

Guilherme de Oliveira Santos Silva

**IMPACTO DA FADIGA MENTAL SOBRE O DESEMPENHO TÁTICO DE  
JOGADORES DE FUTEBOL EM DIFERENTES CATEGORIAS**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2024

Guilherme de Oliveira Santos Silva

**IMPACTO DA FADIGA MENTAL SOBRE O DESEMPENHO TÁTICO DE  
JOGADORES DE FUTEBOL EM DIFERENTES CATEGORIAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ciências do Esporte da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências do Esporte.

Orientador: Prof. Dr. Gibson Moreira Praça

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2024

S586t Silva, Guilherme de Oliveira Santos  
2024 Título do trabalho: Impacto da fadiga mental sobre o desempenho tático de jogadores de futebol em diferentes categorias. [manuscrito] / Guilherme de Oliveira Santos Silva – 2024.  
101 f.: il.

Orientador: Gibson Moreira Praça

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 72-80

1. Futebol – treinamento tático – Teses. 2. Jogadores de futebol – Teses. 3. Fadiga mental – Teses. 4. Desempenho – Teses. I. Praça, Gibson Moreira. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 796.332

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Danilo Francisco de Souza Lage, CRB 6: n° 3132, da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO ESPORTE

**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**  
**GUILHERME DE OLIVEIRA SANTOS SILVA**

Às **14:00 horas** do dia **26 de março de 2024**, a comissão examinadora, indicada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte, reuniu-se para julgar (formato híbrido), em exame final, a dissertação intitulada "**Impacto da fadiga mental sobre o desempenho tático de jogadores de futebol em diferentes categorias**". Abrindo a sessão, o presidente da comissão, Prof. Dr. Gibson Moreira Praça (EEFFTO/UFMG), orientador, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares de Defesa do Trabalho Final, passou a palavra para o candidato, que realizou a apresentação da sua dissertação. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato. Logo após, a comissão se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento e expedição do resultado.

Prof. Dr. Gibson Moreira Praça (UFMG - orientador)

Prof. Dr. Guilherme Menezes Lage (UFMG)

Prof. Dr. Filipe Manuel Clemente (Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Portugal)

Após as indicações, o candidato foi considerado **APROVADO**.

Nada mais havendo a tratar, eu, Prof. Dr. Gibson Moreira Praça, presidente da comissão examinadora, dei por encerrada a reunião, da qual, para constar, lavrei a presente Ata, que, lida e aprovada, vai por todos assinada eletronicamente.

**Belo Horizonte, 26 de março de 2024.**

Assinatura dos membros da banca examinadora:



Documento assinado eletronicamente por **Gibson Moreira Praça, Professor do Magistério Superior**, em 26/03/2024, às 16:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Filipe Manuel Batista Clemente, Usuário Externo**, em 26/03/2024, às 16:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Guilherme Menezes Lage, Professor do Magistério Superior**, em 26/03/2024, às 16:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **3083574** e o código CRC **3B4E3A74**.

---

## RESUMO

O presente estudo propõe comparar os efeitos da fadiga mental no desempenho tático de jogadores de futebol das categorias sub-13, sub-15 e sub-17. A amostra do presente estudo foi composta por 70 jovens atletas de elite. Dentre eles, 23 jogadores da categoria sub-13 ( $12,6 \pm 0,58$  anos de idade;  $7,6 \pm 1,03$  anos de experiência no futebol), 23 jogadores da categoria sub-15 ( $14,6 \pm 0,47$  anos de idade;  $8,6 \pm 1,25$  anos de experiência no futebol) e 24 jogadores da categoria sub-17 ( $15,6 \pm 0,66$  anos de idade;  $9,5 \pm 1,26$  anos de experiência no futebol). Os atletas realizaram pequenos jogos no formato 3 vs.3 com goleiros nas condições experimental, com a presença da fadiga mental, e controle, sem a presença de fadiga mental. A indução da fadiga mental foi realizada por meio de uma versão eletrônica do *Stroop test* durante 20 minutos. O desempenho tático foi analisado por meio do Sistema de Avaliação Tática do Futebol (FUT-SAT) e medidas de sincronização interpessoal no padrão *In-phase*, registradas por unidades de GPS de 10 Hz. O nível de significância adotado no presente estudo foi de 5%. Para as variáveis de sincronização, a MANOVA apresentou um efeito interação entre Categoria\*Condição ( $p = 0,003$ ). Observou-se que, a categoria sub-15 apresentou uma redução significativamente superior à categoria sub-17 no percentual de tempo no padrão de sincronização *in-phase*, no eixo profundidade, tanto na fase ofensiva ( $p < 0,001$ ) quanto defensiva ( $p < 0,001$ ), durante a condição experimental. Ainda, a categoria sub-15 apresentou uma redução significativamente superior à categoria sub-13 no eixo profundidade, tanto na fase ofensiva ( $p < 0,001$ ) quanto defensiva ( $p < 0,001$ ). Por fim, a MANOVA não apresentou um efeito interação entre Categoria\*Condição ( $p = 0,155$ ) na eficácia de realização dos princípios táticos. No entanto, ANOVAs subsequentes e testes a posteriori (*post-hoc* de Bonferroni) permitiram comparar o desempenho tático levando em consideração a condição controle e experimental. Assim, foi possível verificar uma redução no desempenho tático geral defensivo ( $p = 0,02$ ) e desempenho tático geral ( $p = 0,002$ ) no protocolo experimental. Conclui-se que o aumento da experiência na modalidade atenua os efeitos prejudiciais da FM no desempenho tático somente em atletas cuja maturação de sistemas de controle inibitório esteja mais desenvolvida. Além disso, a FM prejudicou o desempenho tático ofensivo geral e defensivo geral independente da categoria.

**Palavras-chave:** “fadiga mental”, “pequenos jogos”, “nível de experiência”, “desempenho tático”.

## ABSTRACT

This study aims to compare the effects of mental fatigue on the tactical performance of soccer players in the under-13, under-15, and under-17 categories. The sample for this study consisted of 70 young elite athletes. Among them, 23 players from the under-13 category ( $12.6 \pm 0.58$  years old;  $7.6 \pm 1.03$  years of experience in soccer), 23 players from the under-15 category ( $14.6 \pm 0.47$  years old;  $8.6 \pm 1.25$  years of experience in soccer), and 24 players from the under-17 category ( $15.6 \pm 0.66$  years old;  $9.5 \pm 1.26$  years of experience in soccer). The athletes participated in small-sided games in a 3 vs. 3 format with goalkeepers under experimental conditions, with the presence of mental fatigue, and control conditions, without the presence of mental fatigue. The induction of mental fatigue was carried out through an electronic version of the Stroop test for 20 minutes. Tactical performance was analyzed through the System of tactical assessment in Soccer (FUT-SAT), and measures of interpersonal synchronization in the In-phase pattern were recorded using 10 Hz GPS units. The significance level adopted in this study was 5% during the data analysis. For the synchronization variables, the MANOVA showed an interaction effect between Category\*Condition ( $p = 0.003$ ). It was observed that the under-15 category showed a significantly greater reduction than the under-17 category in the percentage of time in the in-phase synchronization pattern, in the depth axis, both in the offensive phase ( $p < 0.001$ ) and defensive phase ( $p < 0.001$ ), during the experimental condition. Furthermore, the under-15 category exhibited a significantly greater reduction than the under-13 category in the depth axis, both in the offensive phase ( $p < 0.001$ ) and defensive phase ( $p < 0.001$ ). Finally, the MANOVA did not show an interaction effect between Category\*Condition ( $p = 0.155$ ) in the effectiveness of executing tactical principles. However, subsequent ANOVAs and post-hoc Bonferroni tests allowed for the comparison of tactical performance, taking into account the control and experimental conditions. Consequently, it was possible to observe a reduction in overall defensive tactical performance ( $p = 0.02$ ) and overall tactical performance ( $p = 0.002$ ) in the experimental protocol. It is concluded that increased experience in the sport mitigates the detrimental effects of FM on tactical performance only in athletes whose maturation of inhibitory control systems is more advanced. Additionally, FM impaired overall offensive and defensive tactical performance regardless of the category.

