

Avaliação da flexibilidade cognitiva no esporte com o auxílio do teste de trilhas: Uma breve revisão da literatura

Assessment of cognitive flexibility in sport with the aid of the trail test: A brief review of the literature

Claudia Dias Leite

Isabela Almeida Ramos

Resumo

A flexibilidade cognitiva é uma importante habilidade a ser considerada no contexto esportivo, relacionada a capacidade do atleta se adequar as rápidas mudanças que acontecem durante uma disputa, têm despertado interesse de estudos entre a relação dessa e de outras funções executivas junto ao desempenho esportivo. O estudo teve por objetivo analisar o desempenho dos atletas no teste de trilhas por meio de uma revisão da literatura. A pesquisa aconteceu no mês de março de 2021 em três bases de dados online. Foram utilizados os termos: flexibilidade cognitiva, atletas e esportes, nos idiomas português e inglês, combinados com o operador booleano AND durante as buscas. Após análise dos critérios de elegibilidade foram incluídos cinco artigos. Todos os artigos estavam no idioma inglês, sendo o futebol a modalidade predominantemente avaliada, além do tênis de mesa e esportes recreacionais (ex. caminhada, natação, CrossFit, futebol, basquete, etc.). A amostra total avaliada foi composta por 377 atletas sendo 278 homens (74%) entre 15 a 28 anos. Todos os estudos utilizaram o teste de trilhas para avaliar a flexibilidade cognitiva. Os atletas da primeira divisão foram melhores que atletas de divisões inferiores, e ainda, atletas de elite apresentaram melhores resultados quando comparados a atletas sub-elite. Atletas mais experientes apresentam melhor flexibilidade cognitiva. Vale ressaltar que um bom controle cognitivo para pensamentos, emoções e ações, representado pelas funções executivas, pode influenciar positivamente o desempenho esportivo.

Palavras-chave: Flexibilidade cognitiva; Atletas; Controle executivo; Desempenho esportivo; Esportes.

Abstract

Cognitive flexibility is an important skill to be considered in the sports context, related to the athlete's ability to adapt to the rapid changes that occur during a dispute, has aroused interest in studies between the relationship of this and other executive functions with sports performance. The study aimed to analyze the performance of athletes in the trail test through a literature review. The research took place in March 2021 in three online databases. The terms: cognitive flexibility, athletes and sports, in Portuguese and English, were used, combined with the Boolean operator AND during the searches. After analyzing the eligibility criteria, five articles were included. All articles were in the English language, with soccer being the predominant modality evaluated, in addition to table tennis and

recreational sports (eg walking, swimming, CrossFit, soccer, basketball, etc.). The total sample evaluated consisted of 377 athletes, 278 men (74%) between 15 and 28 years old. All studies used the trail test to assess cognitive flexibility. In studies, first division athletes were better than lower division athletes, and elite athletes performed better when compared to sub-elite athletes. More experienced athletes have better cognitive flexibility. It is worth mentioning that good cognitive control for thoughts, emotions and actions, represented by executive functions, can positively influence sports performance.

Keywords: *Cognitive flexibility; athletes; Executive control; Sports performance; Sports.*

Introdução

Um desempenho esportivo de sucesso, relacionado a habilidades perceptivas e cognitivas, depende de estímulos relevantes e irrelevantes para a tarefa e para o atleta. Assim, percebe-se o crescimento do interesse entre a relação das funções executivas e o desempenho no âmbito esportivo.

As funções executivas são processos multidimensionais de controle cognitivo que se distinguem por serem voluntários e exigirem muito esforço, incluindo a capacidade de avaliar, organizar e alcançar metas, bem como a capacidade de adaptar o comportamento com flexibilidade ao ser confrontado com novos problemas e situações (DIAMOND, 2013; GAZZANIGA, IVRY, MANGUN, 2014). Podem ser classificadas em centrais onde estão: inibição que envolve o controle inibitório e o controle de interferências; memória de trabalho; e flexibilidade cognitiva. Dessas derivam as funções executivas de alta ordem que são mais complexas e exigem a combinação das funções executivas centrais, como por exemplo o raciocínio, planejamento e tomada de decisão (DIAMOND, 2013).

