



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro de Educação e Humanidades
Instituto de Educação Física e Desportos

Celso Carlos Martins Filho

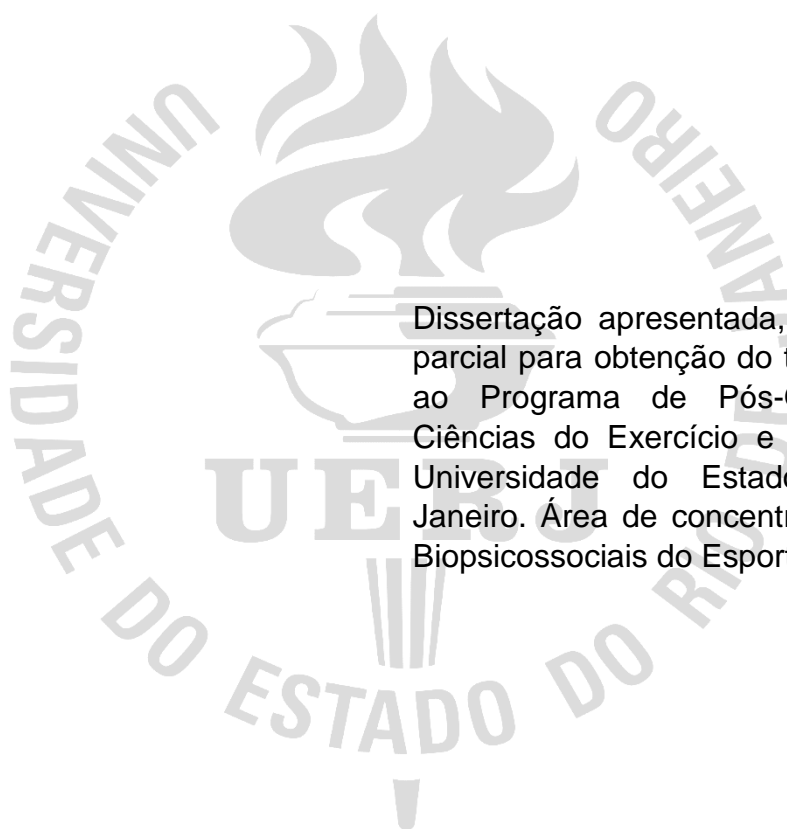
A influência da fadiga mental no comportamento tático, no perfil motor e na cognição de jogadores de futebol de elite da categoria sub 17

Rio de Janeiro

2019

Celso Carlos Martins Filho

A influência da fadiga mental no comportamento tático, no perfil motor e na cognição de jogadores de futebol de elite da categoria sub 17



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Aspectos Biopsicossociais do Esporte.

Orientador: Prof. Dr. Fabrício Vieira do Amaral Vasconcellos

Rio de Janeiro

2019

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CEH/B

M386 Martins Filho, Celso Carlos.
A influência da fadiga mental no comportamento tático,
no perfil motor e na cognição de jogadores de futebol de elite
da categoria sub 17 / Celso Carlos Martins Filho. – 2019.
63 f. : il.

Orientador: Fabrício Vieira do Amaral Vasconcellos.
Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado do
Rio de Janeiro, Instituto de Educação Física e Desportos.

1. Futebol - Treinamento técnico – Teses. 2. Fadiga
mental – Teses. 3. Aptidão física do atleta – Teses. 4.
Maturação (Psicologia) – Teses. 5. Desempenho atlético –
Teses. I. Vasconcellos, Fabrício Vieira do Amaral. II.
Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de
Educação Física e Desportos. III. Título.

CDU 796.015

Bibliotecária: Eliane de Almeida Prata. CRB7 4578/94

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial
desta dissertação desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Celso Carlos Martins Filho

A influência da fadiga mental no comportamento tático, no perfil motor e na cognição de jogadores de futebol de elite da categoria sub 17

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Aspectos Biopsicossociais do Esporte.

Aprovada em 02 de setembro de 2019.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Fabrício Vieira do Amaral Vasconcellos (Orientador)
Instituto de Educação Física e Desportos – UERJ

Prof. Dr. Marcos Bezerra de Almeida
Universidade Federal do Sergipe

Prof. Dr. Alberto José Filgueiras Gonçalves
Instituto de Psicologia – UERJ

Rio de Janeiro

2019

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos os membros do Labesfut,
aos meus pais e a minha família que participaram e
incentivaram a minha formação acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Fabrício Vasconcellos, pelo convite para participar do Labesfut, pelo apoio durante todo o tempo do mestrado e pela dedicação em contribuir para a minha melhor formação acadêmica.

Agradeço aos membros do Labesfut, todos sem exceção. Obrigado pela ajuda durante as coletas de dados, análise dos resultados e discussão dos textos. Pelas críticas nas apresentações do trabalho, pelo apoio e incentivo durante esses dois anos.

Agradeço à minha família, principalmente minha mãe e meu pai. Ao meu pai, por todos os dias que me disse o quanto seria importante um mestrado, pela cobrança na excelência com relação a educação. A minha mãe pela luta diária na educação dos filhos, por cada dia que abdicou de sua própria realização em prol dos filhos.

Agradeço à minha esposa Carol, companheira de todos os dias durante esses anos. Pelos dias em que sozinha teve que cuidar do nosso lindo filho Matheus para que pudesse cumprir os prazos do mestrado. Pelos dias em que tivemos que não pudemos estar em festas e reuniões de amigos para que tudo desse certo. Pelo tempo que abdicou da sua vida profissional em prol da minha.

Agradeço ao meu filho Matheus, que nasceu especial com Síndrome de Down e me ensinou mais que qualquer curso ou formação poderia. Me ensinou a ser mais forte, me ensinou a lutar mais e entender que tudo nessa vida tem um grande propósito, muito maior do que nossa compreensão alcança.

RESUMO

MARTINS FILHO, Celso Carlos **A influência da fadiga mental no comportamento tático, no perfil motor e na cognição de jogadores de futebol de elite da categoria sub 17**. 2019. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Exercício e do Esporte) – Instituto de Educação Física e Desporto, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

A presente pesquisa tem como objetivo analisar a influência da fadiga mental no comportamento tático jogadores de futebol, assim como verificar se variáveis físicas e cognitivas também apresentam alteração após tal fenômeno. Para tanto, foi realizado um estudo exploratório com atletas de uma equipe de jogadores sub-17 de um time de elite localizado na cidade do Rio de Janeiro. Os resultados da pesquisa foram apresentados em dois artigos científicos. O primeiro artigo apresenta os principais protocolos utilizados na avaliação dos efeitos da fadiga mental no desempenho de atletas, por meio de uma revisão sistemática de literatura. Como resultado do primeiro artigo, verifica-se o uso do método Stroop como mais prevalente nos estudos voltados para a identificação da fadiga mental em atletas. o segundo artigo corresponde a um estudo exploratório no qual foram aplicados testes de comportamento tático, desempenho físico e cognitivo selecionados para a coleta de dados foram: Comportamento tático – FUT-SAT; Desempenho físico – YoYo Recovery 2; Desempenho cognitivo – Design Fluency Test. Pela facilidade de aplicação e reprodutibilidade optamos pelo Stroop Test. Usamos como protocolo de fadiga mental durante 35 min (30 x 60s de estímulo com intervalo de 10s entre os testes). Utilizamos escalas paramétricas para ajudar a identificar a fadiga mental e uma possível alteração de humor nos participantes. Nos dias que aplicamos os testes depois do protocolo de fadiga mental, utilizamos a VAS antes do protocolo de fadiga mental e ao final repetimos a VAS. Os resultados do segundo artigo indicam que a fadiga mental reduz o desempenho de jogadores de futebol. Conclui-se que a pesquisa sobre os efeitos da fadiga mental no desempenho de atletas ainda é incipiente e são necessárias pesquisas mais amplas, que possam validar os resultados deste estudo, bem como contribuir com a construção de protocolos de redução da fadiga mental entre atletas.

Palavras-chave: Futebol. Comportamento tático. Funções executivas. Maturação biológica. Prática deliberada e perfil motor.

ABSTRACT

MARTINS FILHO, Celso Carlos. **The influence of mental fatigue on tactical behavior, motor profile and cognition of elite under 17 soccer players.** 2019. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Exercício e do Esporte) – Instituto de Educação Física e Desporto, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

This research aims to analyze the influence of mental fatigue on tactical behavior of soccer players, as well as to verify if physical and cognitive variables also change after such phenomenon. To this end, an exploratory study was conducted with athletes from a team of under-17 players from an elite team located in the city of Rio de Janeiro. The research results were presented in two scientific articles. The first article presents the main protocols used to evaluate the effects of mental fatigue on athletes' performance through a systematic literature review. As a result of the first article, the use of the Stroop method is more prevalent in studies aimed at identifying mental fatigue in athletes. The second article corresponds to an exploratory study in which tests of tactical behavior, physical and cognitive performance selected for data collection were applied: Tactical behavior - FUT-SAT; Physical Performance - YoYo Recovery 2; Cognitive Performance - Design Fluency Test. For ease of application and reproducibility we chose the Stroop Test. We used as mental fatigue protocol for 35 min (30 x 60s of stimulus with 10s interval between tests). We use parametric scales to help identify Mental Fatigue and a possible mood change in participants. On the days we applied the tests after the Mental Fatigue protocol, we used the VAS before the Mental Fatigue protocol and at the end we repeated the VAS. The results of the second article indicate that mental fatigue reduces the performance of soccer players. It is concluded that research on the effects of mental fatigue on athlete performance is still incipient and further research is needed to validate the results of this study, as well as contribute to the construction of protocols for reducing mental fatigue among athletes.

Keywords: Football. Tactical behavior. Executive functions. Biological maturation. Deliberate practice and motor profile.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Artigo 1 - Processo de seleção dos artigos	21
Figura 1 – Artigo 2 - Atividades realizadas	36
Figura 2 – Artigo 2 - Resultados do YoyoRecovery.....	42
Figura 3 – Artigo 2 - Resultados utilizando o programa Design Fluency.....	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Artigo 1 - Artigos Seleccionados	22
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características da amostra (Média, Moda e Desvio Padrão)	41
Tabela 2 – Comparação do nível de fadiga mental pré e pós protocolo pela Visual Analogue Scale	41
Tabela 3 – Comparação dos resultados sem fadiga mental e com fadiga mental em relação as variáveis motoras e cognitivas	43
Tabela 4 – Comparação do número de ações sem fadiga mental e com fadiga mental com aplicação do Futsat.....	43
Tabela 5 – Comparação do número de acertos durante as ações sem fadiga mental e com fadiga mental com aplicação do FUTSAT.....	44
Tabela 6 – Comparação dos resultados do FUTSAT em relação ao desempenho nos jogos	44

LISTA DE ABREVIATURAS

JDC	Jogos Desportivos Coletivos
KPT	kana-pick-out
LILACS	Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde
PVT	Teste de Vigilância Psicomotora
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UK	Uchida-Kraepelin
VAS	Escala Analógica Visual

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	12
1	OBJETIVOS	16
1.1	Objetivo Geral	17
1.2	Objetivos Específicos	17
1.3	Estudos Idealizados	17
2	ARTIGOS	18
2.1	Principais Protocolos De fadiga mental Utilizados em Esportes Coletivos	18
2.2	Artigo 2 – Análise Dos Efeitos Da fadiga mental No Desempenho Tático, no Perfil Motor e na Cognição De Jogadores De Futebol Sub-17	33
3	DISCUSSÃO GERAL	50
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
	REFERÊNCIAS	56
	ANEXO A – Stroop Teste (protocolo de fadiga mental)	61
	ANEXO B – Design Fluency Teste	62
	ANEXO C – Visual Analogue Scale	63

INTRODUÇÃO

Os jogos desportivos coletivos (JDC) podem ser explicados como confrontos entre duas equipes, nos quais os jogadores, de acordo com as regras oficiais do jogo, buscam apresentar um melhor desempenho em relação à equipe adversária (OLIVEIRA, 2004). Segundo Garganta (2002), nos JDC os jogadores de ambas as equipes possuem o mesmo objetivo, que varia de acordo com a posse ou não da bola. Eles podem atacar a baliza adversária (posse de bola) ou defender sua própria baliza (sem posse de bola), por isso estão sempre realizando ações de oposição aos adversários e cooperação aos seus pares.

O futebol pode ser considerado JDC, pois além das características descritas anteriormente, ele também apresenta regras próprias, alvo específico para atacar e defender, adversário, companheiros de equipe, bola e espaço de jogo (BAYER, 1994). A disciplina tática condiciona todo esse sistema multi-variável, dinâmico e complexo que é o futebol (LARANJEIRA, 2009).

Aspectos físicos, técnicos, táticos e psicológicos se interligam, mas de acordo com Matias e Greco (2010), respeitam as escalas de importância. Greco (2002) ressalta que todas as ações nos JDC são determinadas do ponto de vista tático e as outras variáveis são desenvolvidas com efeito rebote. Teoduresco (1984) e Queirós (1986) acrescentam que o principal problema para os jogadores do JDC é tático. Isso se deve ao fato de que as ações acontecem em um contexto aleatório, complexo e imprevisível (GARGANTA, 1997).

Para entender melhor esse contexto, é necessário considerar a tática como as ações de cooperação e oposição dos jogadores durante o jogo com base na estratégia pré-determinada (GARGANTA; PINTO, 1998). Cada vez mais as equipes se preparam estrategicamente para fortalecer pontos fortes e explorar os pontos fracos dos adversários. Gréhaigine (1992) define como tática toda estratégia adotada pelo jogador para suas ações durante o jogo, incluindo o uso dos constrangimentos, das incertezas e da imprevisibilidade do jogo ao seu favor. A tática envolve habilidades motoras e físicas, sendo de grande importância para a competição. Analisando o jogo de futebol com essa ótica, os jogadores devem estar cientes de

suas competências espaciais, antecipar ações e tomar decisões de maneira frequente e eficiente em resposta à imprevisibilidade do jogo (ROCA *et al.*, 2011).

Partindo desse princípio, a equipe que gerir melhor o espaço de jogo terá melhores condições de conquistar os seus respectivos objetivos (GRÉHAIGNE; GODBOUT, 1995, COSTA *et al.*, 2009). Considera-se ainda que os jogadores com limitada habilidade técnica conseguem jogar, caso tenham um nível razoável de entendimento tático, enquanto os jogadores com pouco entendimento tático podem prejudicar o uso da habilidade técnica (TEODURESCO, 1984; OSLIN *et al.*, 1998; MESQUITA *et al.*, 2005; TAVARES *et al.*, 2006).

