

Diferenças de *performance* cognitiva entre bailarinos e atletas

Differences in cognitive performance between dancers and athletes

Diferencias en el rendimiento cognitivo entre bailarines y atletas

Henrique Lima Ribeiro¹, Patrícia Espindola Mota Venâncio²,
Fábio Viegas Caixeta³, Bruna Carvalho Fernandes⁴,
Isabela Almeida Viana Ramos⁵

1. Professor de Educação Física, Doutor. Docente do Centro Universitário do Distrito Federal-UDF, docente do Centro Universitário do Distrito Federal-UDF e Centro Universitário UniProjeção. Brasília-DF, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3278-0657>

2. Professora de Educação Física, Doutora. Docente No Instituto Federal de Goiano-Ceres e Urutaí. Anápolis-GO, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5692-0568>

3. Biólogo. Doutor. Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia biomédica na Faculdade do Gama da UnB (PPG-EB FGA). Brasília-DF, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0919-342X>

4. Bióloga. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia biomédica na Faculdade do Gama da UnB (PPG-EB FGA). Brasília-DF, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5371-0706>

5. Professora de Educação Física, Doutora. Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Católica de Brasília – PPGEF UCB e docente do Centro Universitário UniProjeção. Brasília-DF, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3651-9966>

Resumo

Introdução. Habilidades cognitivas são importantes para a *performance*, essas, necessitam serem investigadas. **Objetivo.** Comparar as capacidades cognitivas de bailarinos e atletas por meio do tempo de reação em uma tarefa de atenção. **Método.** Estudo composto por 43 adultos entre 18 e 37 anos, com a média de idade de $23,5 \pm 5,1$ anos para o grupo de bailarinos e $24,6 \pm 5,6$ anos para o grupo de atletas. A tarefa *Flanker Task* foi utilizada para medir o tempo de resposta, as etapas do teste foram constituídas por um estímulo de figuras de peixes: cada estímulo teve o peixe-alvo posicionado no centro da tela com a calda voltada para direita ou esquerda. Os participantes responderam sobre a direção do peixe-alvo e pressionaram a seta para esquerda ou direita conforme a posição. As medidas de massa adiposa e massa muscular foram realizadas pelo protocolo de dobras cutâneas e o $VO_{2máx}$ pelo teste de *Shuttle Run* 20m para avaliar a capacidade máxima de oxigênio. **Resultados.** Houve uma diferença nas medidas de massa muscular e massa adiposa entre os bailarinos e os atletas, os bailarinos obtiveram valores maiores na média para massa adiposa. O tempo de reação para o teste de *Flanker Task* dos bailarinos, foi em média de 220,70ms para responder o estímulo enquanto os atletas tiveram uma média de 198,61ms, não havendo diferença significativa entre eles. **Conclusão.** Não há diferença entre o tipo de modalidade com relação ao desempenho cognitivo e controle inibitório atencional.

Unitermos. Atenção; cognição; atletas; dança

Abstract

Introduction. Cognitive skills are important for performance, these need to be investigated. **Objective.** To compare the cognitive abilities of dancers and athletes through reaction time in an attention task. **Method.** Study composed of 43 adults from 18 to 37 years old, with a mean age of 23.5 ± 5.1 years for the group of dancers, and 24.6 ± 5.6 years for the group of athletes. The Flanker Task was used to measure the response time, the test steps consisted of a fish figure stimulus: each stimulus had the target fish positioned in the center of the screen with the tail facing right or left. Participants answered about the direction of the target fish and pressed the left or right arrow according to the position. The measurements of adipose mass and muscle mass were performed by the skinfold protocol and the VO_{2max} by the Shuttle Run

20m test to assess the maximum oxygen capacity. **Results.** There was a difference in the measurements of muscle mass and fat mass between the dancers and the athletes, the dancers obtained higher mean values for fat mass. The reaction time for the dancers' Flanker Task test, was an average of 220.70ms to respond to the stimulus while the athletes had an average of 198.61ms, with no significant difference between them. **Conclusion.** There is no difference between the type of modality with respect to cognitive enhancement and inhibitory attentional control.