A flexibilidade cognitiva pode ser definida como a capacidade de adaptar as respostas comportamentais às mudanças ambientais. No contexto esportivo pode-se afirmar que tal habilidade está relacionada a capacidade do atleta se adequar as rápidas mudanças que acontecem durante uma disputa, permitindo um comportamento mais flexível durante o jogo para analisar as possíveis estratégias, alterar planejamentos prévios e tomar decisões mais eficientes (HUIJGEN et al., 2015; MONTUORI et al., 2019).

Como explicitado anteriormente a flexibilidade cognitiva é uma habilidade importante no contexto esportivo. Entretanto a inexistência de protocolos específicos para o esporte, faz com que diversos instrumentos neuropsicológicos sejam adotados. Geralmente as funções executivas são avaliadas isoladamente (SANTANA, MELO, MINERVINO, 2019). Em relação a flexibilidade cognitiva, observou-se na literatura que um dos testes mais utilizados é o Teste de trilhas (*Trail Making Test - TMT*). Foram identificados também alguns questionários como *Psychological Flexibility in Sport Scale* (PFSS), *Cognitive Control and Flexibility Questionnaire* (CCFQ) e *Cognitive Flexibility Scale* (CFS) todos na língua inglesa.

O TMT avalia a coordenação visuomotora, a velocidade de processamento, a atenção concentrada, a atenção alternada, a flexibilidade cognitiva e a inibição. Caracteriza-se por ser um teste de fácil aplicação e baixo custo (SANTANA, MELO, MINERVINO, 2019). TMT-A (Figura 1) é composto por 25 círculos numerados de 1 a 25

distribuídos aleatoriamente na folha de papel. O avaliado deve conectar os números em ordem crescente, desenhando linhas sem retirar o lápis do papel, enquanto o TMT-B (Figura 2) é composto por 25 círculos contendo números (1-13) e letras (A-L) distribuídos aleatoriamente na folha de papel. Desenhando linhas sem retirar o lápis do papel, o avaliado deve conectar os círculos alternado entre números e letras, e mantendo ordem crescente (1-A-2-B-3-C...). O TMT-B é caracterizado pela atenção, velocidade e principalmente flexibilidade cognitiva. São avaliados o tempo (segundos) e a quantidade de erros cometidos (TOMBAUGH, 2004).

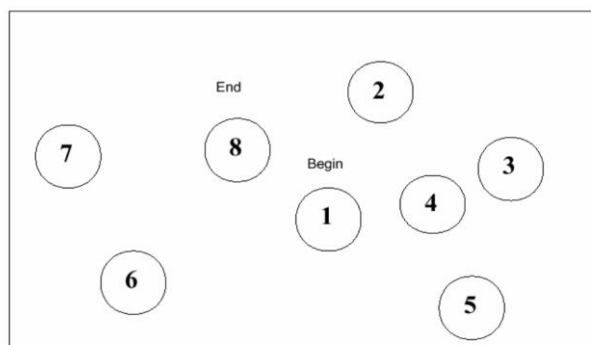


Figura 1- TMT A

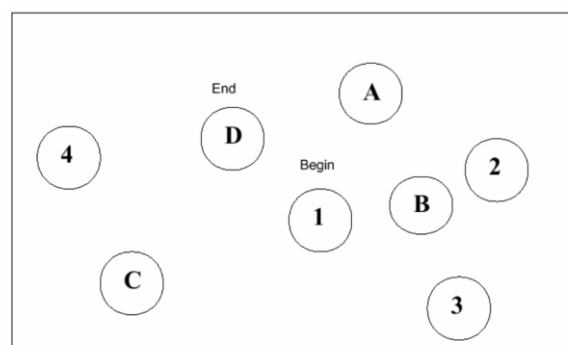


Figura 1- TMT B

Outro teste é o D-KEFS Trail Making Test (TMT) que avalia a flexibilidade cognitiva com base em cinco condições: na primeira condição (TMT-1) é necessário encontrar todos os números 3 (três) em uma página com números e letras; na segunda condição (TMT-2) deve-se conectar os números em ordem crescente iniciando pelo número um; na terceira condição (TMT-3) deve-se conectar as letras do alfabeto em ordem crescente iniciando pela letra “A”; na quarta condição (TMT-4) deve-se conectar números e letras, e mantendo ordem crescente (1-A-2-B-3-C...); e na quinta condição (TMT-5) deve-se desenhar o mais rápido possível uma linha em uma variedade de linhas pontilhadas. As três primeiras condições permitem avaliar a varredura visual, a quarta condição avalia a flexibilidade cognitiva, enquanto a última condição avalia velocidade motora. Essa bateria de testes ainda permite calcular pontuações de contrastes (ELFERINK-GEMSER et al., 2018).