Costa *et al.* (2009) acreditam que o jogador que souber quando e como aplicar os princípios táticos do jogo de futebol poderá ter um melhor rendimento individual e coletivo. Na mesma lógica, Zerhouni (1980) e Abouti (2006) afirmam que a aplicação dos princípios favorece um melhor controle do jogo, facilitando o alcance da baliza adversária. Para Garganta; Pinto (1994), os princípios táticos do futebol constituem um conjunto de regras que orientam o jogo, permitindo que os jogadores sejam capazes de decidir, a partir de soluções táticas, os problemas subjacentes a ele. Os princípios táticos do futebol se subdividem em três categorias, sendo elas: gerais; operacionais; e fundamentais.

Consideram-se os princípios gerais como sendo: criar superioridade numérica; evitar a igualdade numérica e não permitir a inferioridade numérica (QUEIROZ, 1983; GARGANTA E PINTO, 1994).

Os princípios operacionais ofensivos são: conservar a bola; construir ações ofensivas; progredir pelo campo; criar finalizações e finalizar à baliza. E os defensivos são: impedir a progressão do adversário; reduzir os espaços; proteger a baliza; anular as finalizações do adversário e recuperar a bola (BAYER, 1994).

Os princípios fundamentais ofensivos são: penetração; cobertura ofensiva; equilíbrio; concentração e unidade ofensiva. E os defensivos são: contenção; cobertura defensiva; equilíbrio; concentração e unidade defensiva (GARGANTA; PINTO, 1994, CASTELO, 1999, COSTA *et al.*, 2009).

Teoldo *et al.* (2015) incluíram os princípios específicos. Os princípios específicos são aqueles que estão relacionados com a maneira como cada equipe joga, obedecendo a um modelo de jogo específico. O que os atletas de uma determinada equipe fazem quando tem a bola? Como reagem a perda da posse?

Seguindo uma progressão, os princípios táticos operacionais se utilizam dos princípios táticos gerais, os princípios táticos fundamentais se utilizam dos princípios operacionais e gerais, assim como os princípios táticos específicos são uma combinação dos três princípios anteriores, que se materializam no modelo de jogo de cada equipe (TEOLDO *et al.*, 2015).

Concomitante à evolução da dinâmica do futebol, as características de jogo passam por modificações principalmente em relação a decisão e execução das ações, exigindo do atleta uma rápida percepção tático-técnica e solicitando dos jogadores inúmeras operações mentais complexas em unidades de tempo cada vez menores (GARGANTA; GRÉHAIGNE, 1999). A tomada de decisão é o processo que consiste em realizar uma escolha entre diversas alternativas possíveis (BAR-ELI; RAAB, 2006).

Nesse sentido, cabe ressaltar que a tomada de decisão é uma das funções executivas mais complexas, sofrendo interferência de outras funções de baixa ordem, mas igualmente importantes, como controle inibitório, flexibilidade cognitiva e memória de trabalho. Esses mecanismos funcionando de maneira eficiente podem contribuir para o raciocínio, a solução de problemas e o planejamento das ações (MACIEL, 2014).

Sabe-se que, como o futebol é um desporto com altas demandas fisiológicas e pressão psicológica, os jogadores podem desenvolver um processo de fadiga do sistema nervoso central, por isso se faz necessário conceituar o fenômeno e suas respectivas manifestações. Na literatura ainda existem poucos estudos sobre a fadiga e nota-se uma confusão com os termos associados a ela (ELFERINK-GEMSER, 2001, KRUSTRUP *et al.*, 2003, BANGSBO; MOHR; KRUSTRUP, 2006, MACIEL, 2014, SMITH; MARCORA; COUTTS, 2014).

Fadiga é um termo derivado do latim *Fatigãre*. É usada na língua portuguesa desde 1844. O termo fadiga é um fenômeno presente em várias áreas da saúde, causando dificuldade no consenso já que cada profissional tenta definir de acordo com sua área (MOTA; CRUZ; PIMENTA, 2005).

Embora existam diferentes conceitos de fadiga, eles têm em comum a associação da fadiga ao cansaço, redução da energia e da disposição física, bem como alterações funcionais (MOTA *et al.*, 2005). Ela interfere na capacidade física e

cognitiva e pode estar relacionada tanto ao sistema nervoso central, quanto ao sistema muscular (GIANNESINI *et al.*, 2003). Além disso, também pode ser dividida em central e periférica.

Neste sentido, a fadiga central é aquela que se desenvolve no sistema nervoso central, no qual são formulados os processos de ações motoras, enviados pelo “córtex cerebral, cerebelo e junções sinápticas para os nervos eferentes localizados na medula espinhal” (ROBERGS; ROBERTS, 1997 apud MOTA E AL., 2008, p. 286). A fadiga nesta região é caracterizada pelo estado no qual não é possível realizar um aumento dos desempenhos cognitivo e tático, mas não ocorrem alterações nos fatores motores periféricos (MORGAN *et al.*, 2006 apud MOREIRA ET AL, 2008).

No futebol, alguns pesquisadores têm estudado a relação da fadiga e os aspectos cognitivos do jogo. Boksem (2008) descreve a fadiga mental como um estado psicobiológico causado por períodos de atividade cognitiva exigente e caracterizado por sentimentos subjetivos de “cansaço” e “falta de energia.”

Nos mais modernos modelos de treinamento no futebol, a preocupação com os estímulos cognitivos e suas manifestações são cada vez mais presentes. Mas ainda existem poucos estudos que tratam sobre uma possível fadiga mental existente em alguns momentos do jogo de futebol. Recentemente, Kunrath *et al.* (2018) publicaram um estudo no qual, após a aplicação de um protocolo de fadiga mental (*Stroop*), seis atletas foram avaliados através do FUT-SAT. Os resultados demonstraram que os princípios fundamentais equilíbrio e unidade defensiva tiveram diminuição significativa do desempenho pós-fadiga mental.

A partir das informações supracitadas, questiona-se: Qual é a influência da fadiga mental no desempenho do atleta de futebol?

A presente dissertação foi estruturada em cinco capítulos. No primeiro capítulo, de caráter introdutório, é apresentado o problema que se pretende estudar, bem como a sua contextualização temática. No segundo capítulo são apresentados os objetivos da pesquisa. O terceiro capítulo apresenta os artigos produzidos a partir dos resultados encontrados. O primeiro artigo corresponde a uma revisão sistemática na qual foram identificados os principais protocolos de indução à fadiga mental encontrados na literatura, em idiomas português, inglês e espanhol e disponibilizados em bases de dados científicos nacionais e internacionais. O

segundo artigo apresenta os resultados empíricos da pesquisa, estabelecendo uma discussão entre os resultados e pesquisas semelhantes. No referido artigo são apresentados os dados de amostragem, os procedimentos de coleta de dados e os protocolos das avaliações. No quarto capítulo é realizada uma discussão geral entre os dois artigos produzidos. O quinto capítulo sintetiza as considerações finais e as conclusões preliminares resultantes dos artigos. Ao final estão os anexos de testes aplicados, assim como as referências bibliográficas utilizadas na pesquisa.

1 OBJETIVOS

1.1 Objetivo Geral

- Verificar a influência da fadiga mental sobre o desempenho de jogadores de futebol de elite da categoria sub 17.

1.2 Objetivos Específicos

- ✓ Identificar os principais protocolos de fadiga mental no âmbito dos esportes coletivos.
- ✓ Analisar a influência da fadiga mental sobre o desempenho tático, perfil motor e cognição em jogadores de futebol de elite sub 17.

1.3 Estudos Idealizados

- ✓ Principais protocolos de fadiga mental no âmbito dos esportes coletivos. (Revisão de literatura).
- ✓ A influência da fadiga mental no comportamento tático, no perfil motor e na cognição de jogadores de futebol de elite sub 17. (Artigo Original).

2 ARTIGOS

2.1 Quais São Os Principais Protocolos De Fadiga Mental Utilizados em Esportes Coletivos? Uma Revisão de literatura.

RESUMO

A tomada de decisões e o processamento rápido de informações exigidos de jogadores de futebol para que tenham um bom desempenho podem ocasionar o desenvolvimento da fadiga mental em jogadores de futebol. Quando a fadiga mental é potencializada, o desempenho do jogador pode ser prejudicado, de modo que a realização de testes nos quais são aplicados protocolos de fadiga mental contribui com a identificação de como ela pode interferir na performance do atleta e com a construção de subsídios teóricos que permitam estabelecer padrões de fadiga mental aceitáveis e estratégias de prevenção. Nesse contexto, o presente artigo teve o objetivo geral de identificar os principais protocolos de fadiga mental relatados na literatura científica entre os anos de 2008 a 2019, publicados em revistas científicas indexadas e em sites e plataformas de divulgação científica nos idiomas português, inglês e espanhol. Para serem incluídos na pesquisa, os estudos precisavam atender os critérios estabelecidos de tratarem sobre indivíduos saudáveis, que incluíssem protocolos de fadiga mental, publicados a partir do ano de 2008, e escritos nos idiomas inglês, português ou espanhol. Foram excluídas as publicações repetidas para o mesmo estudo, pesquisas que tratavam de indivíduos sob efeito de alguma medicação ou suplemento; artigos com protocolo de fadiga periférica; artigos sobre doenças crônicas e revisões de literatura. Os bancos de dados nos quais a busca foi realizada foram PubMed, LILACS, Web of Science, Scopus e no SPORTDiscus. Utilizou-se os descritores: “mental fatigue protocol OR mental fatigue OR central fatigue OR cognition fatigue”; “soccer OR sports OR physical activity OR physical exercise OR exercise”; e “healthy subject OR athletes”. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 13 artigos para a discussão. Os resultados indicam que o Stroop é o protocolo de fadiga mental mais utilizado em estudos voltados para a identificação de seus efeitos sobre o desempenho de atletas. Conclui-se que existem diferentes protocolos de indução à fadiga mental, com prevalência maior do uso do teste Stroop devido à sua facilidade de aplicação e da exigência de poucos recursos materiais e técnicos. Os estudos indicam que a fadiga mental compromete o desempenho de atletas, mas não foram suficientes para indicar de modo específico quais são os comprometimentos gerados e quais são os níveis aceitáveis de fadiga mental em atletas.

INTRODUÇÃO

O futebol é um jogo de invasão com regras específicas, cooperação entre os membros da mesma equipe e oposição de uma equipe contra a outra. Todas as ações no jogo dependem dessas interações resultando em um ambiente caótico e aleatório. Trata-se de um esporte que exige do atleta o uso de diferentes habilidades físicas e cognitivas. Cada jogador precisa tomar decisões referentes a passes, dribles e lances que correspondem a um número de aproximadamente 2 mil decisões por partida (KUNRATH *et al.*, 2018). A alta demanda cognitiva dos jogos desperta a preocupação com a fadiga mental dos jogadores durante a partida. Contudo, ainda existem poucos estudos sobre o assunto e percebe-se na literatura uma grande lacuna.

Cutsen *et al.* (2017) revisaram a literatura sobre o comprometimento do desempenho físico devido à fadiga mental a fim de compreender quais os fatores potenciais que desencadeiam esse efeito. Os autores encontraram 281 registros, dos quais restaram 11 que foram analisados após a seleção criteriosa. De maneira geral os estudos indicaram uma redução no desempenho de tarefas. As evidências indicaram que indivíduos com fadiga mental se tornam exaustos mais rapidamente quando realizam atividades físicas, em comparação com indivíduos sem fadiga. Eles também levam mais tempo para concluir tarefas e precisam empreender um esforço maior do que aquele identificado em indivíduos sem fadiga. Eles constataram também que as variáveis fisiológicas costumeiramente associadas ao desempenho de resistência, tais como frequência cardíaca, lactato sanguíneo e consumo de oxigênio e não foram afetadas pela fadiga mental.

Os estudos com diferentes protocolos de fadiga mental apresentam resultados diferentes também. Portanto, o presente estudo realizou uma revisão de literatura com o objetivo de identificar quais são os protocolos mais utilizados para induzir a fadiga mental. Com isso, podemos evoluir as pesquisas sobre o tema e facilitar novos apontamentos.

METODOLOGIA

Para esta pesquisa, foi realizada uma revisão sistemática de literatura seguindo os critérios e diretrizes definidas pelo PRISMA. Uma extensa busca online foi realizada nas seguintes bases de dado: PubMed, LILACS, Web of Science, Scopus e no SPORTDiscus. As buscas e coleta de dados foram realizadas durante o período de 01 de Fevereiro de 2019 a 30 de junho de 2019 , por meio das seguintes palavras-chaves e termos de busca: “mental fatigue protocol OR mental fatigue OR central fatigue OR cognition fatigue”; “soccer OR sports OR physical activity OR physical exercise OR exercise”; e “healty subject OR athletes”.