Keywords. Attention; cognition; athletes; dancing

Resumen

Introducción. Las habilidades cognitivas son importantes para el rendimiento y deben investigarse. **Objetivo.** Comparar las habilidades cognitivas de bailarines y atletas a través del tiempo de reacción en una tarea de atención. **Método.** Estudio compuesto por 43 adultos entre 18 y 37 años, con una edad media de $23,5 \pm 5,1$ años para el grupo de bailarines y $24,6 \pm 5,6$ años para el grupo de atletas. La tarea Flanker se usó para medir el tiempo de respuesta, los pasos de la prueba consistieron en un estímulo de figura de pez: cada estímulo tenía al pez objetivo colocado en el centro de la pantalla con la cola mirando hacia la derecha o hacia la izquierda. Los participantes respondieron sobre la dirección del pez objetivo y presionaron la flecha izquierda o derecha según la posición. Las mediciones de masa adiposa y masa muscular se realizaron mediante el protocolo de pliegues cutáneos y el VO₂max mediante el test Shuttle Run 20m para evaluar la capacidad máxima de oxígeno. **Resultados.** Hubo diferencia en las medidas de masa muscular y masa grasa entre los bailarines y los atletas, los bailarines obtuvieron valores medios más altos de masa grasa. El tiempo de reacción para el test Flanker de los bailarines fue un promedio de 220.70ms para responder al estímulo mientras que los deportistas tuvieron una media de 198,61ms, sin diferencia significativa entre ellos. **Conclusión.** No hay diferencia entre el tipo de modalidad con respecto a la mejora cognitiva y el control atencional inhibitorio.

Palabras clave. Atención; cognición; atletas; baile

Trabalho realizado na Universidade Católica de Brasília. Brasília-DF, Brasil.

Conflito de interesse: não

Recebido em: 30/09/2022

Aceito em: 29/11/2022

Endereço para correspondência: Henrique Lima Ribeiro. Rua das Carnaúbas, Residencial Luna Park. Qd 301, It 1. Águas Claras. Brasília-DF, Brasil. Email: henrique15edfísica@gmail.com

INTRODUÇÃO

A busca pela melhora da *performance* para a realização de atividades motoras como nos esportes e na dança promove a ativação de várias regiões do cérebro como o córtex cingulado anterior, o córtex motor primário e as regiões lateral e orbitofrontal do córtex pré-frontal. Por meio de análises de Ressonância Magnética Funcional (fMRI), foi possível medir o papel destas regiões em funções como a motivação, o planejamento e execução de ações e gerenciamento de emoções e funções executivas¹.

No esporte e na dança a execução e percepção dos movimentos resumem a conjunção de diversos processos cognitivos incorporados; incluindo aqueles baseados na somatossensação, no aprendizado, na memória, no processamento de imagens multimodais, nas percepções visual e motora e na simulação motora². Todas são resultantes do processamento do tipo *top-down*, que corresponde a um nível elevado de processamento sensorial com modulação de cima (córtex) para baixo (sistema sensorial) no qual há a organização de ações para o cumprimento de metas por meio de conhecimentos prévios e expectativa para algo^{3,4}.

Desse modo, esse processamento sensorial inicia-se a partir do aprendizado do indivíduo que, conseqüentemente, usufrui desse aprendizado para tarefas humanas básicas para a vida em sociedade. A aprendizagem é uma “mudança permanente no comportamento, resultante da experiência” e é fundamental para direcionar o indivíduo desde as atividades de vida diária (AVDs) até o rendimento físico, cognitivo e motor⁵⁻⁷.

Nesse sentido, uma das formas de aprendizagem se dá por meio da observação que é um forte instrumento de adaptação dos seres humanos onde aprendemos ao observar as ações dos outros e, absorvendo diversos estímulos ao nosso redor^{8,9}.

