenvolvimento ideal da criança, como também existem dúvidas acerca da influência do tipo de conteúdo observado durante o tempo de ecrã (Carson et al., 2015). O CS não só depende do tipo de comportamento adotado, podendo este ser em tempo de ecrã ou não, por exemplo a desenhar ou ler, como também depende da metodologia de avaliação aplicada para a contabilização e avaliação do mesmo (Santos et al., 2017).

O estudo do CS e do TS é de extrema importância para o desenvolvimento da criança em geral, não obstante que o aumento da prevalência de um estilo de vida sedentário entre as crianças é preocupante e em conjunto com o rápido desenvolvimento cerebral e proliferação do funcionamento neurocognitivo durante a infância demonstram a necessidade da melhor compreensão da correlação das variáveis (Meijer et al., 2022).

2.2.3. Sono

É de realçar a importância do estudo das relações existentes entre as variáveis que constituem o desenvolvimento da criança, onde se deve ter em conta as 24 horas do dia onde são incluídos não só períodos de AF, CS e Sono e sestas.

Relativamente ao sono e às sestas, existe evidência em como as crianças que dormem mais sestas, dormem menos á noite, e que aquelas que dormem menos á noite são menos competentes a nível de FE. Algo que pode ser explicado pelo facto de os autores considerarem que a sesta diária seria um marcador para o desenvolvimento do cérebro, ou seja, as crianças que dormem menos durante o dia têm cérebros mais maduros tendo consequentemente um melhor desempenho a nível cognitivo (Bezerra et al., 2021). Existem também relatos em como o TS, principalmente um maior tempo de ecrã, menor duração de sono e níveis mais baixos de AF estão interligados, sendo uma combinação desfavorável ao desenvolvimento da criança (Santos et al., 2017).

Existem inúmeras associações entre estas variáveis. Por exemplo, a variável “sono” constitui uma influência preponderante para esta temática devido ao facto de ser durante o sono que ocorrem processos como a compensação sináptica, que acabam por melhorar e rentabilizar a neuroplasticidade cerebral que pode ser fundamental para a consolidação da memória, sendo

que esta é uma das principais habilidades da FE (Tononi & Cirelli, 2014). Crianças com rotinas de sono saudáveis demonstram melhores resultados nos três domínios da FE (Kitsaras, Goodwin, Allan, Kelly, & Pretty, 2018). Não só o sono tem influência, como também todos os outros comportamentos de movimento. Estes coexistem como um todo, portanto, o tempo gasto em um comportamento afeta e é afetado pelos outros comportamentos durante o tempo restante do dia da criança (Chen et al., 2019). Apesar da escassez de estudos na literatura acredita-se que o conjunto de comportamentos adotados pelas crianças pode proporcionar benefícios cumulativos no córtex pré-frontal imaturo das crianças (Bezerra et al., 2021).

2.3. Relação entre os Movimento das 24 horas na Estrutura/Funcionalidade Cerebral e Função Executiva

A participação na AF pode desempenhar um papel crucial nas mudanças ao nível da microestrutura cerebral da substância branca em crianças (Meijer et al., 2022). Assim, tendo em conta os efeitos de um programa de exercício nas propriedades cerebrais, deve ser feita uma diferenciação entre os termos “estrutura cerebral” e “funcionamento cerebral”. Relativamente à estrutura cerebral, grande parte dos estudos analisados referem que o exercício promove benefícios a nível da microestrutura da substância branca, incluindo a mielinização e organização a nível dos axónios (componentes responsáveis pela condução do impulso nervoso). Estes elementos são de grande relevância visto que a microestrutura da substância branca serve de facilitador no que toca à conectividade estrutural do cérebro para permitir a integração funcional de processos que suportam o funcionamento neurocognitivo (Meijer et al., 2022). Fazendo referência à estrutura cerebral, segundo Girault et al. (2020) um aumento da espessura cortical em crianças mais velhas e adultos está associado a um melhor desenvolvimento cognitivo. Já em jovens adultos, existe uma correlação positiva entre a área da superfície regional e a capacidade cognitiva. Em geral, córtices maiores e mais grossos estão relacionados a um melhor desempenho cognitivo em diferentes domínios distribuídos por diferentes regiões cerebrais que suportam a cognição motora, a linguagem e a cognição geral.

Relativamente ao funcionamento cerebral, existe evidência em como o exercício e a prática da AF promovem efeitos benéficos a nível da atividade cerebral. Apesar de grande parte dos resultados obtidos serem baseados em medidas obtidas através de Eletroencefalograma

(EEG) e Ressonância Magnética funcional (fMRI) no decorrer de tarefas que requerem a parte mais cognitiva, existem autores que sugerem que o tempo em que as crianças estão em repouso, ou até mesmo o sono, demonstrariam que a atividade cerebral é sensível aos efeitos da AF (Meijer et al., 2022). A atividade cerebral durante o repouso em determinadas regiões cerebrais ativadas, denominadas por redes de estado de repouso (RSNs), é caracterizada por alterações ao nível do desenvolvimento da criança e está também relacionado ao funcionamento neurocognitivo.

Pode-se então constatar que, tanto a microestrutura da substância branca como as redes de estado de repouso podem ser influenciáveis pela prática de AF durante a infância (Meijer et al.), representando importantes problemáticas de estudo para a compreensão desta simbiose, a influência da AF na promoção do desenvolvimento e funcionamento neurocognitivo.

Considerando a mielinização da substância branca, e consequentemente a eficiência da condução do sinal que ocorre perante um estímulo, estes fatores são altamente sensíveis a fatores ambientais (Forbes & Gallo, 2017) sendo que longos períodos em comportamento sedentário podem ter um impacto negativo a nível da FE nestas faixas etárias. Devemos ter em conta que todos os tipos de comportamentos devem constar nas 24h na medida ideal. Por exemplo, longos períodos de comportamento sedentário podem ter efeitos negativos, mas, por outro lado, atividades que promovem a aprendizagem como quebra-cabeças ou jogos de raciocínio podem ter efeitos positivos a nível do desenvolvimento cognitivo da criança, desde que não seja prolongado no tempo (Carson et al., 2016).

Segundo Barsalou (2008), a base para o estudo da relação entre o desenvolvimento motor e o desenvolvimento cognitivo humano pressupõe que a percepção e a ação estão intimamente interligadas. Assim sendo, podemos ver o movimento como uma forma de conhecimento biológico primário que pode funcionar como um auxiliar na aprendizagem da matemática, por exemplo, sendo esta uma forma de conhecimento biologicamente secundário. Paralelamente e tendo em vista o contexto escolar, existe também evidência em como programas de AF em contexto de sala de aula e movimentos direcionados para a tarefa mostram efeitos positivos na aprendizagem da matemática, por exemplo, daí a relação positiva entre a AF e o Desenvolvimento Cognitivo (Mavilidi, Okely, Chandler, Louise Domazet, & Paas, 2018).

De facto, atualmente e com os avanços a nível da neurociência houve um progresso substancial que permite estabelecer uma relação entre AF, a estrutura do cérebro e desenvolvimento cognitivo. Resultados de alguns estudos transversais sugerem que existe uma

associação positiva entre AF e a FE na primeira infância (Willoughby et al., 2018). O papel da AF numa série de fatores neurotróficos (biomoléculas que apoiam o crescimento, sobrevivência e diferenciação dos neurónios) já é conhecido (Khan & Hillman, 2014). Demandas aeróbias de AF, particularmente numa intensidade moderada a vigorosa, desencadeiam a libertação de fatores neurotróficos e aumentam a formação de vasos sanguíneos neurais e a neurogénese, aumentando assim a neuroplasticidade cerebral, característica esta que suporta o funcionamento neurocognitivo (Meijer et al., 2022). Como curiosidade, podemos também referir que durante o sono existem mecanismos fisiológicos, como os processos de compensação sináptica que podem melhorar a neuroplasticidade, fenómeno essencial para a consolidação das habilidades de memória, sendo este um dos componentes de FE.