Considerando a relevância de avaliar a flexibilidade cognitiva, função executiva essencial na tomada de decisão no esporte, e a viabilidade do teste de trilhas, diante das informações supracitadas, o objetivo de presente estudo foi analisar o desempenho dos atletas no teste de trilhas por meio de uma revisão da literatura.

Métodos

Foi realizada uma breve revisão da literatura. As buscas aconteceram em março de 2021 abrangendo as bases de dados eletrônicas MEDLINE/PUBMED, LILACS e SCIELO. Para seleção dos descritores utilizou-se o Descritores em Ciências da Saúde - DeCS (português) e *Medical Subject Headings* – MESH (inglês). Para aumentar a sensibilidade da busca, vocabulários não controlados também foram utilizados. Os termos selecionados

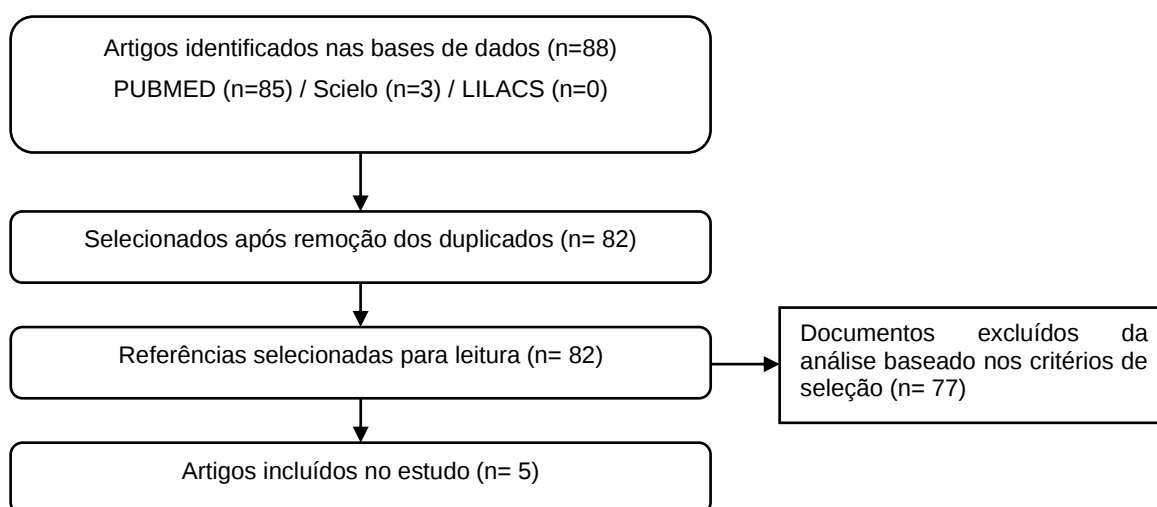
foram combinados utilizando o operador booleano AND nas seguintes combinações: “Flexibilidade cognitiva” AND “Atletas”; “Flexibilidade cognitiva” AND “Esportes”; “Cognitive flexibility” AND “Athletes”; e “Cognitive flexibility” AND “Sports”, encontradas no título ou resumo de cada artigo.

Foram considerados como critério de inclusão: 1) artigos originais publicados no período entre 2010 a 2021; 2) estudos que apresentavam avaliação da flexibilidade cognitiva por meio do teste de trilhas; 3) estudos com a amostra composta por atletas adolescentes ou adultos; 4) artigos publicados nos idiomas português, inglês e espanhol; e, 5) artigos disponibilizados na íntegra. Foram excluídos artigos duplicados, artigos com foco em doenças (ex. concussão), artigos que avaliaram crianças ou idosos e artigos que não apresentavam os resultados numéricos (média e desvio padrão) do teste de trilhas.

Resultados

O fluxograma da pesquisa bibliográfica está apresentado na figura 3. No total foram registrados 88 artigos e 5 preencheram os critérios de elegibilidade e foram incluídos na revisão.

Figura 3: Fluxograma dos artigos selecionados.



A tabela 1 mostra as características dos estudos incluindo o perfil da amostra, a modalidade dos atletas, o método de avaliação da flexibilidade cognitiva e os principais resultados encontrados em relação ao TMT.