Programas de desenvolvimento e formação de movimentos expressos tanto na prática esportiva quanto na dança, promovem um alcance de *performance* de

movimento que, além de serem importantes para o rendimento de seus praticantes, também promovem o desenvolvimento de habilidades refinadas de percepção das ações do corpo. Tais habilidades são muito presentes em indivíduos experientes e, muito provavelmente, a capacidade de realização de movimentos mais técnicos e maior competência em prever erros (quando comparados a não experientes) advém do uso incessante das funções executivas para tarefas de planejamento, de manejo da atenção e seleção/execução de ações atreladas à inteligência emocional a fim de lidar com as adversidades do processo de formação profissional¹⁰.

Por meio de avaliações dos componentes das funções executivas (como flexibilidade cognitiva, memória de trabalho e controle inibitório), pode-se medir o desempenho cognitivo do indivíduo. Neste trabalho, discute-se especialmente a eficácia do controle inibitório (CI), que representa o controle das emoções, atenção e reações impulsivas a fim de regular o comportamento^{11,12}. Juntamente dos outros componentes supracitados, o CI auxilia na seleção inicial de dados importantes (como na criação e convocação de memórias); além disso, um baixo controle inibitório pode refletir em situações impulsivas e dificuldades em planejamento¹³.

O CI tem demonstrado maior expressão em praticantes de esportes de alta intensidade, como o tênis⁸, o futebol⁴ e a dança profissional¹⁴. Ademais, a prática regular de exercícios físicos de forma crônica e em diferentes intensidades e

duração promove diversas alterações fisiológicas, como: melhora da flexibilidade cognitiva, do controle inibitório e melhora das funcionalidades das redes sensório-motora, visual, de modo padrão e límbica em atletas¹⁵.

Além disso, corredores de alta *performance* apresentaram melhor capacidade de inibir informações irrelevantes assim como ciclistas com anos de experiência. Tais exemplos sugerem, assim, que o controle inibitório, ao menos no nível cognitivo-atencional, pode ser melhor em indivíduos experientes em práticas motoras, quando comparados à população no geral¹⁶.

Uma possível medida da efetividade do controle inibitório é medir o tempo de reação (TR) dos participantes perante uma tarefa de atenção. O TR, por representar a capacidade de perceber e agir rapidamente diante determinado estímulo, se mostra uma medida de desempenho potente para comparar diferenças de capacidades cognitivas¹⁷.

Diante da necessidade de expansão em investigações acerca das possíveis diferenças de capacidades cognitivas de pessoas fisicamente ativas bem como investigar suas possíveis diferenças entre modalidades (dança *versus* Jiu-jitsu, Handebol, Vôlei de praia, atletismo, futebol, futsal e natação), o presente estudo teve por objetivo comparar as capacidades cognitivas de bailarinos e atletas por meio do tempo de reação perante uma tarefa de atenção.

MÉTODO

Amostra

Este é um estudo descritivo e transversal e foi iniciado após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Católica de Brasília (CEP-UCB) (CAAE:46146921.0.0000.0029) emitido pelo Parecer Consubstanciado de número 4.755.662.

A amostra foi composta por 43 adultos entre 18 e 37 anos, com a média de idade de $23,5 \pm 5,1$ anos para o grupo de bailarinos e $24,6 \pm 5,6$ anos para o grupo de atletas.

O grupo experimental foi composto por 23 bailarinos, sendo 13 mulheres e 10 homens - todos com no mínimo 5 anos de prática nas modalidades de ballet clássico, jazz dance e/ou contemporâneo. O grupo controle, por sua vez, foi caracterizado por atletas e composto por 21 participantes, sendo 3 mulheres e 18 homens - todos sem nenhuma experiência com dança ou ginástica, mas com o mínimo 5 anos de prática em uma das seguintes modalidades: jiu-jitsu, handebol, vôlei de praia, atletismo, futebol, futsal e natação.