Outro exemplo da neurociência onde se demonstra a relação entre as variáveis referidas incide no facto de que níveis aumentados de fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF), consequência de níveis mais altos de AF, podem facilitar a aprendizagem e manter as funções cognitivas, melhorando a plasticidade sináptica e servindo como um agente neuroprotetor, o que leva a uma melhor atividade neuroelétrica e aumento da circulação cerebral, em síntese, um melhor aproveitamento de toda a atividade neural (Meijer et al., 2022).

O movimento provoca uma série de alterações neurológicas no hipocampo que têm sido associadas à consolidação da memória e habilidade em amostras com animais. Outras pesquisas realizadas em animais levaram à hipótese da existência de uma reserva neurogénica, que propõe que a AF no início da vida otimiza as redes cerebrais envolvidas na memória e também cria uma reserva de células precursoras que influenciam as capacidades de aprendizagem dos indivíduos ao longo da vida (Zeng et al., 2017). É também importante referir que a maturação do Sistema Nervoso Central (SNC) engloba diversas funções inerentes aos processos cognitivos como a atenção, memória, aprendizagem, perceção, linguagem e capacidade de resolução de problemas (Rosselli, Matute, & Ardila, 2010).

Vários estudos demonstraram que a prática de exercício físico regular altera estruturas e funções cerebrais específicas e as mudanças foram associadas ao desempenho cognitivo de adultos mais velhos, particularmente em avaliações que requerem maior quantidade de funções executivas. Esta hipótese propõe que o exercício tem o potencial de induzir vascularização, crescimento neural e alterar a transmissão sináptica de formas que alteram o pensamento, a tomada de decisão e o comportamento nas regiões do cérebro ligadas à FE, em particular os

córtices pré-frontais (Zeng et al., 2017). Segundo Garon, Bryson, and Smith (2008), a área pré-frontal encontra-se funcional no final do primeiro ano de vida, no entanto, as tarefas inerentes à função executiva são demasiado complexas para esta faixa etária. Muitas das tarefas para a idade adulta são de um grau de complexidade que envolve múltiplas operações em simultâneo, assim, ao simplificar as tarefas para que sejam adequadas a crianças existem dúvidas em como o componente crítico da função executiva se mantém (Kolb & Gibb, 2002).

Em suma, pode-se dizer que é importante considerar que a base do desenvolvimento motor se reflete na capacidade de se mover, principalmente em função de dois fatores básicos: a maturação do sistema nervoso e a maturação do sistema musculoesquelético. Assim, alterações a nível das habilidades motoras de uma criança podem refletir imaturidade cerebral associada a uma anomalia a nível do desenvolvimento da criança (Fernandez et al., 2018).

A evidência existente acerca da relação entre AF e desenvolvimento cognitivo nas crianças ainda é escassa, ao contrário do que acontece em adultos (Willoughby et al., 2018), onde já existe evidência em como estas variáveis têm uma relação positiva, principalmente ao nível da FE, daí a pertinência do estudo e mais pesquisas destes conceitos na primeira infância.

3. MÉTODOS

3.1. Desenho de estudo

O presente trabalho consiste num estudo transversal que está inserido num estudo semi-experimental, o Gym4PETIZ (Physical Exercise for Toddlers and Infants in Family). O Gym4PETIZ é um programa de intervenção comunitário fundamentado nos princípios básicos da ginástica para bebés e crianças na primeira infância (Lagoa et al.2021). O principal objetivo deste programa é a promoção de um estilo de vida saudável, intervindo ao nível da AF, CS, Competência Motora (CM) e pensamento criativo, em contexto familiar. No decorrer da intervenção existe uma grande preocupação com a inclusão da família, não só para favorecer e fortalecer as relações existentes entre pais e filhos, como também para permitir a aplicação de estratégias inovadoras e a criação de um ambiente familiar facilitador do pensamento criativo nas crianças como o Telling Story (Duncan, Cunningham, & Eyre, 2019) e o Método de Autocorrier (Aucouturier, 2007).

O programa foi aprovado por um Comité de Ética (Comité de Ética nº22/2020), está consequentemente em conformidade com as recomendações da Declaração de Helsínquia e a proteção de dados ao abrigo da Regulamento Geral de Proteção de Dados.

3.2. Amostra

A Amostra do presente estudo pertence à primeira fase de avaliação do programa Gym4PETIZ. Apesar do programa incluir bebés e crianças na primeira infância (entre os 9 meses e os 5 anos de idade), para efeitos do nosso trabalho, a Amostra foi constituída pelos participantes com idades compreendidas entre os 3 e os 5 anos. Os participantes têm residência no distrito do Porto e a sua participação é voluntária. Como critérios de exclusão foram considerados a integração de um projeto de intervenção semelhante nos 6 meses anteriores, doenças ou comorbilidades e a utilização de medicação ou tratamentos que influenciem a Atividade Física e a adaptação ao esforço.

A amostra foi constituída por 18 crianças sendo que 56% (n=10) eram meninos e os restantes 44% meninas (n=8).

Na tabela 1 constam os valores descritivos para a variável idade em meses da amostra de estudo.

Tabela 1. Valores descritivos das idades em meses da amostra em estudo

	Idade (meses)		
	Mínimo	Máximo	M±DP
Todos	38	67	49,22±9,67
Feminino	39	67	50,5±10,25
Masculino	38	62	50,5±10,25

Legenda: M – Média; DP – Desvio Padrão

3.3. Variáveis, procedimentos e recolha de dados

Tendo em conta as variáveis em estudo, irão ser referidos os procedimentos de recolha de dados para a Atividade Física, Comportamento Sedentário, Sono e a Função Executiva.

3.3.1. Função Executiva

Uma preocupação para a seleção de um instrumento para o presente estudo centra-se nas metodologias para avaliação desta variável, a FE. Existem estudos baseados em ressonâncias magnéticas e imagens a nível cerebral nas quais é evidente que entre os 4 e 8 anos existe um crescimento do lobo frontal, e simultaneamente um aumento a nível do desenvolvimento cognitivo e motor (Ahnert, Schneider, & Bös, 2010). A utilização deste método é fortemente limitada pelos encargos financeiros associados.

Apesar de existirem uma série de testes e medidas utilizadas para a avaliação de diversas variáveis nestas faixas etárias, a função executiva demonstra uma limitada diversidade de metodologias de avaliação, principalmente em bebés e crianças mais pequenas, para além de que a incerteza quanto ao modelo de operacionalização da FE nestas idades também constitui uma barreira para obtenção de uma metodologia ideal para a avaliação desta variável de estudo (Silva et al., 2022). Como justificação devemos considerar o facto de as crianças terem idades onde o feedback oral é limitado, alguns dos métodos existentes serem de baixa acessibilidade

e dispendiosos, dos tamanhos das amostras, entre outros. Assim, devem ser utilizadas metodologias de curta duração e pouco dispendiosas, mas sensíveis às variáveis em estudo.

Questões como estímulos insuficientemente envolventes e métodos de resposta não intuitivos podem dificultar a avaliação precisa das habilidades nestas faixas etárias, para além de que requisitos tecnológicos e a necessidade de uma conexão contínua com a Internet constituem mais fatores limitadores a nível da recolha de dados nas avaliações desta variável. Para lidar com todas as limitações, e para a avaliação da Função Executiva nestas idades mais precoces, foi desenvolvido o Early Years Toolbox (EYT) (Howard & Melhuish, 2017), o instrumento selecionado para o presente estudo.

O EYT consiste numa bateria de testes que foi desenvolvida para avaliar especificamente a Função Executiva através de medidas do desenvolvimento cognitivo, autorregulatório, linguístico, numérico e social emergente, de crianças entre os 3 e os 6 anos. Esta metodologia enquadra-se na temática de estudo e por ser considerada fiável para os objetivos aos quais nos propomos, foi a metodologia utilizada para a avaliação da FE no nosso estudo.