**Keywords:** "mental fatigue," "small-sided games," "level of experience," "tactical performance."

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Sequência de ações do estudo principal.....	24
<b>Figura 2-</b> Representação dos protocolos: Controle e Experimental .....	25
<b>Figura 3-</b> Representação da disposição das equipes nos dias de coleta. ....	26
<b>Figura 4-</b> Representação dos momentos de avaliação.....	28
<b>Figura 5-</b> Representação da versão computadorizada do Stroop Test.....	36
<b>Figura 6-</b> Diferenças do nível de fadiga mental subjetiva entre os momentos de avaliação basais para cada condição e categoria .....	41
<b>Figura 7-</b> Diferenças no número de erros entre os momentos de avaliação basais para cada condição e categoria .....	42
<b>Figura 8-</b> Diferenças no tempo de resposta entre os momentos de avaliação basais para cada condição e categoria .....	43
<b>Figura 9-</b> Diferenças no nível de fadiga mental entre os momentos de avaliação Basal e Pós-teste na condição experimental.....	45
<b>Figura 10-</b> Diferenças no número de erros entre os momentos de avaliação Basal e Pós-teste na condição experimental .....	46
<b>Figura 11-</b> Diferenças no tempo de resposta entre os momentos de avaliação Basal e Pós-teste na condição experimental.....	47
<b>Figura 12-</b> Diferenças entre o nível de fadiga mental nos momentos de avaliação pré realização de pequeno jogo.....	49
<b>Figura 13-</b> Diferenças entre o número de erros nos momentos de avaliação pré realização de pequeno jogo .....	51
<b>Figura 14-</b> Diferenças entre o tempo de resposta nos momentos de avaliação pré realização de pequeno jogo.....	52
<b>Figura 15-</b> Desempenho tático no padrão In-phase, eixo Profundidade, fase ofensiva .....	54
<b>Figura 16-</b> Desempenho tático no padrão In-phase, eixo Profundidade, fase defensiva.....	55
<b>Figura 17-</b> Desempenho tático no padrão In-phase, eixo Largura, fase ofensiva .....	56
<b>Figura 18-</b> Comparação do desempenho tático geral defensivo entre as condições .....	57
<b>Figura 19-</b> Comparação do desempenho tático geral entre as categorias.....	58

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1-</b> Descrição e Valores de referência dos padrões de sincronização .....	34
<b>Tabela 2-</b> Estatísticas descritivas para avaliação dos níveis de FM subjetivas .....	92
<b>Tabela 3-</b> Estatísticas descritivas para avaliação do número de erros no teste de desempenho cognitivo .....	92
<b>Tabela 4-</b> Estatísticas descritivas para avaliação do tempo de resposta no teste de desempenho cognitivo .....	93
<b>Tabela 5-</b> Estatísticas descritivas para avaliação dos níveis de FM subjetivas nos momentos de avaliação basal e pós-teste .....	93
<b>Tabela 6-</b> Estatísticas descritivas para o número de erros nos momentos de avaliação basal e pós-teste .....	94
<b>Tabela 7-</b> Estatísticas descritivas para o tempo de resposta nos momentos de avaliação basal e pós-teste .....	94
<b>Tabela 8-</b> Estatísticas descritivas para avaliação dos níveis de FM subjetivas nos momentos de avaliação basal na condição controle e pós-teste na condição experimental.....	95
<b>Tabela 9-</b> Estatísticas descritivas para o número de erros nos momentos de avaliação basal na condição controle e pós-teste na condição experimental.....	95
<b>Tabela 10-</b> Estatísticas descritivas para o tempo de resposta nos momentos de avaliação basal na condição controle e pós-teste na condição experimental.....	96
<b>Tabela 11-</b> Estatísticas descritivas de todos os grupos na fase ofensiva para variável de sincronização interpessoal .....	96
<b>Tabela 12-</b> Estatísticas descritivas de todos os grupos na fase defensiva para variável de sincronização interpessoal .....	97
<b>Tabela 13-</b> Estatísticas descritivas dos princípios táticos geral, defensivo e ofensivos para todos os grupos .....	98

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1-</b> Comparação entre as etapas de avaliação .....	29
<b>Quadro 2-</b> Análises das variáveis de controle metodológico .....	58
<b>Quadro 3-</b> Análises com efeito principal de interação .....	59
<b>Quadro 4-</b> Análises com efeito principal de condição .....	59

## SUMÁRIO

<b>1.0 INTRODUÇÃO EXPANDIDA</b> .....	11
1.1 Fadiga mental no futebol .....	11
1.2 Avaliação do desempenho tático no futebol .....	13
1.3 Estado atual da temática na literatura .....	15
1.4 Impacto do nível de experiência no desempenho tático .....	18
1.5 Objetivos .....	20
1.6 Hipóteses .....	21
<b>2.0 MÉTODOS</b> .....	22
2.1 Cuidados éticos .....	22
2.2 Amostra .....	22
2.3 Procedimentos .....	23
2.3.1 <i>Manipulation Checks</i> .....	27
2.3.2 Pequenos Jogos .....	29
2.4 Instrumentos .....	30
2.4.1 Sistema de Avaliação Tática no Futebol (FUT-SAT) .....	30
2.4.3 <i>Global Positioning System</i> (GPS) .....	31
2.4.4 <i>Stroop test</i> .....	35
2.4.5 Escala visual analógica .....	37
2.5 Análise estatística .....	37
2.6 Confiabilidade das análises .....	38
<b>3.0 RESULTADOS</b> .....	40
3.1 Variáveis de controle metodológico .....	40
3.1.1 Os atletas chegaram fadigados para realizar o estudo? .....	40
3.1.2 O protocolo para indução gerou FM nos atletas? .....	43
3.1.3 Os jogadores iniciaram os pequenos jogos em estado de fadiga mental diferentes? .....	48
3.2 Variáveis dependentes do estudo principal - Variáveis de Desempenho Tático .....	52

3.2.1 Sincronização Interpessoal.....	52
3.2.2 Eficácia na Execução de Princípios Táticos.....	56
<b>4.0 DISCUSSÃO .....</b>	<b>60</b>
4.1 Aplicações práticas .....	67
4.2 Limitações.....	68
4.3 Estudos futuros .....	69
<b>5.0 CONCLUSÃO.....</b>	<b>71</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>72</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>81</b>
Apêndice 1- Termo de Assentimento Livre e Esclarecido .....	81
Apêndice 2- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....	86
Apêndice 3- Tabela 2- Estatísticas descritivas para avaliação dos níveis de FM subjetivas	92
Apêndice 4- Tabela 3- Estatísticas descritivas para avaliação do número de erros no teste de desempenho cognitivo .....	92
Apêndice 5 - Tabela 4- Estatísticas descritivas para avaliação do tempo de resposta no teste de desempenho cognitivo.....	93
Apêndice 6 - Tabela 5- Estatísticas descritivas para avaliação dos níveis de FM subjetivas nos momentos de avaliação basal e pós-teste .....	93
Apêndice 7 - Tabela 6- Estatísticas descritivas para o número de erros nos momentos de avaliação basal e pós-teste .....	94
Apêndice 8 - Tabela 7- Estatísticas descritivas para o tempo de resposta nos momentos de avaliação basal e pós-teste .....	94
Apêndice 9 - Tabela 8- Estatísticas descritivas para avaliação dos níveis de FM subjetivas nos momentos de avaliação basal na condição controle e pós-teste na condição experimental.....	95
Apêndice 10 - Tabela 9- Estatísticas descritivas para o número de erros nos momentos de avaliação basal na condição controle e pós-teste na condição experimental.....	95
Apêndice 11- Tabela 10- Estatísticas descritivas para o tempo de resposta nos momentos de avaliação basal na condição controle e pós-teste na condição experimental.....	96

Apêndice 12 - Tabela 11- Estatísticas descritivas de todos os grupos na fase ofensiva para variável de sincronização interpessoal.....	96
Apêndice 13 - Tabela 12- Estatísticas descritivas de todos os grupos na fase defensiva para variável de sincronização interpessoal.....	97
Apêndice 14- Tabela 13- Estatísticas descritivas dos princípios táticos geral, defensivo e ofensivos para todos os grupos .....	98
<b>ANEXOS</b> .....	99
Anexo 1- Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa .....	99

## 1.0 INTRODUÇÃO EXPANDIDA

### 1.1 Fadiga mental no futebol

O futebol, como um jogo esportivo coletivo, é caracterizado pela sua elevada imprevisibilidade (Cardoso *et al.*, 2021). Esse ambiente exige do jogador uma contínua demanda perceptivo-cognitiva, com o propósito de reconhecer, interpretar e processar várias informações simultaneamente para tomar decisões e antecipar ações de adversários em situações de elevada pressão de tempo e espaço (Klatt; Smeeton, 2022; Ehmann *et al.*, 2022). Contudo, essa constante demanda cognitiva está relacionada a processos que podem desencadear quedas no desempenho dos jogadores, sendo um desses processos denominados como fadiga mental (FM) (Smith *et al.*, 2018).