Procedimentos

Flanker task

A tarefa *Flanker Task* (Figura 1) foi utilizada para medir a capacidade de atenção seletiva dos participantes - tarefa que foi feita considerando tanto o tempo de resposta (TR) nas etapas do teste. Para padronizar a distância focal com relação ao estímulo, cada participante, sentado em frente ao

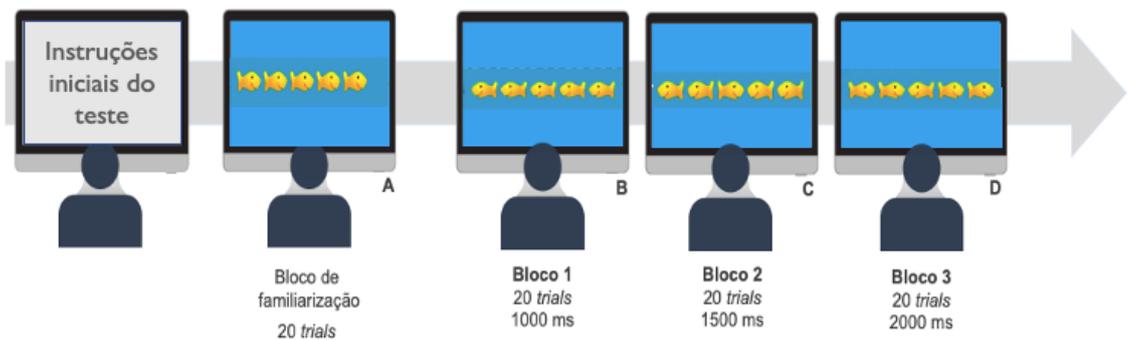
computador, posicionou o queixo e testa no apoiador fixado à mesa. O programa *E-Prime* v3.0 foi usado para apresentar os estímulos e a tarefa de *Eriksen Flanker Task*¹⁸.

O estímulo usado para o teste foi de figuras de peixes: cada estímulo teve o peixe-alvo posicionado no centro da tela com a calda voltada para direita ou esquerda. Os estímulos foram apresentados em uma sequência de quatro figuras: duas em cada lateral direita e esquerda e uma ao centro; os dois peixes posicionados lateralmente deviam ser ignorados e a atenção devia ser dada apenas para o peixe ao centro. Os participantes foram instruídos a responderem sobre a direção do peixe-alvo (ou central) e pressionar a seta para esquerda ou direita conforme a posição deste.

O teste iniciou-se com a análise de 3 blocos de 20 tentativas e o tempo de visualização das telas individuais teve um aumento progressivo entre os blocos: iniciando com 1000 milissegundos, depois 1500 milissegundos e, por último, 2000 milissegundos; com 1 minuto de intervalo de descanso entre os blocos.

Em cada bloco, foram registrados o tempo de reação (tempo utilizado entre a geração do estímulo no computador e ato motor de pressionar o botão) de cada tentativa.

Figura 1. Figura esquemática de apresentação dos estímulos. A e B: condições congruentes; C e D: condições incongruentes com estímulo-alvo direcionado à direita (C) e à esquerda (D) do Teste Modificado de *Flanker*¹⁸.



Massa adiposa, massa muscular e VO₂máx

Foram realizadas duas medidas antropométricas, de acordo com as recomendações da *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK). As medidas de massa adiposa e massa muscular foram extraídas das seguintes fórmulas:

Massa adiposa:

$$Ma(kg) = ((ZFAT * 5,85) + 25,6)/(170,18/HT)^3, \quad \text{onde}$$

25,6 = *PHANTOM* massa adiposa (kg) e 5,85 = *PHANTOM* desvio padrão para a massa adiposa.

Massa muscular:

$$Mm(kg) = ((ZMU * 5,4) + 24,5)/(170,18/HIT)^5, \quad \text{onde}$$

24,5 = *PHANTOM* massa muscular (kg) e 5,4 = *PHANTOM* desvio padrão para massa muscular.

O modelo *PHANTOM* é um protótipo antropométrico de referência metafórico e unissexual que é determinado para o corpo humano e utilizado para análises de segmentos corporais, permitindo realizar comparações intra e inter avaliados.