Esta bateria de testes é constituída por 6 tarefas breves, com duração média de 5 a 8 minutos cada, envolventes e semelhantes a um jogo, sendo que seriam avaliadas numa aplicação desenvolvida para *Ipads*. As tarefas associadas à avaliação da FE nesta aplicação são o “Mr. Ant” para avaliação da memória de trabalho, o “Not This” para a avaliação da memória de trabalho fonológica, o “Go/No Go” que incide no controlo inibitório e o “Card Sorting” que envolve a capacidade de controlar e redirecionar a atenção.

Para a avaliação da FE e tendo em conta fatores como a necessidade da aplicação de um teste breve e eficaz, optámos por selecionar uma tarefa correspondente a cada um dos domínios da FE sendo que genericamente a abordagem mais referida para o modelo de operacionalização da FE é assim constituída (Adele Diamond, 2006). Assim, as tarefas aplicadas foram o “Mr. Ant”, o “Go/No Go” e o “Card Sorting”. O “Not This” foi excluído não só pelo facto deste domínio da FE já estar inerente ao jogo “Mr. Ant”, como também por ser considerada uma tarefa com um grau de complexidade extremamente elevada para a faixa etária em estudo, o que poderia enviesar os resultados relativos às tarefas avaliadas (Adele Diamond, 2006). Passamos para a descrição detalhada de cada uma das tarefas que constitui esta metodologia de avaliação:

a) Mr. Ant: memória de trabalho viso-espacial;

O “Mr. Ant” tem uma duração entre 5 e 10 minutos e é uma avaliação baseada na memória de trabalho visual-espacial, ou seja, na quantidade de informação visual que simultaneamente pode ser coordenada em mente. Neste jogo, as crianças conhecem o “Mr. Ant” que tem vários adesivos coloridos espalhados pelas diferentes partes do corpo. Os números de adesivos aumentam progressivamente de 1 a 8 (8 níveis de complexidade), sendo que em cada nível os adesivos coloridos surgem por 5 segundos e depois é solicitado à criança que toque nos locais onde os adesivos estavam anteriormente. A tarefa termina assim que a criança falhe as 3 tentativas de um dos níveis. A pontuação do “Mr Ant” é calculada a partir do 1º nível, em que cada nível ultrapassado com sucesso (2 das 3 tentativas com resposta correta) corresponde a 1 ponto, acrescentando 1/3 de ponto para todas as respostas corretas obtidas posteriormente (Howard & Melhuish, 2017). A escala de pontuação desta tarefa varia entre 0 e 8 pontos.

b) Go/No Go: controlo inibitório;

A tarefa “Go/ No Go” tem uma duração mais curta, entre 5/6 minutos e é uma avaliação da inibição, sendo esta a capacidade de controlar impulsos comportamentais. Neste jogo, as crianças são apresentadas a peixes e tubarões e é solicitado que as crianças toquem na tela do iPad sempre que virem um peixe (para o “agarrarem”) e que façam o inverso quando surgir um tubarão, ou seja, evitar tocar quando um tubarão aparecer (“evitar os tubarões”). Esta tarefa é dividida por 3 tentativas em que em cada uma delas surgem 20 peixes e 5 tubarões de uma forma aleatória. Cada um surge a uma velocidade de 1,5 segundos e entre cada dois existe um intervalo de 1 segundo de pausa (Howard & Melhuish, 2017). Nesta tarefa podemos avaliar variáveis como o controlo inibitório, o tempo de reação perante um estímulo, a capacidade de processamento de uma informação e a precisão na resposta.

Refira-se que a cotação atribuída à precisão, ou seja, a quantidade de respostas certas, não considera a velocidade de reação para a precisão da resposta (von Suchodoletz, Slot, & Shroff, 2017). Para contornar esta barreira, foi realizado o somatório de todas as respostas corretas, sendo que esta variável poderia ir de uma escala de 0- 75 pontos pra a caracterização final desta tarefa. Na faixa etária em estudo, entre os 3 e os 5 anos, ocorre um grande

desenvolvimento da capacidade de inibição e tarefas simples como o Go/NoGo são as mais adequadas para avaliação deste parâmetro (Anderson & Reidy, 2012).

c) Card Sorting: Capacidade de controlar e redirecionar a atenção

A tarefa “Card Sorting” baseia-se numa componente da FE que envolve a capacidade de controlar e redirecionar a atenção. Neste jogo, são apresentadas cartas às crianças que variam na sua forma e cor e é solicitado que as mesmas classifiquem as cartas, por exemplo, “barcos azuis” para o “castelo azul”. Numa fase inicial devem classificar por uma dimensão como a cor e, posteriormente, por outra dimensão que é a forma. A capacidade de mudar de forma flexível de uma regra de classificação para outra corresponde à sua flexibilidade cognitiva (ou de “deslocamento” ou “mudança”). A tarefa seguinte corresponde à junção das duas anteriores, por vezes é solicitado à criança o “jogo das cores”, e outras vezes é solicitado que jogue o jogo das “formas”. Assim, esta tarefa é constituída por 3 níveis, sendo que cada um deles é constituído por 6 tentativas. Para passar para o nível seguinte a criança deve acertar, pelo menos, 5 dos 6 tentativas que lhe são solicitadas (Howard & Melhuish, 2017). Esta tarefa tem entre 5/7 minutos de duração. Os resultados são fruto do número de respostas certas, sendo o máximo de pontuação de 18, dentro dos parâmetros considerados em cada uma das tarefas, e são enviados para um e-mail previamente definido.

3.3.2. Atividade Física, Tempo Sedentário e Sono

A Atividade Física e o Tempo Sedentário foram avaliados com recurso a acelerómetros AntiGraph GT3X e diário de AF, sendo que a avaliação do sono foi realizada somente através dos dados do diário. O AntiGraph GT3X é um acelerómetro triaxial, normalmente utilizado na anca de crianças que já adquiriram a marcha. Este aparelho foi utilizado durante 7 dias consecutivos que através de um inclinómetro embutido consegue detetar quando é que a criança está deitada, sentada ou de pé e quantificar movimentos (Hänggi, Phillips, & Rowlands, 2013). Os acelerómetros têm sido utilizados nestas faixas etárias para estimar o tempo total de AF que as crianças praticam de intensidades leves, moderadas e vigorosas (Ridley, Ridgers, & Salmon, 2016) e o de TS, já o tempo total de sono foi foram avaliados através da junção da análise do acelerómetro com um diário de AF, devidamente preenchido pelos encarregados de educação

de cada participante no decorrer dos 7 dias de utilização do acelerómetro (Santos et al., 2017). O diário de AF permite ter acesso a uma estimativa de quantidade de horas de sono descrita pelos encarregados de educação, incluindo sesta e sono noturno, que posteriormente pode ser comparada com os registos de acelerometria. Tendo em conta a nossa amostra, para a obtenção da definição dos níveis de intensidade de AF foi utilizado o ponto de corte de Pate, Almeida, McIver, Pfeiffer, and Dowda (2006).

3.4. Tratamento e análise de dados

Os procedimentos estatísticos e análise de resultados do presente trabalho foram realizados com recurso ao SPSS (Statistical Package for the Social Science).

Foi realizada uma análise descritiva para a caracterização da amostra.

Numa fase inicial foi construída a base de dados das tarefas da função executiva seleccionadas para efeitos do nosso estudo e atualizados os dados relativos à AF. As grelhas excel base para a realização das bases de dados são fornecidas pelo “site” da aplicação Early Years Toolbox. Estas grelhas já se encontram formatadas de forma que seja mais facilitada a limpeza das bases de dados. No caso específico da tarefa utilizada para a avaliação do Controlo Inibitório, o “Go/NoGo”, esta base de dados exclui automaticamente casos como aquelas crianças que não reagem perante nenhum dos estímulos (nem peixes, nem tubarões), sendo que o tempo de reação de cada resposta é sempre 1,5 segundos, que é o tempo que cada peixe/tubarão demora a passar no ecrã; exclui também casos como aquelas crianças que estão sempre a carregar no ecrã sem que seja possível a visualização do peixe ou tubarão, ou seja, sempre que a resposta é inferior a 300 milissegundos.

