

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Milena Fagundes Lima

Esforço Cognitivo e Fadiga Mental: Relações e impactos sobre a
performance de jogadores de futebol

Juiz de Fora
2025

Milena Fagundes Lima

Esforço Cognitivo e Fadiga Mental: Relações e impactos sobre a
performance de jogadores de futebol

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestra em Educação Física. Área de concentração: Exercício e Esporte.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Gattás Bara Filho

Coorientador: Prof. Dr. Felipe da Silva Leite Cardoso

Juiz de Fora

2025

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Fagundes Lima, Milena.

Esforço Cognitivo e Fadiga Mental : Relações e impactos sobre a performance de jogadores de futebol / Milena Fagundes Lima. -- 2025.

60 p. : il.

Orientador: Maurício Gattás Bara Filho

Coorientador: Felipe da Silva Leite Cardoso

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Universidade Federal de Viçosa, Faculdade de Educação Física. Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2025.

1. fadiga mental. 2. esforço cognitivo. 3. performance tática. 4. futebol. I. Gattás Bara Filho, Maurício, orient. II. da Silva Leite Cardoso, Felipe, coorient. III. Título.

Milena Fagundes Lima

Esforço Cognitivo e Fadiga Mental: Relações e impactos sobre a performance de jogadores de futebol

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Física da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestra em Educação Física. Área de concentração: Exercício e Esporte

Aprovada em 18 de agosto de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Maurício Gattás Bara Filho - Orientador

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Felipe da Silva Leite Cardoso - Coorientador

Centro Universitário FAMINAS

Prof. Dr. Guilherme Figueiredo Machado

Universidade Federal de Viçosa

Prof. Dr. Filipe Luis Martins Casanova

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Juiz de Fora, 21/07/2025.



Documento assinado eletronicamente por **Guilherme Figueiredo Machado, Usuário Externo**, em 19/08/2025, às 07:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Filipe Luis Martins Casanova, Usuário Externo**, em 19/08/2025, às 07:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Felippe da Silva Leite Cardoso, Usuário Externo**, em 19/08/2025, às 22:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Mauricio Gattas Bara Filho, Professor(a)**, em 20/08/2025, às 05:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **2508512** e o código CRC **670DDF23**.

Aos meus pais, cuja memória não me deixou esquecer do poder dos meus sonhos. E à minha avó, que, em meio a tormentos, me permitiu realizá-los na calmaria.

AGRADECIMENTOS

Entregar esta dissertação é honrar uma caminhada de esforço, afeto e resistência compartilhada. Nos últimos dois anos, tive a sorte de estar cercada por pessoas que me apoiaram, ofereceram palavras de carinho e, sempre que necessário, se fizeram presente.

À minha avó, que fez o possível e o impossível para que eu pudesse focar exclusivamente nos meus estudos. Obrigada por acolher, me criar e me educar com firmeza e amor. Ver sua força e ter você como exemplo foi o que sustentou minha caminhada e moldou quem eu sou.

Ao meu orientador, Maurício Bara, obrigada pela oportunidade de ingressar no mestrado e pela confiança ao longo de todo o processo. Ao meu coorientador, Felipe Cardoso, obrigada por cumprir com o nosso combinado e me acompanhar até aqui – mesmo diante de tantos imprevistos. Ao professor Heglison Toledo, obrigada por me permitir acompanhar suas disciplinas e por todo o suporte durante os estágios de docência.

À Universidade Federal de Juiz de Fora, que me recebeu mais uma vez de braços abertos, obrigada por ser espaço de formação, acolhimento e resistência. Ao corpo docente da instituição, foi um prazer aprender com tantos profissionais qualificados e dispostos a transmitir conhecimento. Aos funcionários, em especial ao Roberto, obrigada pela paciência, prontidão e constante disponibilidade.

Às partes do meu coração – Vinycius, Chang, Danton, Larissa, Isadora e Natália – obrigada por se manterem ao meu lado nos últimos dois anos. Transbordo gratidão por cada palavra de incentivo, por cada gesto de carinho, pelos conselhos e pelas comemorações. Vocês foram abrigo nos dias mais difíceis. Somos família, obrigada por tornarem todo o processo mais leve e divertido.

Por fim, aos meus pais, Simone e Marcos, obrigada por me ensinarem que a educação é inegociável. Mãe, obrigada por ter lutado dia após dia na estrada para que eu pudesse estudar em uma escola de qualidade. Pai, obrigada por me ensinar a amar os livros e por todas as sextas-feiras em que discutíamos juntos uma história. Vocês fazem muita falta.

RESUMO

A fadiga mental é uma condição neurobiológica que pode comprometer a performance de jogadores de futebol. Diante da crescente exigência cognitiva do futebol moderno, esta dissertação teve como objetivo geral investigar a relação entre esforço cognitivo e a fadiga mental e seus efeitos na performance tática de jogadores de futebol. Para isso, foram realizados uma revisão sistemática da literatura científica (2015–2025) e dois estudos experimentais. A revisão foi conduzida de acordo com as diretrizes PRISMA, utilizando a base de dados *Web of Science* e critérios PICOS, resultando na seleção de 20 estudos. Os estudos experimentais avaliaram a performance tática por meio do FUT-SAT em jogos reduzidos, em situação controle e em estado de fadiga mental, previamente induzida por meio da Tarefa de *Stroop*. Os achados indicaram que a fadiga mental compromete de forma relevante a performance tática dos atletas, impactando de maneira negativa tanto no índice de performance tática, quanto no comportamento tático adotado durante o jogo. No entanto, jogadores com maior eficiência cognitiva obtiveram pouco ou nenhum prejuízo da performance. Conclui-se, portanto, que a fadiga mental tem um efeito substancialmente prejudicial sobre a performance tática no futebol, mas que uma boa eficiência cognitiva pode atenuar esses impactos. Esses resultados ressaltam a importância do monitoramento da carga cognitiva e do cuidado com o planejamento dos treinos.

Palavras-chave: fadiga mental; esforço cognitivo; performance tática; futebol.

ABSTRACT

Mental fatigue is a neurobiological condition that can compromise the performance of football players. Considering the increasing cognitive demands of modern football, the main objective of this dissertation was to investigate the relationship between cognitive effort and mental fatigue, as well as their effects on the tactical performance of football players. To achieve this, a systematic review of the scientific literature (2015–2025) and two experimental studies were conducted. The review was carried out in accordance with PRISMA guidelines, using the Web of Science database and PICOS criteria, resulting in the selection of 20 studies. The experimental studies assessed tactical performance using the FUT-SAT in small-sided games, both under control conditions and under a state of mental fatigue, which was previously induced through the Stroop Task. The findings indicated that mental fatigue significantly impairs athletes' tactical performance, negatively affecting both the tactical performance index and the tactical behaviour adopted during play. However, players with higher cognitive efficiency experienced little to no performance impairment. It is therefore concluded that mental fatigue has a substantially detrimental effect on tactical performance in football; however, good cognitive efficiency can mitigate these impacts. These results highlight the importance of monitoring cognitive load and carefully planning training sessions.

Keywords: mental fatigue; cognitive effort; tactical performance; football.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1	– Estratégia de pesquisa no banco de dados.....	16
Figura 1	– Diagrama de fluxo do processo de pesquisa.....	18
Gráfico 1	– Evolução das publicações em fadiga mental no futebol entre os anos de 2015 e 2025	21
Quadro 2	– Síntese dos estudos incluídos na revisão sistemática.....	22
Figura 2	– Diagrama do desenho experimental.....	39
Gráfico 2	– Separação de grupos em relação ao esforço cognitivo.....	50
Figura 3	– Diagrama do desenho experimental.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Verificação e classificação da qualidade dos estudos selecionados.....	20
Tabela 2	– Média e desvio padrão das medidas de performance e comportamento tático nos grupos controle e experimental.....	29
Tabela 3	– Média e desvio padrão das medidas do comportamento tático no grupo Menor EC (mais eficiente) na condição fadiga mental.....	52
Tabela 4 –	Média e desvio padrão das medidas do comportamento tático no grupo Maior EC (menos eficiente) na condição fadiga mental.....	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DP	Desvio Padrão
FUT-SAT	Sistema de Avaliação Tática no Futebol
HQS	Estudo de Alta Qualidade
IPT	Índice de Performance Tática
JCR	Journal Citation Report
MQS	Estudo de Qualidade Moderada
PICOS	Participants, Intervention, Comparators and Outcomes, Study design
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
PSE	Percepção Subjetiva de Esforço
PVT	Teste de Vigilância Psicomotora
RCOD	Mudanças de Direção Repetidas
RS	Revisão Sistemática
RSA	Teste de Sprints Repetidos
SJR	Scimago Journal Rank
SSGs	Jogos Reduzidos
TMT	Teste de Trilha

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	13
2	ARTIGO DE REVISÃO	15
2.1	INTRODUÇÃO	15
2.2	METODOLOGIA	16
2.2.1	Estratégia de pesquisa	16
2.2.2	Extração e confiabilidade de dados	18
2.2.3	Avaliação da qualidade dos trabalhos selecionados	18
2.3	RESULTADOS	21
2.3.1	Foco	26
2.3.2	Descrição da amostra	27
2.3.3	Instrumentos e procedimentos de análise	28
2.3.3.1	<i>Ferramentas e métricas de indução da fadiga mental</i>	28
2.3.3.2	<i>Escala subjetiva para avaliar o esforço físico e a fadiga mental</i>	28
2.3.3.3	<i>Métodos para a avaliação do esforço cognitivo</i>	29
2.3.3.4	<i>Métricas para a avaliação da performance tática, técnica, física e cognitiva ...</i>	29
2.3.4	Análise dos resultados	30
2.4	DISCUSSÃO	33
2.4.1	Fadiga mental x Esforço cognitivo	33
2.4.2	Considerações finais e indicações de estudos futuros	34
3	ARTIGO EXPERIMENTAL I	35
3.1	INTRODUÇÃO	35
3.2	MÉTODOS	36
3.2.1	Participantes	36
3.2.2	Instrumentos e procedimentos de coleta de dados	37
3.2.2.1	<i>Avaliação da performance e comportamento tático</i>	37
3.2.2.2	<i>Indução à fadiga mental</i>	38
3.2.2.3	<i>Desenho experimental</i>	39
3.2.2.4	<i>Análise estatística</i>	40
3.3	RESULTADOS	40
3.4	DISCUSSÃO	42
4	ARTIGO EXPERIMENTAL II	43

4.1	INTRODUÇÃO	45
4.2	MÉTODOS	47
4.2.1	Participantes	47
4.2.2	Instrumentos e procedimentos de coleta de dados	47
4.2.2.1	<i>Avaliação da performance tática</i>	47
4.2.2.2	<i>Indução à fadiga mental</i>	48
4.2.2.3	<i>Avaliação do esforço cognitivo</i>	49
4.2.2.4	<i>Desenho experimental</i>	50
4.2.2.5	<i>Análise estatística</i>	51
4.3	RESULTADOS	52
4.4	DISCUSSÃO	54
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
	REFERÊNCIAS	58

1 INTRODUÇÃO GERAL

O futebol tem se consolidado como um esporte extremamente exigente em termos físicos, técnicos, táticos e, sobretudo, cognitivos. Diante de calendários competitivos cada vez mais extensos e intensos, com elevado número de treinos, jogos e viagens, os jogadores de futebol são submetidos a constantes desafios que ultrapassam a dimensão fisiológica, e alcançam aspectos relacionados à cognição, como a atenção e, principalmente, a tomada de decisão. Nesse contexto, destaca-se a fadiga mental, que é definida como uma condição neurobiológica experimentada após esforço cognitivo prolongado, e que se caracteriza pela sensação subjetiva de esforço e considerável redução no desempenho de tarefas cognitivas (Marcora; Staiano; Manning, 2009).

Estudos têm demonstrado que a fadiga mental pode comprometer substancialmente a performance esportiva, sobretudo nos esportes coletivos que demandam tomada de decisão rápida em ambientes dinâmicos (Smith et al., 2018; Van Cutsem et al., 2017). A dimensão tática do jogo, que engloba a organização coletiva e a organização dos espaços entre os jogadores, parece ser uma das mais impactadas (Kunrath et al., 2020a). Isso porque a execução eficiente dos fundamentos táticos depende de processos perceptivo-cognitivos complexos, como antecipação, leitura de jogo e comunicação que, por sua vez, exigem alto investimento de esforço cognitivo (Cardoso et al., 2019).

O esforço cognitivo pode ser entendido como o esforço necessário para tomada de decisão na realização de uma tarefa, sendo influenciado por fatores como a complexidade da tarefa, tempo disponível, familiaridade e nível de estresse (Westbrook; Braver, 2015). No futebol, jogadores que apresentam menor eficiência tática tendem a demandar um maior esforço cognitivo para processar as informações do jogo, o que pode levá-los a um estado de fadiga mental (Cardoso et al., 2019; Naito; Hirose, 2014). Assim, supõe-se a existência de uma relação bidirecional entre esforço cognitivo e fadiga mental: ao mesmo tempo em que um alto esforço cognitivo, se mantido por longos períodos, pode induzir à fadiga mental, esta, uma vez atingida, compromete a capacidade de processamento cognitivo do jogador, afetando diretamente sua performance tática.

Estudos recentes têm buscado explorar essa relação. Por exemplo, Gantois et al. (2020) observaram que atletas profissionais de futebol expostos a tarefas cognitivas intensas apresentaram pior performance na tomada de decisão durante situações de passe. Da mesma forma, Coutinho et al. (2017, 2018) demonstraram que jogadores em estado de fadiga mental apresentaram menor acurácia nas ações táticas e maior desorganização coletiva em jogos

reduzidos. Esses achados corroboram o que foi apontado por Cardoso et al. (2019), que identificaram uma relação inversa entre o investimento cognitivo e a eficiência tática de jovens jogadores de futebol.

Apesar do crescente número de estudos sobre fadiga mental no futebol, ainda existem lacunas relevantes no que diz respeito ao entendimento dos mecanismos subjacentes que relacionam essa condição à performance tática. Uma das principais limitações da literatura atual é a escassez de estudos que utilizem métodos combinados para avaliar simultaneamente fadiga mental, esforço cognitivo e performance tática (Clemente et al., 2021). Além disso, poucos estudos têm explorado as variações individuais nos efeitos da fadiga mental, considerando fatores como experiência, posição em campo e perfil cognitivo dos jogadores (Kunrath et al., 2020a).

A compreensão dessa dinâmica é importante para a prática do treinamento esportivo. A identificação dos fatores que desencadeiam a fadiga mental e seu impacto sobre a performance tática pode oferecer informações importantes para o desenvolvimento de estratégias de monitoramento, prevenção e intervenção. Isso inclui, por exemplo, o uso de instrumentos de avaliação de esforço cognitivo e estratégias de manipulação das cargas cognitivas de treino.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo central investigar a relação entre esforço cognitivo e fadiga mental, e seus efeitos na performance tática de jogadores de futebol. Para isso, propõe-se a seguinte estratégia: uma revisão sistemática da literatura (2015–2025), a fim de mapear os principais achados, metodologias e lacunas da pesquisa na área; e dois estudos experimentais, que avaliarão a relação entre o esforço cognitivo e os efeitos da fadiga mental previamente induzida na performance tática em jogos reduzidos. Esses objetivos se fundamentam na hipótese de que jogadores cognitivamente mais eficientes não atinjam o estado de fadiga mental e, conseqüentemente, não apresentem queda significativa na performance.

A investigação busca oferecer evidências empíricas robustas e atualizadas que possam sustentar intervenções mais eficazes no contexto do treinamento esportivo de alto rendimento. A relevância é justificada pelo potencial de contribuição para a compreensão dos mecanismos cognitivos da performance tática no futebol, bem como para o aprimoramento das estratégias de treinamento e preparação dos atletas.

2 ARTIGO DE REVISÃO ¹

2.1 INTRODUÇÃO

A fadiga mental tem sido amplamente investigada no contexto do futebol (Badin et al., 2016; González-Víllora et al., 2022; Kunrath et al., 2020a; Smith et al., 2018). As principais evidências desses estudos apontam que, em estado de fadiga mental, os jogadores apresentam uma queda acentuada na performance física, técnica (Smith et al., 2016a), tática e cognitiva (Gantois et al., 2020; Kunrath et al., 2018, 2020b).

Conceitualmente, a fadiga mental é entendida como uma condição neurobiológica experimentada durante ou depois de prolongado período de atividade cognitiva, caracterizado pelo sentimento de cansaço e falta de energia (Marcora; Staiano; Manning, 2009). Os principais pressupostos que explicam os mecanismos que levam a perda de performance quando os jogadores entram em estado de fadiga mental, estão baseados no modelo psicobiológico proposto por Marcora, Staiano e Manning (2009). Esse modelo, considera que a regulação consciente (tomada de decisão) do ritmo do exercício é determinada pela motivação e, sobretudo, pela percepção subjetiva do esforço.

Apesar dos mecanismos da fadiga mental estarem estabelecidos na literatura, algumas questões ainda necessitam ser avaliadas a luz da ciência. Uma destas questões diz respeito ao papel de estruturas que podem estar associadas diretamente ao estado de fadiga mental, como por exemplo o esforço cognitivo (Cardoso et al., 2019; Lee; Swinnen; Serrien, 1994). O esforço cognitivo é definido como o trabalho mental necessário para as tomadas de decisões, e é influenciado pela complexidade da tarefa, tempo disponível, familiaridade e nível de estresse (Lee; Swinnen; Serrien, 1994; Westbrook; Braver, 2015). Estudos considerando esta variável em contextos de tomada de decisão com baixa complexidade tem indicado que o investimento de esforço cognitivo nas tarefas tem uma relação direta com a performance, ou seja, investir mais esforço cognitivo leva a uma performance superior (Van der Wel; Van Steenbergen, 2018).