A FM pode ser definida como a diminuição dos recursos cognitivos resultante de períodos prolongados de alta demanda cognitiva sustentada, independentemente da sonolência (Trejo *et al.*, 2015; Lorist; Boksem; Ridderinkhof, 2005; Boksem; Tops, 2008). No futebol, a presença da FM desencadeou efeitos negativos na distância total percorrida durante testes de desempenho físico (Filipas *et al.*, 2021a), além de reduzir a precisão, pontuação e aumentar o tempo para concluir testes de desempenho técnico no passe dos jogadores (Greco *et al.*, 2017; Smith *et al.*, 2016b). Da mesma maneira, também foram verificados efeitos prejudiciais da FM no processo de tomada de decisão durante tarefas de análise de vídeo (Smith *et al.*, 2016a). Além disso, efeitos negativos no processo de tomada de decisão no passe também foram verificados durante a execução de testes específicos do futebol no formato de pequenos jogos (Fortes *et al.*, 2019), o que permite concluir que a FM afeta negativamente múltiplos aspectos do desempenho no futebol.

No âmbito do desempenho físico, a literatura apresenta uma concordância entre os estudos que verificaram efeitos prejudiciais da FM durante testes físicos realizados em um ambiente controlado (Kunrath *et al.*, 2020a; Grgic; Mikulic; Mikulic, 2022). Por exemplo, o estudo de Smith e colaboradores (2015) verificou uma queda na velocidade de corrida em baixas intensidades durante um teste de corrida intermitente. No entanto, em contraste aos resultados nos testes físicos controlados, a FM apresenta uma influência pouco clara no desempenho físico em ambientes específicos aplicados ao futebol, como é o caso dos testes em formato de pequenos jogos. Os estudos experimentais de Badin *et al.* (2016) e Coutinho *et al.* (2018), por exemplo, apresentaram uma percepção de esforço maior durante os pequenos jogos com FM, mas o desempenho físico dos jogadores (distâncias percorridas, acelerações e desacelerações) avaliados por meio de *Global Position Systems* (GPS), não foi

significativamente diferente entre as condições. Além de ambos os estudos citados anteriormente, a revisão sistemática com meta-análise de Clemente e colaboradores (2021) também não encontrou um efeito significativo na comparação entre os estudos que mediram a distância total percorrida durante os pequenos jogos com a presença de FM. Portanto, não está claro se a FM influencia o desempenho físico em ambientes com maior validade ecológica no futebol. Segundo a discussão das revisões previamente citadas, a divergência nas descobertas entre as configurações dos testes provavelmente ocorre devido à natureza aberta dos pequenos jogos, que envolvem habilidades técnicas, táticas, tomadas de decisão e competição contra um adversário. Assim, durante os pequenos jogos, esses fatores ditam os padrões de movimento dos jogadores em maior medida do que a percepção de esforço (Kunrath *et al.*, 2020a; Clemente *et al.*, 2021; Grgic; Mikulic; Mikulic, 2022)

Nesse sentido, o aspecto técnico também é apresentado como um objeto de investigação (Sun *et al.*, 2021; Grgic; Mikulic; Mikulic, 2022). A literatura aponta dois principais testes utilizados para verificar os efeitos da FM no desempenho técnico no passe e chute, sendo eles, *Loughborough soccer passing test* e *Loughborough soccer shooting test* respectivamente (Smith *et al.*, 2016b; Sun *et al.*, 2021). Mais especificamente, os atletas, quando mentalmente fadigados, apresentaram um maior tempo para completar o *Loughborough soccer passing test*, além de um maior tempo de penalidade e uma diminuição do tempo de desempenho (Sun *et al.*, 2021; Grgic; Mikulic; Mikulic, 2022). Além disso, de maneira similar, os atletas ao realizarem o *Loughborough soccer shooting test* mentalmente fadigados apresentaram uma queda na pontuação, velocidade e sequência de tempo por chute (Greco *et al.*, 2017; Grgic; Mikulic; Mikulic, 2022). Desse modo, é possível concluir que existe um consenso na literatura a respeito dos efeitos prejudiciais da FM sobre o desempenho técnico no passe e chute avaliados durante testes específicos para futebol (Sun *et al.*, 2021; Grgic; Mikulic; Mikulic, 2022).

Por fim, os efeitos prejudiciais da FM também foram verificados no aspecto tático dos jogadores (Smith *et al.*, 2018; Kunrath *et al.*, 2020a). Os resultados encontrados em estudos prévios destacaram efeitos prejudiciais da FM sobre a eficácia na realização dos princípios táticos de equilíbrio e unidade defensiva (Kunrath *et al.*, 2018), além dos princípios de penetração, cobertura ofensiva, espaço, unidade ofensiva, contenção, equilíbrio, concentração e unidade defensiva (Kunrath *et al.*, 2020b). Do mesmo modo, a presença de FM acarretou em uma queda no percentual de tempo em que os atletas passaram sincronizados no padrão *in-phase*, nos eixos de profundidade (Coutinho *et al.*, 2018) e largura (Coutinho *et al.*, 2017).

Diante disso, a literatura apresenta evidências que destacam efeitos prejudiciais da FM no desempenho tático.

No entanto, Clemente e colaboradores (2021) conduziram uma meta-análise incluindo os quatro estudos citados anteriormente. Nesse estudo, os resultados não apresentaram um efeito significativo na comparação entre os protocolos experimental e controle (com e sem a presença de FM) demonstrando que as evidências apresentadas anteriormente não foram suficientes para criar um consenso na literatura acerca dos efeitos negativos da FM sobre o desempenho tático (Clemente *et al.*, 2021). Além disso, o estudo de Silva e colaboradores (2022) publicado posteriormente a revisão de Clemente *et al.* (2021) verificou que os atletas, quando mentalmente fadigados, apresentaram um aumento na acurácia de realização dos princípios de cobertura ofensiva, mobilidade, espaço e unidade defensiva. Portanto, é possível concluir que os efeitos da FM no aspecto tático dos jogadores ainda são inconclusivos, além de um número escasso de estudos que investigaram o tema, resultando, assim, em uma necessidade de novos estudos que visam o avanço no entendimento acerca dos efeitos da FM no desempenho tático dos jogadores.

## 1.2 Avaliação do desempenho tático no futebol

Nas últimas décadas, as pesquisas na área esportiva têm atribuído à ação tática um papel de destaque para que o jogador possua um bom desempenho em uma atividade esportiva (Thomas; Thomas, 1994; Machado *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2021). As ações táticas são realizadas por meio da tomada de decisão, o que implica em relacionar processos cognitivos com processos motores. Isto é, quando um atleta realiza uma técnica específica da modalidade, por exemplo, um passe, ele tomou uma decisão tática escolhendo essa ação motora como a mais adequada para resolver determinada situação de jogo (Filgueira; Greco, 2008; Garganta, 2009; Petiot *et al.*, 2021). No futebol, o processo de avaliação de tais ações táticas se divide entre os conceitos de comportamento e desempenho tático, sendo que, comportamento tático está associado à descrição dessas ações, e desempenho tático é assumido como a classificação e interpretação desses comportamentos considerando valores de referência (Praça, 2023). Desse modo, alguns estudos destacaram a necessidade de desenvolver instrumentos de avaliação em um formato que permitisse avaliar com coerência o desempenho tático dos atletas resultando em testes no formato de pequenos jogos (Costa *et al.*, 2011; Práxedes *et al.*, 2018).

Os pequenos jogos são frequentemente usados no contexto de treinamento no futebol por permitirem diferentes configurações, as quais estão intimamente relacionadas ao gerenciamento de restrições da tarefa ou variações na estrutura funcional da atividade (Clemente *et al.*, 2020; López-Fernández *et al.*, 2020; Reis; Corrêa, 2021). Diferentes configurações como alterações no número de jogadores (Praça; Teoldo; Greco, 2018), tamanho do campo (Moreira *et al.*, 2020) e modificações nas regras visando enfatizar determinado problema tático (Segundo *et al.*, 2021), permitem a manutenção da lógica interna do jogo, além de criar ambientes favoráveis para o aprendizado, alterando assim as respostas táticas, técnicas e físicas dos jogadores (Fernández-Espínola; Robles; Fuentes-Guerra, 2020). Por essas razões, é justificável a escolha de testes no formato de pequenos jogos para medir o desempenho tático de jogadores.

Sobre esse ponto, vale ressaltar que os estudos que buscaram verificar os efeitos da FM no desempenho tático dos jogadores optaram por utilizar testes no formato de pequenos jogos. Como apresentado anteriormente, os estudos de Kunrath *et al.* (2018 e 2020) e Silva *et al.* (2022) verificaram tais efeitos por meio da ferramenta FUT-SAT, enquanto que os estudos de Coutinho e colaboradores (2017 e 2018) utilizaram a ferramenta GPS. De maneira mais específica, o FUT-SAT é uma ferramenta que avalia o desempenho tático por meio da observação de dez princípios táticos fundamentais do jogo de futebol, sendo cinco relacionados à fase ofensiva: penetração, cobertura ofensiva, espaço (com e sem bola), mobilidade e unidade ofensiva; e cinco relacionados a fase defensiva: contenção, cobertura defensiva, equilíbrio (defensivo e de recuperação), concentração e unidade defensiva. Desse modo, ao considerar a qualidade da realização de cada princípio tático como positiva ou negativa, é quantificado o percentual de acerto individualmente (para cada princípio) ou relacionado as fases do jogo (desempenho tático ofensivo e defensivo) (Costa *et al.*, 2011) Assim, quanto maior o percentual de acerto, maior o desempenho tático.