Com o objetivo de compreender se as crianças da nossa amostra cumprem ou não as recomendações da WHO elaborámos uma análise descritiva com as frequências para o cumprimento (ou não) da AF, TS e Sono. Foi realizada uma Correlação de Pearson para estudar as relações existentes entre a AF, o TS e o sono com as 3 tarefas dos 3 domínios da FE, já para estudar a relação destas variáveis com o sexo e a idade das crianças foi realizada uma correlação de Spearman, pelo facto das variáveis serem categóricas. Tendo em conta que a relação dos três domínios da FE foi significativa com o AFMV, comparativamente aos restantes comportamentos do movimento das 24 horas, foi testada a associação das variáveis pela regressão linear para estas variáveis.

Os pressupostos para a realização de uma regressão linear foram testados e cumpridos. Constatou-se que os dados seguem uma tendência linear, não foram encontrados valores discrepantes, ou seja, *outliers* e que os resíduos seguem uma distribuição normal.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

De forma a contextualizar e caracterizar a amostra, na tabela 2 estão apresentados os valores das cotações máximas e mínimas obtidas em cada uma das tarefas inerentes à FE e respetivas médias e desvio padrão, total e por género.

Tabela 2. Mínimo, Máximo, Média e desvio padrão obtidos nas tarefas direcionadas ao Controlo Inibitório, Flexibilidade Cognitiva e Memória de Trabalho

		Mínimo	Máximo	M±DP
Controlo Inibitório	Todos	27	71	56±11,75
	Feminino	27	67	50,75±13,73
	Masculino	48	71	60,20±8,38
Flexibilidade Cognitiva	Todos	3	12	9,17±2,36
	Feminino	8	12	9,75±1,39
	Masculino	3	13	8,7±2,91
Memória de Trabalho	Todos	1	4,33	2,44±0,93
	Feminino	1,33	4,33	2,71±0,93
	Masculino	1	3,67	2,23±0,92

Legenda: M-Média; DP-Desvio Padrão;

Com o objetivo de compreender se as crianças da nossa amostra cumprem ou não as recomendações da WHO elaborámos a Tabela 3 descritiva com as frequências para o cumprimento (ou não) da AF, TS e Sono (WHO,2020).

Tabela 3. Média diária e Desvio Padrão de AFMV, AFL, CS e Sono por criança, por minuto

	Todos M±DP	Feminino M±DP	Masculino M±DP
AFMV (min.)	74,86±23,99	69,53±18,28	79,13±27,95
AFL (min.)	51,53±23,97	47,73±26,16	54,56±23,03
TS (min.)	606,27±68,16	626,61±75,04	592,04±62,91
Sono (min.)	678,81±55,47	692,78±62,1	669,04±51,39

Legenda: M – Média; DP – Desvio Padrão; MVPA – Atividade Física Moderada a Vigorosa; LPA – Atividade Física Leve; CS – Comportamento Sedentário; Min - minutos

Na presente amostra de 18 crianças verificou-se que 72,2% cumprem as recomendações da WHO de AF sendo que o mesmo não acontece com os restantes 27,8%. Relativamente ao sono, a totalidade da nossa amostra cumpre com a recomendação diária de 10 a 13 horas de sono, sendo que as nossas crianças dormem, em média, 678 minutos diários. Já para o TS, todas as crianças obtiveram valores elevados do mesmo.

As crianças que constituem a nossa amostra têm uma média de 606,27 minutos de TS diário. As Guidelines (WHO, 2020) para o CS incidem sobre o tempo de ecrã, a recomendação específica é para que as crianças nesta faixa etária não ultrapassem os 60 minutos diários de tempo de ecrã. Como a avaliação foi realizada através de acelerometria, não temos acesso ao tempo real de ecrã e ao restante CS, podendo assim esta ser apontada como uma limitação para esta metodologia no que toca à avaliação do CS em específico.

Foram também utilizados Testes-T de amostras independentes para comparação de médias por género nas variáveis que constam na Tabela 2 e Tabela 3, sendo que não foram encontradas diferenças significativas.

Na tabela 4 são apresentados os valores das relações existentes entre os diversos comportamentos das 24 horas, a AFMV, AFL, o Sono e TS e as tarefas relacionadas a cada um dos 3 domínios da FE, sendo estes o CI, a FC e a MT, tendo em conta que o principal objetivo do estudo se baseia na análise da relação existente entre o comportamento do movimento das 24 horas e a FE em crianças em idade pré-escolar.

Tabela 4. Relação entre Controlo Inibitório, Flexibilidade Cognitiva, Memória de Trabalho e AFMV, AFL, Sono, TS, Idade e sexo da amostra

	CI	FC	MT
AFMV	0,505* a)	0,507* a)	0,566* a)
AFL	- 0,453 a)	- 0,261 a)	- 0,248 a)
Sono	- 0,309 a)	- 0,075 a)	- 0,245 a)
TS	0,266 a)	0,240 a)	0,263 a)
Idade	0,506* a)	0,475* a)	0,653** a)
Sexo	0,378 b)	- 0,104 b)	- 0,287 b)

Sig: *p<0,05; **p<0,01

Legenda: a) Correlação de Pearson; b) Correlação de Spearman.; AFMV-Atividade Física Moderada a Vigorosa; AFL-Atividade Física leve; TS-Tempo Sedentário; CI-Controlo Inibitório; FC-Flexibilidade Cognitiva; MT-Memória de Trabalho.

Observaram-se correlações significativas entre os 3 domínios da FE e os valores de AFMV, o que não acontece com a AFL. Quanto maior a AFMV, maior a pontuação do CI, da FC e do MT. Não existem correlações significativas entre as tarefas dos 3 domínios da FE e o Sono ou TS. O CI, a FC e a MT demonstram estar significativamente correlacionadas com a idade das crianças, ao contrário do que acontece com o sexo.

Tendo em conta que a relação dos três domínios da FE foi significativa com o AFMV, comparativamente aos restantes comportamentos do movimento das 24 horas, foi testada a associação para estas variáveis (Tabela 5). Torna-se importante evidenciar que existe uma relação entre estas variáveis e a idade das crianças, no entanto, devido ao tamanho reduzido da nossa amostra, esta variável não será considerada, mas sugere-se em estudos futuros a aplicação de modelos de regressão.

Tabela 5. Regressão Linear simples entre a AFMV e FE nos domínios: CI, FC e MT

	CI		FC		MT	
	$\beta(95\%CI)$	R ²	$\beta(95\%CI)$	R ²	$\beta(95\%CI)$	R ²
AFMV	0,507*(0,25;0,472)	0,257*	0,507*(0,005;0,95)	0,257*	0,566*(0,005;0,039)	0,320*

Sig: *p<0,05; **p<0,01

Legenda: AFMV-Atividade Física Moderada a Vigorosa; CI-Controlo Inibitório; FC-Flexibilidade Cognitiva; MT-Memória de Trabalho; (95%CI) -Intervalo de Confiança;

Os resultados da regressão linear revelaram que a AFMV esteve associada à FE. A AFMV foi positivamente associada ao CI ($\beta=0,507$, $p < 0,05$), à FC ($\beta=0,507$, $p < 0,05$) e à MT ($\beta=0,566$, $p < 0,05$).

Na Figura 1 encontram-se representadas as Regressões Lineares referentes à relação entre a AFMV e cada uma das tarefas dos domínios da FE.