A natureza imprevisível do jogo de futebol, sua complexidade elevada e a quantidade significativa de decisões a serem tomadas exigem dos jogadores um intenso investimento cognitivo. Estudos apontam para uma relação inversa entre o esforço cognitivo e a eficiência tática, ou seja, jogadores que apresentam menor eficiência tática tendem a demandar um maior esforço cognitivo para processar as informações do jogo (Cardoso et al., 2019). Quando

¹ Artigo submetido à International Review of Sport and Exercise Psychology com título “Association between cognitive effort and mental fatigue in football: a systematic review”.

esse elevado esforço cognitivo se mantém de forma contínua, pode acabar impactando negativamente o desempenho ao longo da partida (González-Víllora et al., 2022). No entanto, a literatura ainda apresenta dificuldade em sistematizar e indicar como o esforço cognitivo exigido durante as tarefas realizadas (sejam elas em situações de jogo ou em avaliações laboratoriais) se associam às características (individuais e coletivas) dos jogadores e, induzem a ocorrência do estado de fadiga mental (González-Víllora et al., 2022).

Em decorrência dessas lacunas, existem poucos direcionamentos sobre o controle e avaliação do processo de recuperação da fadiga mental, ou indicativos de como evitar a sua ocorrência. A compreensão acerca do esforço cognitivo e sua relação com o estado de fadiga mental, bem como de estratégias de monitoramento dessas variáveis em atletas de futebol são essenciais para qualificar o processo de treinamento. Estudos nessa área podem possibilitar a aplicação de estratégias individualizadas, que considerem o contexto e as demandas específicas do jogador e do ambiente esportivo, e contribuir para o aperfeiçoamento da periodização, favorecendo o equilíbrio entre o controle de carga física e cognitiva. Dessa forma, a presente revisão tem por objetivo apresentar os achados disponíveis até o momento acerca da influência da fadiga mental e do esforço cognitivo no futebol e debater o papel integrado dessas variáveis, indicando possíveis investigações futuras.

2.2 METODOLOGIA

2.2.1 Estratégia de pesquisa

Foi realizada uma busca na *Web of Science-All Databases*, selecionada por incluir artigos publicados em periódicos indexados no *Journal Citation Report* (JCR) ou um índice semelhante (por exemplo o *Scimago Journal Rank-SJR*). O quadro 1 mostra a estratégia de pesquisa usada no banco de dados.

Quadro 1 – Estratégia de pesquisa no banco de dados.

Base de dados	Estratégia de Pesquisa
Web of Science – All Databases	("Mental fatigue" OR "cognitive fatigue" OR "cognitive load" OR "mental load" OR cognit* OR percept* OR "cognitive effort") AND (Player* OR young OR youth OR elite OR adolescen* OR adult* OR child* OR athlete*) AND (Program* OR intervention OR proposal OR review OR meta-analysis OR training) AND (soccer OR football)

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A pesquisa foi realizada seguindo as diretrizes de itens propostos pelo *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (Page et al., 2021),

incluindo a estratégia PICOS: *Participants, Intervention, Comparators and Outcomes, Study design*. A pesquisa terminou em 29 de abril de 2025.

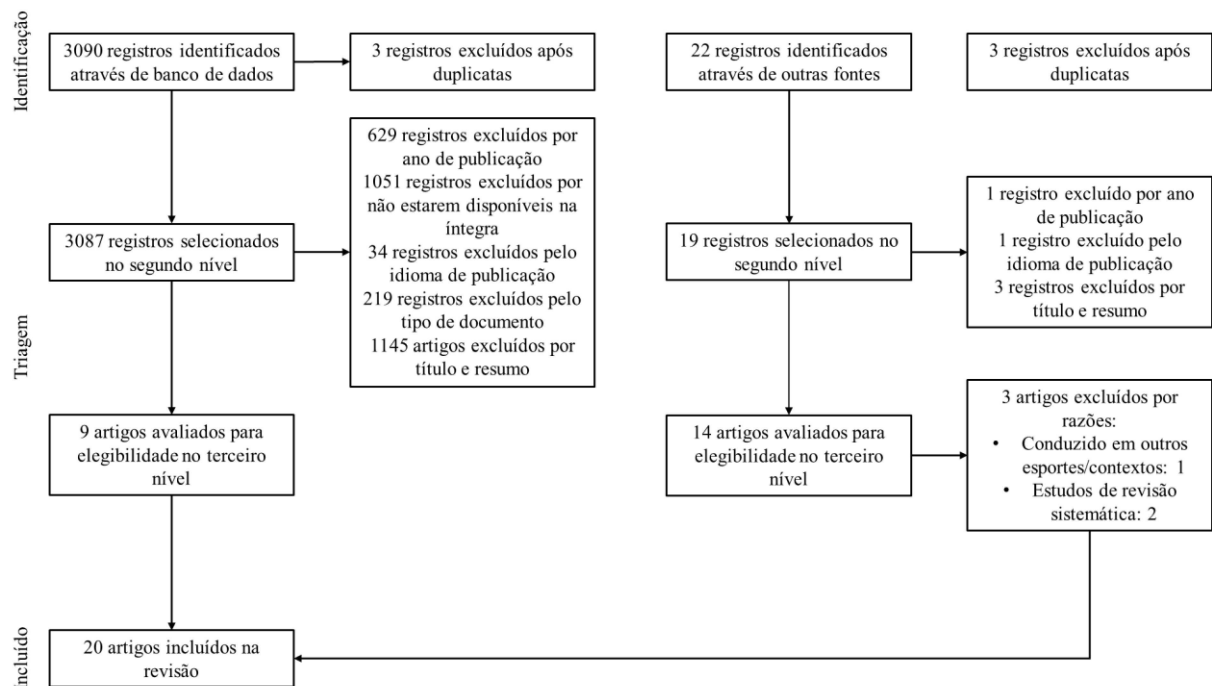
Os artigos foram incluídos com base nos seguintes critérios: (a) estudos publicados em periódicos internacionais revisados indexados no *Web of Science-All Databases*; (b) estudos publicados entre 2015 e 2025; (c) artigos disponíveis na íntegra; (d) estudos experimentais; (e) estudos que incluíam métodos e resultados quantitativos e/ou qualitativos; (f) artigos com foco em fadiga mental ou cognitiva em jogadores de futebol; e (g) estudos publicados em inglês.

A exclusão foi feita com base nos seguintes critérios: (a) artigos não indexados no *Web of Science-All Databases*; (b) estudos realizados em outros esportes/contextos diferentes do futebol; (c) estudos de revisão; (d) artigos com dados insuficientes para completar os dados pré-definidos da tabela e, (e) artigos focados na fadiga neuromuscular ou na percepção subjetiva de fadiga, mas não na fadiga mental. A figura I mostra o número de artigos excluídos por esses motivos.

A inclusão de artigos com abordagens tanto quantitativas quanto qualitativas foi conduzida, considerando que ambas as metodologias de pesquisa desempenham papéis relevantes na interpretação dos resultados (Cooper; Hedges; Valentine, 2019), aproveitando as vantagens de ambas as abordagens e elevando a pertinência da Revisão Sistemática (RS) (Harden; Thomas, 2010). Embora a literatura sugira a continuação da exploração de análises de métodos mistos em procedimentos de RS, é notável que esses métodos ainda não sejam amplamente adotados, revelando uma falta de conscientização sobre eles (Pearson et al., 2015). Contudo, os resultados qualitativos podem ser empregados para investigar e extrapolar os achados obtidos por meio de métodos quantitativos, e vice-versa (Pluye; Hong, 2014).

No primeiro nível de exclusão, documentos duplicados foram descartados. No segundo nível, a seleção dos documentos foi baseada no ano de publicação, título e resumo. Por fim, no terceiro nível de exclusão, os artigos selecionados foram lidos na íntegra e alguns desconsiderados para análise final. O processo de busca sistemática e o número total de resultados estão apresentados na Figura 1, conforme as diretrizes do PRISMA (Page et al., 2021).

Figura 1 – Diagrama de fluxo do processo de pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Após a eliminação de alguns artigos no primeiro nível de exclusão, 3087 artigos originais foram identificados como possíveis estudos a serem incluídos na revisão. Um total de 19 artigos foi incluído na amostra a partir das referências bibliográficas de outros artigos seminais sobre a temática. Em seguida, 3083 foram descartados no segundo nível de exclusão. Finalmente, após a leitura do texto completo de 23 artigos, 20 foram incluídos nesse estudo.

2.2.2 Extração e confiabilidade de dados

Após a pesquisa inicial, os artigos que não se enquadravam no critério data de publicação foram descartados no primeiro nível de exclusão. Os artigos que atendiam aos critérios de seleção citados na seção anterior foram incluídos para esta revisão. Para pontuarmos as informações relevantes de cada artigo, foram utilizadas as seguintes categorias (Harris et al., 2014): autores; foco; objetivos; tamanho da amostra; método; fontes de dados; e resultados.

2.2.3 Avaliação da qualidade dos trabalhos selecionados

Primeiro, a qualidade do processo de revisão foi avaliada e incluída no registro do PROSPERO. Trata-se de um banco de dados internacional de RS registradas prospectivamente em saúde e assistência social, bem-estar, saúde pública, educação, crime, justiça e desenvolvimento internacional. Os principais recursos do protocolo de revisão são registrados e mantidos como um registro permanente. Ele permite que os pesquisadores

cumpram o PRISMA, fornecendo um registro público de seus métodos planejados e aumentando a conscientização sobre sua revisão, além de permitir a comparação das descobertas do manuscrito.

Segundo, a qualidade dessa RS também foi avaliada usando as diretrizes do PRISMA (Page et al., 2021). Essa ferramenta de avaliação inclui um conjunto de itens com base em evidências para relatar a qualidade da RS e meta-análise.

Terceiro, os critérios para avaliar a qualidade dos estudos selecionados foram baseados na *Checklist for Measuring Study Quality* (por exemplo, a hipótese/objetivo do estudo está claramente descrita? (Downs; Black, 1998); o *Strengthening the Reporting as Observational Studies Statement* (por exemplo, é possível usar o desenho experimental em outros estudos? (Von Elm et al., 2008); e a *Consolidated Standards of Reporting Trials Statement* (por exemplo, avaliação cega e qualidade do estudo (Moher; Schulz; Altman, 2001).

Quarto, estudos anteriores (Araújo; Mesquita; Hastie, 2014; Chu; Zhang, 2018; Hastie; Casey, 2014) foram usados para obter um escore de qualidade para cada investigação com base nos seguintes critérios: (a) descrição do estudo; (b) JCR/SJR; (c) descrição metodológica detalhada; (d) amostra ou número de participantes; e (e) instrumentos utilizados. Cada item foi pontuado de '0' a '2' usando os critérios descritos na Tabela 2. Um escore de qualidade total de todas as publicações selecionadas foi calculado somando o número de itens positivos entre '0' e '10'. As investigações foram classificadas como: (a) baixa qualidade: pontuação menor que '3'; (b) qualidade moderada: uma pontuação entre '4' e '6'; e (c) alta qualidade: uma pontuação '7' ou superior.

Dois profissionais formados em Educação Física, orientados por um profissional formado e com pós-graduação na mesma área, realizaram essa avaliação de forma independente. O alfa de Cronbach (0,95) indicou alta confiabilidade entre as avaliações individuais (Araújo; Mesquita; Hastie, 2014).

Tabela 1 – Verificação e classificação da qualidade dos estudos selecionados.

Estudos selecionados	JCR/SJR	Descrição do estudo	Métodos	Amostra	Instrumentos	Pontuação total	Nível de qualidade
Badin et al. (2016)	2	2	2	1	2	9	HQS
Smith et al. (2016a)	2	2	2	1	1	8	HQS
Smith et al. (2016b)	0	2	2	1	1	6	MQS
Smith et al. (2016c)	2	2	2	1	2	9	HQS
Coutinho et al. (2017)	2	2	2	1	2	9	HQS
Kunrath et al. (2018)	1	2	2	0	2	7	HQS
Coutinho et al. (2018)	2	2	2	1	2	9	HQS
Cardoso et al. (2019)	2	2	2	1	2	9	HQS
Kunrath et al. (2020b)	2	2	2	1	2	9	HQS
Cardoso et al. (2021a)	2	2	2	2	2	10	HQS
Cardoso et al. (2021b)	2	2	2	2	2	10	HQS
Soylu; Arslan (2021)	2	1	2	1	2	8	HQS
Sun; Soh; Xu (2022)	2	2	2	1	2	9	HQS
Angius et al. (2022)	2	1	1	1	1	6	MQS
Bian et al. (2022)	2	2	2	1	2	9	HQS
Rezende; Praça, (2025)	2	2	2	2	2	10	HQS
Raya-González et al., (2025)	2	2	2	1	1	8	HQS
Rubio-Morales et al., (2025)	2	2	2	1	2	9	HQS
Joseph et al., (2025a)	2	2	2	1	2	9	HQS
Joseph et al., (2025b)	2	2	2	1	2	9	HQS

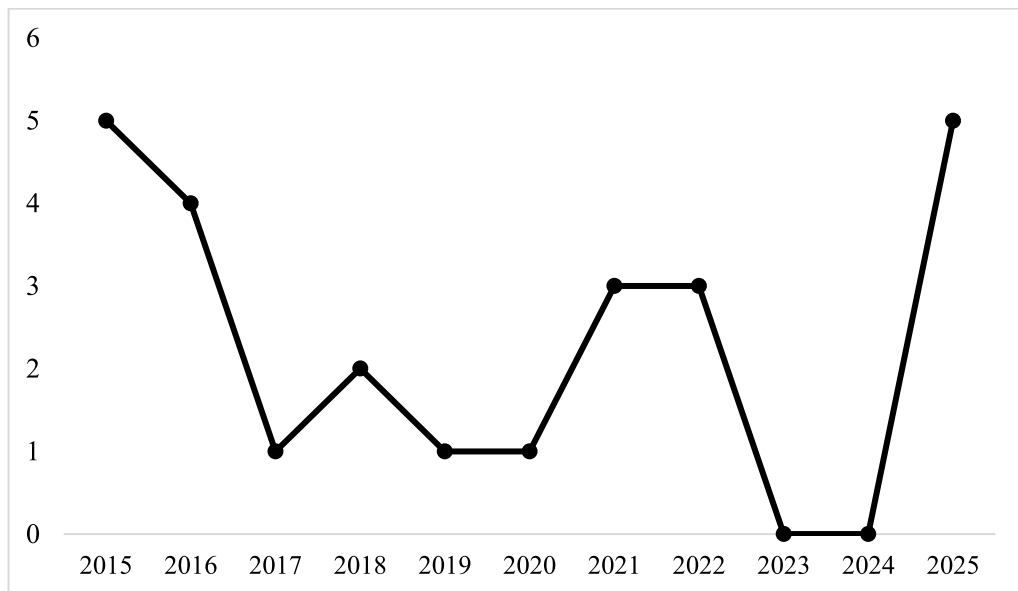
Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Notas: JCR/SJR (o estudo foi publicado em uma revista indexada no JCR ou SJR?). ‘0’, não indexado; ‘1’, indexado em SJR; e ‘2’, indexado no JCR; Descrição do estudo (a pesquisa ofereceu uma descrição detalhada do estudo?). ‘0’, não incluído; ‘1’, descrição breve e detalhada; e ‘2’, descrição detalhada; Métodos (o artigo relatou em detalhes o processo metodológico utilizado?). ‘0’, não relatado; ‘1’, relatado, mas impreciso (não completamente); e ‘2’, descrição exaustiva relatada; Amostra (número de participantes). ‘0’, menos que 10 participantes; ‘1’, de 10 a 50 participantes; e ‘2’, mais de 50 participantes; Instrumentos (a pesquisa ofereceu uma descrição detalhada dos instrumentos?). ‘0’, não incluído; ‘1’, descrição breve e detalhada; e, ‘2’, descrição detalhada; JCR, Journal Citation Report; SJR, Scimago Journal Rank; HQS, estudo de alta qualidade; MQS, estudo de qualidade moderada.

2.3 RESULTADOS

A evolução das publicações sobre fadiga mental e esforço cognitivo está expressa no gráfico 1. Foi possível observar a existência de 4 publicações no ano de 2016 (Badin et al., 2016; Smith et al., 2016a, 2016b, 2016c), 1 publicação no ano de 2017 (Coutinho et al., 2017), 2 publicações no ano de 2018 (Coutinho et al., 2018; Kunrath et al., 2018), 1 publicação no ano de 2019 (Cardoso et al., 2019), 1 publicação no ano de 2020 (Kunrath et al., 2020b), 3 publicações no ano de 2021 (Cardoso et al., 2021a, 2021b; Soylu; Arslan, 2021), 3 publicações no ano de 2022 (Angius et al., 2022; Bian et al., 2022; Sun; Soh; Xu, 2022) e 5 publicações no ano de 2025 (Joseph et al., 2025a, 2025b; Raya-González et al., 2025; Rezende; Praça, 2025; Rubio-Morales et al., 2025).