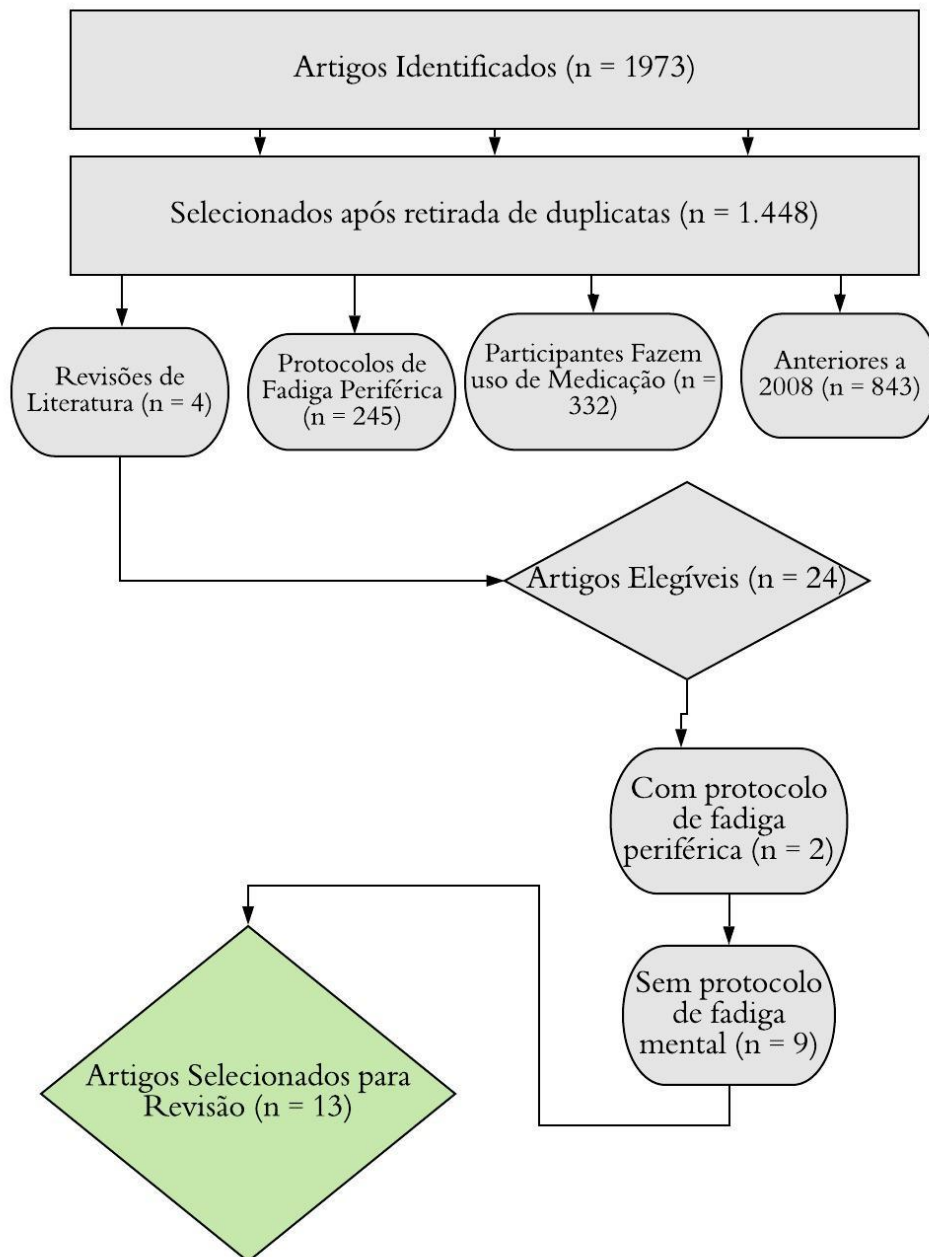
Para serem incluídos na pesquisa, os estudos precisavam atender os critérios estabelecidos: tratem sobre indivíduos saudáveis, que incluíssem protocolos de fadiga mental, publicados a partir do ano de 2008, e escritos nos idiomas inglês, português ou espanhol. Foram excluídas as publicações repetidas para o mesmo estudo, pesquisas que tratavam de indivíduos sob efeito de alguma medicação ou suplemento; artigos com protocolo de fadiga periférica; artigos sobre doenças crônicas.

Os critérios de inclusão e exclusão foram observados por dois pesquisadores diferentes sem que nenhum soubesse a decisão do outro e, em caso de discordância, um terceiro revisor foi convidado.

RESULTADOS

No fluxograma seguinte são apresentados com mais detalhes os processos de busca, triagem dos estudos de acordo com o tema, seleção dos que atendiam aos critérios e dos que não atendiam e por isso foram excluídos, e dos que entraram efetivamente para esta pesquisa.

Figura 1 – Processo de seleção dos artigos.



Durante o período de coleta de dados, foram encontrados um total de 1793 artigos a partir da busca pelas palavras-chave definidas na metodologia. Na base de dados Pubmed foram encontrados 412 artigos; no SPORTDiscos 68; 454 na Web of Science; 28 na Scopus e 831 na Medline. Destes, 1448 eram duplicatas e foram excluídos da pesquisa. Do restante, após leitura de todos os resumos, foram incluídos 28 artigos que eram elegíveis por atender aos critérios de seleção. Esses artigos foram lidos na íntegra e passaram por novo filtro a fim de identificar se todos atendiam aos critérios de inclusão e exclusão, restando então 13 artigos de qualidade que foram incluídos na revisão sistemática e que apresentamos no quadro 1.

Quadro 1 - Artigos Selecionados

Pesquisador	Título	Ano	Metodologia
Gergelyfi, M. <i>et al.</i>	Dissociation between mental fatigue and motivational state during prolonged mental activity	2015	Tarefas de Sudoku realizadas por 120 min.
Gui, D. <i>et al.</i>	Resting spontaneous activity in the default mode network predicts 2 performance decline during prolonged attention workload	2015	Teste de vigilância psicomotora (PVT) contínuo de 20 minutos.
Ishii, A. <i>et al.</i>	The Neural Mechanisms Underlying the Decision to Rest in the Presence of Fatigue: A Magnetoencephalography Study	2014	Experimentos de decisão e controle realizados de maneira cruzada em relação ao desejo de relaxamento ou prosseguimento em uma atividade neural, na presença de fadiga.
Ishii, A. <i>et al.</i>	Neural effects of prolonged mental fatigue: A magnetoencephalography study	2013	Realização de duas tarefas n-back em dias separados. Cada tarefa consistiu de uma sessão de tarefa de 0 a 2 minutos, durante três minutos por três vezes.
Kunrath, C. <i>et al.</i>	Mental fatigue as a conditioner of the tactical and physical response in soccer players: a pilot study	2018	Tarefa de Stroop.
Smith, R. <i>et al.</i>	Mental Fatigue Impairs Intermittent Running Performance	2015	Teste de desempenho contínuo
Mizuno, K. <i>et al.</i>	Fatigue correlates with the decrease in parasympathetic sinus modulation induced by a cognitive challenge	2014	Aplicação do teste <i>kana-pick-out</i> (KPT) como uma tarefa cognitiva verbal breve por 16 minutos.

Quadro 1 - Artigos Seleccionados (continuação)

Pesquisador	Título	Ano	Metodologia
Mizuno, K. <i>et al.</i>	Mental fatigue caused by prolonged cognitive load associated with sympathetic hyperactivity	2011	Teste de trilha avançada, teste de retirada de kana e teste de desenho ao espelho, por 8 horas.
Nozaki, S. <i>et al.</i>	Mental and physical fatigue-related biochemical alterations	2009	Teste de vigilância psicomotora (PVT) contínuo de 20 minutos.
Tanaka, M, Ishii, A., Watanabe, Y.	Neural effects of mental fatigue caused by continuous attention load: a magnetoencephalography study	2014	Tarefa de atenção contínua com duração de 10 min.
Tanaka, M. <i>et al.</i>	Effects of pellet stove on recovery from mental fatigue	2012	Sessão mental de 30 min, induzindo a fadiga.
Tanaka, M. <i>et al.</i>	Effect of mental fatigue on the central nervous system: an electroencephalography study	2012	Teste de indução de fadiga de n-back e Stroop.
Vrijotte, S. <i>et al.</i>	Mental Fatigue and Physical and Cognitive Performance During a Two Bout Exercise Test	2017	Tarefa de Stroop baseada em computador.

DISCUSSÃO

Foram encontrados 11 diferentes tipos de protocolos de indução à fadiga em experimentos realizados com atletas. Os protocolos com maior prevalência de uso foram o n-back, o kana e o Stroop.

Ishii *et al.* (2013) buscaram verificar como a fadiga mental interfere na atividade neural, por meio de um estudo experimental no qual a magnetoencefalografia foi utilizada como instrumento de medição dos efeitos da fadiga mental na atividade neural. Os testes foram aplicados em nove adultos saudáveis, do sexo masculino. Foram realizadas duas tarefas indutoras de fadiga mental, em dois dias de experimento. As tarefas foram aplicadas em dias diferentes. Cada tarefa consistiu de uma sessão de tarefa de 0 a 2 minutos de indução de fadiga mental por três vezes. O protocolo de indução a fadiga que foi aplicado consistiu em tarefas N-Back. Nele, um estímulo apresentado ao indivíduo deve ser memorizado e reproduzido uma (1-back), duas (2-back) ou três (3-back) posições anteriores. A dificuldade aumenta de acordo com o número de casas anteriores. Os números maiores são mais difíceis do que os números menores. Em uma sequência de letras A, Q, R, V, B, O, Y, de nível 1-back, quando o examinador falar A, o respondente deve permanecer calado. Mas quando o examinador falar Q, ele deve informar a letra A. Caso fosse o nível 2-back, ele só se pronunciaria quando ouvisse a letra R, e no nível 3, somente quando ouvisse a letra V. trata-se de uma atividade na qual o respondente precisa recorrer à sua memória e que, segundo os autores, é a mais frequentemente utilizada em experimentos semelhantes.

Nozaki *et al.* (2009) investigaram as alterações bioquímicas causadas pelas fadigas mental e física em um grupo de 54 voluntários saudáveis. A fadiga mental foi induzida por meio da aplicação do teste Kana, do teste de trilha e do Teste psicodiagnóstico de Kraepelin.

O teste Uchida-Kraepelin (UK) é um questionário modificado a partir do teste aritmético de Kraepelin, que foi originalmente desenvolvido por Y. Uchida. O teste mede a capacidade dos usuários na velocidade e precisão de desempenho da tarefa. O teste requer esforço concentrado e atenção por parte do sujeito, tornando este teste útil para a avaliação do estresse mental.

Trata-se de um teste de adição em série, que exige que os usuários façam cálculos com a maior rapidez e precisão possíveis dentro de 30 minutos. Isto foi

conseguido usando papel pré-impreso contendo 15 linhas de números alinhados aleatoriamente, com um dígito horizontal. Para cada minuto do teste, o sujeito foi instruído a iniciar uma nova linha, independentemente de sua posição na linha atual. Cada linha continha um excesso de cálculos de modo que os participantes não conseguissem concluir nenhuma linha por um minuto específico antes de serem solicitados a seguir para o início do próximo minuto pelo aviso do examinador. Este teste é geralmente realizado para repetidos 15 min de trabalho e 5 min de ciclos de descanso.

Mizuno *et al.* (2014) verificaram os efeitos cognitivos da fadiga mental. Para tanto, foi aplicado um teste como meio indutor da fadiga *kana-pick-out* (KPT). Consiste em um teste que utiliza símbolos japoneses que representam sílabas. Em um sistema computadorizado, aparece a sequência de símbolos do Kana e as letras correspondentes. Em seguida, o jogador precisa identificar a letra correspondente a cada símbolo que aparece. Para tanto, ele deve ser capaz de memorizar as letras e os símbolos correspondentes, bem como executar a sua capacidade de leitura. Trata-se de um teste utilizado em estudos voltados para identificação de transtornos mentais que afetam a capacidade cognitiva, de modo que foi considerado adequado aos objetivos do estudo.

O teste *kana pick-out* também foi utilizado por Mizuno *et al.* (2011) para a avaliar a associação entre a fadiga mental e a hiperatividade parassimpática durante o dia de trabalho em um grupo de 10 indivíduos adultos saudáveis, escolhidos aleatoriamente. No entanto, neste estudo o teste *kana pick-out* foi associado a outros dois testes cognitivos, com o objetivo de avaliar a fadiga mental decorrente de um dia de trabalho. Além do teste de Kana, foram aplicados o teste do espelho, no qual os participantes deviam reproduzir, de modo rápido e preciso, um personagem desenhado de modo espelhado para eles e o teste de trilhas, que corresponde a ligação de letras e números seguindo uma sequência, como no caso de 1-A, 2-B.

Gerleglyfi *et al.* (2015) investigaram a associação entre a fadiga mental e a motivação de atletas. Para que os atletas se mantivessem motivados, foi utilizado o método indireto de avaliação dos efeitos comportamentais da fadiga mental. Tal método consiste no uso de diferentes atividades indutoras da fadiga. No caso do referido estudo, foi utilizada um modelo computadorizado do jogo Sudoku.

Um sudoku clássico contém nove linhas e nove colunas, portanto, 81 caixas no total. O objetivo do jogo é preencher essas caixas com números de 1 a 9, sempre se certificando de que o mesmo número apareça apenas uma vez por coluna, uma vez por linha e apenas uma vez por quadrado, nove caixas.

No início do jogo, vinte dígitos já estão colocados e é necessário encontrar os outros. De fato, uma grade inicial de sudoku corretamente formado só pode levar a uma e apenas uma solução. Para encontrar os números que faltam, são necessários raciocínio lógico e observação. A tarefa Sudoku foi previamente aplicada em um grupo de teste. Verificou-se que os níveis de dificuldade interferem nos níveis de reação. Cada bloco respondido corretamente correspondia a uma recompensa para o próximo e os participantes estavam cientes de que as recompensas seriam, no final, convertidas em dinheiro. No entanto, mesmo que o engajamento dos atletas tenha permanecido estável durante todo o experimento, na medida em que a fadiga mental foi aumentada, o desempenho deles e o número de acertos foi negativamente afetado.

O Sudoku computadorizado foi escolhido pelos autores devido à pertinência de sua aplicação em um contexto de competição e análise dos efeitos das recompensas na motivação dos jogadores.

Tanaka; Ishii; Watanabe (2014) investigaram os efeitos da fadiga mental consequente sobre o desempenho neural após uma tarefa de atenção contínua de 10 indivíduos.

Gui *et al.* (2015) buscaram identificar os efeitos da fadiga mental na atividade cerebral de 16 adultos saudáveis por meio de um teste de vigilância psicomotora (PVT) de 20 minutos, acompanhado de ressonância magnética funcional para a avaliação dos resultados da indução à fadiga sobre o desempenho dos indivíduos.

Ishii *et al.* (2014) investigaram os efeitos da fadiga mental na tomada de decisão, por meio de um experimento com 15 indivíduos saudáveis. A fadiga foi induzida com a aplicação de um teste reverso de Stroop. Os testes de Stroop foram acompanhados por solicitações concomitantes de ensaios de decisão e controle, de modo a verificar o quanto a fadiga mental interfere na tomada de decisão assertiva.

Tanaka *et al.* (2012) também aplicaram o teste Stroop para induzir a fadiga entre participantes de um estudo sobre os efeitos da fadiga mental no sistema

nervoso central. O teste Stroop foi precedido de um teste n-back com duração de 20 minutos. O teste Stroop foi escolhido pela adequação ao tipo de estudo, que estava focado na análise da tomada de decisão.

O efeito Stroop representa uma interferência entre uma tarefa principal e outro processo cognitivo interferente. O teste de Stroop deve seu nome ao psicólogo americano John Ridley Stroop, que o introduziu pela primeira vez em 1935. No teste Stroop, um sujeito é solicitado a nomear a cor (tarefa principal) na qual uma palavra é escrita, mas a palavra designa uma cor que não é necessariamente a da impressão. Por exemplo, a palavra "amarelo" pode ser escrita em azul (KLEIN *et al.*, 2010).