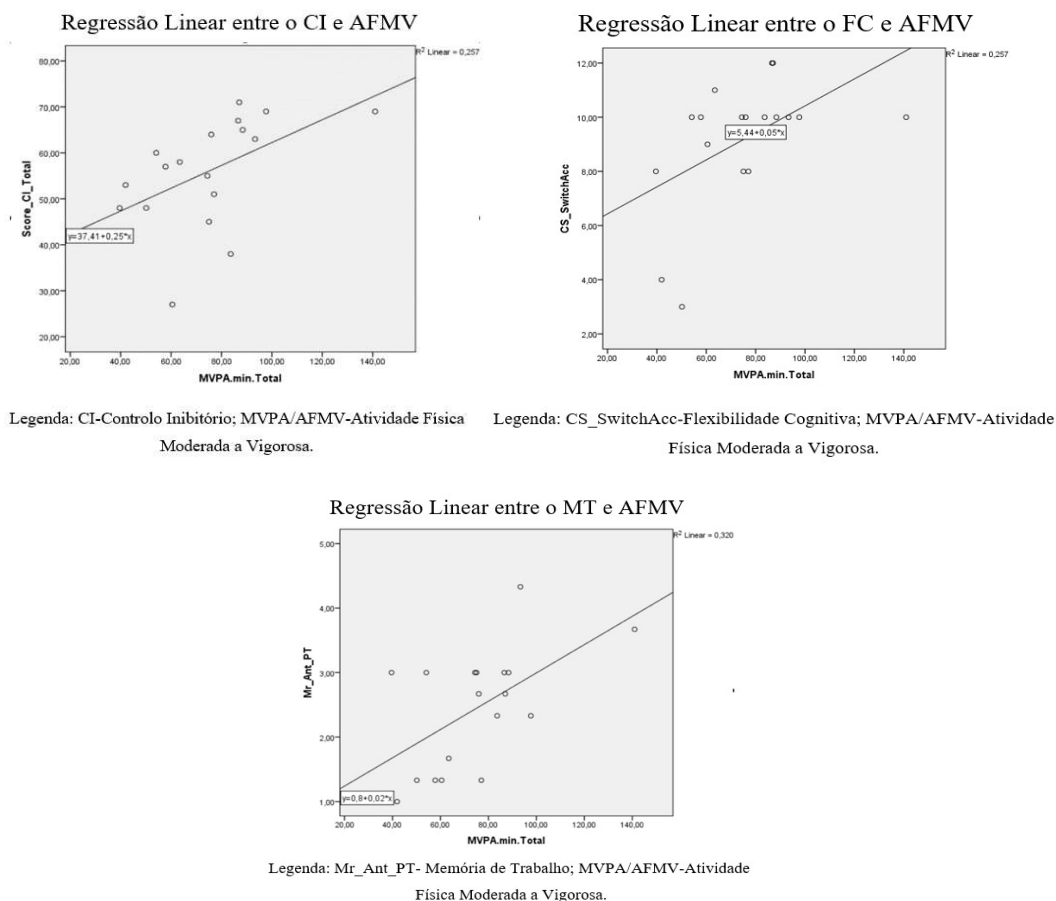


Figura 1. Associações entre a AFMV e a FE

Verificou uma associação positiva entre as a AFMV e o CI, ANOVA (CI: $F(1,16)=5,53$, $p<0,05$; $R^2=0,26$) (Figura 1), sendo que os valores de CI podem ser explicados em cerca de 26% pela AFMV. A regressão linear simples mostrou que a AFMV prevê os níveis de CI.

A AFMV e FC demonstram estar positivamente associadas (Figura 1), sendo que 26% da FC pode ser explicada por AF a altas intensidades. A regressão linear simples mostrou que a AFMV prevê os níveis de FC ($F(1,16)=5,53$, $p<0,05$; $R^2=0,26$).

Devido ao facto de estarem positivamente associadas, 32% dos resultados obtidos no domínio de MT podem ser explicados pela AFMV (Figura 1). A regressão linear simples demonstrou que a AFMV prevê os níveis de MT ($F = (1,16) = 7,54, p < 0,05; R^2 = 0,32$).

Como é possível observar na Tabela 5, os resultados da regressão linear revelaram que a AFMV esteve positivamente associada ao CI ($\beta = 0,507, p \leq 0,05$), à MT ($\beta = 0,566, p \leq 0,05$) e à FC ($\beta = 0,507, p \leq 0,05$). Tendo em conta os diferentes modelos de regressão existentes, procedeu-se ao ajuste da regressão de acordo com as características da distribuição da amostra (Figura 2).

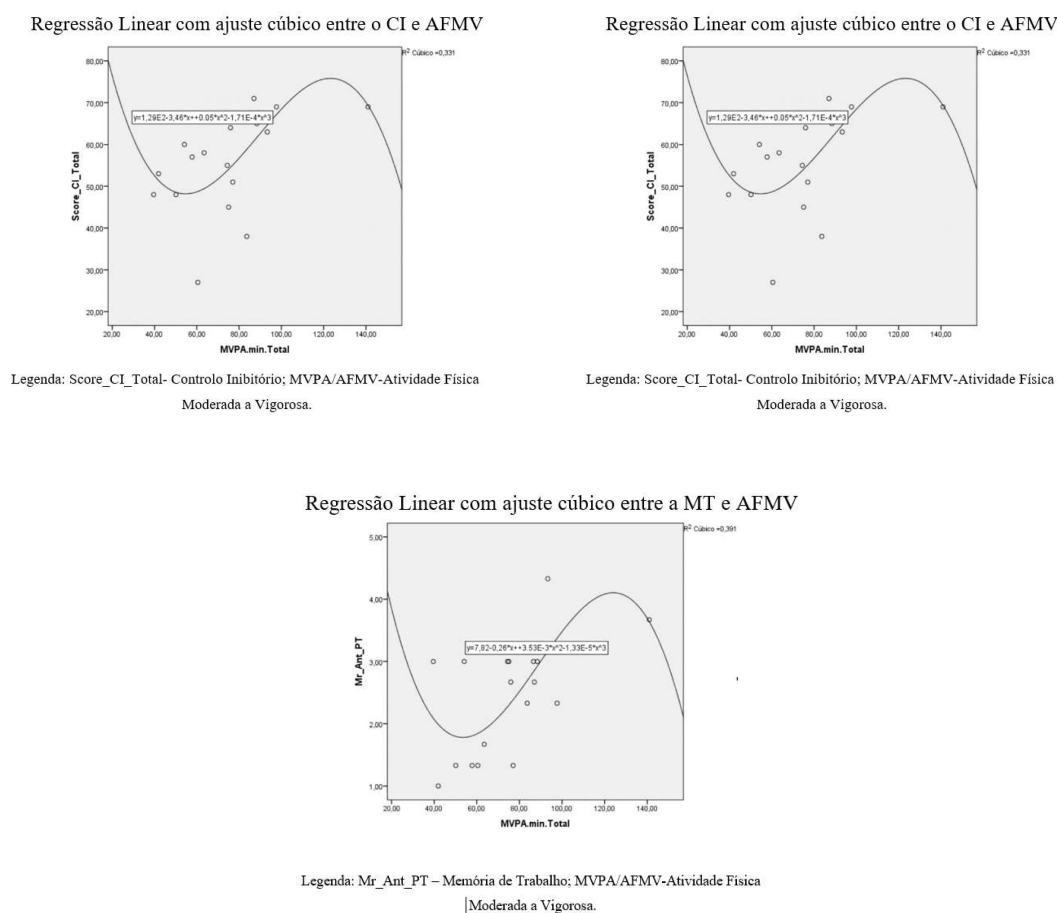


Figura 2. Associação entre AFMV e FE - Modelo Cúbico de Regressão Linear

Apesar do ajuste da regressão e da representação apresentada na Figura 2, continua a haver uma associação positiva entre a AFMV e o CI ($\beta = 0,507, p \leq 0,05$), à MT ($\beta = 0,566, p \leq 0,05$) e à FC ($\beta = 0,507, p \leq 0,05$).

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O presente estudo teve como principal objetivo relacionar o movimento das 24 horas de crianças em idade pré-escolar com a FE.