Gráfico 1 – Evolução das publicações em fadiga mental no futebol entre os anos de 2015 e 2025.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

O quadro 2 mostra os 20 estudos selecionados, publicados nos últimos 10 anos. As informações mais importantes e relevantes de cada estudo foram avaliadas seguindo a estrutura usada em RS anteriores (Chu; Zhang, 2018): ‘autor(es)’ (e ano de publicação), ‘foco’, ‘descrição da amostra’, ‘instrumentos’, ‘análise/fontes de dados’; e ‘resultados’.

Quadro 2 – Síntese dos estudos incluídos na revisão sistemática.

Autores	Foco	Descrição da amostra	Instrumentos	Análise	Resultados
Badin et al., (2016)	Efeitos da fadiga mental no desempenho físico e técnico em jogos de futebol reduzidos	20 jogadores de futebol (idade média = $17,8 \pm 1,0$) da Liga Nacional Australiana	- Escalas visuais analógicas - Tarefa Stroop - Teste Yo-Yo IR1 - Monitores de frequência cardíaca Polar - Sistema de Posicionamento Global	- Fadiga mental e física - Desempenho psicofisiológico - Desempenho físico e técnico	A fadiga mental prejudicou o desempenho técnico, mas teve efeito pouco claro no desempenho físico
Smith et al., (2016a)	Impacto da fadiga mental nos componentes de velocidade e precisão de habilidades específicas do futebol	14 jogadores de futebol masculinos (idade média = $19,6 \pm 3,5$) participando de ligas belgas	- Escalas analógicas visuais - Tarefa Stroop - Loughborough Soccer Passing Test	- Fadiga mental, esforço mental e motivação - Passes	A fadiga mental prejudica a precisão do passe curto, mas não a velocidade de movimento
Smith et al., (2016b)	Efeitos da fadiga mental no desempenho físico e técnico específico do futebol	Estudo 1: 12 jogadores de futebol masculino recreativo (idade média = $24,0 \pm 0,4$) Estudo 2: 14 jogadores de futebol masculino competitivos e bem treinados (idade média = $19,6 \pm 3,5$)	Estudo 1: - Escala de Borg e escalas visuais analógicas - Tarefa Stroop - Teste Yo-Yo IR1 Estudo 2: - Escalas analógicas visuais - Tarefa Stroop - Loughborough Soccer Passing Test	Estudo 1: - Esforço percebido - Fadiga mental, esforço mental e motivação - Frequência cardíaca Estudo 2: - Esforço percebido - Fadiga mental, esforço mental e motivação - Desempenho técnico	A fadiga mental prejudica o desempenho de corrida, passes e arremessos específicos do futebol
Smith et al., (2016c)	Efeitos da fadiga mental na habilidade de tomada de decisão específica do futebol	12 jogadores de futebol do sexo masculino (idade média = $19,03 \pm 1,5$) participantes de competições nacionais ou provinciais da Bélgica	- Escalas analógicas visuais - Tarefa Stroop - Tarefa de tomada de decisão específica do futebol (Vaeyens, Lenoir, Williams & Philippaerts, 2007) - Dispositivo de rastreamento ocular Iview X	- Fadiga mental, esforço mental e motivação - Tomada de decisão - Dados de pesquisa visual	A fadiga mental prejudica a precisão e a velocidade da tomada de decisões específicas do futebol

Cont.

Autores	Foco	Descrição da amostra	Instrumentos	Análise	Resultados
Coutinho et al., (2017)	Efeitos da fadiga mental nas performances físicas e táticas dos jogadores	12 jogadores amadores de futebol juvenil masculino (idade média = $15,9 \pm 0,8$)	- CR10-Escala de esforço percebido - Escala analógica visual - Salto contra-movimento - Sistema de Posicionamento Global	- Fadiga mental - Desempenho neuromuscular - Dados posicionais, acelerações e distância	A fadiga mental afeta a capacidade de usar informações ambientais e o posicionamento dos jogadores
Kunrath et al., (2018)	Efeitos da fadiga mental na qualidade das ações táticas e na intensidade da distância percorrida	6 jogadores de futebol masculino (idade média = $14,7 \pm 0,59$) pertencentes a campeonatos regionais e estaduais	- Sistema de Avaliação Tática no Futebol (FUT-SAT) - Sistema de Posicionamento Global -Tarefa Stroop	- Aspectos táticos - Distância e intensidade cobertas - Fadiga mental	A fadiga mental prejudica o desempenho dos jogadores, induzindo-os a aplicar ações táticas defensivas pouco qualificadas e a cobrir maiores distâncias em velocidade
Coutinho et al., (2018)	Efeito da fadiga mental e física induzida no perfil de atividade física e no comportamento coletivo de jogadores de futebol	10 jogadores amadores de futebol masculino juvenil (idade média $13,7 \pm 0,5$) de uma academia de futebol regional em Portugal	- Protocolo RCOD (Beckett, Schneiker, Wallman, Dawson e Guelfi, 2009) - Tarefa Stroop	- Fadiga física - Fadiga mental	A fadiga mental pode prejudicar a capacidade de usar informações ambientais para auxiliar as ações, o que pode afetar o posicionamento em campo
Cardoso et al., (2019)	Influência da forma e da quantidade do conhecimento tático declarativo e processual no esforço cognitivo	36 jogadores de futebol masculino (idade média $14,89 \pm 1,42$) de um clube brasileiro da primeira divisão	- Sistema de Avaliação Tática no Futebol (FUT-SAT) - Vídeos de situações ofensivas do jogo - Mobile Eye Tracking-XG	- Conhecimento tático processual - Conhecimento tático declarativo - Esforço cognitivo	O conhecimento tático declarativo e processual influenciou o esforço cognitivo gasto ao assistir vídeos de futebol
Kunrath et al., (2020b)	Efeitos da fadiga mental na percepção periférica, no comportamento tático e no desempenho físico no futebol	18 jogadores de futebol masculino (idade média = $21,8 \pm 2,5$ anos) de uma equipe universitária	- Tarefa Stroop - Sistema de Teste de Viena - Sistema de Avaliação Tática no Futebol (FUT-SAT) - Sistema de Posicionamento Global	- Fadiga mental - Percepção periférica - Comportamento tático - Desempenho físico	A fadiga mental prejudicou vários aspectos do comportamento cognitivo e tático, ocasionando um aumento compensatório no desempenho físico

Cont.

Autores	Foco	Descrição da amostra	Instrumentos	Análise	Resultados
Cardoso et al., (2021b)	Associação entre processos perceptivo-cognitivos e o tempo de resposta na tomada de decisão de jogadores de futebol	90 jogadores de futebol masculino (idade média $16,7 \pm 3,1$) das categorias de base de um clube brasileiro da primeira divisão	- Mobile Eye Tracking-XG - Protocolo de testes de vídeo	- Processos perceptivo-cognitivos - Comportamento pupilar e esforço cognitivo - Tempo de resposta na tomada de decisão	A tomada de decisão mais rápida possibilita maior eficiência cognitiva
Soylu e Arslan (2021)	Efeitos da fadiga mental nas respostas psicofisiológicas, cognitivas e nas habilidades técnicas em jogos reduzidos	18 jogadores de futebol masculino (idade média = $19,1 \pm 1,2$) de um time de futebol amador, disputando a liga regional	- Tarefa Stroop - Protocolo de jogos reduzidos (SSGs) - Escala de Likert, de sentimento, de excitação e visual analógica - Teste de trilha (TMT) - Software eAnalyse	- Habilidades técnicas do futebol - Sentimento - Excitação - Ansiedade - Motivação - Atenção, velocidade e flexibilidade cognitiva	A fadiga mental induziu respostas psicofisiológicas e cognitivas negativas e um efeito adverso nas habilidades técnicas
Sun, Soh, Xu (2022)	Efeitos da exposição à natureza nas habilidades de tomada de decisão em jogadores de futebol com fadiga mental	Jogadores universitários de futebol masculino (idade média = $20,73 \pm 2,00$) de times universitários competindo em nível provincial na China	- Tarefa Stroop - TacticUP - Escala visual analógica	- Fadiga mental - Tomada de decisão	A tarefa Stroop aumentou as classificações subjetivas de fadiga mental; apenas um experimento de exposição às cenas da natureza melhorou o tempo de tomada de decisão
Angius et al., (2022)	Efeitos da fadiga mental na capacidade de <i>sprints</i> repetidos e da fadiga física e mental na vigilância psicomotora	18 jogadores profissionais de futebol masculino (idade média $26,0 \pm 2,0$) de três times de futebol diferentes	- Teste de <i>sprints</i> repetidos (RSA) - Tarefa Stroop - Teste de vigilância psicomotora (PVT) - Escala de Borg	- Capacidade de sprints - Fadiga, vigor e motivação - Percepção subjetiva de esforço (PSE) - Vigilância psicomotora	A fadiga mental não reduz a capacidade de <i>sprints</i> repetidos, mas a fadiga física e mental tem efeitos negativos e cumulativos na vigilância psicomotora
Bian et al., (2022)	Efeitos da fadiga mental induzida por diferentes tarefas no desempenho de habilidades cognitivas e específicas do futebol	15 jogadores de futebol masculino bem treinados (idade média = $22,0 \pm 2,5$)	- Loughborough Soccer Passing Test - Tarefa Stroop - Escala visual analógica	- Habilidades específicas do futebol - Desempenho cognitivo - Fadiga mental e motivação	A fadiga mental induzida não afetou o desempenho cognitivo, mas teve efeitos prejudiciais no desempenho das habilidades no futebol

Cont.

Autores	Foco	Descrição da amostra	Instrumentos	Análise	Resultados
Rezende; Praça, (2025)	Influência do nível de experiência no custo de execução de uma tarefa secundária no desempenho tático de jogadores de futebol durante jogos reduzidos	72 atletas do sexo masculino de dois times de futebol diferentes	- Sistema de Avaliação Tática no Futebol (FUT-SAT) - Sistema digital de câmeras - Software Soccer View	- Comportamento tático - Desempenho em tarefas secundárias motoras - Desempenho em tarefas secundárias cognitivas	O nível de experiência reduz o custo da tarefa secundária que envolve ações em progressão com a bola
Raya-González et al., (2025)	Demandas psicológicas e externas de carga de trabalho vivenciadas nas sete sessões que antecederam as lesões entre jogadores profissionais de futebol brasileiros	15 atletas de futebol profissional	- Questionários específicos para as variáveis psicológicas - Sistema de Posicionamento Global	- Lesões musculotendíneas - Percepção subjetiva de esforço (PSE) - Variáveis psicológicas - Carga de trabalho	Os jogadores experimentaram maiores cargas externas, particularmente em variáveis de corrida de alta intensidade, juntamente com maior carga mental e fadiga mental durante a partida antes da ocorrência da lesão
Rubio-Morales et al., (2025)	Efeitos dos resultados de partidas anteriores no esforço cognitivo subsequente, fadiga mental relacionada ao treinamento e pontuações de bem-estar do jogador	26 jogadores de futebol de elite juvenil (idade média = $17,5 \pm 1,2$)	- Escala de Likert - Escala Visual Analógica	- Carga mental - Bem-estar dos atletas - Fadiga mental	Nenhum efeito significativo do resultado da partida anterior foi encontrado no esforço cognitivo ou na fadiga mental para qualquer dia de treinamento subsequente
Joseph et al., (2025a)	Efeitos da fadiga mental subjetiva durante a pré-temporada em atletas de elite de futebol australiano	39 atletas masculinos de elite de futebol australiano (idade média = $24,6 \pm 4,5$)	- Escala Visual Analógica - Software RStudio - Estatísticas da Australian Football League	- Desempenho físico - Participação no treinamento - Fadiga mental subjetiva	A fadiga mental muda ao longo da pré-temporada, sendo maior nas primeiras 10 semanas, antes de diminuir nas últimas 3 semanas.
Joseph et al., (2025b)	Relações entre fadiga mental, perfil de atividade de jogo e execução de habilidades em jogos de futebol australiano de elite	39 atletas masculinos de elite de futebol australiano (idade média = $24,6 \pm 4,5$)	- Escala Visual Analógica - Sistema global de navegação por satélite - Estatísticas da Australian Football League	- Fadiga mental subjetiva - Perfil de atividade de jogo - Estatísticas de jogo	O aumento da fadiga mental subjetiva durante uma semana modifica o perfil de atividade, mas não o desempenho das habilidades nas partidas

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

2.3.1 Foco

Dentre os 20 trabalhos selecionados, quatorze (14) investigaram os efeitos da fadiga mental na performance de jogadores de futebol, um (1) estudo investigou os efeitos da exposição à natureza na performance de jogadores em estado de fadiga mental, quatro (4) investigaram a influência do esforço cognitivo em jogadores de futebol e um (1) estudo investigou os efeitos dos resultados de partidas anteriores no esforço cognitivo e na fadiga mental de jogadores.

Os estudos sobre a fadiga mental no contexto do futebol têm se concentrado predominantemente em induzir esse estado para compreender seus efeitos na performance dos jogadores. Esses efeitos são investigados nas dimensões física, técnica, tática e cognitiva do jogo, tendo os trabalhos, em maioria, investigado mais de uma dimensão em um mesmo estudo. Dos estudos revisados, dez analisaram o impacto da fadiga mental na performance física dos jogadores (Angius et al., 2022; Badin et al., 2016; Coutinho et al., 2017, 2018; Joseph et al., 2025a, 2025b; Kunrath et al., 2018, 2020b; Raya-González et al., 2025; Smith et al., 2016a), cinco avaliaram as habilidades técnicas específicas do futebol (Badin et al., 2016, p. 201; Bian et al., 2022; Smith et al., 2016a, 2016c; Soylu; Arslan, 2021), cinco examinaram os aspectos táticos (Coutinho et al., 2017, 2018; Kunrath et al., 2018, 2020b; Rezende; Praça, 2025) e cinco investigaram os efeitos em aspectos cognitivos (Angius et al., 2022; Bian et al., 2022; Rubio-Morales et al., 2025; Smith et al., 2016b; Soylu; Arslan, 2021).

Para induzir a fadiga mental nos participantes, os autores utilizaram tarefas, como a tarefa de Stroop (tanto na versão em papel, quanto na computadorizada), comparando os efeitos da fadiga na performance dos atletas com um grupo controle. Um estudo diferenciou-se ao avaliar os efeitos que a exposição à cenas da natureza exerce sobre o processo de tomada de decisão dos jogadores em estado de fadiga mental (Sun; Soh; Xu, 2022).

O estudo que avaliou o esforço cognitivo e a fadiga mental buscou entender como o resultado das partidas anteriores interferia nos aspectos cognitivos e psicológicos dos jogadores (Rubio-Morales et al., 2025). Já os estudos que investigaram exclusivamente o esforço cognitivo, se concentraram na performance tática e na tomada de decisão. Um dos estudos buscou compreender a influência do conhecimento tático declarativo e do conhecimento tático processual no esforço cognitivo, verificando se os jogadores com maior conhecimento apresentariam menor esforço cognitivo (Cardoso et al., 2019). Outro estudo, com foco na associação entre o esforço cognitivo e a performance tática, buscou verificar a hipótese de que, quanto menor o esforço cognitivo, melhor a performance tática (Cardoso et

al., 2021a). Finalmente, o terceiro estudo procurou entender a associação entre os processos perceptivo-cognitivos e o tempo de resposta na tomada de decisão (Cardoso et al., 2021b).

Os resultados destes estudos fornecem uma compreensão abrangente sobre como a fadiga mental e o esforço cognitivo influenciam a performance de jogadores de futebol, destacando a importância da busca de estratégias para mitigar esses efeitos e melhorar a performance atlética.

2.3.2 Descrição da Amostra

Os estudos revisados contam com amostras diversas, seja pelo nível competitivo, pela idade ou pela localidade. Dessa forma, é possível compreender os efeitos da fadiga mental e do esforço cognitivo em populações distintas, ampliando o entendimento dessas variáveis para diferentes contextos.

Todos os quinze estudos selecionados avaliaram jogadores de futebol do sexo masculino. Em relação ao nível competitivo, 10 (dez) estudos focaram em jogadores de alto nível, incluindo atletas de clubes de primeira divisão de ligas nacionais e jogadores profissionais, 3 (três) estudos avaliaram jogadores amadores participantes de competições regionais e estaduais, 2 (dois) estudos se concentraram em jogadores de nível universitário, 3 (três) estudos avaliaram jogadores amadores juvenis, 1 (um) estudo investigou jogadores bem treinados, sem especificar o nível competitivo e, finalmente, 1 (um) estudo incluiu duas amostras distintas: uma de nível recreativo e outra de nível competitivo e bem treinado.

Os estudos selecionados apresentam uma amostra variada em relação à idade dos participantes, abrangendo desde jogadores de academia com idade média de $13,7 \pm 0,5$ anos até jogadores profissionais com idade média de $26,0 \pm 2,0$ anos. Em termos de localidade, os estudos foram conduzidos em diversos países, como Brasil, Portugal, Bélgica, Austrália, Turquia e China.

2.3.3 Instrumentos e procedimentos de análise

Nos artigos selecionados para esta revisão, os instrumentos utilizados incluíram: 1) ferramentas e métricas para induzir o estado de fadiga; 2) escalas subjetivas para avaliar o esforço físico e a fadiga mental; 3) métodos para a avaliação do esforço cognitivo; e 4) métricas para a avaliação da performance tática, técnica, física e cognitiva.