Pressupõe-se que ocorre uma demora maior para nomear a cor da impressão quando a palavra e a cor da impressão não coincidem (quando são incongruentes). Isso ocorre porque o indivíduo lê automaticamente a palavra; ele tem dificuldade de se concentrar apenas na cor da impressão da palavra, sem lê-la. No estudo supracitado, a cada seis testes de Stroop, o participante era perguntado se precisaria de uma pausa para que o seu desempenho fosse mantido. A avaliação da fadiga foi realizada por meio da Escala Analógica Visual (VAS), com variação de 0 a 100. Os experimentos duraram aproximadamente 3 h e os resultados indicaram uma relação proporcional entre a fadiga mental e a redução do desempenho no teste Stroop. Kunrath *et al.* (2018) também utilizaram o método Stroop. Os autores buscaram verificar de que modo a fadiga mental interfere no condicionamento tático e físico de jogadores de futebol masculino em um time sub-15 do Brasil. A indução da fadiga foi realizada por meio da aplicação do teste Stroop durante 20 minutos. O teste Stroop foi escolhido pela adequação ao tipo de estudo, focado na análise do desempenho tático dos atletas.

Smith *et al.* (2016) avaliaram os efeitos da fadiga mental no desempenho de atletas de corrida de uma equipe esportiva. Dez jogadores de equipe esportivos intermitentes realizaram dois protocolos de corrida intermitente, de ritmo próprio idêntico. A fadiga mental foi induzida em um grupo por meio do teste de desempenho contínuo AX, enquanto o grupo controle foi submetido a um documentário de 90 minutos sem estímulo emocional. Geralmente, no teste de desempenho contínuo, os participantes veem ou ouvem uma série de estímulos e, para cada estímulo, devem fazer ou reter uma resposta, dependendo das instruções

da tarefa. Assim como as tarefas de tempo de reação (tempo de reação simples, tempo de reação de escolha, tempo de reação em série), há muitas variações no conceito. O design simples do teste permite que os pesquisadores manipulem facilmente muitas variáveis, como a frequência do alvo, o tempo entre estímulos, duração do teste e similaridade de alvos e distratores. Alterar a frequência alvo altera a tendência dos participantes a responder: se 80% das letras não são alvos, o participante tem maior probabilidade de responder acidentalmente a um alvo (exibindo uma perda de controle cognitivo) do que um caso em que 50% das letras são não-alvos.

No AX-CPT, os participantes respondem pressionando um determinado botão quando um alvo é apresentado e um botão diferente quando qualquer outro estímulo é apresentado. Em um estudo típico, a letra alvo é X. No entanto, há uma restrição adicional: X é apenas um alvo quando é precedido pela letra A. Assim, se um participante vê o AXAX, ambos os Xs são alvos. Se um participante vê o BXBX, nenhum desses X é alvo. Como na tarefa padrão do CPT, os pesquisadores podem manipular a probabilidade de um alvo aparecer. Ao mesmo tempo, eles também podem manipular o contexto em que os estímulos aparecem. Em particular, quando pares AX são comuns, o participante terá uma tendência preponderante para responder ao estímulo que segue o A, esperando que seja um alvo. Mas às vezes é uma letra Y ou outra, e o participante deve então inibir essa tendência prepotente de responder. Assim, o AX-CPT é como uma tarefa dupla, na medida em que mede a capacidade de uma pessoa de manter um estado de meta (por exemplo, que X deve seguir A para ser um alvo) e sua capacidade de processar contexto (por exemplo, se um B é apresentado, a próxima letra não pode ser um alvo, ou se um A é apresentado, a próxima letra é provavelmente um alvo) (SMITH *et al.*, 2015).

Enquanto Gui *et al.* (2015) estavam focados na atividade cerebral como um todo e Gerleglyfi *et al.* (2015) tinham a intenção de estudar os efeitos da fadiga mental sobre a motivação, o estudo de Ishii *et al.* (2014) buscou compreender os seus efeitos sobre a tomada de decisão, de modo que o teste Stroop pareceu mais adequado pela simplicidade de aplicação em diferentes contextos e por exigir um esforço maior na análise dos objetos para a tomada de decisão. No estudo de Ishii *et al.* (2014), a competitividade que caracterizava o Sudoku aplicado pareceu mais apropriada para o estudo da motivação, quando comparada ao método Stroop ou ao

PVT. Outros autores (TANAKA *et al.*, 2012; MIZUNO *et al.*, 2014; NOZAKI *et al.*, 2009) utilizaram os testes kana, de trilhas ou n-back. Alguns associaram mais de um teste (MIZUNO *et al.*, 2014; NOZAKI *et al.*, 2009). As definições dos protocolos seguiram diferentes critérios, como a maior prevalência de uso do protocolo na literatura, a facilidade de aplicação, o reconhecimento científico do protocolo para o experimento realizado. E a facilidade de aplicação do teste em diferentes contextos.

CONCLUSÃO

Os protocolos de indução à fadiga mental utilizados nos artigos analisados foram distintos com maior prevalência do teste Stroop em três estudos. Os protocolos estão relacionados aos objetivos da pesquisa. Pesquisas focadas em motivação adotaram protocolos que envolviam recompensas e jogos. Estudos focados na verificação dos efeitos da fadiga mental em aspectos cognitivos adotaram o teste Stroop. É difícil mensurar qual dos dois protocolos é o mais indicado para medir a fadiga mental nos jogadores de futebol, uma vez que os resultados alcançados também indicam elementos diferentes.

Dessa forma, percebemos que é necessário que sejam realizados mais estudos especificamente com jogadores de futebol e que sejam testados integralmente os protocolos disponíveis com maior quantidade de participantes, a fim de ter uma margem de comparação dos resultados. Isso é importante porque, uma vez constatada a interferência da fadiga mental no desempenho dos atletas, é fundamental que se compreenda como os jogadores reagem nesse estado para que se criem estratégias a fim de minimizar o problema, prezando pela saúde mental e bom desempenho dos jogadores de futebol.

REFERÊNCIAS

- GERGELYFI, M. *et al.* Dissociation between mental fatigue and motivational state during prolonged mental activity. **Front Behav Neurosci.** v. 9, n. 13, p. 176-188, jul. 2015.
- GUI, D. *et al.* Resting spontaneous activity in the default mode network predicts 2 performance decline during prolonged attention workload. **Neuroimage.** v. 120, n. 15, p. 323-330, out. 2015.
- ISHII, A. *et al.* Neural effects of prolonged mental fatigue: a magnetoencephalography study. **Brain Research.** v. 15, n. 5, p. 105-112, set. 2013.
- ISHII, A. *et al.* The Neural Mechanisms Underlying the Decision to Rest in the Presence of Fatigue: A Magnetoencephalography. **PLoS One.** v. 9, n. 10., out. 2014.
- KLEIN, Margarete *et al.* O paradigma stroop em uma amostra de idosos brasileiros. **Psicol. hosp.**São Paulo, v. 8, n. 1, p. 93-112, jan. 2010.
- KUNRATH, C. *et al.* Mental fatigue as a conditioner of the tactical and physical response in soccer players: a pilot study. **Human Movement.** v. 19.,n. 3, 2018.
- MITCHELL, R. *et al.* Mental Fatigue Impairs Intermittent Running Performance. **Med Sci Sports Exerc.** n. 47, v. 8. P. 1682-90, ago. 2015.
- MIZUNO, K. *et al.* Fatigue correlates with the decrease in parasympathetic sinus modulation induced by a cognitive challenge. **Behav Brain Funct.** n. 10, v. 28, p. 10-25, jul. 2014.
- MIZUNO, K. *et al.* Mental fatigue caused by prolonged cognitive load associated with sympathetic hyperactivity. **Behav Brain Funct.**, n. 23, p. 7-17, maio 2011.
- NOZAKI, S. *et al.* Mental and physical fatigue-related biochemical alterations. **Nutrition.** v. 1, n. 25, p. 51-57, jan. 2011.
- SOUZA, J.K.S. *et al.* Equipamento portátil para ensaios simultâneos de teste de vigilância psicomotora e pupilometria. **Rev. Bras. Eng. Bioméd.**, v. 29, n. 1, p. 97-109, mar. 2013.
- STROOP, J.R. Studies of interference in serial verbal reactions. **Journal of Experimental Psychology.** v. 6, n. 18, p. 643-662, 1935.
- TANAKA, M. *et al.* Effect of mental fatigue on the central nervous system: an electroencephalography study. **Behav Brain Funct.** v. 48, n. 8, 2012.
- TANAKA, M. *et al.* Effects of pellet stove on recovery from mental fatigue. **Med Sci Monit.** v. 3, n. 18, mar. 2012.

TANAKA, M; ISHII, A.; WATANABE, Y. Neural effects of mental fatigue caused by continuous attention load: a magnetoencephalography. **Brain Res.**, n. 15, p. 60-66, maio 2014.

VRIJKOTTE, S. *et al.* Mental Fatigue and Physical and Cognitive Performance During a Two Bout Exercise Test. **Int J Sports Physiol Perform.** v. 4, n. 13, p. 510-516, abr. 201

2.2 Artigo 2 – Análise Dos Efeitos Da fadiga mental No Desempenho Tático, Perfil Motor e Cognitivo De Jogadores De Futebol Sub-17

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo investigar os efeitos da fadiga mental nos desempenhos tático e físico de jogadores de futebol. A amostra foi composta por 18 (dezoito) jogadores treinados da categoria sub 17 de um clube de futebol de elite do Rio de Janeiro. Os Testes executados foram: FUT-SAT; YoYo Recovery 2 e Design Fluency Teste. Como protocolo de fadiga mental foi utilizado o Stroop Test durante 35 minutos, sendo 30 estímulos de 1 minuto com intervalo de 10 segundos entre os estímulos. Reproduzimos o Stroop Test através de um aplicativo para usar em tablets. Os testes foram realizados sem o protocolo de fadiga e repetidos com a realização do protocolo de fadiga mental anteriormente. A normalidade dos dados foi testada por meio de estatística univariada. Após a análise da amostra, utilizamos o Teste "T" para amostras pareadas nos dados paramétricos e Wilcoxon nos dados não paramétricos, sempre com o objetivo de comparar as variáveis pré e pós protocolo de fadiga mental. Realizamos um Anova de duas entradas para observar diferenças entre todos os jogos do Futsat. Em todos os casos, o nível de significância adotado foi de $P \leq 0,05$. Os cálculos foram efetuados com auxílio do *software* SPSS 23.0 (SPSSTM Inc; Chicago, IL, US). Após o protocolo de fadiga mental, os atletas apresentaram queda significativa de desempenho no YoYo recovery ($p < 0,05$) e aumento significativo de desempenho no Design Fluency ($p < 0,01$). Na aplicação do Futsat, os atletas apresentaram redução significativa no número de ações sob condição de fadiga mental ($p < 0,01$) e diminuição significativa da assertividade ($p < 0,05$). Verifica-se que são necessárias pesquisas que ampliem a discussão sobre os efeitos da fadiga mental no desempenho de atletas, de modo a contribuir com a oferta de subsídios que permitam a construção de protocolos de tratamento da fadiga mental em períodos competitivos. Os resultados indicam que a fadiga mental interfere no desempenho tático e físico de jogadores de futebol, aumentando o número de erros táticos e reduzindo o número de ações.

INTRODUÇÃO

O termo "fadiga" é derivado da linguagem cotidiana e se refere a um estado subjetivo. Ele acompanha o indivíduo ao longo de sua vida, desde as primeiras descobertas infantis até a terceira idade. As atividades escolares, a prática esportiva e as atividades domésticas podem gerar fadiga, na medida em que impõem desafios cognitivos que podem provocar cansaço e redução do desempenho. Embora existam diferentes definições para a fadiga, ela sempre está correlacionada à prática de alguma atividade (AARONSON *et al.*, 1999).

Diferentes estudos indicam que os atletas de futebol precisam ter habilidades cognitivas diversas, que lhes permitam tomar decisões de maneira rápida ao mesmo tempo em que também necessitam de habilidades motoras que lhes permitam a locomoção e realizam de passes (MATOS, 2002, MATIAS; GRECO, 2010, LINDERN, 2017). Agentes estressores e diferentes aspectos que afetam a concentração e a função cognitiva podem influenciar a performance do atleta (LINDERN, 2017).

A fadiga mental produz um estado de cansaço no qual o indivíduo tem uma limitação de suas funções cognitivas de modo temporário ou contínuo, que pode ser melhorada por meio do repouso. De acordo com Aaronson *et al.* (1999), a fadiga mental é o reconhecimento da redução da habilidade de realização de atividade físicas ou mentais em consequência de um desequilíbrio nos recursos necessários para a sua execução.

Embora não seja uma exclusividade de atletas de futebol, a fadiga mental é frequente entre estes profissionais, sobretudo em períodos competitivos. No entanto, a literatura referente aos modos como a fadiga mental afeta o desempenho de atletas de futebol ainda é incipiente, sendo necessária a realização de estudos que contribuam com subsídios para a construção de estratégias de redução da Fadiga mental entre jogadores de futebol, e assim melhorar a performance.

Nesse sentido, a presente pesquisa tem o objetivo de avaliar os efeitos da fadiga mental no desempenho de jogadores. Os objetivos específicos pretendem verificar os efeitos da fadiga mental nos desempenhos físico, cognitivo e tático de jogadores de futebol.

METODOLOGIA

Amostra

Trata-se de um estudo experimental realizado com atletas de futebol da equipe sub-17 de um clube de elite da cidade do Rio de Janeiro, em uma amostra total de 18 jogadores. A amostra foi feita por conveniência por se tratar da categoria juvenil do clube e os atletas treinarem a mesma quantidade de horas, no mesmo horário e com o mesmo treinador.

Para participar no projeto, os jogadores tiveram que estar em conformidade com os critérios de inclusão e exclusão. Como critérios de inclusão foram aplicados: a) Estar inserido em um processo sistemático de treino nos últimos três meses; b) Ter entre 16 e 17 anos. Como critérios de exclusão: a) Algum tipo de lesão que o impossibilite de estar treinando nos últimos três meses de treino; b) Fazer uso de algum medicamento que tenha impacto sobre o metabolismo e ou nos aspectos fisiológicos; c) Não ser alfabetizado.