Tabela 1: Característica dos estudos incluídos

Estudo	Amostra	Avaliação da FC	Principais resultados
Han et al. (2011)	- Total= 70 homens - Modalidades: futebol e baseball	Trail Making Test (TMT)	TMT- A: Não houve diferença significativa ($p=0,15$) entre os jogadores titulares ($28,3\pm10,0$) e reservas ($31,2\pm9,2$).

	- 24 titulares (28,8±4,0 anos) - 46 reservas (27,1±4,3 anos)		TMT-B: Diferença significativa ($p=0,03$) entre os jogadores titulares (83,0±30,7) e reservas (101,0±33,5). Valores apresentados em segundos.
Vestberg et al. (2012)	- Total=57 (31 H/ 26 M) - Primeira (n=29; 25,3± 4,2) e Segunda/Terceira (n=28; 22,8±4,1) divisão da liga de futebol	Trail Making Test (TMT)	Diferença significativa no TMT-4 ($p=0,04$) entre atletas da primeira divisão que obtiveram pontuação mais elevada (11,69±1,47) do que atletas das divisões mais baixa (10,68±1,66). Valores apresentados em pontuação.
Huijgen et al. (2015)	- Total=88 homens - Modalidade: futebol - 47 atletas elite (15,5±0,9 anos) - 41 atletas sub-elite (15,2±1,2 anos)	Trail Making Test (TMT)	TMT-A: Não houve diferença significativa ($p=0,17$) entre os jogadores da elite (26,9±9,9) e sub-elite (30,1±11,8). TMT (B-A) - Diferença significativa ($p=0,01$) entre os jogadores da elite (32,1±7,8) e sub-elite (43,8±25,8). Valores apresentados em segundos.
Elferink-Gemser et al. (2018)	- Total= 60 (24 H / 36 M) - Modalidade: tênis de mesa - 30 atletas elite (15,6±3,6 anos) - 30 atletas sub-elite (15,9±5,0 anos)	D-KEFS Trail Making Test (TMT)	Diferença significativa ($p<0,05$) entre atletas de elite e sub-elite quando comparados a pontuação normativa: TMT- 4 (Elite - 11,1±2,2 / Sub-elite - 11,2±2,6); TMT- contraste 1 (Elite - 8,5±1,8 / Sub-elite - 8,7±1,6) e TMT- contraste 4 (Elite - 8,2±2,3 / Sub-elite - 8,6±2,3). Não houve diferença significativa ($p>0,05$): TMT- contraste 2 (Elite -10,1±1,9 / Sub-elite - 10,4±1,8) e TMT- contraste 3 (Elite - 9,6±1,8) / Sub-elite -9,9±2,0). Valores apresentados em pontuação.
Bitar et al. (2020)	- Total=102 (65 H/ 37 M) - Idade: 24,73 ± 6,63 anos - Modalidade: esportes recreacionais	Trail Making Test (TMT)	Não houve diferença significativa na comparação do TMT-A e TMT-B ($p>0,05$) entre os níveis de atividade física e entre os sexos. Diferença significativa no TMT-B ($p<0,05$) entre as faixas etárias: 18-24 anos

			(44,73±13,47); 25-34 anos (56,35±21,84) e 35-40 anos (65,50±15,57). Tanto no TMT-A como no TMT-B os mais jovens (18-24) anos apresentaram melhor desempenho nos testes do que os avaliados de 25-34 anos e 35-40 anos. Valores apresentados em segundos.
--	--	--	---

Nota: FC - Flexibilidade Cognitiva.

Discussão

O presente estudo buscou analisar o desempenho de atletas no teste de trilhas por meio de uma revisão da literatura. Após busca nas bases de dados MEDLINE/PUBMED, LILACS e SCIELO foram identificados 88 artigos dos quais 5 preencheram os critérios de elegibilidade. Todos os artigos estavam no idioma inglês, sendo o futebol a modalidade predominantemente avaliada, além do tênis de mesa e esportes recreacionais (ex. caminhada, natação, CrossFit, futebol, basquete, etc.). A amostra total avaliada foi composta por 377 atletas sendo 278 homens (74%) e 99 mulheres (26%), com média de idade variando de 15 a 28 anos. Todos os estudos utilizaram o TMT para avaliar a flexibilidade cognitiva.