2.3.3.1 Ferramentas e métricas de indução da fadiga mental

Os estudos avaliados se concentraram, em maioria, na utilização da Tarefa de *Stroop* como instrumento para induzir o estado de fadiga. Ela foi aplicada tanto em versões em papel

(Angius et al., 2022; Smith et al., 2016a, 2016b, 2016c; Soylu; Arslan, 2021), quanto computadorizadas (Badin et al., 2016; Coutinho et al., 2018; Kunrath et al., 2018, 2020b, p. 202; Sun; Soh; Xu, 2022), com duração variando entre 20 e 45 minutos.

A Tarefa de *Stroop* é uma tarefa de interferência palavra-cor utilizado para avaliar a atenção e a capacidade de inibir respostas automáticas (Stroop, 1935). O efeito de interferência é expresso pelo aumento no tempo de nomeação da cor na qual foi impresso um nome de cor diferente, relativo ao tempo de nomeação da cor de estímulos que não estão em conflito com a resposta. Pela característica da tarefa, ela tem sido sistematicamente utilizado para indução de fadiga mental, uma vez que exige um elevado nível de concentração e atenção, além de uma ampla capacidade de flexibilidade cognitiva (Gantois et al., 2020; González-Víllora et al., 2022).

Um outro estudo avaliado (Coutinho et al., 2017) propôs a indução do estado de fadiga através de uma tarefa coordenativa/mental. Essa tarefa consiste em 20 minutos de exercícios de coordenação de corpo inteiro, exigindo coordenação motora, atenção sustentada, processamento cognitivo e habilidades perceptivas. Os participantes realizam sete exercícios em uma escada de agilidade, combinando desafios motores e cognitivos, como fazer malabarismos com uma bola de tênis enquanto executavam os movimentos. À medida que o desempenho melhora, novos exercícios devem ser introduzidos para aumentar a complexidade.

2.3.3.2 Escalas subjetivas para avaliar o esforço físico e a fadiga mental

Para a avaliação do estado de fadiga, foram empregadas escalas subjetivas específicas, como a Escala Visual Analógica para medir o nível de fadiga mental, esforço mental e motivação dos participantes. Ela consiste em uma linha reta, geralmente de 10 cm, com extremos representando os níveis mínimo e máximo da variável avaliada (por exemplo, "nenhuma fadiga" a "fadiga extrema"). O participante marca um ponto ao longo da linha que melhor representa sua percepção do estado mental naquele momento. A distância entre a marcação e o ponto inicial da escala é medida para quantificar a resposta.

Para avaliar o esforço percebido durante tarefas físicas, foram utilizadas a Escala de Borg e a Escala de Esforço Percebido (CR10) – uma versão adaptada da Escala de Borg. A Escala de Borg é um método subjetivo para avaliar a percepção do esforço físico durante uma atividade, que varia de 6 a 20, onde 6 representa um esforço muito leve e 20 indica um esforço máximo. Já a Escala de Esforço Percebido CR10 é mais curta e vai de 0 a 10, sendo 0 "nenhum esforço" e 10 "esforço máximo".

2.3.3.3 Métodos para a avaliação do esforço cognitivo

Quanto à avaliação do esforço cognitivo, os estudos empregaram o *Mobile Eye Tracking XG*. Ele é um sistema de rastreamento ocular móvel que fornece informações sobre a visão central. Esse equipamento funciona a partir da reflexão da pupila e da córnea, posteriormente exibida em uma imagem de vídeo do olho. As imagens são oriundas de câmeras acopladas em um par de óculos, que são ajustadas no avaliado com o objetivo de fornecer as informações da sua interação com o ambiente.

A dilatação pupilar é frequentemente associada a um aumento significativo no esforço mental exigido para realizar tarefas cognitivas (Cardoso et al., 2021a, 2021b, 2019). Essa técnica proporcionou uma avaliação objetiva da carga cognitiva experimentada pelos participantes durante um protocolo de testes de vídeo (Cardoso et al., 2021b, 2019).

2.3.3.4 Métricas para a avaliação da performance tática, técnica, física e cognitiva

Finalmente, os estudos selecionados empregaram diversas ferramentas e métricas para avaliar a performance dos jogadores. As avaliações físicas incluíram o Teste Yo-Yo IR1 (Badin et al., 2016; Smith et al., 2016a), que avalia a capacidade aeróbica e a recuperação intermitente de um atleta, exigindo sprints de ida e volta de 20 metros em velocidade progressiva, intercalados com curtos períodos de descanso ativo; monitores de frequência cardíaca (Badin et al., 2016), que medem os batimentos cardíacos em tempo real para fornecer dados sobre a intensidade do esforço físico; Salto Contra-Movimento (Coutinho et al., 2017), em que o indivíduo deve realizar um salto vertical partindo de uma posição ereta, fazendo um movimento de agachamento rápido antes de impulsionar-se para cima, sem pausa entre a fase de descida e subida; Protocolo RCOD (Coutinho et al., 2018), que avalia a agilidade e a resistência anaeróbica por meio de repetições de mudanças de direção em alta intensidade; e o Teste de Sprints Repetidos (Angius et al., 2022), que avalia a capacidade de um atleta realizar esforços máximos repetidos com curtos períodos de recuperação.

Nos aspectos técnicos, foram utilizados o *Loughborough Soccer Passing Test* (Bian et al., 2022; Smith et al., 2016a, 2016c), em que os jogadores devem completar uma sequência de passes contra alvos específicos no menor tempo possível, enquanto lidam com penalidades por erros, para avaliar a precisão, a velocidade e o controle dos passes no futebol; e o Protocolo de Jogos Reduzidos (SSGs) (Soylu; Arslan, 2021), que consiste em partidas disputadas com poucos jogadores em espaços menores, com aumento da intensidade.

Para avaliar os aspectos táticos e cognitivos, os estudos empregaram ferramentas como o *TacticUp* (Sun; Soh; Xu, 2022), que proporciona inferências sobre o conhecimento tático

declarativo dos jogadores de futebol e tem como principal objetivo identificar a capacidade de leitura de jogo e tomada de decisão; o Fut-Sat (Cardoso et al., 2021a, 2019; Kunrath et al., 2018, 2020b), um teste de campo que permite avaliar a eficiência do comportamento tático dos jogadores a partir da análise de suas ações táticas com e sem bola durante o jogo; uma tarefa de tomada de decisão específica do futebol (Smith et al., 2016b), em que os participantes deveriam observar simulações de jogadas e tomar decisões rápidas e precisas sobre passar, chutar ou driblar, com a performance avaliada pela precisão, tempo de resposta e dados de busca visual; e sistemas de posicionamento global (Badin et al., 2016; Coutinho et al., 2017; Kunrath et al., 2018, 2020b), usados determinar a localização e o movimento dos atleta em tempo real.

Além disso, no âmbito cognitivo, foi utilizado o Teste de Vigilância Psicomotora (Angius et al., 2022). Ele é realizado através de um dispositivo que apresenta estímulos visuais ou auditivos. O participante deve responder a esses estímulos, como pressionar um botão ou realizar uma ação, assim que os estímulos forem detectados. O teste avalia a capacidade de atenção, reação e coordenação motora do indivíduo em situações que exigem respostas rápidas e precisas a estímulos visuais ou auditivos.

2.3.4 Análise dos Resultados

Estudos que abordam a fadiga mental e o esforço cognitivo em jogadores de futebol são, em sua maioria, investigações sobre como essas variáveis afetam a performance. Os artigos incluídos nesta revisão apontam uma diminuição significativa dessa performance em diversas dimensões do jogo de futebol: cognitiva, física, técnica e tática. É importante ressaltar que a maioria dos estudos avaliou mais de uma dimensão de uma vez. Na sequência, serão descritos os principais resultados, subdivididos a partir das dimensões do jogo de futebol.

Ao analisar os efeitos da fadiga mental sobre a performance física dos jogadores, um estudo observou a diminuição da distância total percorrida e o aumento da percepção subjetiva de esforço, sem qualquer alteração nas respostas fisiológicas (Smith et al., 2016a), enquanto outro estudo mostrou uma associação entre a fadiga mental e características como a diminuição da intensidade de corrida de jogo e a intensidade de corrida em baixa velocidade (Joseph et al., 2025a). Esses resultados vão de encontro ao que é proposto pelo modelo psicobiológico, em que pressupõe-se que a regulação (tomada de decisão) do ritmo do exercício é determinada pela motivação e pela percepção subjetiva de esforço (Marcora; Staiano; Manning, 2009).

Outro estudo, que utilizou situações de jogo reduzido, encontrou resultados que convergem com o exposto, apresentando uma diminuição da distância total percorrida e diminuição da distância percorrida em velocidades mais altas (Coutinho et al., 2018). Entretanto os demais estudos que analisaram a dimensão física através dos jogos reduzidos encontraram resultados divergentes do acima citado. Foi observado um aumento no número de ações físicas, nos *sprints* repetidos (Badin et al., 2016), na distância percorrida em maiores velocidades (Kunrath et al., 2018), na distância total percorrida e na velocidade média (Kunrath et al., 2020b). E, em contraponto a todos os demais resultados, dois outros estudos não observaram diferenças significativas entre as condições controle e fadiga mental para as acelerações, distância total percorrida (Coutinho et al., 2017) e para a capacidade de sprints repetidos (Angius et al., 2022).

Dois estudos, visando justificar os resultados positivos da fadiga mental na performance física, propuseram que a característica dinâmica dos jogos reduzidos proporciona maior liberdade para que os jogadores adaptem seus comportamentos e ajustem o esforço físico, evitando, assim, serem exigidos até o máximo de sua tolerância ao exercício (Badin et al., 2016; González-Víllora et al., 2022). Um outro estudo, que investigou os efeitos da fadiga mental durante a pré-temporada, não mostrou associação das características físicas durante o treinamento com a fadiga mental (Joseph et al., 2025b). A presença de resultados que apontam para um mesmo perfil de desempenho com e sem fadiga mental ajuda a reforçar que, apesar da tendência para maiores índices na percepção subjetiva de esforço (Badin et al., 2016; Coutinho et al., 2017), a imprevisibilidade e a complexidade do jogo de futebol abrangem outras variáveis capazes de influenciar a performance física.

A respeito da performance cognitiva, foi observado uma influência negativa da fadiga mental e do esforço cognitivo, principalmente no que diz respeito à tomada de decisão. Um estudo realizado através de testes de vídeo verificou que, em estado de fadiga mental, os jogadores apresentaram maior tempo e menor precisão para a tomada de decisão específica para o futebol (Smith et al., 2016b). Estudos que avaliaram outras variáveis também apontam para uma deterioração na performance cognitiva, com resultados negativos na atenção, velocidade e flexibilidade cognitiva (Soylu; Arslan, 2021), oxigenação cerebral e vigilância psicomotora (Angius et al., 2022) e tempo e precisão da resposta durante a tarefa de Stroop (Bian et al., 2022).

Buscando alternativas para amenizar os efeitos negativos da fadiga mental na performance cognitiva, um estudo propôs a exposição à cenas da natureza e observou que, em exposições de 12,5 minutos, a velocidade e a precisão da tomada de decisão foram

significativamente melhores do que no grupo em que não sofreu a exposição (Sun; Soh; Xu, 2022). Também foi observado que jogadores com maior conhecimento tático (processual e declarativo) sobre o jogo e com maior velocidade de tomada de decisão têm maior eficiência cognitiva, ou seja, demandam menos esforço cognitivo para tomar decisões (Cardoso et al., 2021b, 2019).

A respeito da performance técnica, estudos feitos a partir de jogos reduzidos mostraram que, em estado de fadiga mental, os jogadores tiveram a performance diminuída em ações como passes recebidos, interceptados e nos desarmes (Badin et al., 2016), e nas interceptações, desarmes, 1 toque (sucesso-insucesso), 2 toques (sucesso-insucesso) e bola perdida (Soylu; Arslan, 2021). Outros estudos apontaram para uma menor velocidade e menor precisão do chute no momento da finalização à baliza (Smith et al., 2016a, 2016c) e maior número de erros de passe e de controle de bola (Bian et al., 2022; Smith et al., 2016a).

Sobre os efeitos da fadiga mental na performance tática dos jogadores, há uma influência negativa tanto em respostas coletivas, como individuais. Coletivamente, um estudo mostrou que, em jogos reduzidos, houve uma menor sincronização lateral, menor velocidade de contração e de dispersão da equipe (Coutinho et al., 2017) e, no mesmo sentido, outro estudo apontou para uma menor sincronização longitudinal (Coutinho et al., 2018). Individualmente, foi possível notar alterações negativas nos princípios táticos fundamentais de equilíbrio e de unidade defensiva, bem como nas ações defensivas totais (Kunrath et al., 2018), também observou-se a diminuição do campo visual dos jogadores, influência negativa na frequência de realização dos princípios de penetração, mobilidade, unidade defensiva, cobertura e equilíbrio defensivo, além de menor precisão na realização dos princípios de cobertura ofensiva, espaço, unidade ofensiva, contenção, equilíbrio, concentração e unidade defensiva (Kunrath et al., 2020b). Um outro estudo, que avaliou o esforço para execução de tarefas secundárias e a performance tática, mostrou que jogadores mais experientes demandam menos esforço para realizar tarefas secundárias enquanto realizam ações táticas de progressão com a bola (Rezende; Praça, 2025). Quanto à influência do esforço cognitivo na dimensão tática, observou-se que os jogadores com maior eficiência cognitiva em situações de jogo apresentam uma melhor performance tática (Cardoso et al., 2021a).

Por fim, outros dois estudos consideraram as partidas dos campeonatos e as sessões de treinamento durante a avaliação. Um deles buscou entender como o resultado da partida anterior influenciava no esforço cognitivo subsequente, na fadiga mental relacionada ao treinamento e nas pontuações de bem-estar do jogador. Os resultados apontaram que não houve efeito significativo nos dois primeiros aspectos mas, a respeito das pontuações de bem-

estar, o resultado negativo da partida aumentou consideravelmente o estresse e piorou o estado de humor (Rubio-Morales et al., 2025). O outro tinha como objetivo relacionar as demandas psicológicas e de carga de trabalho vivenciadas em sessões de treinamento que antecederam lesões dos jogadores. Os resultados indicaram que os jogadores tiveram maiores cargas externas, principalmente em variáveis de corrida de alta intensidade, além de maior esforço e fadiga mental durante a partida antes da ocorrência da lesão (Raya-González et al., 2025).

2.4 DISCUSSÃO

Este trabalho teve por objetivo detalhar os achados disponíveis até o momento acerca da influência da fadiga mental e do esforço cognitivo no futebol e, ainda, debater o papel integrado dessas variáveis indicando possíveis investigações futuras. Os resultados apontaram que, nos últimos dez anos, o maior número de publicações (5 estudos) ocorreu no ano de 2025.

2.4.1 Fadiga mental x Esforço cognitivo

No futebol, devido à imprevisibilidade, à alta complexidade e ao grande número de tomadas de decisões, os jogadores estão submetidos a um alto investimento cognitivo que, se for crônico, traz prejuízos no decorrer da partida (González-Víllora et al., 2022). Os estudos demonstraram que jogadores que possuem maior conhecimento tático demandam menos esforço cognitivo para tomarem decisões (Cardoso et al., 2019), e que jogadores com maior assertividade e velocidade na tomada de decisão são mais eficientes cognitivamente (Cardoso et al., 2021b), e apresentam melhor performance tática (Cardoso et al., 2021a). Esses resultados permitem uma reflexão importante de como o esforço cognitivo impacta na performance dos jogadores e como ele se associa ao estado de fadiga mental.

Uma hipótese sobre a relação entre o esforço cognitivo e o estado de fadiga mental considera que durante os treinos e jogos de futebol, os jogadores tomam um elevado número de decisões sob pressão de tempo e espaço (Cardoso et al., 2021b). Dessa forma, para cada decisão tomada, uma determinada carga cognitiva é exigida, e leva os jogadores a investir muito esforço cognitivo em inúmeras situações, para que a decisão tomada seja a adequada (Verguts; Vassena; Silvetti, 2015). Como normalmente a exigência desse esforço cognitivo se mantém elevada ao longo do tempo, induz a ocorrência de uma sobrecarga no processamento das informações na memória de trabalho (Van der Wel; Van Steenbergen, 2018).

Essa sobrecarga está associada à capacidade limitada do cérebro em processar um elevado número de recursos cognitivos por um longo período. Quando a quantidade de recursos cognitivos exigidos pela tarefa ultrapassa a capacidade de contingenciamento

suportado pelo cérebro, o processamento de informações é afetado negativamente (Van der Wel; Van Steenbergen, 2018). Assim, a sobrecarga cognitiva muito alta e o tempo de recuperação reduzido levam o jogador a um estado de fadiga mental, ocasionando um maior número de erros nas tomadas de decisões e queda de performance esportiva (Smith et al., 2018).