Os nossos principais resultados demonstram que, quando analisados por meio de regressão linear simples, AFMV foi positivamente associada com os 3 domínios da FE., sendo que estes foram avaliados através de diferentes tarefas que, em conjunto, podem predizer a FE (Adele Diamond, 2006). Tal resultado está de acordo com a literatura encontrada e pode ser justificado pelo facto de a AF induzir alterações ao nível da estrutura e funcionalidade cerebral, no funcionamento neurocognitivo (Lubans et al., 2016) e pelo aumento do fluxo sanguíneo a nível cerebral induzido pela mesma (Khan & Hillman, 2014). Pode-se assim considerar que existe uma relação diretamente proporcional entre a intensidade da AF e o desempenho nos diferentes domínios ao nível da FE, quanto mais elevadas as intensidades da prática de AF, melhor o desempenho ao nível da FE, sendo que os nossos resultados estão de acordo com esta premissa. Outra explicação para a relação destas variáveis pode ser o facto de níveis mais elevados de AF poderem dar origem a níveis aumentados de fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) o que leva a uma melhor atividade neuroelétrica e aumento de circulação cerebral, ou seja, um melhor aproveitamento da capacidade cerebral por consequência de AF a intensidade mais elevada (Meijer et al., 2022), variáveis estas que carecem de estudos objetivos, sendo que não foram testadas no presente trabalho.

Por outro lado, segundo a literatura, existe evidência em como a correlação entre o tempo despendido com AFMV e, pelo menos 5 minutos de sono ou de AFL demonstraram melhorias a nível da FE na primeira infância (Bezerra et al., 2021), relação esta que não foi estudada no presente trabalho.

Mais trabalhos e com densidades amostrais maiores são necessários para provar tal relação, no entanto, torna-se difícil estudar as variáveis que constituem as 24 horas do dia da criança de forma independente, visto que estas são influenciadas por múltiplos fatores como a idade, o género e o IMC (Bezerra et al., 2021).

Para além da AFMV, também foram encontradas correlações significativas entre o CI, a FC e a MT e a idade das crianças, ao contrário do que acontece com o sexo. Pelo facto da amostra ser reduzida e a metodologia aplicada para a avaliação da FE, o EYT não ser um teste progressivo, não ser ajustado à idade, torna-se expectável que com o aumento da idade os resultados sejam superiores ao nível da FE. É também por este motivo que esta variável não

foi considerada, mas sugere-se em estudos futuros a aplicação de modelos de regressão tendo em conta esta variável.

Relativamente às restantes variáveis em estudo, ao contrário do que se observou no presente trabalho, literatura recente sugere que diversas variáveis do comportamento do movimento das 24 horas do dia da criança (Sono, CS e AF) têm influência sobre a FE. Relativamente ao sono, existe evidência em como crianças com rotinas de sono saudáveis demonstram melhores resultados nos três domínios da FE (Kitsaras et al., 2018) e que crianças que dormem mais sestas, dormem menos á noite, e que aquelas que dormem menos á noite são menos competentes ao nível de FE. Algo que pode ser explicado pelo facto da sesta diária ser considerada um marcador para o desenvolvimento do cérebro, ou seja, as crianças que dormem menos durante o dia têm cérebros mais maduros tendo, consequentemente, um melhor desempenho a nível cognitivo (Bezerra et al., 2021). No nosso trabalho, não houve resultados significativos no que toca à relação entre o Sono e a FE. O mesmo se observou com o TS, não foram encontrados resultados significativos para a relação destas variáveis, no entanto, o TS parece afetar negativamente a substância branca do cérebro em crianças nesta faixa etária, sendo que esta componente está diretamente relacionada a processos cognitivos, incluindo a FE (Hutton et al., 2020), assim, menos tempo em CS pode ser preditivo de melhores desempenhos a nível cognitivo.

Os comportamentos do movimento das 24 horas da criança coexistem como um todo, portanto, o tempo gasto num comportamento afeta e é afetado pelos outros comportamentos durante o tempo restante do dia da criança (Chen et al., 2019). Apesar da escassez de estudos na literatura, que demonstra ser uma limitação no que toca ao estudo desta temática, acredita-se que o conjunto de comportamentos adotados pelas crianças pode proporcionar benefícios cumulativos no córtex pré-frontal imaturo das crianças (Bezerra et al., 2021), pelo que se considera que os comportamentos do movimento que evidenciam o estilo de vida adotado pelas crianças, como a AF, tempo de sono e sedentário, podem ser fatores que potenciam as funções cerebrais e consequentemente a FE.

6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1. Conclusões e aplicações práticas

É notório que a estimulação da prática de AF a intensidades mais elevadas (AFMV) é um preditor de níveis mais acentuados no que toca à FE nos seus 3 domínios (CI, MT e FC) em crianças na primeira infância. Para além disso, a idade também demonstra ser um preditor de melhores resultados ao nível dos 3 domínios da FE.

Os resultados do presente trabalho sugerem que para que hajam benefícios a nível do desenvolvimento da FE nesta faixa etária é importante estimular as crianças para a prática de AF a intensidades mais elevadas. Para além da inclusão da AF em intensidade alta no dia a dia das nossas crianças, é notória a necessidade de intervenção e manutenção de um estilo de vida saudável, sendo que o “brincar” associado ao dia a dia das crianças, insere-se maioritariamente na AFL, tendo como consequência o não cumprimento das recomendações da WHO.

Não só deve ser considerada a intensidade da AF, como também as relações existentes entre os diversos comportamentos do movimento das 24 horas do dia das crianças na primeira infância, sendo que estes coexistem como um todo para o bem estar e para o desenvolvimento em geral. Programas de intervenção direcionados ao exercício físico parecem ser bastante promissores na estimulação e manutenção das variáveis em estudo.

6.2. Limitações

Uma das principais limitações sentidas na elaboração deste trabalho foi a falta de literatura nesta temática em crianças em idade pré-escolar. Desconsiderando a faixa etária, existe pouca literatura que correlacione AF com o desenvolvimento cognitivo, sendo a lacuna literária não só relacionada com a faixa etária, mas também com a temática em estudo. Uma das justificações que encontramos para que tal aconteça é a escassez de metodologias para avaliação do desenvolvimento cognitivo, especificamente da FE nesta faixa etária, podendo esta ser considerada uma outra limitação. Ainda acerca das metodologias aplicadas, existe uma grande limitação no que toca à avaliação do CS. Relativamente a esta variável apenas existem

recomendações do tempo de ecrã que constituem apenas uma parte do CS. A dependência da colaboração dos pais para a recolha de dados constituiu outro fator limitante, sendo que o tamanho reduzido da amostra condicionou o tratamento estatístico dos dados. Densidades amostrais pequenas demonstram ser também uma grande limitação para a elaboração de trabalhos científicos.

Relativamente às recolhas de dados em si existem diversas limitações relativamente à postura e ao desempenho das crianças na execução das tarefas. Nesta faixa etária qualquer estímulo externo pode impactar e condicionar a realização da tarefa, daí a necessidade de um ambiente calmo e com poucos estímulos, algo que nem sempre foi possível.

6.3. Sugestões para futuras intervenções

Durante a elaboração deste trabalho, houve diversas problemáticas que demonstraram um grande potencial para trabalhos futuros.

Tendo em conta a microestrutura cerebral, tanto a microestrutura da substância branca quanto os RSNs podem ser particularmente sensíveis à AF durante a infância e representam importantes alvos de investigação para entender em que medida é que a AF promove o funcionamento neurocognitivo (Meijer et al., 2022). Seria interessante e necessário o estudo da relação entre a AF, a Neurociência e a Microestrutura cerebral. Uma temática de estudo muito interessante pode passar pela relação da genética e da criatividade, tendo em conta o trabalho de Hoicka et al. (2016) que faz referência ao facto do pensamento divergente das crianças aos dois anos de vida poder estar relacionado com o dos seus pais, algo que pode acontecer devido a fatores genéticos. Pesquisas recentes sugerem também que variantes de genes específicos, incluindo transportadores de dopamina, catecol-o-metiltransferase, gene do recetor de dopamina D2, recetor de dopamina D4 e gene serotoninérgico TPH1 podem afetar a criatividade. Estudos genéticos de análises e comparação entre pais e filho, no âmbito do estudo da criatividade, pode ser uma vertente de estudo de interesse científico.