No esporte, as habilidades perceptivo-cognitivas estão relacionadas a competência do atleta em perceber os estímulos e as informações do ambiente esportivo e relacioná-las aos processos cognitivos como atenção e memória para antecipar e julgar as situações. Sendo assim, o atleta deve ser capaz de observar, identificar e processar a informação percebida para que suas respostas/ações sejam adequadas (MANN et al., 2007). Estudos demonstram que atletas experientes ou mais habilidosos se destacam cognitivamente em comparação aos novatos ou menos habilidosos, ao serem expostos a situações específicas do esporte uma vez que utilizam os processos cognitivos de forma mais eficiente no processamento das informações (VESTBERG et al., 2017; MANN et al., 2007) (Figura 4).

Fato esse observado no estudo de Vestberg et al. (2012) onde os atletas da primeira divisão apresentaram melhor flexibilidade cognitiva que os atletas das divisões inferiores. Resultados semelhantes foram obtidos por Huijgen et al. (2015) onde atletas de elite apresentam melhor flexibilidade cognitiva, dentre outras funções cognitivas também avaliadas, do que os atletas sub-elite. Já Elferink-Gemser et al. (2018) apresentam que competidores de tênis de mesa tanto da elite como da sub-elite apresentam pontuação acima da média para flexibilidade cognitiva (TMT-4), realizando os testes em menos tempo e cometendo menos erros. Em relação a habilidade de sequenciar números (TMT-contraste 2) e letras (TMT- contraste 3) ambas categorias pontuam semelhante à pontuação normativa (10±3) e na varredura visual (TMT – contraste 1) e velocidade motora (TMT – contraste 4) os atletas pontuam abaixo da pontuação normativa.

Somente o estudo de Bitar et al. (2020) comparou o desempenho na tarefa da flexibilidade cognitiva entre homens e mulheres e não observou diferença significativa. Entre as faixas etárias os autores observaram que praticantes de esportes recreacionais mais novos (18-24) apresentaram um desempenho melhor do que as faixas etárias de 25-34 anos e 35-40 anos. Estudo anterior demonstrou piora no desempenho em testes de função executiva com o avançar da idade (TOMBAUGH, 2004).

Meng et al. (2019) avaliaram 35 atletas de modalidade individual (badminton), 29 de modalidade coletiva (voleibol) e 27 adultos saudáveis (controle) para investigar se os perfis cognitivos diferiam em função da modalidade praticada. Foram avaliados controle inibitório, atenção, memória e flexibilidade cognitiva. Os atletas apresentaram desempenho cognitivo superior em relação ao grupo controle. Diferenças entre as modalidades foram observadas nas tarefas que requerem atenção visual orientada por estímulos e inibição motora sugerindo que a plasticidade cognitiva pode ser influenciada pelo treinamento esportivo devido as necessidades cognitivas de cada modalidade. Corroborando com esses achados, estudo realizado com 184 atletas austríacos de diversos esportes destacou o papel das funções executivas no desempenho esportivo e demonstrou que os atletas diferem nas funções cognitivas de acordo com a prática esportiva (KRENN, 2018). Os esportes de interceptação (ex. badminton) e de estratégias (ex. voleibol) requerem uma adaptação do atleta, bem como rapidez na tomada de decisão em resposta aos estímulos externos, sendo conhecidos também como esportes de ritmo externo. Já os outros, são agrupados como esportes de ritmo individual (ex. golfe), pois permitem ao atleta se preparar e ditar o ritmo de suas ações (JACOBSON, MATTHAEUS, 2014).

Vale ressaltar que um bom desempenho nas funções cognitivas pode influenciar no desempenho esportivo. Isso foi sugerido por Vestberg et al. (2012) que encontraram uma correlação significativa entre os resultados dos testes cognitivos e o desempenho esportivo (número de gols e assistências). Relação essa também observada nos jogadores de tênis de mesa (Elferink-Gemser et al., 2018). Han et al. (2011) sugerem que uma melhor flexibilidade cognitiva permite uma maior modulação da ansiedade e do estresse durante a competição o que favorece um maior desempenho esportivo.