Desenho Experimental

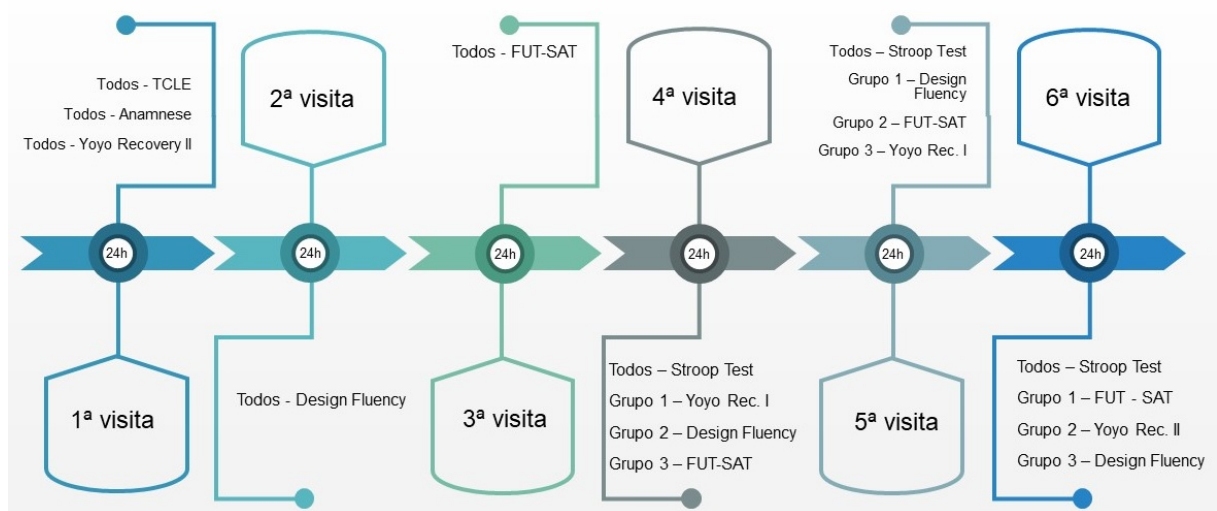
Os testes de comportamento tático, desempenho físico e cognitivo selecionados para a coleta de dados foram: Comportamento tático – FUT-SAT; Desempenho físico – YoYo Recovery 2; Desempenho cognitivo – Design Fluency Test. Pela facilidade de aplicação e reprodutibilidade optamos pelo Stroop Test. Usamos como protocolo de fadiga mental durante 35 min (30 x 60 s de estímulo com intervalo de 10 s entre os testes).

Os testes apresentados foram executados durante três dias sem o protocolo de fadiga mental. Finalizada essa fase, repetimos os testes durante mais três dias realizando o protocolo de fadiga mental antes da realização dos mesmos. Após o protocolo de fadiga mental, os testes foram realizados em ordem contrabalanceada, ou seja, foram formados três grupos, sendo que cada grupo realizou um teste diferente por dia, com isso, evitamos qualquer tipo de fadiga mental pela influência que os testes feitos nos primeiros dias podem gerar nos testes feitos nos últimos dias.

Utilizamos escalas paramétricas para ajudar a identificar a fadiga mental e uma possível alteração de humor nos participantes. Nos dias que aplicamos os testes depois do protocolo de fadiga mental, utilizamos a Visual Analogue Scale antes dos atletas realizarem os testes e após repetimos a escala.

A coleta de dados foi realizada durante a primeira semana de fevereiro do ano de 2018. O período da coleta teve duração de 10 dias, sendo seis dias de intervenção, havendo intervalo de pelo menos 24 (vinte e quatro) horas entre cada um desses dias de coleta.

Figura 1 - Atividades realizadas



Fonte: O autor, 2019.

No dia 1, todos os jogadores compareceram ao clube de futebol com seus responsáveis legais para assinar o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Os atletas que atenderam aos critérios de inclusão e exclusão da amostra e seus responsáveis assinaram o TCLE, foram conduzidos para a realização do YoYo Recovery 2. No dia 2, todos os jogadores realizaram o Design Fluency Test. No dia 3, todos os jogadores realizaram o FUT-SAT. No dia 4, de forma aleatória, em formato de sorteio, os jogadores foram alocados em três grupos e cada um destes grupos realizou um teste diferente após o protocolo de fadiga mental. O grupo 1

realizou o YoYo Recovery 2, o grupo 2 o Design Fluency Test e o grupo 3 o FUT-SAT. No dia 5, após o protocolo de fadiga mental, o grupo 1 realizou o Design Fluency Test, o grupo 2 o FUT-SAT e o grupo 3 o YoYo Recovery 2. No dia 6, após o protocolo de fadiga mental, o grupo 1 realizou o FUT-SAT, o grupo 2 o YoYo Recovery 2 e o grupo 3 o Design Fluency Test. A figura 1 sintetiza as abordagens realizadas em cada dia.

PROTOCOLO DE FADIGA MENTAL (*STROOP TEST*)

Este teste é composto por duas tarefas, uma de leitura e outra de nomeação de cor. Em ambas, os estímulos são nomes de cor escritos em cor incongruente. A tarefa de leitura de palavras dá uma indicação da fluência de leitura, e serve para estabelecer um ponto de comparação para a eficácia do desempenho relativamente à tarefa de nomeação de cor. O fato de haver uma incongruência entre o nome da palavra e a cor da palavra provoca um efeito de interferência na nomeação de cor. Esta interferência é o efeito de Stroop-Cor. Testes inspirados pelo efeito de Stroop são muito usados em neuropsicologia para medir o controle executivo e a concentração, ou para fazer o rastreio da disfunção cognitiva (CASTRO; CUNHA; MARTINS, 2000). Cada jogador realizou 30 séries de 60 s do *Stroop Test* com 10 s de intervalo para cada resposta (PAGEAUX *et al.*, 2014).

FUT-SAT: AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO TÁTICO

O FUT-SAT foi estruturado com base nos princípios fundamentais do futebol, por isso, as movimentações e o posicionamento dos jogadores no campo de jogo são sempre destacados sob a perspectiva de uma situação real de jogo (COSTA *et al.*, 2011). A avaliação é dividida em duas Macro-Categorias, sendo uma de Observação, na qual são avaliados os princípios táticos fundamentais, a localização de onde foi realizada a ação no campo de jogo e o resultado dessa ação. Já na Macro-Categoria Produto, são avaliados o índice de performance tática, as ações táticas, o percentual de erros e a localização da ação relativa aos princípios. No final, existem 76 (setenta e seis) variáveis que podem influenciar na avaliação dos jogadores participantes (COSTA *et al.*, 2011).

No que se refere ao teste de campo, o protocolo do FUT-SAT apresenta uma configuração de seis jogadores que se distribuem em dois times com três jogadores em cada, com a adição de um goleiro em cada time, com isso, excluindo os goleiros de usar colete, um time tem os jogadores enumerados de 1 a 3 e no outro time os jogadores tem a numeração de 4 a 6.

O teste tem duração de 4 minutos e é realizado em um campo de futebol com dimensões reduzidas, sendo de 36 m de comprimento por 27 m de largura, e duas balizas de 6 m por 2 m. Nesse estudo realizamos 3 jogos de 4 minutos para cada grupo, com o objetivo de observar melhor o fenômeno da fadiga mental. Por fim, é orientado que os jogadores participantes sigam as regras oficiais do futebol, excluindo apenas a regra do impedimento. Em relação às imagens, uma câmera filmadora deve ser colocada na diagonal em relação à linha de fundo e à linha lateral usando um suporte de tripé ou qualquer outro instrumento que a faça captar uma imagem do alto com visão plena do campo todo (COSTA *et al.*, 2011).

DESIGN FLUENCY TESTE: AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO EXECUTIVA (FLEXIBILIDADE COGNITIVA)

O protocolo do teste utilizado foi baseado em Delis *et al.* (2001) e Homack *et al.* (2005). O teste é dividido em três partes. Na primeira parte, o jogador recebe um papel subdividido em vários quadrados contendo cinco pontos pretos dentro de cada um deles. O objetivo do jogador é fazer o máximo de formatos geométricos diferentes, sendo cada formato dentro de um quadrado, ligando os cinco pontos pretos em 1 min.

Na segunda parte, o jogador recebe outro papel com o mesmo formato de subdivisões em quadrados, porém, dentro dos quadrados tem cinco pontos brancos e cinco pontos pretos, e o objetivo do jogador é ligar, apenas, os pontos brancos, seguindo a mesma regra da fase anterior.

Na terceira parte, o jogador recebe outro papel com o mesmo formato de subdivisões de quadrados e, assim como na segunda parte, contendo cinco pontos brancos e cinco pontos pretos, com o objetivo de ligar, de modo alternado, os pontos brancos e pretos, seguindo as mesmas regras das duas partes anteriores.

YOYO RECOVERY 2: AVALIAÇÃO DO PERFIL MOTOR (RESISTÊNCIA AERÓBIA)

O protocolo do teste foi baseado em Krustup *et al.* (2003) e deve ter a marcação de uma distância de 20 m, distância na qual os jogadores têm que percorrer respeitando o sinal sonoro, que dita o ritmo da corrida.

Os jogadores devem percorrer duas vezes o percurso de 20 m, no sentido de ida e de volta, ao completar esses 40 m, com descanso ativo de 10 segundos, momento em que os jogadores podem caminhar por cerca de 5 metros para trás e voltar ao ponto inicial novamente.

O teste se inicia com o *beep* sonoro em um ritmo de velocidade mais baixo, 10 (dez) km/h, e essa velocidade persiste pelas primeiras quatro voltas, ou seja, os primeiros 160 m. Após isso, há um aumento da velocidade para 14 km/h, que persiste pelas próximas sete voltas, ou seja, pelos próximos 280 m. A partir daí, a cada oito voltas, ou seja, 320 m, a velocidade aumenta em 0,5 km/h até que ocorra a desistência e fadiga do jogador. O teste só é encerrado quando o jogador não conseguir acompanhar o ritmo do *beep* sonoro por duas vezes consecutivas (KRUSTRUP *et al.*, 2003).

VISUAL ANALOGUE SCALE

Essa medida consiste em uma linha de 10 cm, marcada com scores de 0 a 10 nas extremidades. Em uma das extremidades utilizamos o termo "ausência de fadiga mental" e na outra extremidade o termo "mentalmente exausto." A pergunta feita para os atletas foi: Qual é o seu nível de fadiga mental no momento? A magnitude da fadiga mental foi indicada marcando uma linha para que o atleta pudesse quantificar nível de fadiga mental. De acordo com Huskisson (citado por Sousa e Silva, 2005) este instrumento tem sido considerado sensível, simples, reproduzível e universal, ou seja, pode ser compreendido em distintas situações em que há diferenças culturais ou de linguagem do avaliador.

CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ASPECTOS ÉTICOS

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa no Hospital Universitário Pedro Ernesto/UERJ e registrado sob o número 1645377.

Os indivíduos que aceitaram participar do estudo foram informados verbalmente e por escrito sobre os procedimentos do mesmo, compreendidos em: objetivos, procedimentos dos testes, possíveis riscos e consequências, procedimentos de emergência, caráter de voluntariedade da participação do indivíduo e isenção de responsabilidade por parte do pesquisador e da Universidade. Os que concordaram, firmaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento (TCLE) e assim, estão aptos a participar da pesquisa.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade dos dados foi testada por meio de estatística univariada, sendo analisado a média, moda e desvio padrão dos mesmos. Após a análise da amostra, utilizamos o Teste "T" para amostras pareadas nos dados paramétricos e Wilcoxon nos dados não paramétricos, sempre com o objetivo de comparar as variáveis pré e pós protocolo de fadiga mental. Utilizamos também uma Anova de duas entradas para verificar diferenças entre os jogos do FUT-SAT, sem condição de fadiga mental e com fadiga mental. Em todos os casos, o nível de significância adotado foi de $P \leq 0,05$. Os cálculos foram efetuados com auxílio do *software* SPSS 23.0 (SPSSTM Inc; Chicago, IL, US).

RESULTADOS

A tabela 1 apresenta o valor da média, moda e desvio padrão referentes aos dados descritivos dos atletas e escolaridade dos atletas.

Tabela 1 - Características da amostra (Média, Moda e Desvio Padrão)

Variáveis	Média ± Desvio-Padrão	Moda
Idade (anos)	17,1 ± 0,5	NA
Estatura (m)	1,74 ± 0,04	NA
Massa Corporal (kg)	67,6 ± 5,3	NA
Escolaridade	NA	Ensino Médio Concluído

Legenda: NA = Não avaliado.

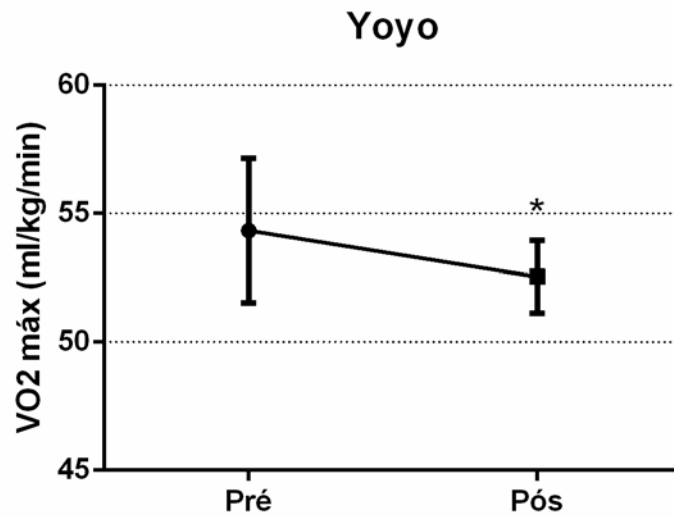
A tabela 2 apresenta os resultados das médias de fadiga mental de acordo com a VAS.

Tabela 2 - Comparação do nível de fadiga mental pré e pós protocolo pela Visual Analogue Scale

Atividades	VAS _i	VAS _f	P
	Média ± Desvio-Padrão	Média ± Desvio-Padrão	
Yoyo Recovery	3,17 ± 1,98	6 ± 2,42	< 0,01
Design Fluency	4,89 ± 2,45	6,94 ± 2,6	< 0,01
FutSat	3,78 ± 1,4	6,22 ± 1,99	< 0,01

Considera-se como VAS_i o valor atribuído na escala antes do protocolo de fadiga mental e VAS_f o valor atribuído na escala após o protocolo de fadiga mental. Na realização dos testes Yoyo Recovery e FUTSAT as diferenças das médias de fadiga foram de quase o dobro do VAS_i para o VAS_f. As diferenças apresentadas durante a realização do Design Fluency, embora menores, também foram significativas, indicando que os contextos sob condição de fadiga mental apresentam maior percepção de fadiga mental para os atletas.