Para a avaliação do $VO_{2máx}$ foi utilizado o teste de *Shuttle Run 20 metros (SR20m)*. O teste SR20m avalia a potência aeróbia e consiste em uma corrida de ida e volta na maior velocidade possível. Foi utilizado o cálculo do $VO_{2máx}$ ($ml.kg^{-1}min^{-1}$), segundo a seguinte equação:

$VO_{2máx} = -27,4 + 6x(Vel)$, onde *Vel* é a velocidade atingida no último estágio do teste.

Para a realização do teste, foi preparada uma quadra e demarcados os 20m no espaço por meio de cones, indicando a distância que os participantes deveriam percorrer quando ouvissem o sinal sonoro (campainha) - esse sinal ditou o ritmo imposto na corrida. Para o sinal sonoro foi utilizada uma caixa de som portátil modelo JBL.

O teste foi composto por estágios: o participante inicialmente começou a percorrer os 20m na velocidade de 8,5km/h e houve um incremento de 0,5km/h até chegar ao estágio que o participante não conseguiu se deslocar (exaustão máxima); neste ponto, o avaliador anotou o estágio atingido para, posteriormente, realizar o cálculo para predição do $VO_{2máx}$.

Análise estatística

Foi feita a análise descritiva dos resultados. Para verificar a normalidade dos dados foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk* e, visto que as variáveis não possuíam distribuição normal, foi feito o teste de *Mann Whitney* para amostras independentes para comparar as médias do grupo de dançarinos com relação às médias do grupo de atletas, bem como fazer a comparação entre os sexos. O valor de alfa considerado foi de 0,05 e *software* utilizado para análise de dados foi o *Statistical Package for Social Science* (SPSS 21.0).

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os valores máximos, mínimos e médias das medidas de massa muscular, massa adiposa e $VO_{2máx.}$, os tempos de reação para os testes de *Flanker task*, bem como os níveis de significância dessas medidas quando comparadas entre os grupos (Figura 2).

Pode-se perceber que, em relação as medidas de massa muscular e massa adiposa houve uma diferença significativa entre os bailarinos e os atletas: os bailarinos obtiveram valores maiores na média para massa adiposa, com 28,7kg, contra 24,17kg dos atletas; enquanto para os componentes de massa muscular ($48,89 \pm 5,1$ kg) e $VO_{2máx}$ ($37,64 \pm 2,83$ kg), os valores foram menores que os atletas ($52,3 \pm 5,67$ kg e $41,60 \pm 6,70$ kg, respectivamente).

Ao analisar o tempo de reação para o teste de *Flanker Task* dos dançarinos, estes obtiveram uma média de

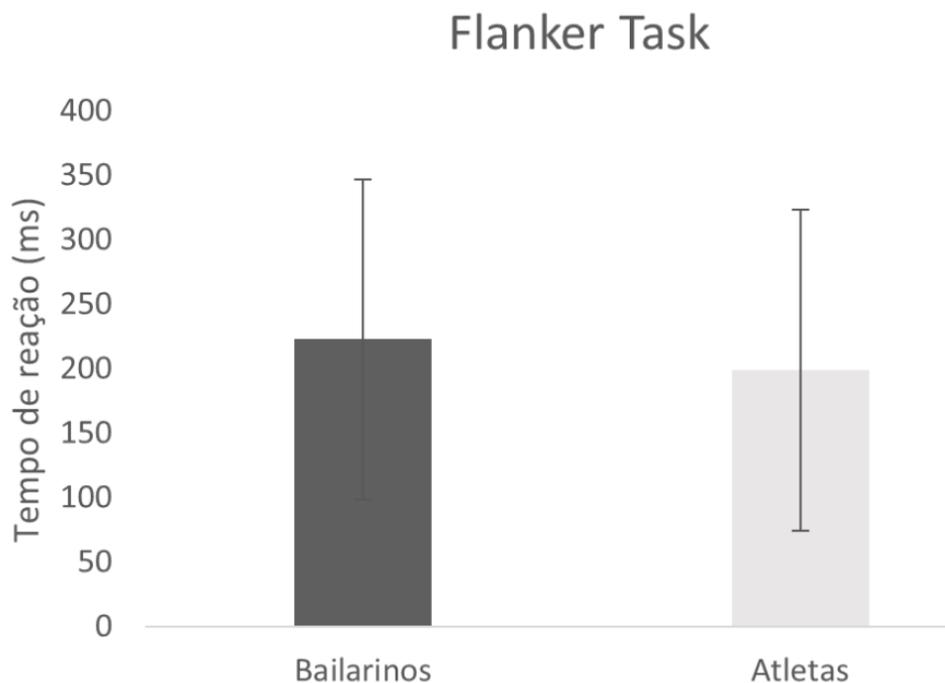
220,70ms para responder o estímulo enquanto os atletas tiveram uma média de 198,61ms, não havendo diferença significativa entre eles.