Modalidades Esportivas Avaliadas



Flexibilidade cognitiva

capacidade do atleta se adequar as rápidas mudanças que acontecem durante uma disputa



Teste de Trilhas

teste de fácil aplicação e baixo custo que avalia a Flexibilidade Cognitiva

FLEXIBILIDADE COGNITIVA EM ATLETAS

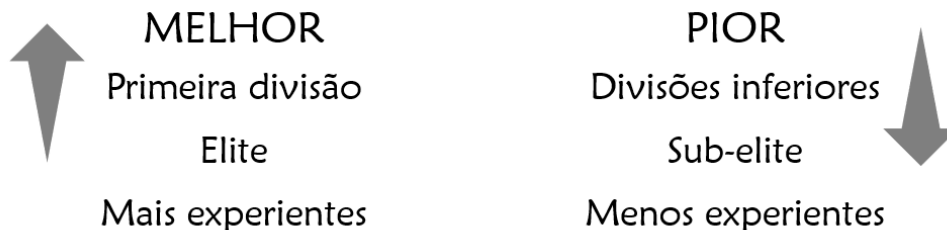


Figura 4: Flexibilidade cognitiva mensurada por meio do teste de trilhas no contexto esportivo.

Considerações Finais

Atletas tendem a apresentar um desempenho superior no TMT realizando as tarefas mais rápido e cometendo menos erros. É importante ressaltar que atletas mais experientes apresentam melhor flexibilidade cognitiva, o que permite uma adaptação mais rápida as diversas situações de jogo, bem como direcionamento da atenção de forma mais eficaz. Um bom controle cognitivo para pensamentos, ações e emoções, representado pelas funções executivas pode influenciar positivamente o desempenho esportivo.

Referências

Bitar D, Walton LM; MSPT; CLT, Schbley B, Mohamed ME, Adel M. Differences in dual task paradigms and executive function ability for recreational athletes in United Arab Emirates. **J Phys Ther Sci.**, v.32, n.11, p.698-705, 2020.

Diamond A. Executive Functions. **Annual Review of Psychology**, v.64, p.135–168, 2013.

Elferink-Gemser MT, Faber IR, Visscher C, Hung TM, de Vries SJ, Nijhuis-Vander Sanden MWG. Higher-level cognitive functions in Dutch elite and sub-elite table tennis players. **PLoS One**, v.7, n.13, p. 11: e0206151, 2018.

Gazzaniga MS.; Ivry RB.; Mangun GR. **Cognitive Neuroscience: the biology of the mind**. 4ª edição. University of California: W.W.Norton, 2014

Han DH, Park HW, Kee BS, Na C, Na DH, Zaichkowsky L. Performance enhancement with low stress and anxiety modulated by cognitive flexibility. **Psychiatry Investig.**, v.8, n.3, p. 221-6, 2011.

Huijgen BC, Leemhuis S, Kok NM, Verburgh L, Oosterlaan J, Elferink-Gemser MT, Visscher C. Cognitive Functions in Elite and Sub-Elite Youth Soccer Players Aged 13 to 17 Years. **PLoS One**, v.11, n.10, p. 12: e0144580, 2015.

Jacobson J; Matthaeus L. Athletics and executive functioning: How athletic participation and sport type correlate with cognitive performance. **Psychology of Sport and Exercise**, v.15, p.521-527, 2014.

Krenn B, et al. Sport type determines differences in executive functions in elite athletes. **Psychology of Sport & Exercise**, v.38, p.72-79, 2018.

Mann DTY. et al. Perceptual-Cognitive expertise in sport: a meta-analysis. **Journal of Sport & Exercise Psychology**, v.29, p.457-478, 2007.

Meng FW, Yao ZF, Chang EC, Chen YL. Team sport expertise shows superior stimulus-driven visual attention and motor inhibition. **PLoS One**, v.15, n.14 (5): e0217056, 2019.

Montuori S, D'Aurizio G, Foti F, Liparoti M, Lardone A, Pesoli M, Sorrentino G, Mandolesi L, Curcio G, Sorrentino P. Executive functioning profiles in elite volleyball athletes: Preliminary results by a sport-specific task switching protocol. **Hum Mov Sci.**, v.63, p. 73-81, 2019.

Santana, AN de; Melo, MRA; MINERVINO, CASM. Instrumentos de Avaliação das Funções Executivas: Revisão Sistemática dos Últimos Cinco Anos. **Aval. psicol.**, v. 18, n. 1, p. 96-107, 2019.

Tombaugh TN. Trail Making Test A and B: Normative data stratified by age and education. **Archives of Clinical Neuropsychology**, v.19, p. 203–214, 2004.

Vestberg T, Gustafson R, Maurex L, Ingvar M, Petrovic P. Executive functions predict the success of top-soccer players. **PLoS One**, v.7, n.4: e34731, 2012.

Vestberg T, et al. Core executive functions are associated with success in young elite soccer players. **PLoS One**, v.12, n.2, 2017.