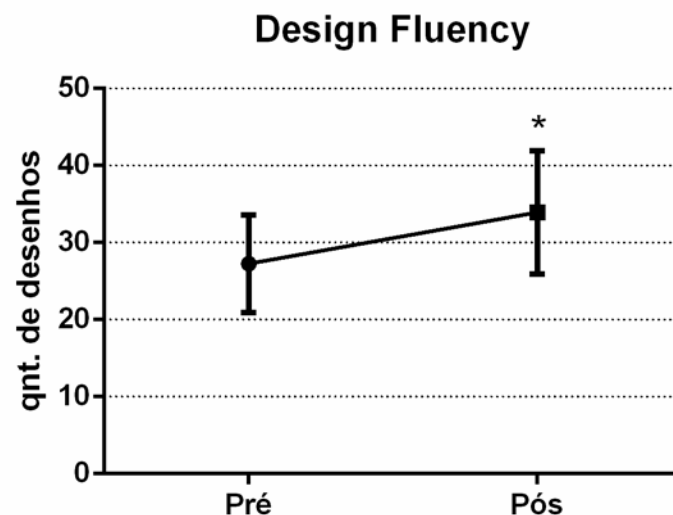
Figura 1 - Comparação feita entre a média de VO2máx sem protocolo de fadiga mental e com protocolo de fadiga mental



Fonte: O autor, 2019.

Na figura 1 pode ser observada uma diferença significativa entre o YoYo Test sem protocolo de fadiga mental e o YoYo Test com o protocolo de fadiga mental. No segundo momento, quando o Yoyo test foi realizado após o protocolo de fadiga mental houve queda significativa de desempenho dos atletas ($p < 0,05$).

Figura 2 – Comparação entre a média de pontuação no Design Fluency Test sem protocolo de fadiga mental e com protocolo de fadiga mental



Na figura 2 verificamos a diferença significativa comparando o Design Fluency Test sem o protocolo de fadiga mental e com o protocolo de fadiga mental. Os

atletas tiveram aumento da média de desempenho no teste ($< 0,01$).

A tabela 3 sintetiza os resultados encontrados durante os testes realizados com o Yoyo Recovery e o Design Fluency.

Tabela 3 - Comparação dos resultados sem fadiga mental e com fadiga mental em relação as variáveis motoras e cognitivas

Protocolo	Sem Fadiga Mental	Com Fadiga Mental
	Média \pm Desvio Padrão	Média \pm Desvio Padrão
Yoyo Recovery	54,33 \pm 2,8	52,54 \pm 2,4
Design Fluency	27,28 \pm 6,3	33,94 \pm 8,01

Os resultados dos protocolos foram distintos. A aplicação do Yoyo Recovery em um contexto com indução de fadiga mental (52,54) apresentou médias menores quando comparada ao contexto sem fadiga mental (54,33). Por outro lado, as médias do Design Fluency foram maiores em contextos com fadiga mental (33,94) quando comparados aos contextos sem fadiga mental (27,28). No entanto, não é possível afirmar que a fadiga mental contribui com melhores resultados no Design Fluency. Acredita-se que o fato de a aplicação do Design Fluency em um contexto sem fadiga mental ter sido realizada antes daquela aplicada em um contexto com fadiga pode ter contribuído com o resultado, na medida em que os atletas já possuíam conhecimentos prévios sobre o teste e seus resultados no momento de sua aplicação sob fadiga mental.

Tabela 4 – Comparação do número de ações sem fadiga mental e com fadiga mental com aplicação do FUT-SAT

Tipo de Ação	Sem Fadiga mental	Com Fadiga mental	P
	Média \pm Desvio Padrão	Média \pm Desvio-Padrão	
Acções Defensivas	36,76 \pm 5,89	32,66 \pm 3,48	$< 0,01$
Ações Ofensivas	34,98 \pm 5,51	30,37 \pm 3,98	$< 0,01$
Total de Ações	71,74 \pm 9,41	63,04 \pm 6,19	$< 0,01$

As ações defensivas durante a indução da fadiga mental tiveram médias menores (32,66) quando comparadas aos contextos sem fadiga mental (36,76). Do

¹ valor de significância.

² Tamanho de efeito D de Coehn

mesmo modo, nas ações ofensivas as médias foram menores (30,37) com fadiga mental em comparação a aquelas obtidas durante a atividade sem fadiga mental (34,98). As reduções das médias durante as ações com indução da fadiga mental foram significativamente reduzidas. A tabela 5 indica o número de acertos apresentados nos testes.

Tabela 5 - Comparação dos resultados sem fadiga mental e com fadiga mental em relação ao número de acertos com aplicação do FUTSAT

Tipo de Ação	Sem Fadiga mental	Com Fadiga mental	P
	Média ± Desvio-Padrão	Média ± Desvio-Padrão	
Acções Defensivas	25,56 ± 6,74	24,43 ± 7,76	< 0,01
Ações Ofensivas	27,57 ± 5,51	25,93 ± 3,98	< 0,01
Total de Ações	53,13 ± 12,97	50,35 ± 11,83	< 0,05

O número de acertos nas ações defensivas e ofensivas também em ambos os testes foi inferior nas condições de indução da fadiga mental (50,35) quando comparadas as ações sem fadiga mental (53,13). A tabela 5 sintetiza o desempenho dos atletas na realização de jogos nos quais a fadiga mental foi induzida.

Tabela 6 - Comparação do número de ações sem fadiga mental e com fadiga mental em relação aos jogos do FUTSAT

Condição	Jogo 1	Jogo 2	Jogo 3
	Média ± Desvio Padrão*	Média ± Desvio Padrão*	Média ± Desvio Padrão*
Sem Fadiga Mental	74,72 ± 8,99	68,17 ± 12,59	72,33 ± 7,33
Com Fadiga Mental	67,33 ± 3,39	59,44 ± 5,89	62,33 ± 10,09

*Jogos nos quais as diferenças entre as atividades com e sem indução à fadiga foram significativas.

Houve uma variação significativa no número de ações nas condições de ausência de estímulo à fadiga mental. Foi o item no qual ocorreu a maior variação nos resultados. Durante os jogos nos quais a fadiga mental foi induzida, a média foi significativamente menor em comparação com as atividades sem fadiga. A tabela 7 indica a média do número de ações em jogos com e sem indução à fadiga mental.

Tabela 7 - Comparação do número de acertos sem fadiga mental e com fadiga mental em relação aos jogos do FUT-SAT

Condição	Jogo 1	Jogo 2	Jogo 3
	Média ± Desvio Padrão	Média ± Desvio Padrão	Média ± Desvio Padrão*
Sem Fadiga Mental	55,22 ± 11,11	48,61 ± 15,77	55,56 ± 14,41
Com Fadiga Mental	53,50 ± 10,09	47,00 ± 11,70	50,56 ± 15,26

*Jogos nos quais as diferenças entre as atividades com e sem indução à fadiga foram significativas.

Em relação ao número de acertos nos jogos, as médias nas quais não foram aplicados protocolos de fadiga mental foram melhores do que aquelas nas quais houve indução à fadiga, mas sem diferenças significativas nos jogos 1 e 2. Destacando-se uma variação maior na média identificada no terceiro jogo.

DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo corroboram aqueles encontrados por Smith *et al.* (2016). Os autores investigaram os efeitos da fadiga mental no desempenho da corrida intermitente por meio da avaliação de dez atletas homens pertencentes a equipes esportivas com dois protocolos de corrida intermitente, individuais e idênticos, de 45 minutos cada. Verificaram que a fadiga mental reduz de maneira significativa a velocidade em baixas intensidades, enquanto na corrida de alta intensidade e nas velocidades de pico não se registraram alterações relevantes. Além disso, eles constataram que a velocidade de corrida em todas as intensidades diminuiu significativamente ao longo do tempo em ambas às condições.

No presente estudo, a aplicação do Yoyo Recovery, no qual a atividade está focada no desempenho aeróbio, como no estudo de Smith *et al.* (2016), também ocorreram variações nos contextos com e sem fadiga, com redução da velocidade entre atletas com fadiga mental. Smith *et al.* (2016) encontraram variações numéricas maiores em relação a velocidade, mas os testes aplicados exigiam maior esforço dos atletas, influenciando a variação dos resultados no contexto com fadiga.

Após analisarem os resultados, Smith *et al.* (2016) concluíram que a fadiga mental prejudica o desempenho da corrida intermitente e gera um efeito negativo que parece ser mediado pela maior percepção de esforço. Ou seja, quando as pessoas percebem que estão empenhando um esforço maior do que o normal para realizar a atividade, tendem a um estado de fadiga mental que influencia o resultado de sua ação.

Kunrath *et al.* (2018) realizaram uma pesquisa específica sobre os efeitos da fadiga mental no desempenho tático e físico de jogadores de futebol. Eles acompanharam seis homens, jogadores de futebol juvenil de um time sub-15. Todos eram atletas de equipes escolhidos pelos treinadores principais, que participavam de treinamentos sistematizados, ao menos três sessões de treino por semana com duração de 90 min cada, e já tinham disputado competições regionais e estaduais. O teste envolvia a avaliação de ações táticas e físicas durante dois períodos distintos, com intervalo de sete dias entre eles.

Kunrath *et al.* (2018) verificaram uma diminuição na qualidade da ação dos jogadores ligadas ao total de ações defensivas. Também observaram que a

diminuição da qualidade das ações de princípios táticos estava relacionada à fadiga mental, o que, para os autores, indica que a fadiga mental não determina a capacidade dos jogadores em realizar as ações, mas influencia na dificuldade de manter os altos níveis de desempenho. Os resultados da presente pesquisa concordam com Kunrath *et al.* (2018) na medida em que os atletas mantiveram a capacidade de execução das atividades propostas, mas tiveram o desempenho reduzido de modo significativo, sobretudo nas tarefas que exigiam comportamento tático. No caso da presente pesquisa, as tarefas cognitivas tiveram interferência nos resultados pelo fato de os atletas já conhecerem os resultados no momento de realização no estado sem fadiga.

Badin *et al.* (2016) buscaram avaliar os efeitos da fadiga mental no desempenho de jogadores de futebol de um pequeno time da liga australiana por meio da aplicação da realização de treinos competitivos entre dois times, nos quais um dos grupos foi submetido a uma tarefa de Stroop baseada em computador. Foram realizadas avaliações da fadiga mental em momentos antes e após o treinamento. Os resultados divergem daqueles encontrados no presente estudo, uma vez que Badin *et al.* (2016) não encontraram diferenças no desempenho físico dos jogadores em condição de fadiga. No presente estudo, o número de ações realizadas com fadiga foi significativamente menor do que aquelas realizadas em condições sem fadiga, indicando que a fadiga mental também interfere na capacidade física do atleta.

Em relação ao desempenho tático, resultados de Bardin *et al.* (2016) corroboram os deste estudo, bem como aqueles encontrados por Smith *et al.* (2015), ao identificar uma redução significativa no desempenho do atleta em condição de fadiga mental.

CONCLUSÃO

Os resultados do presente artigo indicam que existe relação entre a fadiga mental e a redução dos desempenhos tático e físico de jogadores de futebol. A fadiga mental interfere de modo significativo na redução do número de ações e possui um impacto negativo na assertividade das ações realizadas pelos atletas.

O campo de pesquisa em relação aos efeitos da fadiga mental no desempenho de jogadores de futebol ainda é embrionário. A Fadiga Periférica é mais citada com relação a queda de desempenho no desporto em questão. Vivemos durante alguns anos a periodização física no futebol e a conseqüente preocupação com o corpo e suas manifestações. Para o futuro o assunto em foco deve ser o cérebro e sua conexão com o corpo, pois não existe dissociação entre eles.

Conclui-se que a fadiga mental interfere no desempenho de jogadores de futebol, sendo necessários protocolos de treinos que estimulem muito a cognição, com o intuito de preparar os atletas para a alta demanda cognitiva que uma partida de futebol exige. Treinar apenas o corpo limitaria um mecanismo complexo onde tudo está interligado. Preparar o jogador de futebol de uma forma sistêmica, sem que se isole nenhuma das variáveis de preparação pode retratar o que realmente é o jogo, um conjunto de ações aleatórias que juntas determinam o desempenho.

REFERÊNCIAS

ARONSON, L.S. *et al.* Defining and measuring fatigue. **Image: The Journal of Nursing Scholarship**. v. 31, n. 1, p. 45-50, out. 2007.

ALARCÓN LÓPEZ, F.; UREÑA ORTÍN, N.; CÁRDENAS VÉLEZ, D.. A Fadiga mental prejudica o desempenho do lance livre de basquetebol. **Revista de Psicologia do Desporto**, v. 26, p. 33-36, abr. 2017.

BADIN, O. *et al.* Mental Fatigue: Impairment of Technical Performance in Small-Sided Soccer Games. **Int J Sports Physiol**. v. 11, n. 8, p. 1100-1105, 2016.

CORREA, D.K.A *et al.* Excelência na produtividade: a performance dos jogadores de futebol profissional. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 447-460, 2002.

GREIG, M. *et al.* Uma tarefa mental contínua diminui a resposta fisiológica ao exercício intermitente específico de futebol. **Revista britânica de medicina esportiva**, n. 41, v. 12, p. 908-913, 2007.

KRUSTRUP, P. *et al.* The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. **Med Sci Sports Exerc**. v. 35, n. 4, p. 697-705, abr. 2003.

KUNRATH, C. *et al.* Mental fatigue as a conditioner of the tactical and physical response in soccer players: a pilot study. **Human Movement**. 2018. V. 19, n. 3, 2018.

LINDERN, D. *et al.* Impacto de uma intervenção psicológica para atletas de futebol de categorias de base. **Contextos Clínic**, São Leopoldo, v. 10, n. 1, p. 60-73, jan./jun. 2017.

MATIAS, C.J.; GRECO, P.J. Cognição & ação nos jogos esportivos coletivos. **Ciência e Cognição**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 252-271, abr. 2010.

MATOS, F.O. *et al.* Cargas elevadas de treinamento alteram funções cognitivas em jogadores de futebol. **Revista Brasileira de Medicina e Esporte**, São Paulo, v. 20, n. 5, p. 388-392, out. 2014.