Tabela 1. Análise comparativa das variáveis antropométricas e tempo de reação (TR) em milissegundos dos grupos bailarinos e atletas.

	BAILARINOS			ATLETAS			p
	Média (DP)	Mínimo	Máximo	Média (DP)	Mínimo	Máximo	
VO ₂ máx	37,64±2,83	32,60	41,60	41,60±6,70	32,30	56,60	0,015*
Massa adiposa (kg)	28,7±5,4	21,40	37,76	24,17±4,88	17,00	37,79	0,006*
Massa muscular (kg)	48,89±5,1	39,45	55,72	52,3±5,67	39,38	64,17	0,037*
TR Flanker (ms)	220,70±124,00	0	1485	198,61±124,40	0	1386	0,663

VO₂máx: volume máximo de oxigênio; TR: tempo de reação; Média (DP): média e desvio padrão; p: nível de significância.

Figura 2. Gráfico da média e desvio padrão no teste de *Flanker Task* de bailarinos e atletas.



DISCUSSÃO

No presente estudo foi possível demonstrar que fatores físicos como o VO₂máx, massa adiposa e muscular não

influenciam na eficácia do controle inibitório de praticantes de atividades físicas, apesar de terem estudos que demonstram essa diferença entre pessoas fisicamente ativas e pessoas sedentárias⁸, bem como não há diferença aparente na performance cognitiva quando isoladas as modalidades de dança ou esportes.

Tal resultado pode ter sido influenciado pelo fato de não termos isolado os tipos de modalidades esportivas como por exemplo as coletivas e individuais com relação ao nível de planejamento estratégico da modalidade ou o tempo de experiência³.

Estudos demonstram que modelos específicos de exercícios aeróbicos podem auxiliar em aumentos progressivos de $VO_{2máx}$ e sua relação com respostas cognitivas principalmente em idosos saudáveis, porém essas investigações ainda não estão claras em indivíduos profissionais esportistas¹⁹ assim como apresentou-se no presente estudo, pois se faz necessário um melhor controle de intensidades, frequência e duração das modalidades estudadas para que se possa obter com mais clareza uma melhora expressiva da capacidade aeróbia e possivelmente sua correspondência com as capacidades cognitivas como por exemplo no controle inibitório.

Outro estudo demonstrou que modalidades esportivas que demandam alto envolvimento cognitivo podem resultar em melhor controle inibitório quando comparadas às modalidades que possuem rotina mais consistente ou previsível⁸. Assim, a depender do tipo de dança a que se está

referindo, seus praticantes podem demandar maior ou menor nível de improvisação e, portanto, controle inibitório; enquanto os esportes incluídos neste estudo são majoritariamente baseados na instabilidade e imprevisibilidade (como Jiu-jitsu, Handebol, Vôlei de praia, atletismo, futebol e futsal), excetuando-se a natação.

Além disso, separar homens de mulheres nas análises de controle inibitório pode ser importante, fato não ocorrido no presente estudo, mas explicado que em homens e mulheres há uma diferença significativa que pode estar atrelada, por exemplo, às características biológicas que oferecem diferentes peculiaridades nos processos cerebrais²⁰.