Ademais, os estudos de Coutinho e colaboradores (2017 e 2018) utilizaram a ferramenta GPS para coletar os dados posicionais dos jogadores durante a realização dos pequenos jogos e, posteriormente, calcular a variável de sincronização interpessoal no padrão *in-phase*. A sincronização interpessoal está em destaque como um indicador de desempenho tático no contexto do futebol (Folgado *et al.*, 2014, 2015; Moura *et al.*, 2016; Folgado *et al.*, 2018; Caetano *et al.*, 2023) Essa variável quantifica a interação de dois osciladores ou, de uma maneira mais aplicada ao contexto esportivo, a interação espaço-temporal do deslocamento de dois jogadores. Assim, quando dois jogadores se deslocam na mesma

direção e sentido, é obtido um padrão de coordenação *in-phase*. Em contrapartida, quando esses jogadores se deslocam na mesma direção, mas em sentidos opostos, o padrão de coordenação obtido é *anti-phase* (Siegler; Lames, 2013; Folgado *et al.*, 2018). Nesse sentido, o estudo de Folgado e colaboradores (2018) analisou os padrões *in-phase* e *anti-phase* de uma equipe e verificou que, ao perder, as equipes apresentaram menor valor de sincronização *in-phase* (Folgado *et al.*, 2018). Além disso, o estudo de Moura e colaboradores (2016) concluiu que o padrão mais presente no jogo foi *in-phase* e que, durante as fases iniciais do jogo ofensivo, as sequências ofensivas que terminavam em chutes ao gol apresentaram maiores períodos em *in-phase* do que as sequências que eram interrompidas pela defesa. Assim, os resultados sugerem que os times na fase de ataque podem apresentar um comportamento contrário a equipe defensiva, ou liderar o comportamento da equipe adversária para aumentar suas chances de finalização ao gol. Desse modo, as evidências destacam o percentual de tempo no padrão *in-phase* como um indicador de desempenho tático, um meio para melhorar a probabilidade das equipes de um resultado favorável da partida.

### 1.3 Estado atual da temática na literatura

As investigações analisadas nos tópicos acima fornecem evidências preliminares de que a FM prejudica o desempenho no futebol. Até o melhor do nosso conhecimento, os cinco estudos experimentais citados anteriormente são os únicos que verificaram os efeitos da FM no desempenho tático dos atletas (Coutinho *et al.*, 2017, 2018; Kunrath *et al.*, 2018, 2020b; Silva *et al.*, 2023). Nesse sentido, revisões sistemáticas que incluíram tais estudos (Kunrath *et al.*, 2020a; Clemente *et al.*, 2021) destacam algumas abordagens experimentais utilizadas entre eles. Por exemplo, os estudos de Kunrath *et al.* (2018 e 2020), Coutinho *et al.* (2018) e Silva *et al.* (2022) utilizaram o *Stroop test* como instrumento para indução da FM, enquanto o estudo de Coutinho e colaboradores (2017) utilizou uma tarefa coordenativa como instrumento. Essa diferença entre os protocolos ocorre devido à tentativa de alguns estudos de encontrar meios com maior validade ecológica para indução de FM no contexto do futebol, como a tarefa coordenativa (Bian *et al.*, 2022), o uso de aplicativos em *smartphones* (FORTES *et al.*, 2019) e tarefas de análise de vídeo sobre jogadas no futebol (Ciocca *et al.*, 2022). Desse modo, apesar de ser um instrumento amplamente utilizado para indução de FM devido à exigência de habilidades cognitivas importantes como atenção seletiva e sustentada e controle inibitório (Lorist; Boksem; Ridderinkhof, 2005; Smith *et al.*, 2018; Silva *et al.*, 2023), a literatura ainda busca solucionar as críticas a respeito da baixa relação entre o *Stroop test* e o contexto do futebol.

Outro aspecto relevante a respeito do desenho experimental desses estudos é a escolha dos instrumentos para avaliação do desempenho tático dos atletas. Sobre esse ponto, todos os cinco estudos escolheram testes no formato de pequenos jogos. Os estudos de Kunrath *et al.* (2018 e 2020) e Silva *et al.* (2022), por utilizarem o FUT-SAT como instrumento de avaliação, realizaram os pequenos jogos na configuração 3 vs. 3 com goleiros, em um campo de 36x27 metros e duração de 4 minutos, sendo esse o formato oficial do teste (Costa *et al.*, 2011). Em contrapartida, os estudos de Coutinho e colaboradores (2017 e 2018) utilizaram o GPS como instrumento de avaliação, portanto, definiram os pequenos jogos na configuração 6 vs. 6 com goleiros, em um campo de 62x43 metros, com duração de 6 minutos (Coutinho *et al.*, 2017) e, posteriormente, na configuração de 5 vs. 5 com goleiros, em um campo de 30x25 metros e duração de 6 minutos (Coutinho *et al.*, 2018). Logo, é possível verificar uma coerência entre todos os estudos sobre a utilização dos pequenos jogos para verificar os efeitos da FM no desempenho tático dos atletas, seguindo as recomendações e evidências da literatura acerca dos benefícios e da especificidade desse formato para o processo de avaliação (Práxedes *et al.*, 2018).

Quanto aos resultados encontrados pelos estudos, os estudos de Coutinho e colaboradores (2017 e 2018) tinham como objetivo investigar os efeitos da FM em uma variável tática coletiva. Além disso, no estudo de Coutinho *et al.* (2017), os pesquisadores investigaram uma variação adicionando linhas de referência verticais e horizontais no campo para verificar se as informações adicionais teriam algum impacto no tempo de sincronização intra-equipe. Os resultados demonstraram que, com as linhas de referência adicionais, os jogadores mentalmente fadigados passam menos tempo sincronizados no padrão *in-phase*, no eixo largura. Em outro estudo, Coutinho *et al.* (2018) investigaram os efeitos da fadiga muscular e mental no desempenho dos jogadores e concluíram que, quando mentalmente fadigados, os jogadores passaram menos tempo sincronizados no padrão *in-phase*, no eixo profundidade. Desse modo, ambos os estudos de Coutinho e colaboradores (2017 e 2018) apresentaram efeitos prejudiciais da FM na variável de sincronização interpessoal. De acordo com os autores, a FM prejudica a capacidade dos jogadores de perceber e sustentar suas decisões com base nas informações disponíveis no ambiente influenciando, assim, a sincronização das equipes. No entanto, é possível destacar uma crítica aos resultados dos estudos de Coutinho *et al.* (2017 e 2018) devido à falta de divisão entre as fases de ataque e defesa do jogo, especificando em qual momento os atletas passaram sincronizados nos eixos de largura e profundidade. Por exemplo, o estudo de Moura *et al.* (2016) conclui que o padrão

de sincronização *in-phase* foi mais predominante no momento inicial das jogadas ofensivas que terminaram em chutes ao gol. Desse modo, sem a divisão das fases de jogo não é possível interpretar a medida de sincronização como uma medida de desempenho tático, pois não leva em consideração o resultado da ação tática verificada em estudos anteriores. Portanto, é uma lacuna a ser preenchida em estudos futuros.

Ainda sobre os resultados encontrados pelos estudos, Kunrath e colaboradores (2018) demonstraram que a FM prejudicou a eficácia de realização dos princípios táticos de equilíbrio defensivo e unidade defensiva. Segundo os autores, a FM prejudicou as ações defensivas que visam oferecer segurança aos jogadores envolvidos nas ações dentro do centro de jogo resultado em espaços descobertos e passagens livres. Do mesmo modo, o outro estudo de Kunrath *et al.* (2020) também encontrou efeitos prejudiciais da FM na acurácia de realização dos princípios de cobertura ofensiva, espaço, unidade ofensiva, contenção, equilíbrio, concentração e unidade defensiva. Dessa forma, ambos os estudos demonstram efeitos prejudiciais da FM sobre o desempenho tático dos jogadores. Em contrapartida, o estudo de Silva e colaboradores (2022) ainda que utilizando a mesma ferramenta de avaliação (FUT-SAT) e mesmo protocolo para indução de FM (30 minutos de *Stroop test*) encontrou resultados contrários aos estudos de Kunrath *et al.* (2018 e 2020). No estudo de Silva *et al.* (2022), os atletas quando mentalmente fadigados aumentaram o percentual de acerto nos princípios de cobertura ofensiva, mobilidade, espaço e unidade defensiva. De acordo com os autores, a diferença entre os resultados ocorreu devido ao nível competitivo dos atletas. Enquanto as amostras dos estudos de Kunrath *et al.* (2018 e 2020) foram compostas por atletas amadores, o estudo em questão utilizou atletas de elite. Nesse sentido, os autores concluíram que jovens jogadores de futebol de elite conseguem se adaptar às exigências do jogo mesmo sob condições adversas, como FM, e isso provavelmente ocorreu porque os jogadores foram mais seletivos em suas ações e focaram nas ações mais relevantes para resolver problemas táticos durante o jogo.