Por fim, uma problemática que demonstra um grande potencial de estudo seria a proposta de um modelo de estudo que correlacione a AF a intensidades mais elevadas com o DC na sua plenitude (Criatividade e FE) e a CM de crianças na primeira infância.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahnert, J., Schneider, W., & Bös, K. (2010). Developmental changes and individual stability of motor abilities from the preschool period to young adulthood. In *Human development from early childhood to early adulthood* (pp. 45-72): Psychology Press.
- Alves, J. G. B., & Alves, G. V. (2019). Effects of physical activity on children's growth. *Jornal de Pediatria*, 95, 72-78. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jped.2018.11.003>
- Anderson, P. J., & Reidy, N. (2012). Assessing Executive Function in Preschoolers. *Neuropsychology Review*, 22(4), 345-360. doi:10.1007/s11065-012-9220-3
- Barsalou, L. W. J. A. r. o. p. (2008). Grounded cognition. 59(1), 617-645.
- Bezerra, T. A., Clark, C. C. T., Souza Filho, A. N., Fortes, L. S., Mota, J., Duncan, M. J., & Martins, C. M. L. (2021). 24-hour movement behaviour and executive function in preschoolers: A compositional and isothermal reallocation analysis. *Eur J Sport Sci*, 21(7), 1064-1072. doi:10.1080/17461391.2020.1795274
- Blair, C. (2016). Developmental Science and Executive Function. 25(1), 3-7. doi:10.1177/0963721415622634
- Carson, V., Hunter, S., Kuzik, N., Gray, C. E., Poitras, V. J., Chaput, J.-P., . . . Tremblay, M. S. (2016). Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth: an update. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(6 (Suppl. 3)), S240-S265. doi:10.1139/apnm-2015-0630
- Carson, V., Kuzik, N., Hunter, S., Wiebe, S. A., Spence, J. C., Friedman, A., . . . Hinkley, T. (2015). Systematic review of sedentary behavior and cognitive development in early childhood. *Prev Med*, 78, 115-122. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2015.07.016>
- Chaput, J. P., Willumsen, J., Bull, F., Chou, R., Ekelund, U., Firth, J., . . . Katzmarzyk, P. T. (2020). 2020 WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour for children and adolescents aged 5-17 years: summary of the evidence. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 17(1), 141. doi:10.1186/s12966-020-01037-z
- Chen, B., Bernard, J. Y., Padmapriya, N., Yao, J., Goh, C., Tan, K. H., . . . Activity, P. (2019). Socio-demographic and maternal predictors of adherence to 24-hour movement guidelines in Singaporean children. 16(1), 1-11.
- Diamond, A. (2006). The Early Development of Executive Functions. In E. Bialystok & F. I. M. Craik (Eds.), *Lifespan Cognition: Mechanisms of Change* (pp. 0): Oxford University Press.
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. 64(1), 135-168. doi:10.1146/annurev-psych-113011-143750
- Donnelly, J. E., Hillman, C. H., Castelli, D., Etnier, J. L., Lee, S., Tomporowski, P., . . . Szabo-Reed, A. N. (2016). Physical Activity, Fitness, Cognitive Function, and Academic Achievement in Children: A Systematic Review. *Med Sci Sports Exerc*, 48(6), 1197-1222. doi:10.1249/mss.0000000000000901
- Duncan, M., Cunningham, A., & Eyre, E. J. E. P. E. R. (2019). A combined movement and story-telling intervention enhances motor competence and language ability in preschoolers to a greater extent than movement or story-telling alone. 25(1), 221-235.
- Fernandez, D., Valenzuela, M., Chávez, C., Guedea, J., Saucedo, G., & Zubiaur González, M. (2018). Impacto de un programa de actividad motriz con funciones ejecutivas fortaleciendo el desarrollo integral del niño. *Sportis. Scientific Journal of School Sport, Physical Education and Psychomotricity*, 4, 37. doi:10.17979/sportis.2018.4.1.2060

- Flom, M., Cohen, M., & Saudino, K. J. (2017). Tipping points? Curvilinear associations between activity level and mental development in toddlers. *J Child Psychol Psychiatry*, 58(5), 564-572. doi:10.1111/jcpp.12670
- Forbes, T. A., & Gallo, V. J. T. i. n. (2017). All wrapped up: environmental effects on myelination. 40(9), 572-587.
- Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: a review using an integrative framework. *Psychol Bull*, 134(1), 31-60. doi:10.1037/0033-2909.134.1.31
- Girault, J. B., Cornea, E., Goldman, B. D., Jha, S. C., Murphy, V. A., Li, G., . . . Gilmore, J. H. (2020). Cortical Structure and Cognition in Infants and Toddlers. *Cereb Cortex*, 30(2), 786-800. doi:10.1093/cercor/bhz126
- Hänggi, J. M., Phillips, L. R., & Rowlands, A. V. (2013). Validation of the GT3X ActiGraph in children and comparison with the GT1M ActiGraph. *J Sci Med Sport*, 16(1), 40-44. doi:10.1016/j.jsams.2012.05.012
- Hesketh, K. R., & Janssen, X. (2022). Movement behaviours and adherence to guidelines: perceptions of a sample of UK parents with children 0-18 months. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 19(1), 58.
- Hoicka, E., Bijvoet-van den Berg, S., Kerr, T., & Carberry, M. (2013). *The Unusual Box test: A nonverbal, non-representational divergent thinking test for toddlers*.
- Hoicka, E., Mowat, R., Kirkwood, J., Kerr, T., Carberry, M., & Bijvoet-van den Berg, S. (2016). One-year-olds think creatively, just like their parents. *Child Dev*, 87(4), 1099-1105. doi:10.1111/cdev.12531
- Hötting, K., & Röder, B. (2013). Beneficial effects of physical exercise on neuroplasticity and cognition. *Neurosci Biobehav Rev*, 37(9 Pt B), 2243-2257. doi:10.1016/j.neubiorev.2013.04.005
- Howard, S. J., & Melhuish, E. (2017). An Early Years Toolbox for Assessing Early Executive Function, Language, Self-Regulation, and Social Development: Validity, Reliability, and Preliminary Norms. *J Psychoeduc Assess*, 35(3), 255-275. doi:10.1177/0734282916633009
- Hutton, J. S., Dudley, J., Horowitz-Kraus, T., DeWitt, T., & Holland, S. K. (2020). Associations Between Screen-Based Media Use and Brain White Matter Integrity in Preschool-Aged Children. *JAMA Pediatr*, 174(1), e193869. doi:10.1001/jamapediatrics.2019.3869
- Janney, C. A., & Jakicic, J. M. (2010). The influence of exercise and BMI on injuries and illnesses in overweight and obese individuals: a randomized control trial. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 7, 1. doi:10.1186/1479-5868-7-1
- Kaufman, J. C., & Beghetto, R. A. J. R. o. g. p. (2009). Beyond big and little: The four c model of creativity. 13(1), 1-12.
- Khan, N. A., & Hillman, C. H. (2014). The relation of childhood physical activity and aerobic fitness to brain function and cognition: a review. *Pediatr Exerc Sci*, 26(2), 138-146. doi:10.1123/pes.2013-0125
- Kitsaras, G., Goodwin, M., Allan, J., Kelly, M. P., & Pretty, I. A. J. B. p. h. (2018). Bedtime routines child wellbeing & development. 18(1), 1-12.
- Kolb, B., & Gibb, R. (2002). 541Frontal Lobe Plasticity and Behavior. In D. T. Stuss & R. T. Knight (Eds.), *Principles of Frontal Lobe Function* (pp. 0): Oxford University Press.
- Lubans, D., Richards, J., Hillman, C., Faulkner, G., Beauchamp, M., Nilsson, M., . . . Biddle, S. (2016). Physical Activity for Cognitive and Mental Health in Youth: A Systematic Review of Mechanisms. *Pediatrics*, 138(3). doi:10.1542/peds.2016-1642