Por exemplo, homens podem ser mais suscetíveis ao comprometimento do controle inibitório e impulsividade quando comparado a mulheres. Portanto, essas condições merecem uma atenção para que se consiga analisar resultados mais expressivos desses componentes^{21,22}.

O presente estudo pesquisou dois grupos de profissionais em movimento, tanto em dança como em outras modalidades esportivas com a intenção de investigar se os fatores específicos das modalidades interferiam no controle inibitório. O presente modelo se torna relevante, pois estudos anteriores usaram de comparações que, apesar de apresentarem resultados significantes, como mostra uma meta-análise na qual especialistas em esportes coletivos são melhores no controle inibitório do que não-especialistas²³; jogadores de badminton profissionais foram mais

predispostos para inibir respostas motoras durante o teste de controle inibitório (*stop signal-task*)²⁴ e que também ciclistas experientes obtiveram melhor controle inibitório quando comparados com ciclistas recreacionais, não investigaram experientes *versus* não experientes, para isolar possíveis contribuições específicas de cada modalidades esportiva¹⁶.

Ademais, esses dados devem ser dialogados para que esteja claro o quanto o exercício físico regula e beneficia a cognição em indivíduos de diferentes faixas etárias^{25,26}.

CONCLUSÃO

A prática de atividade física é essencial para manter um estilo de vida saudável e garantir longevidade, mas pouco se discute sobre as diferentes contribuições cognitivas relativas ao tipo de modalidade praticada.

O presente estudo buscou contribuir para esta discussão; e, como visto nos resultados apresentados, não há diferença aparente entre o tipo de modalidade esportiva - seja modalidade voltada para dança ou para outras modalidades esportivas - com relação ao desempenho cognitivo relacionado ao controle inibitório atencional (medido pelo Tempo de Reação no *Flanker task*).

REFERÊNCIAS

1. Alvarez JA, Emory E. Executive Function and the Frontal Lobes: A Meta-Analytic Review. *Neuropsychol Rev* 2006;16:17-42. <https://doi.org/10.1007/s11065-006-9002-x>
2. Jola C, Davis A, Haggard P. Proprioceptive integration and body representation: insights into dancers' expertise. *Exp Brain Res* 2011;213:257-65. <https://doi.org/10.1007/s00221-011-2743-7>

3. Krenn B, Finkenzeller T, Würth S, Amesberger G. Sport type determines differences in executive functions in elite athletes. *Psychol Sport Exerc* 2018;38:72-9. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.06.002>
4. Vestberg T, Reinebo G, Maurex L, Ingvar M, Petrovic P. Core executive functions are associated with success in young elite soccer players. *PLoS ONE* 2017;12:e0170845. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170845>
5. Ginsparg P. ArXiv at 20. *J Info Proc Manag* 2011;54:415-20. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2202.10849>
6. Pedersen BK. Physical activity and muscle-brain crosstalk. *Nat Rev Endocrinol* 2019;15:383-92. <https://doi.org/10.1038/s41574-019-0174-x>
7. Chen K. Exercise training improves motor skill learning via selective activation of mTOR. *Sci Adv* 2019;5:eaaw1888. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaw1888>
8. Wang CH, Chang CC, Liang YM, Shih CM, Chiu WS, Tseng P, *et al.* Open vs. Closed Skill Sports and the Modulation of Inhibitory Control. *PLoS ONE* 2013;8:e55773. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055773>
9. Christensen JF, Calvo-Merino B. Dance as a subject for empirical aesthetics. *Psychol Aest Creat Arts* 2013;7:76-88. <https://doi.org/10.1037/a0031827>
10. Aglioti SM, Cesari P, Romani M, Urgesi C. Action anticipation and motor resonance in elite basketball players. *Nat Neurosci* 2008;11:1109-16. <https://doi.org/10.1038/nn.2182>
11. Fujihara H, Megumi A, Yasumura A. The acute effect of moderate-intensity exercise on inhibitory control and activation of prefrontal cortex in younger and older adults. *Exp Brain Res* 2021;239:1765-78. <https://doi.org/10.1007/s00221-021-06086-9>
12. Wanderley MR, Hamdam AC. The association between obesity and inhibitory control: a systematic review. *Neuropsychol Latinoam* 2015;7:24-33. <http://dx.doi.org/10.5579/rnl.2013.0223>
13. Ludyga S, Mücke M, Colledge FM, Pühse U, Gerber M. A Combined EEG-fNIRS Study Investigating Mechanisms Underlying the Association between Aerobic Fitness and Inhibitory Control in Young Adults. *Neurosci* 2019;419:23-33. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2019.08.045>
14. Martin K, Staiano W, Menaspà P, Hennessey T, Marcora S, Keegan R, *et al.* Superior Inhibitory Control and Resistance to Mental Fatigue in Professional Road Cyclists. *PLoS ONE* 2016;11:e0159907. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159907>
15. Pi YL, Wu XH, Wang FJ, Liu K, Wu Y, Zhu H, *et al.* Motor skill learning induces brain network plasticity: A diffusion-tensor imaging study. *PLoS ONE* 2019;14:e0210015. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210015>
16. Cona G, Cavazzana A, Paoli A, Marcolin G, Grainer A, Bisiacchi PS. It's a Matter of Mind! Cognitive Functioning Predicts the Athletic