2.4.2 Considerações finais e indicações de estudos futuros

No geral, as pesquisas apontaram para um prejuízo, associado ao estado de fadiga mental, na performance de jogadores de futebol, principalmente no que diz respeito aos aspectos técnicos (Badin et al., 2016; Bian et al., 2022; Smith et al., 2016a, 2016b, 2016c; Soylu; Arslan, 2021), táticos (Coutinho et al., 2017, 2018; Kunrath et al., 2018, 2020b; Sun; Soh; Xu, 2022), físicos (Coutinho et al., 2017, 2018; Joseph et al., 2025b; Kunrath et al., 2018, 2020b; Smith et al., 2016a) e cognitivos (Angius et al., 2022; Smith et al., 2016b; Soylu; Arslan, 2021; Sun; Soh; Xu, 2022). A respeito do esforço cognitivo, as pesquisas mostraram que um maior conhecimento tático resulta em um menor esforço cognitivo para tomar decisões (Cardoso et al., 2019), uma maior assertividade e velocidade na tomada de decisão resulta em uma maior eficiência cognitiva e melhor performance tática (Cardoso et al., 2021a, 2021b), e que o nível de experiência reduz o esforço para realizar tarefas secundárias enquanto são realizadas ações táticas de progressão com a bola (Rezende; Praça, 2025).

A influência negativa da fadiga mental e do esforço cognitivo nos diversos aspectos de um jogador de futebol justifica o interesse dos pesquisadores por investigações que visam minimizar seus efeitos. Entretanto, ainda existem poucas evidências que apontam como o esforço cognitivo exigido pelas tarefas realizadas está relacionado com as características dos jogadores de futebol e, ainda, sua relação com a indução do estado de fadiga mental. Estudos futuros podem buscar preencher essas lacunas e buscar direcionamentos sobre o controle e avaliação do processo de recuperação da fadiga mental e, até mesmo, indicativos de como evitar a sua ocorrência.

3 ARTIGO EXPERIMENTAL I ²

3.1 INTRODUÇÃO

A dinâmica do futebol profissional é marcada pela busca constante por desempenho e competitividade, além de destacar-se pela alta imprevisibilidade, que exige dos jogadores uma elevada demanda cognitiva e perceptiva (Cavalcante; Trindade, 2015). Eles precisam processar diversas informações, interpretar o jogo e tomar decisões em situações com, cada vez mais, pressão de tempo e espaço (Klatt; Smeeton, 2022). Essa constante exigência mental pode levar à fadiga mental, que impacta negativamente na performance dos atletas.

A fadiga mental é caracterizada pelo sentimento de cansaço e falta de energia, no decorrer ou após longos períodos de atividade cognitiva (Marcora; Staiano; Manning, 2009). Diversos modelos oferecem explicações detalhadas sobre como essa fadiga afeta a performance esportiva. O modelo psicobiológico, de Marcora et al. (2009) sugere que a fadiga mental é um mecanismo de proteção do corpo, que ativa o cérebro a fim de reduzir o esforço físico e evitar danos. Nesse sentido, a percepção subjetiva de esforço é aumentada, mesmo quando a capacidade física não está completamente esgotada, o que prejudica a regulação do ritmo do exercício (Pageaux, 2014) e, consequentemente, leva à queda na performance do atleta.

Os efeitos da fadiga mental na performance de jogadores de futebol tem sido cada vez mais estudados. Cardoso et al. (2021) destacam que a exigência cognitiva no futebol moderno, que envolve velocidade na tomada de decisão e análise constante do jogo, se crônica, pode ser um gatilho para a fadiga mental. Estudos recentes indicam que essa fadiga afeta diretamente a precisão das decisões do atleta, o que pode gerar quedas de desempenho em momentos críticos da partida (Cardoso et al., 2021b) e prejudicar a coordenação entre as ações dos jogadores e sua capacidade de adaptação às mudanças táticas durante o jogo (González-Víllora et al., 2022).

Além disso, outras pesquisas sugerem que a fadiga mental não é apenas uma questão de desconforto psicológico, mas também um fator que influencia a motivação e o engajamento dos atletas com o plano de jogo (Kunrath et al., 2020a). Com o aumento da intensidade das competições, os atletas estão expostos a períodos mais longos de tensão cognitiva, o que pode prejudicar tanto a performance física quanto a tomada de decisões (Teoldo; Silvino, 2023). Esses efeitos impactam diretamente o resultado das partidas,

² Artigo submetido à International Journal of Sport and Exercise Psychology com título “Mental fatigue impairs tactical performance in football small-sided games”.

portanto, o estudo e a compreensão dos mecanismos da fadiga mental são essenciais para a manutenção do alto desempenho no futebol de elite.

De forma geral, a literatura atual aponta que a fadiga mental exerce impacto significativo na performance tática de jogadores de futebol. Estudos demonstram um prejuízo na coordenação dos movimentos verticais e horizontais em equipe, especialmente em ações defensivas, como equilíbrio e unidade defensiva, além de uma redução na percepção periférica dos atletas, levando a decisões menos assertivas (Kunrath, 2019). A respeito dos impactos nos aspectos táticos individuais e/ou coletivos do jogo, prevalecem questões a serem investigadas. Alguns estudos sugerem que a tomada de decisão e o posicionamento individual são os primeiros a serem comprometidos quando um jogador está mentalmente fadigado (Cardoso et al., 2021b). Enquanto outros destacam que a tática coletiva e a capacidade de adaptação às estratégias da equipe são significativamente afetadas, prejudicando a fluidez e a eficiência do jogo coletivo (González-Víllora et al., 2022; Teoldo; Silvino, 2023, p. 202).

A avaliação da performance tática é, comumente, realizada por meio de jogos reduzidos e análise de princípios táticos fundamentais. A utilização dos jogos reduzidos tem se mostrado eficaz para mensurar o desempenho dos jogadores em situações que simulam as demandas reais do jogo, pois permitem avaliar aspectos como a tomada de decisão, a coordenação interpessoal e a execução de princípios táticos fundamentais. Ferramentas como o FUT-SAT (Sistema de Avaliação Tática no Futebol) são utilizadas para mensurar a eficácia das ações táticas dos jogadores (Cardoso et al., 2021a, 2019; Kunrath et al., 2018, 2020b). Esse sistema permite a análise das ações táticas com e sem bola, e usa como referência os princípios táticos fundamentais do jogo de futebol: cinco princípios para a fase ofensiva e cinco princípios da fase defensiva (Teoldo et al., 2011).

Considerando os efeitos negativos da fadiga mental na performance dos atletas e as lacunas ainda existentes na literatura, são necessárias investigações que analisem tanto os aspectos individuais quanto os coletivos do jogo, e auxiliem na compreensão e desenvolvimento de estratégias de controle de carga e recuperação cognitiva. Portanto, o objetivo do presente estudo é verificar a influência da fadiga mental no índice de performance e no comportamento tático de jogadores de futebol em jogos reduzidos.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Participantes

Participaram do estudo 110 jogadores profissionais de futebol do sexo masculino, de equipes de futebol que disputam a série A de campeonatos estaduais, com média de idade de $21,49 \pm 1,18$ anos. Como critério de inclusão, todos os jogadores deveriam realizar treinamento com, no mínimo, cinco sessões semanais de 1h30 e participar de competições de âmbito estadual e nacional.

Os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, informando estarem cientes de sua participação na pesquisa. Todos os procedimentos da pesquisa foram conduzidos de acordo com as normas estabelecidas pela Resolução do Conselho Nacional de Saúde (466/2012) e pelo tratado de Ética de Helsinque para pesquisas realizadas com seres humanos. O projeto foi aprovado pelo Comitê de ética em pesquisas com seres humanos (nº 74915023.9.0000.5147).

3.2.2 Instrumentos e procedimentos de coleta de dados

3.2.2.1 Avaliação da Performance e Comportamento Tático

Para a coleta referente à performance e ao comportamento tático dos jogadores foi utilizado o Sistema de Avaliação Tática no Futebol - FUT-SAT (Teoldo et al., 2011). Esse sistema permite avaliar a eficiência do comportamento tático dos jogadores a partir da análise de suas ações táticas com e sem bola. O FUT-SAT utiliza como referências para as análises os princípios táticos fundamentais do jogo de futebol, levando em consideração cinco princípios para a fase ofensiva do jogo e cinco princípios da fase defensiva (para mais informações, ver (Teoldo; Guilherme; Garganta, 2015).

O teste de campo que compõe esse instrumento foi realizado em um campo de 36 metros de comprimento por 27 metros de largura. Para a realização do teste, os participantes foram divididos em equipes com três jogadores de linha e um goleiro (GR- vs. 3-GR), sendo que cada equipe contava com um defensor, um meio campista e um atacante. Durante a aplicação do teste, foi solicitado que os jogadores jogassem de acordo com as regras oficiais do jogo. Foram concedidos 30 segundos para a familiarização e, em seguida, o teste foi aplicado com duração de 4 minutos, conforme recomendado no protocolo original (para mais informações, ver (Teoldo et al., 2011).

No presente estudo, consideramos os dados de Índice de Performance Tática (IPT) e percentual de acerto, ou comportamento tático, resultantes do FUT-SAT. O IPT é uma medida que quantifica a eficácia da tomada de decisão e execução das ações táticas dos jogadores durante o jogo. Esse índice é calculado com base no número total de ações táticas corretas realizadas pelo jogador em relação ao total de ações observadas, partindo dos princípios

táticos fundamentais do futebol e considerando tanto a frequência quanto a eficiência dessas ações.

Já o percentual de acerto, ou comportamento tático, representa a proporção de ações corretas realizadas pelo jogador em relação ao total de ações analisadas. Essa métrica permite compreender a eficiência do atleta na execução de comportamentos táticos adequados dentro do jogo. Um alto percentual de acerto indica um bom nível de compreensão e aplicação dos princípios táticos, enquanto um percentual mais baixo pode sugerir a necessidade de maior desenvolvimento em aspectos cognitivos e técnicos do jogo.

Para análise dos dados de performance e comportamento tático, foram seguidos os procedimentos propostos por Teoldo *et al.* (2011). A análise dos dados foi realizada por um avaliador treinado e, posteriormente, foi realizada a fiabilidade por mais dois avaliadores. Os valores de confiabilidade entre as avaliações foram de 94% com índice Kappa de 0,89, superior ao exigido pela literatura (Landis; Koch, 1977).

3.2.2.2 *Indução à Fadiga Mental*

Para induzir os jogadores ao estado de fadiga mental, foi utilizado o teste de Stroop (Gantois et al., 2020; Laeng et al., 2011; Van Steenbergen; Band; Hommel, 2015). Quatro palavras (vermelho, azul, verde e amarelo) foram apresentadas repetidamente em ordem randomizada com duração de 1,0 a 1,5 segundos cada. Os participantes deveriam responder verbalmente aos estímulos, ignorando a leitura da palavra e considerando apenas a cor da mesma. Para aumentar a dificuldade do teste, foi acrescentada a regra em que as palavras apresentadas na cor vermelha seriam corretamente respondidas pelo seu significado léxico. Deste modo, a palavra verde apresentada na cor azul seria corretamente respondida como azul enquanto a palavra verde apresentada na cor vermelho seria corretamente respondida como verde. O teste foi realizado em ambiente fechado e livre de interferência sonora e variação da luminosidade.

Na aplicação, os participantes foram direcionados para salas e orientados individualmente por um pesquisador através de instruções padronizadas sobre o teste. Foi concedido um período de 3 minutos para a familiarização dos jogadores com a tarefa. No total, os participantes foram submetidos à 1500 estímulos durante 30 minutos.

Durante a aplicação do teste, um avaliador treinado acompanhava o avaliado durante o teste marcando o número de erros e o período temporal no qual eles ocorriam. Dado as características experimentais deste estudo, sobretudo o que tange a avaliação do esforço cognitivo, os jogadores que obtivessem uma taxa de erro superior a 10% durante todo o

protocolo do teste, ou 5% de erro nos últimos 5 minutos seriam excluídos da amostra. Tal critério foi levado em consideração para garantir uma manutenção do engajamento dos avaliados durante toda a tarefa. Ressalta-se que não foi necessário realizar nenhuma exclusão, uma vez que os jogadores avaliados não atingiram os valores de erro na tarefa.

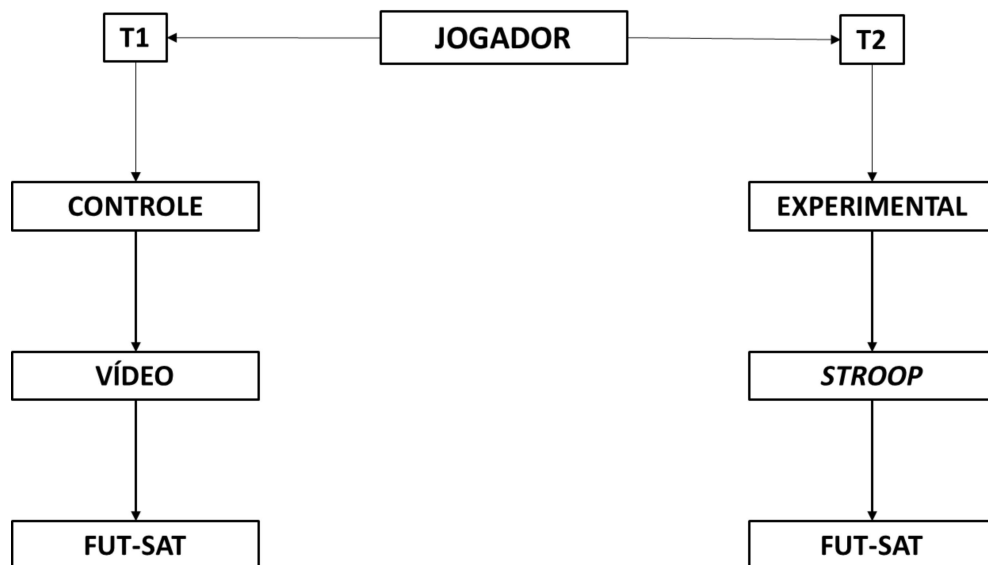
3.2.2.3 Desenho experimental

Os participantes realizaram a tarefa de avaliação da performance e do comportamento tático (FUT-SAT) em duas condições: controle e experimental. Na situação controle, os jogadores foram instruídos, em um primeiro momento, a assistir um documentário com duração de 30 minutos e, na sequência, realizaram o teste do FUT-SAT. Na situação experimental, os jogadores realizaram a tarefa de Stroop por 30 minutos para induzir a fadiga mental e, na sequência, novamente realizaram o teste do FUT-SAT.

Tanto na condição controle como na experimental, o intervalo entre a realização do estímulo (documentário/*Stroop*) e o teste do FUT-SAT foi de 1 minuto a 1 minuto e 30 segundos. O intervalo entre a realização das duas condições do teste foi de 21 dias, para que a resposta do jogador não fosse influenciada pela memória de trabalho, conforme sugerido na literatura (Robinson; O'Donoghue, 2007).

A coleta foi randomizada e cega a fim de evitar vieses metodológicos. A seguir, apresenta-se um diagrama que resume o desenho experimental.

Figura 2 – Diagrama do desenho experimental.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Foi solicitado aos participantes que não ingerissem cafeína por um período de 24 horas antes de qualquer um dos protocolos experimentais.

3.2.2.4 *Análise Estatística*

Para análise das distribuições dos dados de eficiência do comportamento tático, utilizou-se o *Shapiro-Wilk*, que indicou uma distribuição paramétrica dos dados. Na comparação das métricas entre os grupos controle e experimental, foi utilizado o teste t pareado. Nessas análises, o tamanho do efeito foi representado pelos valores d de Cohen, cujos parâmetros de referência são: efeito insignificante ($d < 0,19$), efeito pequeno (d entre 0,20 e 0,49), efeito médio (d entre 0,50 e 0,79), efeito grande (d entre 0,80 e 1,29) e efeito muito grande ($d > 1,30$) (Rosenthal, 1996). Todos os procedimentos estatísticos foram realizados através do software SPSS 24.0 e o nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

3.3 RESULTADOS

Os resultados referentes à avaliação da performance e do comportamento tático nas condições controle e experimental são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Média e desvio padrão das medidas de performance e comportamento tático nos grupos controle e experimental.

Princípios de jogo avaliados pelo FUT-SAT	Controle (n=110) Média ± DP	Fadiga (n=110) Média ± DP	t	P	d
Índice de Performance Tática					
<u>Princípios Ofensivos</u>					
Penetração*	66,59 ± 24,01	49,52 ± 20,78	5,521	<0,001	0,76
Cobertura Ofensiva*	60,85 ± 23,82	52,68 ± 13,49	3,199	0,002	0,42
Mobilidade*	70,38 ± 25,05	61,20 ± 22,92	3,357	0,001	0,38
Espaço*	59,82 ± 27,49	46,03 ± 10,81	4,722	<0,001	0,66
Unidade Ofensiva*	49,38 ± 15,58	62,26 ± 22,54	-4,521	<0,001	0,66
<u>Princípios Defensivos</u>					
Contenção*	48,51 ± 25,18	30,17 ± 10,65	7,1	<0,001	0,94
Cobertura Defensiva*	48,53 ± 27,14	36,35 ± 21,48	3,026	0,004	0,49
Equilíbrio*	40,58 ± 14,88	36,08 ± 12,95	2,371	0,020	0,32
Concentração	31,40 ± 12,30	29,54 ± 10,05	1,24	0,218	0,16
Unidade Defensiva*	37,42 ± 8,95	51,58 ± 28,45	-4,8	<0,001	0,67
Eficiência do Comportamento Tático					
<u>Princípios Ofensivos</u>					
Penetração*	81,80 ± 25,99	63,74 ± 38,14	3,996	<0,001	0,55
Cobertura Ofensiva*	96,30 ± 9,36	75,67 ± 40,76	5,352	<0,001	0,69
Mobilidade	95,28 ± 12,50	97,73 ± 12,13	-0,651	0,517	0,19
Espaço*	94,24 ± 13,99	98,42 ± 4,06	-3,069	0,003	0,40
Unidade Ofensiva*	79,87 ± 33,49	97,25 ± 8,29	-5,024	<0,001	0,71
<u>Princípios Defensivos</u>					
Contenção*	71,70 ± 27,67	61,65 ± 28,81	2,508	0,014	0,35
Cobertura Defensiva*	77,28 ± 29,28	66,25 ± 38,35	2,207	0,031	0,32
Equilíbrio	78,79 ± 21,17	83,65 ± 19,17	-1,746	0,084	0,24
Concentração	91,85 ± 22,42	93,43 ± 15,46	-0,545	0,587	0,08
Unidade Defensiva	85,68 ± 14,50	88,69 ± 16,09	-1,58	0,117	0,19
<u>Totais</u>					
Total Ofensivo*	89,19 ± 11,23	85,68 ± 12,91	2,062	0,042	0,29
Total Defensivo	80,94 ± 12,35	78,81 ± 12,92	1,191	0,236	0,16

*Diferenças significativas

p<0,05

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Os resultados referentes ao índice de performance tática apontam uma diminuição significativa em estado de fadiga mental, quando comparado à condição controle, nos princípios táticos de penetração, cobertura ofensiva, mobilidade, espaço, contenção, cobertura defensiva e equilíbrio. Em contrapartida, foi possível observar um aumento significativo nos princípios de unidade ofensiva e unidade defensiva.