Sobre esse ponto, vale destacar a importância de considerar a fase de maturação e o nível de especialização da amostra, pois são aspectos que podem influenciar as respostas táticas coletivas durante o estudo (Clemente *et al.*, 2021). Evidências prévias na literatura demonstram que jogadores mais velhos e experientes se afastam do centroide da equipe a fim de explorar oportunidades de criar desequilíbrios entre seus adversários e gerar espaço suficiente para agir (Silva *et al.*, 2014; Clemente; Castillo; Los Arcos, 2020). Além disso, jogadores mais jovens apresentam uma menor ocupação do espaço de jogo buscando chegar

ao gol imediatamente ao invés de utilizar a posse de bola para elaborar ataques posicionais (Barnabé et al., 2016). Desse modo, é possível concluir que ainda são necessários mais estudos que visam investigar os efeitos da FM no desempenho tático de atletas, além de verificar a influência do nível de especialização sobre as respostas táticas desses atletas.

#### 1.4 Impacto do nível de experiência no desempenho tático

A literatura sugere que aspecto tático é relevante para alcançar um bom desempenho em uma atividade esportiva (Thomas; Thomas, 1994; Machado *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2021). Desse modo, vale ressaltar que atletas com maior nível de habilidade e/ou experiência são caracterizados por serem superiores em processos cognitivos relacionados ao desempenho tático como percepção, especialmente em termos de reconhecimento e antecipação (Assis *et al.*, 2021; Klatt; Smeeton, 2022), tomada de decisão (Machado *et al.*, 2020; Murr; Larkin; Höner, 2021), além de processar com qualidade informações em um curto período de tempo, em consequência dos anos de prática acumulados com a experiência (Ward; Mark Williams, 2003; Zhang *et al.*, 2019; Li; Smith, 2021).

Sobre esse ponto, conforme a abordagem cognitivista, a capacidade tática está diretamente relacionada aos processos cognitivos, os quais estão relacionados com o reconhecimento, elaboração e memorização de informações. Desse modo, durante um momento específico da situação de jogo, o atleta é capaz de distinguir as informações essenciais das não essenciais e, na sequência, essa informação atual é comparada com os conhecimentos adquiridos e armazenados na memória resultando na tomada de decisão do atleta (Kittel *et al.*, 2021; Samuel; Tenenbaum; Galily, 2021). Segundo a abordagem cognitivista, toda decisão nos jogos esportivos coletivos depende basicamente da percepção de informações relevantes durante uma situação de jogo. Por isso, a qualidade da percepção depende de conhecimentos específicos e da experiência do jogador (Roca; Ford; Memmert, 2021). Esse cenário é comprovado por meio de estudos laboratoriais, os quais verificaram que atletas mais experientes ou habilidosos são superiores em testes de tomada de decisão, antecipação e percepção apresentando um maior número de fixações, uma menor duração por fixação, além de um melhor desempenho na tomada de decisão, isto é, os atletas mais experientes percebem mais sinais, em um curto período de tempo e tomam decisões mais corretas (Assis *et al.*, 2020, 2021; Klatt; Smeeton, 2022). Portanto, à luz da abordagem cognitivista, é possível verificar que a capacidade tática é afetada pelo acúmulo de experiência e melhora dos processos cognitivos.

Além disso, estudos comparativos entre atletas com diferentes níveis de experiência verificaram que jogadores mais velhos apresentaram maiores valores em variáveis táticas coletivas resultando em uma melhor ocupação do espaço de jogo durante a execução de pequenos jogos (Olthof; Frencken; Lemmink, 2018; Clemente; Castillo; Los Arcos, 2020; Moreira *et al.*, 2020). Além disso, também foi encontrado um efeito idade-dependente para as variáveis de exploração espacial, indicando que jogadores mais velhos tenderam a apresentar um desempenho individual e coletivo superior durante o jogo formal (Praça *et al.*, 2021). Em medidas específicas para o desempenho tático, atletas das categorias sub-11, sub-13, sub-15, sub-17 e sub-20 foram comparados por meio da eficácia de realização dos princípios táticos fundamentais. Em suma, à medida que a faixa etária aumentou, tanto a participação no jogo (número de ações) quanto a eficácia aumentaram significativamente, com exceção da comparação entre as categorias sub-15 e sub-17 (Costa *et al.*, 2010). Por fim, uma maior sincronização em largura, além comportamentos coletivos mais estáveis durante as interações ataque-defesa, medidos por meio da variável de *cross-sample entropy* foram encontrados nas equipes sub-17 e sub-19 quando comparados com jogadores sub-16 (Barnabé *et al.*, 2016). Desse modo, é possível concluir que o nível de experiência impacta nos processos que envolvem o desenvolvimento do aspecto tático dos atletas.

Nessa perspectiva, a relação entre idade e nível de experiência provavelmente ocorre devido a forma com a qual as categorias de base são organizadas no futebol. No Brasil, as categorias de base são determinadas a partir da idade cronológica, seguindo os regulamentos da *Federation Internationale de Football Association* (FIFA), a qual utiliza o ano de nascimento como critério de seleção. O estudo de Barcellos, Teoldo e Machado (2022) exemplifica a inserção de atletas ainda adolescentes em um cenário competitivo ao utilizar uma amostra composta por atletas brasileiros com 12 anos de idade, os quais participavam de competições de nível nacional e internacional. Desse modo, como consequência final, os atletas mais velhos, ao seguirem no processo de formação, acumulam um nível de experiência superior quando comparados com atletas mais jovens (Barcellos; Teoldo; Machado, 2022; Ehmann *et al.*, 2022b).

A literatura apresenta evidências de que a FM prejudica múltiplos aspectos específicos do desempenho no futebol (Kunrath *et al.*, 2020a; Sun *et al.*, 2021; Soylu *et al.*, 2022). No entanto, até então, nenhum dos estudos que abordaram tais efeitos no desempenho tático dos jogadores verificaram se a queda no desempenho gerado pela FM é influenciada pelo nível de experiência dos jogadores. No futebol, a FM tem sido associada a contínua exigência de

habilidades perceptivo-cognitivas (Coutinho *et al.*, 2017; Smith *et al.*, 2018; Abbott *et al.*, 2020), contudo, existem evidências na literatura que jogadores de elite, quando comparados com jogadores de sub-elite, apresentam melhor desempenho perceptivo-cognitivo com o aumento da idade, durante testes em ambiente virtual (Ehmann *et al.*, 2022). Além disso, também foi verificado que maiores níveis de experiência resultaram em desempenhos superiores na tomada de decisão e desempenho atencional dos jogadores sub-18 em comparação com sub-16 (Klatt; Smeeton, 2022). Conclui-se, desta forma, que, se a queda no desempenho tático gerado pela FM é resultante da constante demanda de processos perceptivo-cognitivo (Smith *et al.*, 2018), e atletas mais velhos, portanto com maior experiência, apresentam um maior desempenho perceptivo-cognitivo (Ehmann *et al.*, 2022; Klatt; Smeeton, 2022), além de processar com qualidade informações em um curto período de tempo, em consequência dos anos de prática (Li; Smith, 2021) e ainda apresentam maiores valores em variáveis táticas coletivas (Barnabé *et al.*, 2016), espera-se que o nível de experiência reduza os efeitos prejudiciais da FM, resultando em uma menor queda do desempenho tático em atletas mais velhos.

Portanto, o presente estudo propõe investigar os efeitos da FM sobre o desempenho tático de atletas de futebol pertencentes a diferentes categorias. Desta forma, será possível verificar se o nível de experiência do jogador é um fator que reduz os efeitos negativos da FM sobre o desempenho tático. Espera-se que os resultados deste estudo auxiliem na compreensão acerca da influência do nível de experiência do jogador, permitindo que pesquisas futuras verifiquem os efeitos da FM no desempenho tático de maneira coerente com a categoria investigada. Além disso, estabelecer uma relação entre a idade e os efeitos da FM no desempenho tático permitirá identificar qual categoria sofreu maior impacto com a presença da FM, assim, será possível fornecer informações específicas para treinadores das respectivas categorias a respeito da influência desse processo no desempenho dos seus jogadores. Por fim, futuramente, tais informações poderão nortear o desenvolvimento e programas de treinamento direcionados e adaptados a cada categoria, os quais objetivam reduzir os impactos negativos da FM no desempenho tático desses jogadores.