PENNA, E.M. *et al.* A Fadiga mental não afeta a recuperação da frequência cardíaca, mas prejudica o desempenho dos jogadores de handebol. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 24, n. 5, p. 347-351, 2018.

ROCHA, H.P.A. *et al.* Jovens esportistas: profissionalização no futebol e a formação na escola. **Motriz: rev. educ. fis. (Online)**. Rio Claro, v. 17, n. 2, p. 252-263, jun. 2011.

SMITH, M.R. *et al.* Mental fatigue impairs soccer-specific decision-making skill. **J Sports Sci**, n. 34, v. 14, p. 1297-1304, jul. 2016.

3 DISCUSSÃO GERAL

Os resultados do presente estudo indicam que a Fadiga mental interfere negativamente na função tática e motora dos jogadores de futebol e atletas de diferentes modalidades. Ao afetar a função cognitiva, a Fadiga mental conduz os atletas a tomadas de decisões menos assertivas, que influenciam de modo negativo no desempenho. Gergelyfi *et al.* (2015), acreditam que a fadiga mental não é resultado de uma ruptura de processos neurais excessivamente utilizados, mas é causada por uma diminuição progressiva no engajamento de tarefas relacionadas à motivação. Para comprovar essa hipótese, os pesquisadores realizaram um estudo com 18 pessoas voluntárias e saudáveis, homens e mulheres com idade entre 20 e 35 anos com pelo menos uma grade do jogo Sudoku por mês. Eles mediram as assinaturas neurais, autonômicas, psicométricas e comportamentais da fadiga mental e da motivação (EEG, ECG, tamanho da pupila, piscadelas, respostas de condutividade da pele, questionários e desempenho em uma memória de trabalho), enquanto induziam a fadiga mental com tarefas do jogo Sudoku que eram realizadas durante 120 minutos. Além disso, os pesquisadores manipulavam a motivação extrínseca dos participantes utilizando diversos níveis de recompensa monetária.

Gergelyfi *et al.* (2015) revelam que, durante o experimento, a sensação subjetiva de fadiga dos participantes aumentou e o desempenho piorou, ao mesmo tempo em que a taxa de intermitência e variabilidade da frequência cardíaca aumentavam também. Por outro lado, o EEG induzido por recompensa, as alterações do sinal pupilométrico e de condutância da pele, consideradas como indicadores de engajamento da tarefa, permaneceram constantes durante o experimento e não se correlacionaram com os índices de fadiga mental. Além disso, a fadiga mental não afetou uma tarefa de tempo de reação simples, apesar da forte influência da motivação extrínseca nessa tarefa. Para Gergelyfi *et al.* (2015), os incentivos monetários não compensaram os efeitos da fadiga mental sobre o estado motivacional dos participantes, o que contraria a hipótese inicial desses pesquisadores. Portanto, para eles, a fadiga mental em pessoas saudáveis não é resultado de alterações no engajamento da tarefa e a perda de motivação não pode ser considerada como um fator essencial para que aconteça a fadiga mental.

Gergefyli *et al.* (2015) afirmam que a fadiga mental deriva da diminuição na eficiência ou na disponibilidade de recursos cognitivos dos envolvidos, mas outros estudos precisam ser realizados para explicar as alterações metabólicas e funcionais que afetam o acesso aos recursos cognitivos. Em um contexto esportivo, não importa o tipo de motivação que o atleta possua para a prática do esporte e o engajamento na competição. Mesmo em atletas com altas remunerações e prêmios elevados, a motivação se manterá, mas a Fadiga mental afetará negativamente o desempenho. No presente estudo não houve estímulo à motivação, mas os resultados corroboram os achados de Gergefyli *et al.* (2015) na medida em que a Fadiga mental afetou negativamente todas as variáveis de desempenho estudadas.

Para Gui *et al.* (2015), após uma carga de trabalho cognitiva contínua e prolongada, as pessoas costumam apresentar desempenho comportamental reduzido e aumento da sensação de fadiga.

Gui *et al.* (2015) examinaram 341 alterações da função cerebral em repouso associadas à fadiga, e constataram que as funções cerebrais em repouso estão vinculadas à diferenças individuais na função cognitiva e na performance comportamental, incluindo a cognição visual e a atenção, recordação de memória, processamento de linguagem e tomada de decisão. Do mesmo modo, no presente estudo os resultados indicaram que o atleta com Fadiga mental tem a atividade cognitiva prejudicada, ao obter resultados reduzidos nos testes Yoyo Recovery e FUT-SAT em condição de Fadiga, quando comparados a contextos nos quais a fadiga mental não foi induzida.

O estudo de Mizuno *et al.* (2011) fornece evidências de que a diminuição da atividade parassimpática e o aumento da atividade simpática relativa estão associados à fadiga mental induzida pela carga cognitiva prolongada em adultos saudáveis. Para eles, é possível que a fadiga mental (que some após um período de descanso) possa ser induzida por eventos diários em pessoas saudáveis e, eventualmente, progredir para fadiga crônica (que pode ser irreversível). No estudo os efeitos da fadiga mental em longo prazo não foram avaliados, mas os resultados indicam elevação da atividade simpática, algo não avaliado no presente estudo.

Esses estudos apresentados anteriormente já deixam fortes indícios de que a fadiga mental produz reações no corpo e influenciam o desempenho físico das pessoas. Nozaki *et al.* (2009) também deu uma contribuição importante a este tema

ao desenvolver uma pesquisa sobre as alterações bioquímicas provocadas pela fadiga. Para isto, eles testaram um grupo de 54 voluntários saudáveis com uma sessão de relaxamento anterior e depois sessões de esforço mental e físico por quatro horas, a fim de induzir a fadiga mental. Durante o processo, foram coletadas amostras de sangue, saliva e urina e os participantes precisaram responder como se sentiram durante as sessões classificando suas sensações.

Em relação aos efeitos da fadiga mental na prática esportiva, Smith *et al.* (2015) investigaram a sua interferência no desempenho da corrida intermitente. Eles avaliaram dez atletas homens pertencentes a equipes esportivas na realização de dois protocolos de corrida intermitente, individuais e idênticos, de 45 minutos cada. Foram coletados dados antes e depois dos protocolos para medir as variáveis de velocidade, frequência cardíaca, consumo de oxigênio, glicemia e concentração de lactato, além de avaliações do esforço percebido. Os pesquisadores notaram que a fadiga mental contribuiu para reduzir de maneira significativa a velocidade em baixas intensidades, enquanto na corrida de alta intensidade e nas velocidades de pico não se registraram alterações relevantes. Além disso, eles constataram que a velocidade de corrida em todas as intensidades diminuiu significativamente ao longo do tempo em ambas às condições.

Após analisarem os resultados, Smith *et al.* (2015) concluíram que a fadiga mental prejudica o desempenho da corrida intermitente e gera um efeito negativo que parece ser mediado pela maior percepção de esforço. Ou seja, quando as pessoas percebem que estão empenhando um esforço maior do que o normal para realizar a atividade, tendem a um estado de fadiga mental que influencia no resultado de sua ação. No presente estudo, as ações táticas dos jogadores de futebol foram reduzidas quando estavam sob efeito da Fadiga mental, bem como o número de ações assertivas durante os testes com o FUT-SAT.

Vrijkotte *et al.* (2017) também investigaram os efeitos da fadiga mental por meio do protocolo de exercícios de duas lutas, sendo dois exercícios máximos com intervalo de quatro horas. Para esta pesquisa, eles fizeram um estudo com um grupo de nove ciclistas treinados, do sexo masculino, saudáveis. Eles coletaram informações cognitivas, fisiológicas e subjetivas, como por exemplo o estado de humor e a taxa de esforço percebido pelos participantes, e constataram que o exercício máximo e a fadiga mental induzida afetam as avaliações subjetivas de

fadiga mental, fadiga e tensão. Segundo Vrijotte *et al.* (2017), as classificações subjetivas são afetadas devido à fadiga mental e, por isso, para que o desempenho não seja tão prejudicado sugere-se excluir tarefas mentalmente desafiadoras durante o período de descanso entre sessões de exercícios.

Kunrath *et al.* (2018) realizaram uma pesquisa específica sobre os efeitos da fadiga mental no desempenho tático e físico de jogadores de futebol. Eles acompanharam seis homens, jogadores de futebol juvenil de um time sub-15. Todos eram atletas de equipes escolhidos pelos treinadores principais, que participavam de treinamentos sistematizados, ao menos três sessões de treino por semana com duração de 1 hora e meia cada, e já tinham disputado competições regionais e estaduais.

O teste realizado por Kunrath *et al.* (2018) envolvia a avaliação de ações táticas e físicas durante dois períodos distintos, com intervalo de 7 dias entre eles.

Kunrath *et al.* (2018) verificaram uma diminuição na qualidade da ação dos jogadores ligadas aos princípios táticos defensivos de equilíbrio, unidade defensiva e no total de ações defensivas. Também observaram que a diminuição da qualidade das ações de princípios táticos estava relacionada à fadiga mental, o que, para os autores, indica que a fadiga mental não determina a capacidade dos jogadores em realizar as ações, mas influencia na dificuldade de manter os altos níveis de desempenho. Os resultados corroboram aqueles encontrados no presente estudo, tendo em vista que o número de ações dos jogadores e o número de acertos na condição de fadiga mental foram prejudicados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fadiga mental em atletas tem sido alvo de estudos científicos devido à percepção de que os indivíduos nesse quadro apresentam desempenho inferior aos demais na execução de suas atividades, prejudicando seu desempenho e também os resultados da equipe esportiva que integra.

Ela aumenta a percepção do esforço e reduz a velocidade durante o protocolo de corrida intermitente. Quando mentalmente fadigados, os jogadores podem regular seu ritmo em baixas intensidades, obtendo rendimento desportivo abaixo das necessidades do jogo.

As classificações subjetivas também são afetadas quando os indivíduos são induzidos à fadiga mental e, por isso, para que o desempenho não seja tão prejudicado sugere-se alta complexidade cognitiva durante os treinamentos para que os atletas se preparem para o contexto do jogo.

A fadiga mental também interfere na qualidade da ação dos jogadores ligadas aos princípios táticos defensivos de equilíbrio, unidade defensiva e no total de ações defensivas. Ela interfere na capacidade dos jogadores em manter o número de ações e dificulta a manutenção da assertividade.

Estudos exploratórios voltados para a identificação dos efeitos da fadiga mental no desempenho tático de atletas de futebol são incipientes. No entanto, os resultados permitem associar a fadiga mental à redução do desempenho de atletas nos aspectos tático, motor e cognitivo. Os resultados permitem afirmar, ainda, que a indução da fadiga mental pode ser realizada por diferentes tipos de testes, escolhidos de acordo com o objetivo do estudo. O teste Stroop é o mais utilizado na indução da fadiga mental em testes de desempenho físico e cognitivo, tendo em vista a sua fácil aplicação e o uso de recursos acessíveis. O teste n-back foi mais frequente em estudos voltados para a avaliação dos efeitos neurais da fadiga mental. O teste Kana e testes que utilizam jogos foram identificados em estudos motivacionais, devido ao contexto de competitividade.

O estudo indica que as funções motora e cognitiva são indissociáveis, de modo que contextos que influenciem negativamente a função cognitiva terão o mesmo efeito sobre o desempenho motor. Embora existam crenças voltadas para a

percepção do atleta como um indivíduo dotado de potencialidades físicas dissociadas de potencialidades cognitivas, para agir e se locomover de modo estratégico, os atletas precisam utilizar inúmeros recursos cognitivos, que são afetados pela fadiga mental.

Todos os estudos discutidos corroboraram os resultados desta investigação, indicando que a fadiga mental é prejudicial ao desempenho de atletas. Um dos estudos indica que a indução da fadiga mental por meio do excesso de atividades pode induzir o atleta a automatizar as suas atividades, ganhando assim maior agilidade na execução de tarefas. Entretanto, embora o atleta possa adquirir agilidade ao repetir de modo exaustivo uma mesma tarefa, ele perde em desempenho, na medida em que a fadiga mental causada pela exaustão consequente do esforço máximo provoca uma redução em seu desempenho cognitivo e em sua capacidade de tomar decisões (GREIG *et al.*, 2007). Sendo assim, conclui-se que a fadiga mental, em quaisquer contextos, induz o atleta a erros táticos que interferem de modo negativo em seu desempenho.

Recomenda-se a realização de estudos com amostras maiores de atletas e com diferentes tipos de protocolos, de modo a contribuir com a construção de subsídios teóricos e técnicos voltados para a compreensão dos efeitos da fadiga mental no desempenho de atletas de futebol.

REFERÊNCIAS

- ARONSON, L.S. *et al.* Defining and measuring fatigue. **Image: The Journal of Nursing Scholarship**, n. 1, v. 31, p. 45-50, out. 2007.
- AGUIAR, M *et al.* A Review on the Effects of Soccer Small-Sided Games. **Journal of Human Kinetics**. v. 33, p. 103-113, jul. 2012.
- ALARCÓN LÓPEZ, F.; UREÑA ORTÍN, N.; CÁRDENAS VÉLEZ, D. A Fadiga Mental prejudica o desempenho do lance livre de basquetebol. **Revista de Psicologia do Desporto**. v. 26, p. 33-36, abr. 2017.
- BADIN, O. *et al.* Mental Fatigue: Impairment of Technical Performance in Small-Sided Soccer Games. **Int J Sports Physiol**. v. 11, n. 8, p. 1100-1105, 2016.
- BANGSBO J. The physiology of soccer – with special reference to intense intermittent exercise. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 619, p. 151-155, 1994.
- BANGSBO, J.; MOHR, M.; KRUSTRUP, P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. **Journal of Sports Science**, n. 7, v. 24, p. 665-674, 2006.
- BANKS, A.P.; MILLWARD, J. Differentiating knowledge in teams: effect of shared declarative and procedural knowledge on team performance. **Group Dynamics, Theory, Research and Practice**. v. 11, n. 2, p. 95-106, 2007.
- BAYER, C. **O ensino dos desportos colectivos**. São Paulo: Dinalivro, 1994.
- BOKSEM, M.A.S.*et al.* Mental fatigue: Costs and benefits. **Brain Research Reviews**, n. 1, v. 59, p. 125–139, nov. 2008.
- BRITO E SOUSA, R. *et al.* Avaliação do comportamento tático no futebol: princípios táticos fundamentais nas categorias sub-14 e sub-15. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v. 23, n. 2, p. 59-65, 2015.
- CASTELO, J. **Futebol modelo técnico-tático do jogo**: identificação e caracterização das grandes tendências evolutivas das equipas de rendimento superior. Lisboa: Faculdade de Motricidade Humana, 1994.
- CASTELO, J. **Futebol**: a organização do jogo. Porto: Faculdade de Desporto da Universidade do Porto; Multitema, 1999.
- CORREA, D.K.A *et al.* Excelência na produtividade: a performance dos jogadores de futebol profissional. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 447-460, 2002.
- COSTA, I. *et al.* Ensino-aprendizagem e treinamento dos comportamentos tático-técnicos no futebol. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**, v. 9, n. 2, p. 41-61, 2010.