Os resultados referentes à eficiência do comportamento tático apontam uma diminuição significativa em estado de fadiga mental, quando comparado à condição controle, nos princípios de penetração, cobertura ofensiva, contenção, cobertura defensiva e no total ofensivo. Em contrapartida, foi possível observar um aumento significativo nos princípios de espaço e unidade ofensiva.

3.4 DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi verificar a influência da fadiga mental no comportamento tático de jogadores de futebol em jogos reduzidos. Os resultados indicam que, em estado de fadiga mental, houve redução no índice de performance tática nos princípios de penetração, cobertura ofensiva, mobilidade, espaço, contenção, cobertura defensiva e equilíbrio e aumento desse mesmo índice nos princípios de unidade ofensiva e unidade defensiva. Também mostraram diminuição da eficiência do comportamento tático nos princípios de penetração, cobertura ofensiva, contenção, cobertura defensiva e no total ofensivo, e aumento nos princípios de espaço e unidade ofensiva.

De forma geral, houve redução significativa do índice de performance e do comportamento tático nos princípios que ocorrem mais próximos ao centro de jogo (penetração, cobertura ofensiva, espaço, contenção, cobertura defensiva e equilíbrio), e um aumento significativo nos princípios mais distantes do centro de jogo (unidades ofensiva e defensiva). Essa diferença pode ser explicada pela forma com a qual os jogadores respondem à fadiga mental durante a partida. No centro do jogo, eles enfrentam situações de alta demanda cognitiva, que exigem tomadas de decisão rápidas e assertivas em um ambiente de espaço restrito, mas, em estado de fadiga mental, a capacidade de tomada de decisão pode ser comprometida. Portanto, a redução da performance nas ações próximas à bola pode ser atribuída à uma dificuldade de lidar com a pressão de espaço e tempo existente nessa área. Por outro lado, o aumento nos princípios mais distantes da bola pode ser resultado de uma estratégia de adaptação à fadiga, em que os jogadores, ao se afastarem das áreas de maior pressão, conseguem executar ações que demandam mais esforço físico do que cognitivo.

Essas suposições convergem com os resultados de outros estudos que avaliaram os efeitos da fadiga mental na performance cognitiva e física de jogadores de futebol. No que diz respeito à performance cognitiva, Smith et al. (2016b) identificaram efeitos negativos da fadiga mental no tempo de resposta e na precisão das decisões dos jogadores. Os jogadores demonstraram uma capacidade reduzida de identificar e utilizar as informações necessárias

para lidar com as dificuldades do jogo de futebol e alcançar um alto desempenho. Nos estudos de Fortes et al. (2020) e Gantois et al. (2020) a equipe de pesquisa investigou os efeitos da fadiga mental induzida pelo uso de aplicativos de smartphones, videogames e pela tarefa Stroop, respectivamente, em simulações de jogos de futebol. Os resultados mostraram aumento significativo no tempo de tomada de decisão dos atletas (Fortes et al., 2020), diminuição no tempo de decisão para realizar passes e redução no desempenho de tomada de decisão (Gantois et al., 2020). Ademais, no que diz respeito à performance física, outros estudos realizados a partir de jogos reduzidos mostraram que, em fadiga mental, há um aumento no número das ações físicas, nos *sprints* repetidos (Badin et al., 2016) e na distância percorrida em velocidades mais altas (Kunrath et al., 2018).

Outros estudos também investigaram os efeitos da fadiga mental na performance tática e técnica dos jogadores de futebol. Em se tratando do comportamento tático das equipes, Kunrath et al. (Kunrath et al., 2020b) observaram, por meio do teste do FUT-SAT, uma diminuição significativa nas ações de cobertura ofensiva, espaço, unidade ofensiva, contenção, equilíbrio, concentração e unidade defensiva. Em outro estudo, também foi possível observar redução nos princípios de equilíbrio e de unidade defensiva, bem como nas ações defensivas totais (Kunrath et al., 2018). No que diz respeito à performance técnica, Badin et al. (Badin et al., 2016) observaram uma queda na qualidade das ações técnicas, como envolvimento (soma das ações técnicas) e posses de bola (passes recebidos, interceptados e contestados). Os resultados de Smith et al. (2016a, 2016c) mostraram menor velocidade e menor precisão do chute no momento da finalização à baliza.

De forma geral, a literatura apresenta evidências de que a fadiga mental afeta negativamente a performance de jogadores em todas as dimensões do jogo de futebol. No entanto, até o momento, não está claro se a redução da performance causada por essa fadiga é influenciada pelo nível de experiência dos atletas. Entretanto, a fadiga mental vêm sendo frequentemente associada à constante demanda de habilidades perceptivo-cognitivas (Abbott et al., 2020; Coutinho et al., 2017; Smith et al., 2018), e a literatura sugere que jogadores de elite, em comparação com jogadores de nível sub-elite, demonstram um desempenho perceptivo-cognitivo superior, especialmente com o aumento da idade (Ehmann et al., 2022). As suposições feitas no presente estudo acerca do afastamento do centro de jogo como estratégia de adaptação à fadiga reforçam essa ideia, visto que este estudo foi realizado com atletas profissionais que, pela experiência, podem apresentar maior facilidade para se adaptar ao estado de fadiga.

Embora a fadiga mental tenha efeitos amplamente documentados na performance dos jogadores, a extensão e a natureza desses efeitos podem variar dependendo do contexto da pesquisa, do protocolo utilizado e das características dos atletas envolvidos. Pesquisas futuras também podem explorar se há diferenças na redução da performance tática entre jogadores de diferentes posições. Além disso, seria interessante investigar a relação entre a eficiência cognitiva dos jogadores, a fadiga mental e seu impacto na performance tática. Isso permitirá um entendimento mais aprofundado de como a fadiga mental afeta a performance tática de forma diferenciada, proporcionando subsídios para estratégias de treinamento e recuperação mais eficazes no futebol de alto rendimento.

Conclui-se que, de forma geral, a fadiga mental prejudica o índice de performance tática e a eficiência do comportamento tático dos jogadores de futebol durante jogos reduzidos. Esse impacto é particularmente notável nos princípios táticos relacionados às ações que ocorrem dentro e nas proximidades do centro do jogo. No entanto, ações mais afastadas do centro de jogo, como as relacionadas à unidade defensiva e ofensiva, podem ser menos afetadas ou até apresentar um aumento na performance.

4 ARTIGO EXPERIMENTAL II

4.1 INTRODUÇÃO

A fadiga mental é caracterizada pelo sentimento de cansaço e falta de energia, que ocorrem após prolongado período de atividade cognitiva, e pode afetar a performance. Atualmente, existem várias teorias que tentam explicar suas causas e efeitos. O modelo psicobiológico, desenvolvido por Marcora, Staiano e Pageaux (2009), propõe que a fadiga não é apenas resultado de esgotamento físico, mas também de fatores psicológicos, como o controle cognitivo e a motivação, que interagem para causar essa condição. Esse modelo sugere que a fadiga mental envolve três componentes principais: os sistemas cognitivos, os sistemas motores e a percepção de esforço e motivação. E, ao relacionar a fadiga mental com a redução da performance, considera que a percepção subjetiva de esforço e motivação são fatores determinantes para a tomada de decisão do ritmo do exercício (Marcora; Staiano; Manning, 2009; Pageaux, 2014).

Estudos que avaliaram a performance durante o jogo de futebol, indicam que a fadiga mental pode reduzir a distância total percorrida (Coutinho et al., 2018), prejudicar a precisão e a velocidade das ações técnicas, como passes e finalizações ao gol (Badin et al., 2016; Smith et al., 2016c), bem como a eficácia na realização de princípios táticos, como equilíbrio e unidade defensiva (Coutinho et al., 2017; Kunrath et al., 2020b). Também foi observado que jogadores com maior performance tática tendem a manter maior precisão na tomada de decisão mesmo sob fadiga mental, enquanto jogadores com menor performance tática mostram maior sensibilidade aos efeitos dessa fadiga, resultando em diminuição da assertividade e velocidade das decisões (Silva et al., 2024).

Um conceito que frequentemente vem sendo associado à fadiga mental é o esforço cognitivo. Ele pode ser definido como o esforço necessário para tomada de decisão ao realizar tarefas (Lee; Swinnen; Serrien, 1994). De forma geral, quanto mais complexa ou mais nova for a tarefa, maior será o esforço cognitivo demandado e, quando esse esforço se torna excessivo, o cérebro não consegue processar as informações de maneira eficiente, resultando em um desempenho reduzido.

No contexto do futebol, o esforço cognitivo vem sendo cada vez mais estudado, pois os jogadores precisam tomar decisões em um ambiente dinâmico e sob grande pressão de tempo e espaço. Teoldo, Cardoso e Machado (2021) destacam um jogador de futebol pode tomar mais de 2.500 decisões nos 90 minutos de uma partida, o que representa uma demanda cognitiva quatro vezes maior que a habitual. Essas decisões exigem alto esforço cognitivo e, se não forem consideradas no contexto do treinamento, podem levar a uma sobrecarga

cognitiva que, quando se acumula, sem recuperação adequada, pode resultar em fadiga mental e prejudicar a performance (González-Víllora et al., 2022).

Outros estudos indicam que jogadores com maior conhecimento tático exigem um menor esforço cognitivo ao tomar decisões (Cardoso et al., 2019) e que, o nível de experiência reduz o esforço para realizar tarefas secundárias durante a realização de ações táticas de progressão com a bola (Rezende; Praça, 2025). Além disso, jogadores que demonstram maior assertividade e rapidez na tomada de decisão tendem a ser cognitivamente mais eficientes (Cardoso et al., 2021b) e a apresentar uma performance tática superior (Cardoso et al., 2021a).

A avaliação do esforço cognitivo tem crescido e se mostrado relevante para a compreensão de demandas mentais em contextos esportivos, especialmente em ambientes de tomada de decisão rápida e sob pressão, como no futebol. Diferentes instrumentos vêm sendo utilizados, como questionários subjetivos (por exemplo, o NASA-TLX), medidas de desempenho, e variáveis psicofisiológicas. Nesse contexto, a pupilometria emergiu como uma ferramenta promissora, pois fornece dados objetivos sobre o esforço cognitivo por meio da dilatação da pupila em resposta a estímulos mentais (Kahneman; Beatty, 1966). Estudos já demonstraram sua eficácia em identificar flutuações no esforço cognitivo durante tarefas de tomada de decisão em ambientes simulados (Vachon; Tremblay, 2014). Contudo, seu uso ainda é limitado em contextos aplicados ao esporte, especialmente no futebol, onde a complexidade das interações táticas e a variabilidade contextual exigem abordagens mais integradas.

A integração dessa técnica com ferramentas já validadas para avaliação tática, como o Sistema de Avaliação Tática no Futebol (FUT-SAT), abre novas perspectivas de análises entre os dados de esforço cognitivo e a performance de atletas de futebol. O FUT-SAT permite mensurar o comportamento tático com base nos princípios do jogo de futebol a partir de jogos reduzidos (Teoldo et al., 2011). Explorar essa abordagem integrada pode subsidiar o desenvolvimento de estratégias de treinamento que considerem as exigências táticas e cognitivas do jogo, a partir da identificação de perfis individuais do esforço cognitivo e sua relação com a performance. Além disso, ainda não há um consenso sobre relação entre o esforço cognitivo e a fadiga mental, bem como sua influência na performance dos jogadores, o que levanta a necessidade de investigações mais detalhadas para esclarecer esses fenômenos. Diante desta lacuna, o presente estudo tem como objetivo avaliar como o esforço cognitivo e a fadiga mental influenciam na performance tática de jogadores de futebol em jogos reduzidos.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Participantes

Participaram do estudo 110 jogadores profissionais de futebol do sexo masculino, de equipes de futebol que disputam a série A de campeonatos estaduais, com média de idade de $21,49 \pm 1,18$ anos. Como critério de inclusão, todos os jogadores deveriam realizar treinamento com, no mínimo, cinco sessões semanais de 1h30 e participar de competições de âmbito estadual e nacional.

Os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, informando estarem cientes de sua participação na pesquisa. Todos os procedimentos da pesquisa foram conduzidos de acordo com as normas estabelecidas pela Resolução do Conselho Nacional de Saúde (466/2012) e pelo tratado de Ética de Helsinque para pesquisas realizadas com seres humanos. O projeto foi aprovado pelo Comitê de ética em pesquisas com seres humanos (nº 74915023.9.0000.5147).

4.2.2 Instrumentos e procedimentos de coleta de dados

4.2.2.1 Avaliação da Performance Tática

Para a coleta referente à performance tática dos jogadores foi utilizado o Sistema de Avaliação Tática no Futebol - FUT-SAT (Teoldo et al., 2011). Esse sistema permite avaliar a eficiência do comportamento tático dos jogadores a partir da análise de suas ações táticas com e sem bola. O FUT-SAT utiliza como referências para as análises os princípios táticos fundamentais do jogo de futebol, levando em consideração cinco princípios para a fase ofensiva do jogo e cinco princípios da fase defensiva (para mais informações, ver (Teoldo; Guilherme; Garganta, 2015).

O teste de campo que compõe esse instrumento foi realizado em um campo de 36 metros de comprimento por 27 metros de largura. Para a realização do teste, os participantes foram divididos em equipes com três jogadores de linha e um goleiro (GR- vs. 3-GR), sendo que cada equipe contava com um defensor, um meio campista e um atacante. Durante a aplicação do teste, foi solicitado que os jogadores jogassem de acordo com as regras oficiais do jogo. Foram concedidos 30 segundos para a familiarização e, em seguida, o teste foi aplicado com duração de 4 minutos, conforme recomendado no protocolo original (para mais informações, ver (Teoldo et al., 2011).

No presente estudo, consideramos os dados de Índice de Performance Tática (IPT) resultantes do FUT-SAT. O IPT é uma medida que quantifica a eficácia da tomada de decisão e execução das ações táticas dos jogadores durante o jogo. Esse índice é calculado com base

no número total de ações táticas corretas realizadas pelo jogador em relação ao total de ações observadas, partindo dos princípios táticos fundamentais do futebol e considerando tanto a frequência quanto a eficiência dessas ações.

Para análise dos dados de performance tática, foram seguidos os procedimentos propostos por Teoldo et al. (2011). A análise dos dados foi realizada por um avaliador treinado e, posteriormente, foi realizada a fiabilidade por mais dois avaliadores. Os valores de confiabilidade entre as avaliações foram de 94% com índice Kappa de 0,89, superior ao exigido pela literatura (Landis; Koch, 1977).

4.2.2.2 Indução à Fadiga Mental

Para induzir os jogadores ao estado de fadiga mental, foi utilizado o teste de Stroop (Gantois et al., 2020; Laeng et al., 2011; Van Steenbergen; Band; Hommel, 2015). Quatro palavras (vermelho, azul, verde e amarelo) foram apresentadas repetidamente em ordem randomizada com duração de 1,0 a 1,5 segundos cada. Os participantes deveriam responder verbalmente aos estímulos, ignorando a leitura da palavra e considerando apenas a cor da mesma. Para aumentar a dificuldade do teste, foi acrescentada a regra em que as palavras apresentadas na cor vermelha seriam corretamente respondidas pelo seu significado léxico. Deste modo, a palavra verde apresentada na cor azul seria corretamente respondida como azul enquanto a palavra verde apresentada na cor vermelho seria corretamente respondida como verde. O teste foi realizado em ambiente fechado e livre de interferência sonora e variação da luminosidade.

Na aplicação, os participantes foram direcionados para salas e orientados individualmente por um pesquisador através de instruções padronizadas sobre o teste. Foi concedido um período de 3 minutos para a familiarização dos jogadores com a tarefa. No total, os participantes foram submetidos à 1500 estímulos durante 30 minutos.