### 1.5 Objetivos

- Comparar os efeitos da FM no desempenho tático de jogadores de futebol das categorias sub-13, sub-15 e sub-17 durante pequenos jogos.

- Comparar o desempenho tático entre as categorias sub-13, sub-15 e sub-17 e entre as condições experimental e controle, medido por meio do percentual de tempo em que os atletas passam sincronizados no padrão *in-phase*.
- Comparar o desempenho tático entre as categorias sub-13, sub-15 e sub-17 e entre as condições experimental e controle, medido por meio da eficácia de realização dos princípios táticos fundamentais.

### 1.6 Hipóteses

- Os jogadores com maior nível de experiência apresentarão uma menor queda no desempenho tático quando comparados com jogadores menos experientes.
- Os jogadores com maior nível de experiência apresentarão maiores valores de percentual de tempo no padrão *in-phase* e o percentual de tempo no padrão *in-phase* irá reduzir na condição experimental.
- Os jogadores com maior nível de experiência apresentarão maior eficácia de realização dos princípios táticos fundamentais e a eficácia de realização dos princípios táticos fundamentais irá reduzir na condição experimental.

## 2.0 MÉTODOS

### 2.1 Cuidados éticos

Para início das atividades de coleta, o presente estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) por meio da plataforma Brasil, e possui o certificado de apresentação de apreciação ética de número 65154722.7.0000.5149 (Anexo 1). Esse estudo respeitou todas as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Saúde (Res 466/2012). Além disso, os voluntários assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) (Apêndice 1) e os responsáveis legais pelos voluntários, no caso dos menores de idade, um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice 2) com informações sobre os procedimentos, riscos e benefícios relativos à participação na pesquisa e um Termo de Autorização de uso de imagem.

### 2.2 Amostra

Estimou-se o tamanho amostral por meio do software GPower (versão 3.1.2; Franz Faul, Universitat Kiel, Alemanha) (Faul *et al.*, 2007) antes do início da coleta dos dados. Para a comparação do desempenho tático entre as condições controle (sem FM) e experimental (com FM), foi utilizada a variável que apresentou maior variabilidade para calcular o tamanho de efeito, obtida durante um estudo piloto. A variável utilizada foi o desempenho tático defensivo geral, obtida por meio da ferramenta FUT-SAT. Foi incluído o valor para tamanho do efeito  $f(0,38)$  no software GPower. Utilizou-se o valor de alfa de 0,05 e poder de 0,8 para 3 grupos e 2 medidas. Recomendou-se na análise uma amostra de 68 jogadores.

A amostra do presente estudo foi composta por 70 jovens atletas de elite. Dentre eles, 23 jogadores da categoria sub-13 ( $12,6 \pm 0,58$  anos de idade;  $7,6 \pm 1,03$  anos de experiência no futebol), 23 jogadores da categoria sub-15 ( $14,6 \pm 0,47$  anos de idade;  $8,6 \pm 1,25$  anos de experiência no futebol) e 24 jogadores da categoria sub-17 ( $15,6 \pm 0,66$  anos de idade;  $9,5 \pm 1,26$  anos de experiência no futebol). A perda amostral nas categorias sub-13 e sub-15 ocorreu devido a lesões sofrida durante jogos oficiais. Os 2 atletas lesionados foram substituídos por um companheiro de equipe da mesma posição em suas respectivas categorias, e seus dados foram desconsiderados na análise. Para evitar o viés relacionado à seleção da amostra de um único clube, foram convidados e recrutados jogadores de três clubes de elite da cidade de Belo Horizonte, os quais, durante a realização da pesquisa, disputavam a série A do campeonato brasileiro. Dessa forma, o número de clubes que aceitaram realizar a pesquisa, com o intuito de aumentar a representatividade da amostra, explica o motivo da amostra ser

maior do que o recomendado no cálculo amostral. Todos os jogadores participaram regularmente de competições nacionais e/ou internacionais, com uma rotina semanal de quatro sessões de treinamento de duas horas para categoria sub-13, cinco sessões de treinamento semanal para categoria sub-15 e, por fim, seis sessões de treinamento para categoria sub-17.

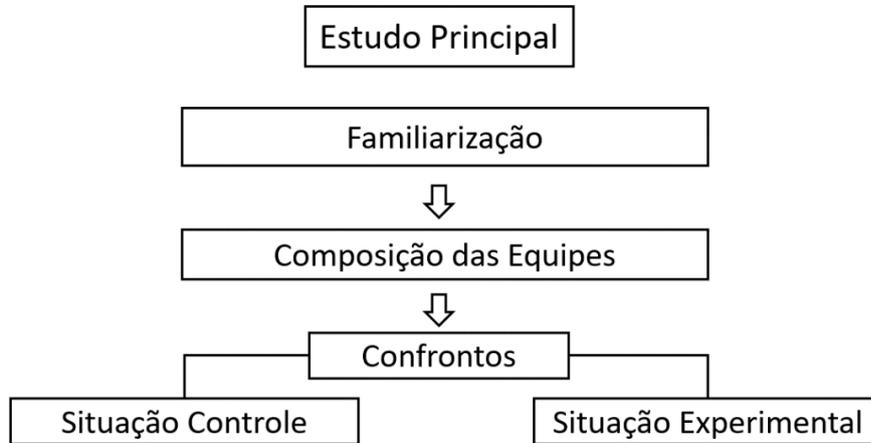
Nesse sentido, o presente estudo verificou as categorias que compõem o processo de formação. Por isso, a categoria sub-17 representa a categoria com um nível de experiência elevado e que possui uma acessibilidade possível de realizar o estudo, uma vez que atletas da categoria sub-20 comumente realizam parte das sessões de treinamento junto ao grupo profissional. Para a escolha da categoria sub-13, consideraram-se estudos que investigaram o desenvolvimento das estruturas responsáveis pelas funções executivas. Como o presente estudo utilizou um teste que é associado especificamente com o controle inibitório, estudos sugerem que as dissociações de desenvolvimento entre os componentes das funções executivas não surgem até que as crianças façam a transição para a adolescência (Leon-Carrion; García-Orza; Pérez-Santamaría, 2004; Xu *et al.*, 2013). Por fim, a categoria sub-15 foi selecionada por compor a sequência no processo de desenvolvimento dos atletas. Dessa forma, era esperado que, ao avaliar tais categorias fosse possível visualizar como o nível de experiência influencia os efeitos da FM sobre o desempenho tático dos atletas.

### 2.3 Procedimentos

A figura 1 ilustra a sequência de ações que foram conduzidas para realização do estudo principal. No primeiro momento, foi conduzido um estudo piloto e, após a realização do cálculo amostral e recrutamento dos atletas, os participantes iniciaram o estudo principal. O primeiro dia foi dedicado à sessão de familiarização, para conhecimento dos protocolos experimental e controle, além do processo de composição das equipes. No dia seguinte à familiarização, os atletas foram divididos em equipes, cada equipe dentro de suas respectivas categorias, e realizaram os confrontos na condição controle (sem a presença de FM) e na condição experimental (com a presença de FM). Ambas as condições foram realizadas durante pequenos jogos no formato (Goleiros + 3 vs 3 + Goleiros), que foram filmados para avaliação posterior por meio do FUT-SAT (Costa *et al.*, 2011). Além disso, o desempenho tático também foi avaliado, na coleta principal, por meio de dados posicionais dos atletas, que serão registrados por unidades de *Global Positioning System* (GPS) de 10 Hz (*Catapult*

*Sports®*, *Catapult ONE*, Melbourne, Austrália) e analisados posteriormente, finalizando o período da coleta principal.