- Mateos-Aparicio, P., & Rodríguez-Moreno, A. J. F. i. c. n. (2019). The impact of studying brain plasticity. *13*, 66.
- Mavilidi, M.-F., Okely, A., Chandler, P., Louise Domazet, S., & Paas, F. (2018). Immediate and delayed effects of integrating physical activity into preschool children's learning of numeracy skills. *J Exp Child Psychol*, *166*, 502-519. doi:https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.09.009
- McCrorie, P., Martin, A., & Janssen, X. (2020). Physical activity guidelines and recommendations. In *The Routledge Handbook of Youth Physical Activity* (pp. 69-100): Routledge.
- McNeill, J., Howard, S. J., Vella, S. A., & Cliff, D. P. (2020). Compliance with the 24-Hour movement guidelines for the early years: Cross-sectional and longitudinal associations with executive function and psychosocial health in preschool children. *J Sci Med Sport*, *23*(9), 846-853. doi:10.1016/j.jsams.2020.02.011
- Meijer, A., Königs, M., Pouwels, P. J. W., Smith, J., Visscher, C., Bosker, R. J., . . . Oosterlaan, J. Effects of aerobic versus cognitively demanding exercise interventions on brain structure and function in healthy children—Results from a cluster randomized controlled trial. *n/a(n/a)*, e14034. doi:https://doi.org/10.1111/psyp.14034
- Meijer, A., Königs, M., Pouwels, P. J. W., Smith, J., Visscher, C., Bosker, R. J., . . . Oosterlaan, J. (2022). Effects of aerobic versus cognitively demanding exercise interventions on brain structure and function in healthy children—Results from a cluster randomized controlled trial. *59*(8), e14034. doi:https://doi.org/10.1111/psyp.14034
- Meza, J. J. I. I. E. M. M.-H. (2000). Psicología Evolutiva de 0 a 12 años.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "Frontal Lobe" tasks: a latent variable analysis. *Cogn Psychol*, *41*(1), 49-100. doi:10.1006/cogp.1999.0734
- Pate, R. R., Almeida, M. J., McIver, K. L., Pfeiffer, K. A., & Dowda, M. (2006). Validation and Calibration of an Accelerometer in Preschool Children. *14*(11), 2000-2006. doi:https://doi.org/10.1038/oby.2006.234
- Pate, R. R., O'Neill, J. R., & Lobelo, F. (2008). The Evolving Definition of "Sedentary". *36*(4), 173-178. doi:10.1097/JES.0b013e3181877d1a
- Pesce, C. (2012). Shifting the focus from quantitative to qualitative exercise characteristics in exercise and cognition research. *J Sport Exerc Psychol*, *34*(6), 766-786. doi:10.1123/jsep.34.6.766
- Ridley, K., Ridgers, N. D., & Salmon, J. (2016). Criterion validity of the activPAL™ and ActiGraph for assessing children's sitting and standing time in a school classroom setting. *Int J Behav Nutr Phys Act*, *13*, 75. doi:10.1186/s12966-016-0402-x
- Rosselli, M., Matute, E., & Ardila, A. (2010). *Neuropsicología del desarrollo infantil*: Editorial El Manual Moderno.
- Salvador Cruz, J., Tovar Vital, D. S., Segura Villa, A., Ledesma-Amaya, L., García Anacleto, A., Aguillón Solís, C., . . . Rodríguez Martínez, M. (2019). Signos neurológicos blandos y procesos cognitivos en niños escolares de 6 - 11 años. *Acta Colombiana de Psicología*, *22*(2), 28-52. doi:10.14718/ACP.2019.22.2.3
- Santos, R., Zhang, Z., Pereira, J. R., Sousa-Sá, E., Cliff, D. P., & Okely, A. D. (2017). Compliance with the Australian 24-hour movement guidelines for the early years: associations with weight status. *BMC Public Health*, *17*(5), 867. doi:10.1186/s12889-017-4857-8

- Silva, C., Sousa-Gomes, V., Fávero, M., Oliveira-Lopes, S., Merendeiro, C. S., Oliveira, J., & Moreira, D. (2022). Assessment of preschool-age executive functions: A systematic review. *Clinical Psychology & Psychotherapy*, n/a(n/a). doi:https://doi.org/10.1002/cpp.2718
- Singh, A. S., Saliassi, E., van den Berg, V., Uijtdewilligen, L., de Groot, R. H. M., Jolles, J., . . . Chinapaw, M. J. M. (2019). Effects of physical activity interventions on cognitive and academic performance in children and adolescents: a novel combination of a systematic review and recommendations from an expert panel. *Br J Sports Med*, 53(10), 640. doi:10.1136/bjsports-2017-098136
- Smith, E., Anderson, A., Thurm, A., Shaw, P., Maeda, M., Chowdhry, F., . . . Gandjbakhche, A. J. D. n. (2017). Prefrontal activation during executive tasks emerges over early childhood: evidence from functional near infrared spectroscopy. 42(4), 253-264.
- Tononi, G., & Cirelli, C. (2014). Sleep and the price of plasticity: from synaptic and cellular homeostasis to memory consolidation and integration. *Neuron*, 81(1), 12-34. doi:10.1016/j.neuron.2013.12.025
- Tremblay, M. S., Aubert, S., Barnes, J. D., Saunders, T. J., Carson, V., Latimer-Cheung, A. E., . . . on behalf of, S. T. C. P. P. (2017). Sedentary Behavior Research Network (SBRN) – Terminology Consensus Project process and outcome. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(1), 75. doi:10.1186/s12966-017-0525-8
- Uehara, E., Charchat-Fichman, H., & Landeira-Fernandez, J. J. N. L. (2013). Funções executivas: Um retrato integrativo dos principais modelos e teorias desse conceito. 5(3).
- von Suchodoletz, A., Slot, P. L., & Shroff, D. M. (2017). Measuring executive function in Indian mothers and their 4-year-old daughters. *PsyCh Journal*, 6(1), 16-28. doi:https://doi.org/10.1002/pchj.156
- WHO Guidelines Approved by the Guidelines Review Committee. (2019). In Guidelines on Physical Activity, Sedentary Behaviour and Sleep for Children under 5 Years of Age. World Health Organization© World Health Organization 2019.
- Wick, K., Kriemler, S., & Granacher, U. (2021). Effects of a Strength-Dominated Exercise Program on Physical Fitness and Cognitive Performance in Preschool Children. 35(4), 983-990. doi:10.1519/jsc.0000000000003942
- Willoughby, M. T., Wylie, A. C., & Catellier, D. J. (2018). Testing the association between physical activity and executive function skills in early childhood. *Early Childhood Research Quarterly*, 44, 82-89. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2018.03.004
- Willumsen, J., & Bull, F. (2020). Development of WHO Guidelines on Physical Activity, Sedentary Behavior, and Sleep for Children Less Than 5 Years of Age. *J Phys Act Health*, 17(1), 96-100. doi:10.1123/jpah.2019-0457
- Wu, M., Liang, X., Lu, S., & Wang, Z. (2017). Infant motor and cognitive abilities and subsequent executive function. *Infant Behavior and Development*, 49, 204-213. doi:https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2017.09.005
- Zeng, N., Ayyub, M., Sun, H., Wen, X., Xiang, P., & Gao, Z. (2017). Effects of Physical Activity on Motor Skills and Cognitive Development in Early Childhood: A Systematic Review. *Biomed Res Int*, 2017, 2760716-2760716. doi:10.1155/2017/2760716
- Zhang, Z., Adamo, K. B., Ogden, N., Goldfield, G. S., Okely, A. D., Kuzik, N., . . . Carson, V. (2022). Associations between screen time and cognitive development in preschoolers. *Paediatr Child Health*, 27(2), 105-110. doi:10.1093/pch/pxab067