Durante a aplicação do teste, um avaliador treinado acompanhava o avaliado durante o teste marcando o número de erros e o período temporal no qual eles ocorriam. Dado as características experimentais deste estudo, sobretudo o que tange a avaliação do esforço cognitivo, os jogadores que obtivessem uma taxa de erro superior a 10% durante todo o protocolo do teste, ou 5% de erro nos últimos 5 minutos seriam excluídos da amostra. Tal critério foi levado em consideração para garantir uma manutenção do engajamento dos avaliados durante toda a tarefa. Ressalta-se que não foi necessário realizar nenhuma exclusão, uma vez que os jogadores avaliados não atingiram os valores de erro na tarefa.

4.2.2.3 Avaliação do Esforço Cognitivo

Para avaliação do esforço cognitivo, foi utilizada a técnica de pupilometria durante a tarefa de *Stroop*. A tecnologia de rastreamento ocular permitiu que os pesquisadores analisassem a atenção visual e a resposta pupilar (Ryan et al., 2019). Como o rastreamento ocular mede a atividade visual natural de um indivíduo, ele forneceu não apenas uma oportunidade viável, mas não invasiva para o estudo da cognição visual humana. No entanto, as métricas tradicionais de rastreamento ocular usadas para estudar o esforço cognitivo visual envolveram principalmente a análise do comportamento pupilar e sua variabilidade. Não há um guia concreto e abrangente para utilizar movimentos de rastreamento ocular e pupilares para investigar um processo cognitivo que pode ser modulado pelo comportamento visual humano, especialmente ao considerar diferentes áreas de interesse na tecnologia de interface de computador.

O sistema de rastreamento ocular Tobii TX300 (300Hz) registrou os dados em uma sala fechada com iluminação controlada fora do campo visual do participante. A calibração e a aquisição de dados foram realizadas usando um computador auxiliar com software Tobii Studio e equipamento de rastreamento ocular.

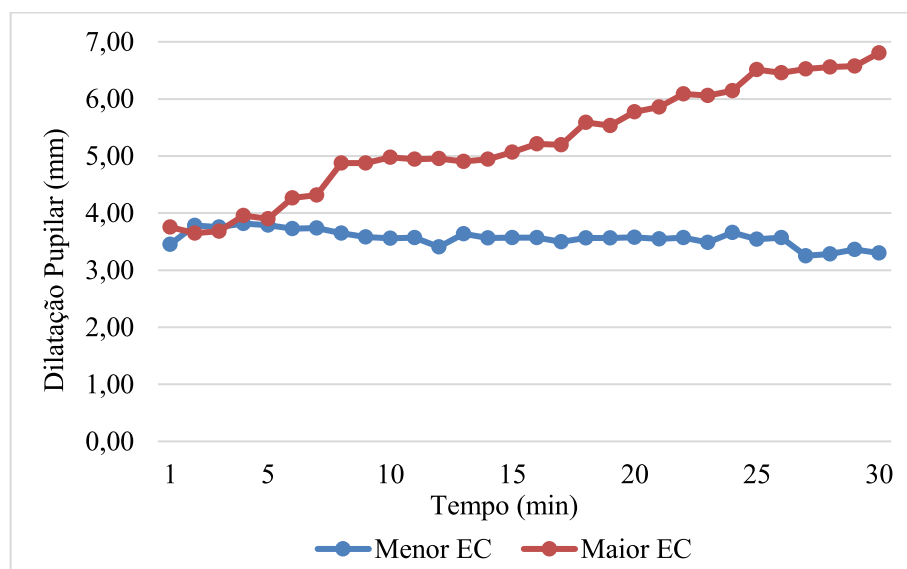
Foram apresentados 1500 estímulos na tarefa de Stroop. O procedimento começou após a calibração do equipamento Tobii TX300 com o participante. Um conjunto de instruções do experimento é exibido na tela para garantir que todos os voluntários recebam instruções idênticas. O participante foi então solicitado a realizar um minuto de teste para familiarização com o procedimento proposto; os resultados desses testes não são considerados no estudo final. O experimento utilizou uma tela com um ponto de fixação central. O tempo de exibição para cada o estímulo foi de 1,0 a 1,5 segundos. Essa abordagem das imagens centralizadas ajuda a garantir que todas as estratégias oculares dos participantes começaram no mesmo ponto da tela, evitando qualquer impacto negativo nas sacadas iniciais durante a avaliação.

Consideramos o filtro Tobii I-VT no sinal do diâmetro da pupila para preencher lacunas onde dados válidos estão faltando. Depois disso, as lacunas restantes foram preenchidas usando interpolação linear. De acordo com Orsi et. al (2023), o tempo de exposição a cada estímulo da tarefa de *Stroop* são suficientes para coletar informações importantes sobre o comportamento pupilar e sua variabilidade. Posteriormente, os dados foram agrupados em conjuntos de respostas por minuto. Foi realizada uma análise da variabilidade em cada minuto e com isso um acompanhamento do esforço cognitivo ao longo da realização da tarefa de *Stroop*.

Após o tratamento dos dados, foi possível dividir os jogadores em tercéis: um grupo de jogadores com valores mais elevados de diâmetro pupilar (maior esforço cognitivo; $n=37$), um grupo com valores intermediários de diâmetro pupilar ($n=36$) e, por fim, um grupo com menores valores de diâmetro pupilar (menor esforço cognitivo; $n=37$). Para a análise dos resultados, apenas os grupos de maior e menor esforço cognitivo foram considerados. A exclusão do grupo intermediário visou maximizar o contraste entre os níveis de esforço cognitivo, permitindo uma análise mais robusta das diferenças entre os extremos da variável investigada. Essa abordagem reduz possíveis ambiguidades nos resultados, garantindo que os efeitos observados sejam mais representativos das condições de alta e baixa demanda cognitiva. Além disso, ao considerar apenas os grupos com os valores mais elevados e mais baixos de diâmetro pupilar, minimiza-se a possibilidade de viés decorrente de uma sobreposição de características do grupo intermediário, o que poderia dificultar a interpretação dos achados.

Foi calculado o diâmetro pupilar médio de cada grupo, e as curvas referentes a cada um deles pode ser observada no gráfico 2.

Gráfico 2 – Separação de grupos em relação ao esforço cognitivo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

4.2.2.4 Desenho experimental

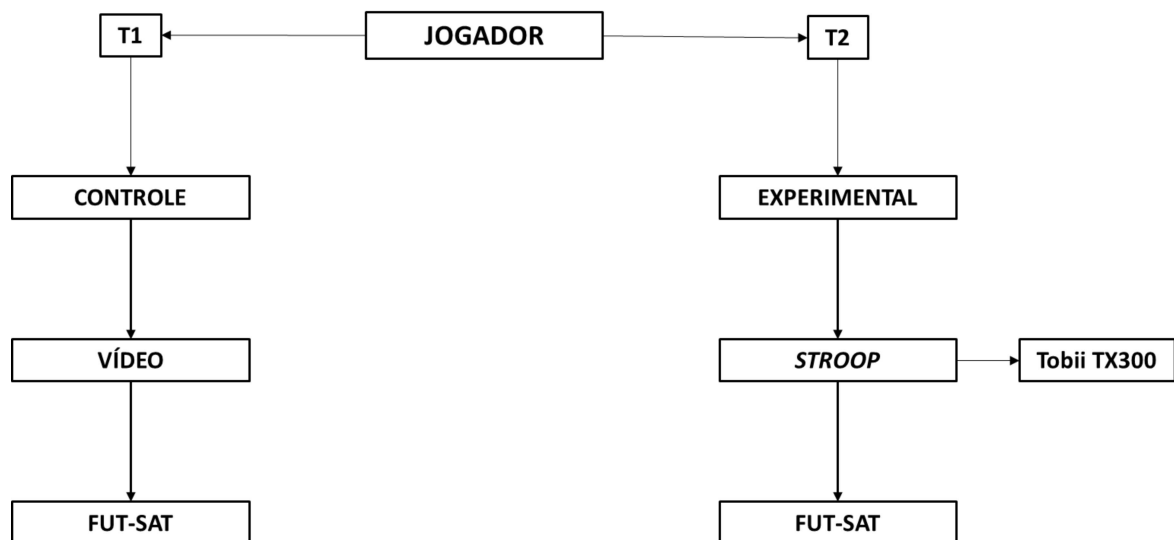
Os participantes realizaram a tarefa de avaliação da performance e do comportamento tático (FUT-SAT) em duas condições: controle e experimental. Na situação controle, os jogadores foram instruídos, em um primeiro momento, a assistir um documentário com duração de 30 minutos e, na sequência, realizaram o teste do FUT-SAT. Na situação

experimental, os jogadores realizaram a tarefa de Stroop, utilizando o Tobii TX300, por 30 minutos para induzir a fadiga mental e, na sequência, novamente realizaram o teste do FUT-SAT.

Tanto na condição controle como na experimental, o intervalo entre a realização do estímulo (documentário/*Stroop*) e o teste do FUT-SAT foi de 1 minuto a 1 minuto e 30 segundos. O intervalo entre a realização das duas condições do teste foi de 21 dias, para que a resposta do jogador não fosse influenciada pela memória de trabalho, conforme sugerido na literatura (Robinson; O'Donoghue, 2007).

A coleta foi randomizada e cega a fim de evitar vieses metodológicos. A seguir, apresenta-se um diagrama que resume o desenho experimental.

Figura 3 – Diagrama do desenho experimental



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

4.2.2.5 Análise Estatística

Para análise das distribuições dos dados de eficiência do comportamento tático, utilizou-se o *Shapiro-Wilk*, que indicou uma distribuição paramétrica dos dados. Na comparação das métricas dos momentos controle e experimental de cada um dos grupos, foi utilizado o teste t pareado. Nessas análises, o tamanho do efeito foi representado pelos valores d de Cohen, cujos parâmetros de referência são: efeito insignificante ($d < 0,19$), efeito pequeno (d entre 0,20 e 0,49), efeito médio (d entre 0,50 e 0,79), efeito grande (d entre 0,80 e 1,29) e efeito muito grande ($d > 1,30$) (Rosenthal, 1996). Todos os procedimentos estatísticos foram realizados através do software SPSS 24.0 e o nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

4.3 RESULTADOS

Os resultados referentes à avaliação do índice de performance tática dos grupos Maior Esforço Cognitivo e Menor Esforço Cognitivo, nas condições controle e fadiga mental, são apresentados nas tabelas 3 e 4.

Tabela 3 – Média e desvio padrão das medidas do comportamento tático no grupo Menor EC (mais eficiente) na condição fadiga mental.

Princípios de jogo avaliados pelo FUT-SAT	Controle Menor EC (n=37)	Fadiga Menor EC (n=37)	t	p	d
	Média ± DP	Média ± DP			
Índice de Performance Tática					
<i>Princípios Ofensivos</i>					
Penetração*	54,70 ± 22,89	48,13 ± 18,98	1,012	0,319	0,31
Cobertura Ofensiva*	57,61 ± 21,39	49,02 ± 11,81	2,112	0,042	0,49
Mobilidade*	65,77 ± 23,94	69,55 ± 20,12	-0,155	0,879	0,17
Espaço*	57,34 ± 28,16	46,45 ± 11,24	1,742	0,091	0,50
Unidade Ofensiva*	50,01 ± 15,25	77,27 ± 24,71	-5,698	<0,001	1,32
<i>Princípios Defensivos</i>					
Contenção*	34,79 ± 16,27	29,18 ± 10,10	1,984	0,055	0,41
Cobertura Defensiva*	44,72 ± 24,69	38,12 ± 23,80	0,961	0,347	0,27
Equilíbrio	42,44 ± 14,79	37,43 ± 13,56	1,539	0,132	0,35
Concentração	33,50 ± 14,13	32,40 ± 10,69	0,251	0,803	0,08
Unidade Defensiva*	35,31 ± 9,25	63,98 ± 32,37	-5,101	<0,001	1,20

* Diferenças significativas

p<0,05

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Tabela 4 – Média e desvio padrão das medidas do comportamento tático no grupo Maior EC (menos eficiente) na condição fadiga mental.

Princípios de jogo avaliados pelo FUT-SAT	Controle Maior EC (n=37) Média ± DP	Fadiga Maior EC (n=37) Média ± DP	t	p	d
Índice de Performance Tática					
<i><u>Princípios Ofensivos</u></i>					
Penetração*	71,23 ± 22,57	46,23 ± 21,57	4,855	<0,001	1,13
Cobertura Ofensiva*	66,00 ± 26,19	55,63 ± 15,83	2,115	0,042	0,47
Mobilidade*	73,12 ± 23,70	56,66 ± 23,80	2,764	0,010	0,69
Espaço*	58,98 ± 26,48	44,24 ± 8,94	3,512	0,001	0,74
Unidade Ofensiva*	47,00 ± 15,22	53,96 ± 13,80	-1,743	0,091	0,47
<i><u>Princípios Defensivos</u></i>					
Contenção*	60,98 ± 26,89	30,91 ± 10,82	6,151	<0,001	1,46
Cobertura Defensiva*	52,13 ± 28,69	37,98 ± 19,70	3,303	0,003	0,57
Equilíbrio	41,26 ± 14,02	35,18 ± 13,23	1,814	0,078	0,44
Concentração	30,58 ± 12,32	29,74 ± 10,67	0,646	0,523	0,07
Unidade Defensiva*	37,96 ± 8,72	42,45 ± 18,87	-1,298	0,203	0,30

* Diferenças significativas

p<0,05

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Os resultados referentes ao grupo Menor Esforço Cognitivo, ou seja, o grupo mais eficiente cognitivamente, apontam para uma diminuição significativa do índice de performance tática no princípio de cobertura ofensiva, bem como um aumento significativo nos princípios de unidade ofensiva e unidade defensiva.

Os resultados referentes ao grupo Maior Esforço Cognitivo, ou seja, o grupo menos eficiente cognitivamente, apontam para uma diminuição significativa do índice de performance tática nos princípios de penetração, cobertura ofensiva, mobilidade, espaço, contenção e cobertura defensiva.

4.4 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo avaliar como o esforço cognitivo e a fadiga mental influenciam na performance tática de jogadores de futebol em jogos reduzidos. Os resultados indicam que, em estado de fadiga mental, os jogadores cognitivamente mais eficientes, ou seja, o grupo menor esforço cognitivo, apresentaram redução do índice de performance tática apenas no princípio de cobertura ofensiva, e aumento nos princípios de unidade ofensiva e defensiva. Já os jogadores cognitivamente menos eficientes, ou seja, o grupo maior esforço cognitivo, apresentaram redução significativa do índice de performance tática nos princípios de penetração, cobertura ofensiva, mobilidade, espaço, contenção e cobertura defensiva.

Os achados corroboram com a literatura que sugere que jogadores cognitivamente mais eficientes são menos suscetíveis aos efeitos negativos da fadiga mental sobre a performance tática. Essa resiliência pode estar associada à maior capacidade desses jogadores de processar informações de maneira intuitiva e automática, reduzindo a demanda de recursos cognitivos para a tomada de decisão durante a partida (Cardoso et al., 2021a, 2019). Assim, mesmo sob fadiga mental, esses jogadores conseguem manter sua organização tática e apresentar melhorias em princípios táticos específicos, como unidade ofensiva e defensiva. Em contrapartida, os jogadores com maior esforço cognitivo apresentam um declínio acentuado na performance tática, evidenciando uma maior dependência do sistema deliberativo na tomada de decisão, o que pode torná-los mais vulneráveis ao comprometimento da performance quando submetidos à sobrecarga cognitiva (Cardoso et al., 2019; González-Víllora et al., 2022).

Cardoso et al. (2021a) verificaram a associação entre o esforço cognitivo de jogadores de futebol e seu comportamento tático. Os autores observaram uma associação inversa entre esforço cognitivo e eficiência do comportamento tático e concluíram que, manter menos

esforço cognitivo em situações de jogo, resulta em uma melhor performance tática dos jogadores. E, buscando entender os processos perceptivo-cognitivos dos jogadores de futebol, Cardoso et al. (2021b) analisaram o sistema intuitivo, o sistema deliberativo e o tempo de resposta na tomada de decisão. Eles observaram que jogadores com tempo de resposta mais rápido na tomada de decisão apresentaram menor esforço cognitivo, bem como um maior número de processos de pensamento associados ao planejamento, e puderam concluir que a tomada de decisão mais rápida, gerenciada pelo sistema intuitivo, implica maior capacidade de empregar estratégias de busca visual e de processar informações, possibilitando uma maior eficiência cognitiva.

Ao analisar especificamente os efeitos da fadiga mental na performance, Silva et al. (2022) observaram que, em estado de fadiga mental, os jogadores diminuíram a quantidade total de ações táticas ofensivas e defensivas, mas aumentaram a eficiência total dessas ações. A partir disso, puderam concluir que os jogadores modificaram seus comportamentos táticos para melhor adaptar suas ações táticas ofensivas e defensivas sob a condição de fadiga mental e essa adaptação levou ao aumento na eficiência de seus comportamentos táticos. Em outro estudo, Silva et al. (2023) separaram os jogadores da amostra em dois grupos: maior e menor performance tática. A partir desses grupos, puderam observar que jogadores de maior performance tática, na condição sem fadiga, realizam mais ações táticas ofensivas e defensivas sobre si mesmos na condição de fadiga e sobre jogadores de menor performance tática em ambas as condições.