COSTA, I.T. *et al.* Princípios táticos do jogo de futebol: conceitos e aplicação. **Revista Motriz**, v. 15, n. 3, p. 657-668, jul./set. 2009.

COSTA, I.T. *et al.* Sistema de avaliação tática no futebol (FUT-SAT): desenvolvimento e validação preliminar. **Revista Motricidade**, v. 7, n. 1, 2011.

COSTA, J. *et al.* Análise do comportamento tático de jogadores de futebol através da aplicação do teste “Gr 3-3Gr”, em dois períodos de jogo distintos. **Revista brasileira de futebol**, v. 2, n. 2, 2009.

CUTSEM, J.V. *et al.* The Effects of Mental Fatigue on Physical Performance: A Systematic Review. **Sports Med**, v. 47, n. 8, p. 1569-1588, ago. 2017.

DELIS, D.C.; KAPLAN, E.; KRAMER, J.H. Delis-Kaplan executive function system (D-KEFS). **The Psychological Corporation**, v. 27, n. 5, p. 599-609, jul. 2001.

ELFERINK-GEMSER, M.T. *et al.* Development of the tactical skills inventory for sports. **Perceptual and Motor Skills**, v. 99, n. 1, p. 83-895, dez. 2001.

GARGANTA, J. (Re) Fundar os Conceitos de Estratégia e Tática nos Jogos Desportivos Coletivos, para promover uma eficácia superior. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v. 20, p. 201-203, set. 2006.

GERGELYFI, M. *et al.* Dissociation between mental fatigue and motivational state during prolonged mental activity. **Front Behav Neurosci**, n. 13, v. 9, p. 176, jul. 2015.

GRÉHAIGNE, J.F. Tactical knowledge in team sports from a constructivist and cognitivist perspective. **Quest -Illinois- National Association for Physical Education in Higher Education**, n. 47, v. 4, p. 490-505, nov. 1995.

GREIG, M. *et al.* Uma tarefa mental contínua diminui a resposta fisiológica ao exercício intermitente específico de futebol. **Revista britânica de medicina esportiva**. v. 12, n. 41, p. 908-913, 2007.

GUI, D. *et al.* Resting spontaneous activity in the default mode network predicts 2 performance decline during prolonged attention workload. **Neuroimage**, n. 15, v. 120, p. 323-330, out. 2015.

HOMACK, S. *et al.* Test review: Delis-Kaplan executive function system. **Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology**, n. 27, v. 5, p. 599-609, jul. 2005.

ISHII, A. *et al.* Neural effects of prolonged mental fatigue: a magnetoencephalography study. **Brain Research**. v. 1529, n. 5, p. 105-112, set. 2013.

ISHII, A. *et al.* The Neural Mechanisms Underlying the Decision to Rest in the Presence of Fatigue: A Magnetoencephalography. **PLoS One**. v. 10, n. 9, out. 2010.

KRUSTRUP, P. *et al.* The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. **Med Sci Sports Exerc.** v. 35, n. 4, p. 697-705, abr. 2003.

KUNRATH, C. *et al.* Mental fatigue as a conditioner of the tactical and physical response in soccer players: a pilot study. **Human Movement.** v. 19, n. 3, 2018.

LEES A.; NOLAN, L. The biomechanics of soccer: a review. **Journal of Sports Sciences**, n. 16, v. 3, p. 211-234, abr. 1998.

LINDERN, D. *et al.* Impacto de uma intervenção psicológica para atletas de futebol de categorias de base. **Contextos Clínic**, São Leopoldo, v. 10, n. 1, p. 60-73, jan./jun. 2017.

MACIEL, T.M.F. **A influência da fadiga física e mental no processo de tomada de decisão em jogadores de futebol amadores.** 2014. Dissertação (Mestrado Integrado em Psicologia) - Dissertação de mestrado. Universidade do Minho, Braga, 2014.

MATIAS, C.J.; GRECO, P.J. Cognição & ação nos jogos esportivos coletivos. **Ciência e Cognição**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 252-271, abr. 2010.

MATOS, F.O. *et al.* Cargas elevadas de treinamento alteram funções cognitivas em jogadores de futebol. **Revista Brasileira de Medicina e Esporte**, São Paulo, v. 20, n. 5, p. 388-392, out. 2014.

MESQUITA, I. **A pedagogia do treino: a formação em jogos desportivos colectivos.** Lisboa: Livros Horizonte, 1997.

MESQUITA, I. The multidimensionality in the domain of the volley-ball skills. **IV World Congress of National Analysis of Sport**, n. 4, p. 147-155, 1998.

MESQUITA, I. *et al.* Examining the impact of a step game approach to teaching volleyball on student tactical decision making and skill execution during game play. **Journal of Human Movement Studies**, n. 48, v. 6, jan. 2005.

MITCHELL, R. *et al.* Mental Fatigue Impairs Intermittent Running Performance. **Med Sci Sports Exerc**, n. 47, v. 8, p. 1682-1690, ago. 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25494389>. Acesso em: 10 jun. 2019.

MIZUNO, K. *et al.* Fatigue correlates with the decrease in parasympathetic sinus modulation induced by a cognitive challenge. **Behav Brain Funct**, n. 28, p. 10-25, jul. 2014.

MIZUNO, K. *et al.* Mental fatigue caused by prolonged cognitive load associated with sympathetic hyperactivity. **Behav Brain Funct**, n. 23, p. 7-17, maio 2011.

MOTA, D.D.C. *et al.* Fadiga: Uma Análise de do Conceito. **Acta Paul Enferm**, v. 18, n. 3, p. 285-293, 2005.

NOZAKI, S. *et al.* Mental and physical fatigue-related biochemical alterations. **Nutrition**, n. 25, v. 1, p. 51-57, jan. 2009.

OLIVEIRA, J.G.G. **O conhecimento específico em futebol:** Contributos para a definição de uma matriz dinâmica do processo de ensino aprendizagem-treino do jogo. 2004. 178 f. Tese (Doutorado em Ciências Médicas e da Saúde) - Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física, Universidade do Porto, Porto, 2004.

OSLIN, J.L.; MITCHELL, S.A.; GRIFFIN, L.L. The game performance assessment instrument (GPAI): development and preliminary validation. **Journal of Teaching in Physical Education**, v. 17, n. 2, p. 213-243, 1998.

PENNA, E.M. *et al.* A Fadiga Mental não afeta a recuperação da frequência cardíaca, mas prejudica o desempenho dos jogadores de handebol. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 24, n. 5, p. 347-351, 2018.

PESCE, C. *et al.* Focusing of visual attention at rest and during physical exercise in soccer players. **Journal of Sports Science**, n. 25, v. 11, p. 1259-1270, set. 2007.

QUEIROZ, C.M. **Para uma teoria de ensino/treino do futebol.** São Paulo: Ludens, 1983.

ROCA, A. *et al.* Identifying the processes underpinning anticipation and decision-making in a dynamic time-constrained task. **Cognitive Processing**, n. 12, v. 3, p. 301-310, ago. 2011.

ROCHA, H.P.A. *et al.* Jovens esportistas: profissionalização no futebol e a formação na escola. **Motriz: rev. educ. fis. (Online)**. Rio Claro, v. 17, n. 2, p. 252-263, jun. 2011.

SHEPHARD, R.J. Biology and medicine of soccer: an update. **Journal of Sports Sciences**, n. 17, v. 10, p. 757-786, out. 1999.

SILVA, J.M.G. **Modelação táctica do jogo de futebol.** Estudo da organização da fase ofensiva em equipas de alto rendimento. 1997. 318 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Desporto) - Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física – Universidade do Porto, Porto, 1997.

SILVA, J.M.G. O ensino dos jogos desportivos colectivos. **Perspectivas e tendências. Movimento**, a. 1, n. 8, 1998.

SILVA, J.M.G. Trends of tactical performance analysis in team sports: bridging the gap between research, training and competition. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 9, n. 1, p. 81-89, 2009.

SILVA, J.M.G.; PINTO, J. O ensino do futebol. In: GRAÇA, A.; OLIVEIRA, J. (Editores). **O ensino dos jogos desportivos.** Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto: Rainho & Neves Lda, v.1, p. 95-136, 1994.

SILVA, J.M.G.; PINTO, J. O ensino do futebol. Centro de Estudos dos Jogos Desportivos da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 3, n. 2, p. 13-22, 1998.

SMITH, M.R. *et al.* Mental fatigue impairs soccer-specific decision-making skill. **J Sports Sci**, n. 34, v. 14, p. 1297-1304, jul. 2016.

SOUZA, J.K.S. *et al.* Equipamento portátil para ensaios simultâneos de teste de vigilância psicomotora e pupilometria. **Rev. Bras. Eng. Bioméd.**, v. 29, n. 1, p. 97-109, mar. 2013.

STROOP, J.R. Studies of interference in serial verbal reactions. **Journal of Experimental Psychology**, n. 18, v. 6, p. 643-662, 1935.

TANAKA, M. *et al.* Effect of mental fatigue on the central nervous system: an electroencephalography study. **Behav Brain Funct**, n. 8, v. 48, 2012.

TANAKA, M. *et al.* Effects of pellet stove on recovery from mental fatigue. **Med Sci Monit**, n. 18, v. 3, mar. 2012.

TANAKA, M; ISHII, A.; WATANABE, Y. Neural effects of mental fatigue caused by continuous attention load: a magnetoencephalography. **Brain Res.**, n. 1561, p. 60-66, maio 2014.

TAVARES, F.; GRECO, P.J.; GARGANTA, J. Perceber, conhecer, decidir e agir nos jogos desportivos coletivos. **Pedagogia do Desporto**, Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, p.284-298, 2006.

TEOLDO, I.C. *et al.* Influence of relative age effects and quality of tactical behavior in the performance of youth soccer players. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, n. 2, v. 26, abr./jun. 2010.

TEOLDO, I; GARGANTA, J; GUILHERME, J. **Para um futebol jogado com ideias: Conceção, treinamento e avaliação do desempenho tático de jogadores e equipes.** São Paulo: Editora Appris, 2015.

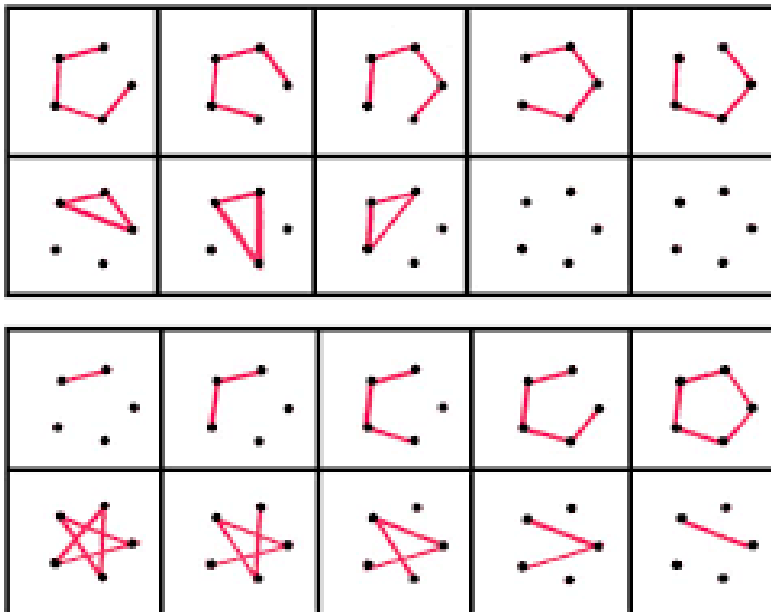
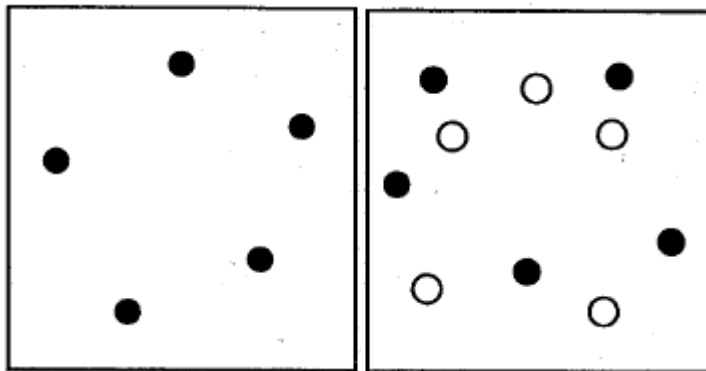
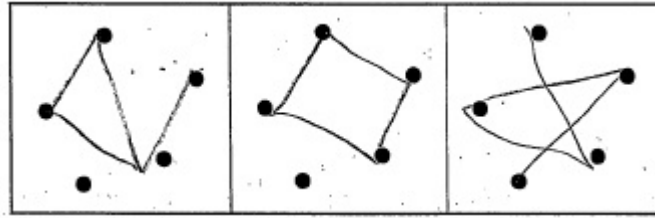
VERBURGH, L. *et al.* Executive functioning in highly talented soccer players. **Plos One**, n. 9, v. 3, mar. 2014.

VRIJKOTTE, S. *et al.* Mental Fatigue and Physical and Cognitive Performance During a Two Bout Exercise Test. **Int J Sports Physiol Perform**, n. 13, v. 4, p. 510-516, abr. 2018.

ANEXO A – Stroop teste (protocolo de Fadiga Mental)

VERMELHO	VERDE	AZUL	AMARELO	ROSA
LARANJA	AZUL	VERDE	AZUL	BRANCO
VERDE	AMARELO	LARANJA	AZUL	BRANCO
MARROM	VERMELHO	AZUL	AMARELO	VERDE
ROSA	AMARELO	VERDE	AZUL	VERMELHO

ANEXO B – Design Fluency teste



ANEXO C – Qual é o seu nível de Fadiga mental no momento?