- Performance in Ultra-Marathon Runners. PLoS ONE 2015;10:e0132943. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132943>
- 17.Schmit C, Brisswalter J. Executive functioning during prolonged exercise: a fatigue-based neurocognitive perspective. *Inter Rev Sport Exerc Psychol* 2018;13:21-39. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2018.1483527>
- 18.Walk AM, Raine LB, Kramer AF, Cohen NJ, Khan NA, Hillman CH. Differential Effects of Carbohydrates on Behavioral and Neuroelectric Indices of Selective Attention in Preadolescent Children. *Front Hum Neurosci* 2017;11:614. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00614>
- 19.Eriksen CW. The flankers task and response competition: A useful tool for investigating a variety of cognitive problems. *Visual Cogn* 1995;2:101-18. <https://doi.org/10.1080/13506289508401726>
- 20.Korzhyk O, Morenko O, Morenko A, Kotsan I. Gender differences in brain processes during inhibition of manual movements programs. *Ann Neurosci* 2019;26:4-9. <https://doi.org/10.5214/ans.0972.7531.260103>
- 21.Petry NM, Kirby KN, Kranzler HR. Effects of gender and family history of alcohol dependence on a behavioral task of impulsivity in healthy subjects. *J Studies Alcohol* 2002;63:83-90. <https://doi.org/10.15288/jsa.2002.63.83>
- 22.Cotto JH, Davis E, Dowling GJ, Elcano JC, Staton AB, Weiss SR. Gender effects on drug use, abuse, and dependence: A special analysis of results from the national survey on drug use and health. *Gender Med* 2010;7:402-13. <https://doi.org/10.1016/j.genm.2010.09.004>
- 23.Mann DT, Williams AM, Ward P, Janelle CM. Perceptual-Cognitive Expertise in Sport: A Meta-Analysis. *J Sport Exerc Psychol* 2007;29:457-78. <https://doi.org/10.1123/jsep.29.4.457>
- 24.Liao KF, Meng FW, Chen YL. The relationship between action inhibition and athletic performance in elite badminton players and non-athletes. *J Hum Sport Exerc* 2017;12:574-81. <https://doi.org/10.14198/jhse.2017.123.02>
- 25.Hillman CH, Pontifex MB, Castelli DM, Khan NA, Raine LB, Scudder MR, *et al.* Effects of the FITKids Randomized Controlled Trial on Executive Control and Brain Function. *Pediatrics* 2014;134:e1063-71. <https://doi.org/10.1542/peds.2013-3219>
- 26.Voss MW, Vivar C, Kramer AF, van Praag H. Bridging animal and human models of exercise-induced brain plasticity. *Trends Cogn Sci* 2013;17:525-44. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.08.001>