Ademais, a análise da performance dos jogadores requer uma visão ampla das complexidades e variações do jogo. Nesse sentido, o controle da carga cognitiva está diretamente relacionado à prevenção da sobrecarga cognitiva e da consequente fadiga mental, que pode prejudicar a performance durante os jogos. Pesquisas enfatizam que, ao treinar jogadores em condições que simulem a pressão de tempo e a exigência cognitiva de uma partida, é possível otimizar a performance mental e física, garantindo que o jogador consiga tomar decisões rápidas e precisas mesmo quando sobrecarregado cognitivamente (Cardoso et al., 2019). Além disso, a implementação de estratégias de recuperação cognitiva e períodos de descanso adequados pode ser essencial para reduzir a ocorrência do estado de fadiga mental, permitindo que os jogadores mantenham sua performance ao longo do jogo.

A diferença observada entre os grupos deste estudo reforça a importância de intervenções voltadas para o desenvolvimento da eficiência cognitiva no futebol, uma vez que a capacidade de manter um baixo esforço cognitivo pode ser um fator determinante para a performance em contextos de alta demanda mental. Estratégias como treinamentos baseados

em cenários de jogo, que estimulam a tomada de decisão rápida e a antecipação de ações adversárias, podem contribuir para que os jogadores desenvolvam padrões de processamento de informações mais eficientes.

Estudos futuros devem explorar como diferentes níveis de fadiga mental interagem com outros aspectos, como a capacidade de adaptação a variações táticas e a resistência ao declínio físico e psicológico ao longo da partida. Pesquisas acerca do tempo necessário para recuperação e melhores estratégias para controlar a carga cognitiva podem ajudar a compreender como será a performance dos jogadores após o estado de fadiga mental. Além disso, outros estudos podem avaliar como o esforço cognitivo e a fadiga mental se relacionam com a performance de jogadores de diferentes posições, visando uma compreensão mais detalhada de como a fadiga mental afeta especificamente os aspectos ofensivos e defensivos.

Em conclusão, os resultados do presente estudo permitem afirmar que jogadores de futebol cognitivamente mais eficientes tendem a apresentar menor queda na performance tática durante jogos reduzidos quando comparados aos jogadores cognitivamente menos eficientes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação teve como objetivo investigar, por meio de uma revisão sistemática e dois estudos experimentais, a relação entre esforço cognitivo e fadiga mental, e seus efeitos na performance tática de jogadores de futebol. A partir dos resultados obtidos, foi possível constatar que a elevada exigência cognitiva presente no futebol moderno, tem sido um fator desencadeador da fadiga mental, que é capaz de comprometer significativamente a performance dos atletas, especialmente nos aspectos táticos, técnicos e cognitivos.

Os estudos incluídos na revisão sistemática demonstraram, de forma consistente, que a fadiga mental afeta negativamente tanto a execução de ações táticas fundamentais quanto o comportamento coletivo das equipes em jogos reduzidos. Os estudos experimentais reforçaram que jogadores submetidos a condições de fadiga mental apresentaram menor índice de performance tática e menor acerto nas ações táticas avaliadas pelo sistema FUT-SAT. Além disso, também foi observado que os jogadores cognitivamente mais eficientes tendem a apresentar menor queda na performance tática durante jogos reduzidos.

Diante dos resultados obtidos ao longo da pesquisa, foi possível concluir que a fadiga mental exerce influência negativa significativa sobre a performance tática de jogadores de futebol, afetando tanto comportamentos individuais quanto coletivos e que o esforço cognitivo se relaciona com o nível de conhecimento tático do jogador: quanto maior esse conhecimento, menor o esforço exigido para tomada de decisão, o que resulta em maior eficiência cognitiva, menor risco de atingir o estado de fadiga mental e, conseqüentemente, menor queda na performance tática. Além disso, pode-se afirmar que a avaliação simultânea de esforço cognitivo, fadiga mental e performance tática se mostrou uma abordagem válida para compreender os impactos das demandas cognitivas no contexto do futebol de alto rendimento.

Apesar dos avanços promovidos por esta dissertação, algumas lacunas ainda persistem e merecem ser exploradas em investigações futuras. Estudos que considerem o perfil cognitivo dos jogadores e sua posição em campo, podem oferecer resultados mais específicos. Além disso, estudos longitudinais que acompanhem o impacto cumulativo da fadiga mental ao longo de uma temporada completa podem ajudar a compreender e elaborar estratégias de recuperação cognitiva.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, William et al. Changes in perceptions of mental fatigue during a season in professional under-23 English Premier League soccer players. **Research in Sports Medicine**, v. 28, n. 4, p. 529–539, out. 2020.
- ANGIUS, Luca et al. Physical and mental fatigue reduce psychomotor vigilance in professional football players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 17, n. 9, p. 1391–1398, set. 2022.
- ARAÚJO, Rui; MESQUITA, Isabel; HASTIE, Peter A. Review of the status of learning in research on sport education: future research and practice. **Journal of Sports Science & Medicine**, v. 13, n. 4, p. 846–858, dez. 2014.
- BADIN, Olivier O. et al. Mental fatigue: impairment of technical performance in small-sided soccer games. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 11, n. 8, p. 1100–1105, 2016.
- BIAN, Chao et al. Repeated Interval Loughborough Soccer Passing Tests: An Ecologically Valid Motor Task to Induce Mental Fatigue in Soccer. **Frontiers in Physiology**, v. 12, p. 803528, jan. 2022.
- CARDOSO, Felipe da Silva Leite et al. How does cognitive effort influence the tactical behavior of soccer players? **Perceptual and Motor Skills**, v. 128, n. 1, p. 299–317, fev. 2021a.
- CARDOSO, Felipe et al. The association between perceptual-cognitive processes and response time in decision making in young soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v. 39, n. 8, p. 926–935, abr. 2021b.
- CARDOSO, Felipe da Silva Leite et al. Young soccer players with higher tactical knowledge display lower cognitive effort. **Perceptual and Motor Skills**, v. 126, n. 3, p. 499–514, 2019.
- CAVALCANTE, Diego Marques; TRINDADE, Eneus. Para uma semiótica da tática no futebol de campo: uma análise da seleção holandesa na copa do mundo da FIFA de 1974. **Revista Brasileira de Futsal e Futebol**, v. 7, n. 23, p. 95–101, abr. 2015.
- CHU, Alan; ZHANG, Tao. Motivational processes in Sport Education programs among high school students: A systematic review. **European Physical Education Review**, v. 24, p. 1356336X1775123, jan. 2018.
- CLEMENTE, Filipe Manuel et al. Effects of small-sided game interventions on the technical execution and tactical behaviors of young and youth team sports players: A systematic review and meta-analysis. **Frontiers in Psychology**, v. 12, 2021.
- COOPER, Harris; HEDGES, Larry V.; VALENTINE, Jeffrey C. The handbook of research synthesis and meta-analysis. New York: **Russell Sage Foundation**, 2019.
- COUTINHO, Diogo et al. Mental fatigue and spatial references impair soccer players' physical and tactical performances. **Frontiers in Psychology**, v. 8, p. 1645, set. 2017.

COUTINHO, Diogo et al. Exploring the effects of mental and muscular fatigue in soccer players' performance. **Human Movement Science**, v. 61, p. 32–39, 2018.

DOWNS, S. H.; BLACK, N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. **Journal of Epidemiology and Community Health**, v. 52, n. 6, p. 377–384, jun. 1998.

EHMANN, Paul et al. Perceptual-cognitive performance of youth soccer players in a 360° - environment - Differences between age groups and performance levels. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 59, p. 102120, mar. 2022.

FORTES, Leonardo S. et al. The effect of smartphones and playing video games on decision-making in soccer players: A crossover and randomised study. **Journal of Sports Sciences**, v. 38, n. 5, p. 552–558, mar. 2020.

GANTOIS, Petrus et al. Effects of mental fatigue on passing decision-making performance in professional soccer athletes. **European Journal of Sport Science**, v. 20, n. 4, p. 534–543, maio 2020.

GONZÁLEZ-VÍLLORA, Sixto et al. The role of mental fatigue in soccer: a systematic review. **International Journal of Sports Science & Coaching**, v. 17, n. 2, p. 234–248, 2022.

HARDEN, A.; THOMAS, James. Mixed methods and systematic reviews: Examples and emerging issues. In: TASHAKKORI, A.; TEDDLIE, C. (org.). **SAGE handbook of mixed methods in social & behavioral research**. 2. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2010. p. 749–774.

HARRIS, Joshua D. et al. How to write a systematic review. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 42, n. 11, p. 2761–2768, nov. 2014.

HASTIE, Peter; CASEY, Ashley. Fidelity in models-based practice research in sport pedagogy: A guide for future investigations. **Journal of Teaching in Physical Education**, v. 33, p. 422–431, jul. 2014.

JOSEPH, Sam D. et al. Influence of physical characteristics, sport-specific factors, and training participation on mental fatigue in elite Australian Rules Football athletes. **Journal of Sports Sciences**, v. 43, n. 7, p. 649–657, abr. 2025.

JOSEPH, Sam D. et al. Mental fatigue, skill performance and activity profile in elite male Australian Football match play. **Journal of Sports Sciences**, p. 1–11, abr. 2025.

KAHNEMAN, D.; BEATTY, J. Pupil diameter and load on memory. **Science (New York, N.Y.)**, v. 154, n. 3756, p. 1583–1585, dez. 1966.

KLATT, Stefanie; SMEETON, Nicholas J. Processing visual information in elite junior soccer players: Effects of chronological age and training experience on visual perception, attention, and decision making. **European Journal of Sport Science**, v. 22, n. 4, p. 600–609, abr. 2022.

- KUNRATH, Caito. A fadiga mental como fator condicionante do desempenho no futebol: uma perspectiva cognitiva, tática e física. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2019.
- KUNRATH, Caito André 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, p. 16–22, 2018.
- KUNRATH, Caito André et al. Mental fatigue in soccer: A systematic review. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 26, n. 2, p. 172–178, 2020.
- KUNRATH, Caito André et al. How does mental fatigue affect soccer performance during small-sided games? A cognitive, tactical and physical approach. **Journal of Sports Sciences**, v. 38, n. 10, p. 1135–1143, 2020.
- LAENG, Bruno et al. Pupillary Stroop effects. **Cognitive Processing**, v. 12, n. 1, p. 13–21, fev. 2011.
- LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159–174, mar. 1977.
- LEE, T. D.; SWINNEN, S. P.; SERRIEN, D. J. Cognitive effort and motor learning. **Quest**, v. 46, n. 3, p. 328–344, 1994.
- MARCORA, Samuele M.; STAIANO, Walter; MANNING, Victoria. Mental fatigue impairs physical performance in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 106, n. 3, p. 857–864, 2009.
- MOHER, D.; SCHULZ, K. F.; ALTMAN, D. G. The CONSORT statement: revised recommendations for improving the quality of reports of parallel-group randomised trials. **Lancet**, v. 357, n. 9263, p. 1191–1194, abr. 2001.
- NAITO, Eiichi; HIROSE, Satoshi. Efficient foot motor control by Neymar's brain. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 8, p. 594, 2014.
- ORSI, Rafael Nobre et al. Visual attention during neonatal pain assessment: A 2-s exposure to a facial expression is sufficient. **Electronics Letters**, v. 59, n. 6, p. e12756, 2023.
- PAGE, Matthew J. et al. PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. **BMJ**, v. 372, p. n160, mar. 2021.
- PAGEAUX, Benjamin. The psychobiological model of endurance performance: an effort-based decision-making theory to explain self-paced endurance performance. **Sports Medicine**, v. 44, n. 9, p. 1319–1320, set. 2014.
- PEARSON, Alan et al. A mixed-methods approach to systematic reviews. **International Journal of Evidence-Based Healthcare**, v. 13, n. 3, p. 121–131, set. 2015.
- PLUYE, Pierre; HONG, Quan Nha. Combining the power of stories and the power of numbers: mixed methods research and mixed studies reviews. **Annual Review of Public Health**, v. 35, p. 29–45, 2014.

RAYA-GONZÁLEZ, Javier et al. A session-by-session analysis of psychological and external workload demands prior to muscle-tendon injuries in Brazilian professional soccer players: a pilot study. **The Physician and Sportsmedicine**, p. 1–7, maio 2025.

REZENDE, Vitor Hugo Santos; PRAÇA, Gibson Moreira. Adopting dual-tasks in small-sided games training in youth soccer: The influence of experience level on tactical performance. **International Journal of Sports Science & Coaching**, v. 20, n. 1, p. 139–151, fev. 2025.

ROBINSON, Gemma; O'DONOGHUE, Peter. A weighted kappa statistic for reliability testing in performance analysis of sport. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 7, n. 1, p. 12–19, jan. 2007.

ROSENTHAL, James A. Qualitative descriptors of strength of association and effect size. **Journal of Social Service Research**, v. 21, n. 4, p. 37–59, out. 1996.

RUBIO-MORALES, Ana et al. Does latest match outcome influence subsequent mental training demands and mental fatigue? A longitudinal study in youth-elite soccer. **International Journal of Sport and Exercise Psychology**, 2025.

RYAN, Amy M. et al. Non-invasive eye tracking methods for New World and Old World monkeys. **Frontiers in Behavioral Neuroscience**, v. 13, p. 39, mar. 2019.

SILVA, Davi Correia da et al. Influence of pre-induced mental fatigue on tactical behaviour and performance among young elite football players. **International Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 21, n. 5, p. 917–929, dez. 2022.

SILVA, Davi et al. Fadiga mental no futebol: respostas comportamentais de jogadores com alto e baixo desempenho tático. **Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación**, n. 51, p. 666–671, 2024.

SMITH, Mitchell R. et al. Impact of mental fatigue on speed and accuracy components of soccer-specific skills. **Science and Medicine in Football**, v. 1, p. 48–52, nov. 2016.

SMITH, Mitchell R. et al. Mental fatigue and soccer: current knowledge and future directions. **Sports Medicine**, v. 48, n. 7, p. 1525–1532, jul. 2018.

SMITH, Mitchell R. et al. Mental fatigue impairs soccer-specific physical and technical performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 48, n. 2, p. 267–276, 2016.

SMITH, Mitchell R. et al. Mental fatigue impairs soccer-specific decision-making skill. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 14, p. 1297–1304, jul. 2016.

SOYLU, Yusuf; ARSLAN, Ersan. Effects of mental fatigue on psychophysiological, cognitive responses, and technical skills in small-sided games in amateur soccer players. **Baltic Journal of Health and Physical Activity**, suplemento 1, n. 2, p. 43–50, dez. 2021.

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

SUN, He; SOH, Kim Geok; XU, Xiaowei. Nature scenes counter mental fatigue-induced performance decrements in soccer decision-making. **Frontiers in Psychology**, v. 13, p. 877844, abr. 2022.

SWELLER, John; AYRES, Paul; KALYUGA, Slava. Cognitive load theory. New York: **Springer**, 2011.

TEOLDO, Israel et al. System of tactical assessment in soccer (FUT-SAT): Development and preliminary validation. **Revista Motriz**, v. 17, n. 1, p. 69–83, 2011.

TEOLDO, Israel; CARDOSO, Felipe; MACHADO, Guilherme. Tomada de decisão no futebol: da avaliação à aplicação em campo. In: NAS ENTRELINHAS DO FUTEBOL: espetáculo, gênero e formação. Curitiba: **Editora CRV**, 2021. p. 187–205.

TEOLDO, Israel; GUILHERME, José; GARGANTA, Júlio. Training football for smart playing: on tactical performance of teams and players. Curitiba: **Editora Appris**, 2015.

TEOLDO, Israel; SILVINO, Marcos Paulo. Analysis of tactical behavior in full- and small-sided games: Comparing professional and youth academy athletes to enhance player development in soccer. **International Journal of Sports Science & Coaching**, v. 18, n. 1, p. 132–142, fev. 2023.

VACHON, François; TREMBLAY, Sébastien. What eye tracking can reveal about dynamic decision-making. In: AHFE International Conference. **Advances in Cognitive Engineering and Neuroergonomics**. AHFE Open Access, 2014. Disponível em: <https://openaccess.cms-conferences.org/publications/book/978-1-4951-2101-2/article/978-1-4951-2101-2_17>. Acesso em: 2 maio 2025.

VAN CUTSEM, Jeroen et al. The effects of mental fatigue on physical performance: a systematic review. **Sports Medicine**, v. 47, n. 8, p. 1569–1588, ago. 2017.

VAN DER WEL, Pauline; VAN STEENBERGEN, Henk. Pupil dilation as an index of effort in cognitive control tasks: A review. **Psychonomic Bulletin & Review**, v. 25, n. 6, p. 2005–2015, dez. 2018.

VAN STEENBERGEN, Henk; BAND, Guido P. H.; HOMMEL, Bernhard. Does conflict help or hurt cognitive control? Initial evidence for an inverted U-shape relationship between perceived task difficulty and conflict adaptation. **Frontiers in Psychology**, v. 6, p. 974, jul. 2015.

VERGUTS, Tom; VASSENA, Eliana; SILVETTI, Massimo. Adaptive effort investment in cognitive and physical tasks: A neurocomputational model. **Frontiers in Behavioral Neuroscience**, v. 9, mar. 2015.

VON ELM, Erik et al. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 61, n. 4, p. 344–349, abr. 2008.

WESTBROOK, Andrew; BRAVER, Todd S. Cognitive effort: A neuroeconomic approach. **Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience**, v. 15, n. 2, p. 395–415, jun. 2015.