**Figura 1:** Sequência de ações do estudo principal



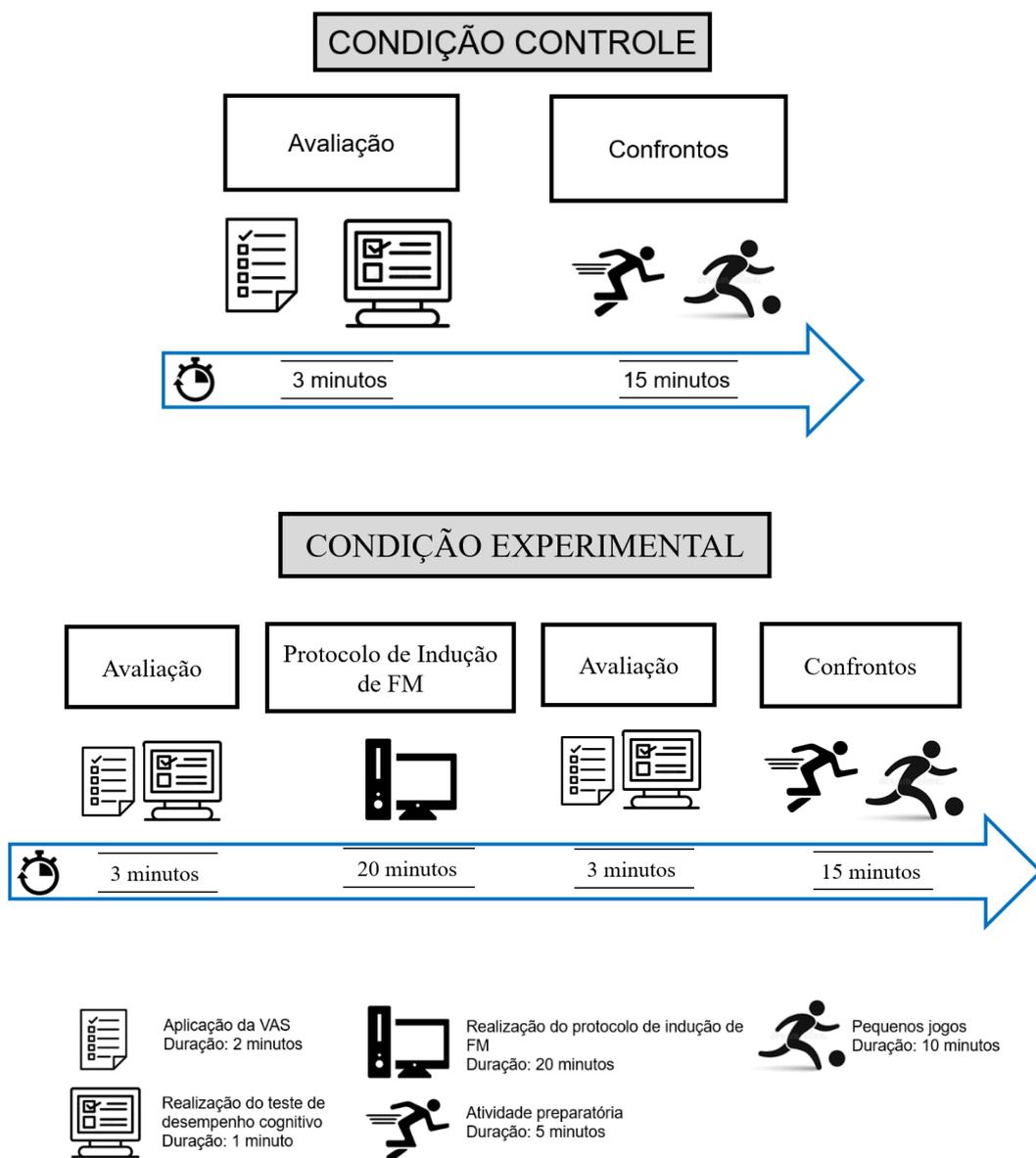
**Fonte:** elaborada pelos autores

Na literatura, discute-se acerca dos critérios utilizados para composição das equipes em pequenos jogos. Verificam-se algumas possibilidades considerando o estatuto posicional dos jogadores (Praça *et al.*, 2020) e desempenho físico como velocidade e potência aeróbica (Praça *et al.*, 2017) evidenciando que diferentes critérios acarretam diferentes comportamentos. Como o objetivo do presente estudo é verificar os efeitos da FM no desempenho tático dos jogadores, os times foram equilibrados levando em consideração o estatuto posicional original de cada jogador, além do auxílio da comissão técnica. Sobre esse ponto, o auxílio da comissão técnica para distribuição equilibrada dos atletas já foi utilizado anteriormente na literatura, destacando principalmente a figura do treinador como conhecedor da equipe (Da Silva *et al.*, 2010; Hill-Haas *et al.*, 2011; Costa; Silvino, 2023). No primeiro momento, dentro de cada categoria, os jogadores serão distribuídos em três grupos de acordo com a sua posição de jogo mais usual (atacantes, meio-campistas e defensores), essas informações posicionais são fornecidas pela comissão técnica que, no segundo momento, auxiliaram na distribuição equilibrada dos jogadores entre os times. Assim, totalizaram quatro times denominados A, B, C e D, cada time composto por um atacante, um meio-campista e um defensor.

A figura 2 ilustra como foram executados os protocolos desse estudo. Após os procedimentos de familiarização e divisão das equipes, foi realizado um sorteio dos dois primeiros pares de equipes que irão participar. Por exemplo, foram sorteados os pares “Equipe

A x B” e “Equipe C x D”, então o primeiro par de equipes (exemplo: A x B) realizou o jogo na condição controle (sem FM) e, de maneira simultânea, o outro par de equipes sorteada (exemplo: C x D) realizou o protocolo de indução de FM, cujo tempo de duração são 20 minutos, tempo esperado a ser gasto pela equipe que realizou o pequeno jogo na condição controle (equipes A e B, nesse exemplo). Duas equipes executaram o protocolo de indução de FM, totalizando seis atletas, cada um com um notebook. Após finalizarem o protocolo de indução de FM, as equipes C e D irão disputar os pequenos jogos nas mesmas configurações, mas na condição experimental (com FM).

**Figura 2-** Representação dos protocolos: Controle e Experimental

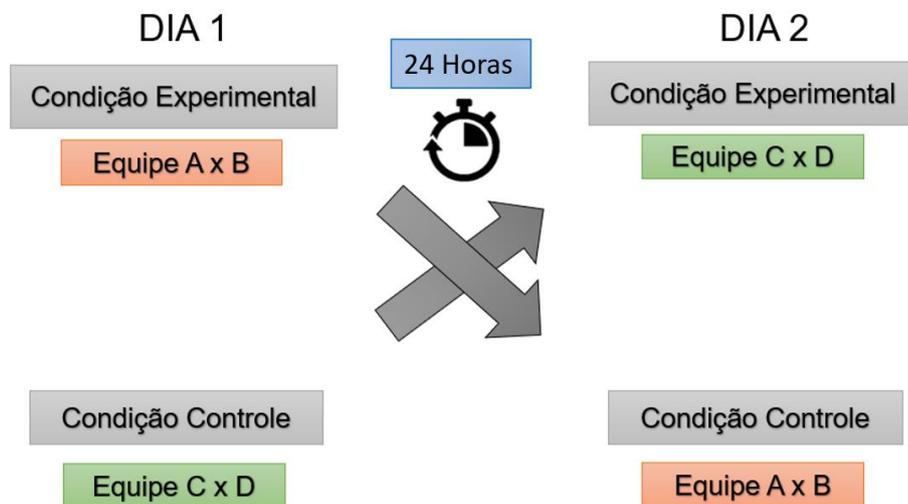


**Fonte:** Elaborada pelos autores.

**Legenda:** FM- Fadiga mental; VAS- Escala Visual Analógica.

Desse modo, a coleta foi dividida em dois momentos que ocorrem de maneira simultânea, nos quais quatro equipes disputam duas partidas de pequenos jogos, sendo que, no primeiro dia, duas na condição experimental e duas na condição controle e, no próximo dia, após um intervalo de vinte e quatro horas, as equipes invertem as condições (figura 3). Assim, todos os jogadores realizaram as condições experimental e controle. Por fim, a coleta principal utilizou dois dias para concluir a coleta de quatro equipes (12 jogadores), demandando um tempo máximo de 45 minutos por sessão. Tais cuidados foram relevantes para não interferir negativamente na rotina de treinamento do clube.

**Figura 3-** Representação da disposição das equipes nos dias de coleta.



**Fonte:** Elaborada pelos autores

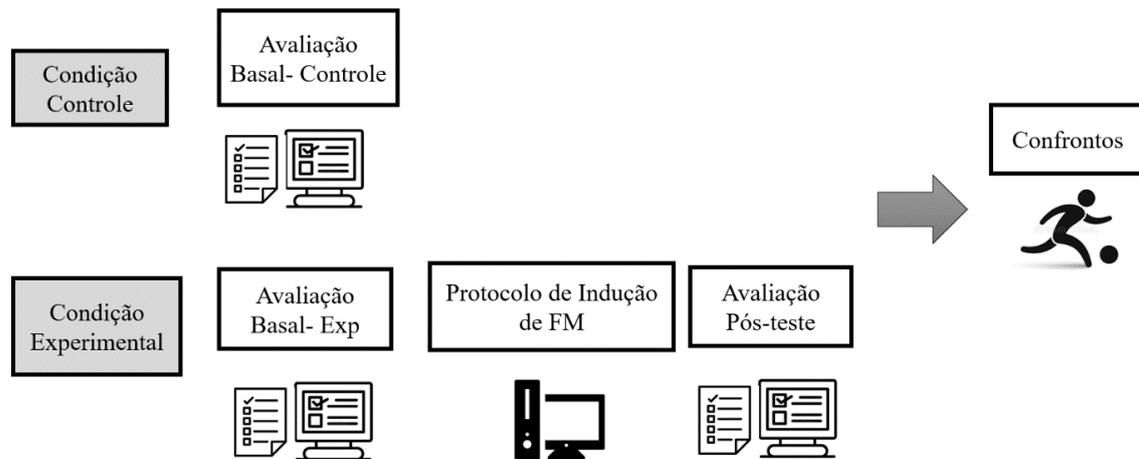
Para todas as equipes, a etapa inicial da coleta foi composta por um momento de avaliação. Nesse momento, foi coletado o nível de FM subjetiva pré-intervenção de cada jogador utilizando uma versão adaptada da Escala Analógica Visual (*Visual Analogue Scale - VAS*) de 100 mm para avaliar as percepções de FM dos jogadores (Lee; Hicks; Nino-Murcia, 1991). Por fim, uma versão eletrônica do *Stroop Test* (Stroop, 1935; Shou; Ding, 2013; Bian *et al.*, 2022) foi utilizada para medir o desempenho cognitivo dos atletas. O teste é composto por 75 palavras-estímulo, as quais variavam entre congruentes e incongruentes. O tempo de resposta e a acurácia nas respostas foram as medidas utilizadas para verificar o desempenho cognitivo dos atletas antes de iniciarem seus respectivos protocolos. Na prática, os jogadores que realizaram o protocolo na condição controle, iniciaram no teste de desempenho cognitivo e seguiram para a etapa de jogos. Logo após, os atletas que estivessem na condição experimental realizaram essa avaliação inicial e seguiram para realização do protocolo de

indução de FM. Nesse sentido, as medidas utilizando a VAS e o *Stroop Test*, no momento inicial da coleta, tem como objetivo verificar se os jogadores não iniciaram os protocolos já fadigados mentalmente, decorrente de alguma atividade anterior ao horário do treino.

Como protocolo para indução de FM, foi utilizado uma versão eletrônica do *Stroop test* (Stroop, 1935; Shou; Ding, 2013; Bian *et al.*, 2022) durante 20 minutos. Ao final dos 20 minutos dedicados a realização do *Stroop Test*, foi coletado novamente o nível de FM subjetiva dos jogadores por meio da VAS. O objetivo nesse momento é verificar se houve aumento da percepção de FM após o teste. Em seguida, foi realizada uma atividade preparatória composta por corrida, acelerações e desacelerações, exercícios de mobilidade dinâmicos e alongamentos, com uma duração total de cinco minutos. Finalizado esse processo, os jogadores disputaram os pequenos jogos na condição experimental. Nesse momento, todos os atletas receberam os dispositivos de GPS de 10 Hz (*Catapult Sports®*, *Catapult ONE*, Melbourne, Austrália) para coleta dos dados posicionais. Todos os procedimentos se mantêm os mesmos para as outras duas equipes que estiverem realizando a condição controle, exceto pelo protocolo de indução de FM. Na condição controle, os atletas realizaram o mesmo processo de avaliação composto pela VAS e o *Stroop test*, depois participaram da atividade preparatória e, na sequência, da execução dos pequenos jogos, os quais foram disputados nas mesmas configurações da condição experimental. Desse modo, após o período de vinte e quatro horas, as equipes invertem as condições finalizando a coleta principal das quatro primeiras equipes.

### 2.3.1 Manipulation Checks

Como apresentado anteriormente, o momento inicial de todas as coletas foi composto por um momento de avaliação. Nesse momento, foi coletado o nível de FM subjetiva pré-intervenção de cada jogador utilizando uma versão adaptada da Escala Analógica Visual (*Visual Analogue Scale - VAS*) de 100 mm para avaliar as percepções de FM dos jogadores (Lee; Hicks; Nino-Murcia, 1991). Em sequência, uma versão eletrônica do *Stroop Test* (Stroop, 1935; Shou; Ding, 2013; Bian *et al.*, 2022) foi utilizada para medir o desempenho cognitivo dos atletas. O teste foi composto por 75 palavras-estímulo, as quais variavam entre congruentes e incongruentes. O tempo de resposta e a acurácia nas respostas foram as medidas objetivas utilizadas para verificar o desempenho cognitivo dos atletas. Para facilitar a visualização, os momentos de avaliação estão representados na figura 4.

**Figura 4-** Representação dos momentos de avaliação

**Fonte:** Elaborada pelos autores.

**Legenda:** FM- Fadiga mental; Avaliação- Stroop test + VAS; Exp.- Condição experimental.

Durante as etapas de avaliação denominadas “Basal-Controle” e “Basal-Experimental”, as medidas objetivas e subjetiva coletadas buscaram verificar o nível de FM dos atletas no momento inicial de cada condição. Nesse sentido, a etapa de avaliação denominada “Pós-teste” buscou verificar o nível de FM dos atletas após a realização do protocolo para indução de FM na condição experimental. Evidências na literatura destacam que a FM prejudica o tempo de resposta e acurácia nas respostas durante testes de controle cognitivo, principalmente testes relacionados ao controle inibitório (Lorist; Boksem; Ridderinkhof, 2005; Boksem; Tops, 2008). Desse modo, estudos experimentais que buscaram verificar o impacto da FM no desempenho esportivo utilizam tais medidas para controle metodológico do estudo verificando, assim, a presença da FM em diferentes momentos do estudo (Marcora; Staiano; Manning, 2009; Smith; Marcora; Coutts, 2015; Smith *et al.*, 2016) .

No presente estudo, as medidas objetivas, somadas a medida subjetiva (VAS), foram importantes para confirmar (1) se os atletas chegaram para realizar as coletas com algum nível de FM, (2) se o protocolo de indução utilizado de fato induziu à FM e, por fim, (3) se os atletas disputaram os pequenos jogos na condição experimental com maiores níveis de FM do que na condição controle. Para isso, foram conduzidas diferentes análises comparativas entre as respectivas etapas de avaliação. Para facilitar o entendimento, as comparações estão apresentadas no Quadro 1.

**Quadro 1-** Comparação entre as etapas de avaliação

<b>Pergunta</b>	<b>Comparação</b>	<b>Variáveis dependentes</b>	<b>Análise estatística</b>
(1) Os atletas chegaram fadigados para realizar o estudo? Os níveis de fadiga foram diferentes nas diferentes situações experimentais?	Basal Controle X Basal Experimental	. Nível de FM Subjetiva . Número de erros . Tempo de resposta	Análise de Variância Fatorial (ANOVA 3x2)
(2) O protocolo para indução gerou FM nos atletas?	Basal Experimental X Pós-teste	. Nível de FM Subjetiva . Número de erros . Tempo de resposta	Análise de Variância Fatorial (ANOVA 3x2)
(3) Os jogadores iniciaram os pequenos jogos em estado de fadiga mental diferentes?	Basal Controle X Pós-teste	. Nível de FM Subjetiva . Número de erros . Tempo de resposta	Análise de Variância Fatorial (ANOVA 3x2)

**Fonte:** Elaborada pelos autores.

### 2.3.2 Pequenos Jogos

Em ambas as condições (controle e experimental), os participantes realizaram os pequenos jogos com a estrutura (GR+3 vs. 3+GR), uma dimensão de 36 x 27 metros, contendo um gol. Os goleiros participaram dos pequenos jogos, contudo não foram considerados na avaliação. Foram disputadas duas partidas por equipe, cada partida com uma duração de quatro minutos e dois minutos de intervalo entre elas. Foram adotadas todas as regras do jogo formal, incluindo a regra do impedimento, e o lateral foi cobrado com os pés. O objetivo estabelecido foi converter o maior número de gols e todas as partidas foram filmadas utilizando uma câmera digital (Sony HDR-XR100). Por fim, após o balanceamento e distribuição das equipes, a equipe A jogou contra a equipe B, a equipe C jogou contra a equipe D.

Os pequenos jogos que foram disputados na condição experimental foram realizados logo após a conclusão do protocolo de indução de FM e a marcação do nível de FM na VAS, seguindo os procedimentos do estudo. Nesse sentido, é importante destacar a necessidade de

um local próximo ao campo, mas que seja apropriado para que os atletas possam realizar o *Stroop test*, buscando uma menor interferência externa. Os atletas foram familiarizados com o teste anteriormente, no dia dedicado à familiarização dos protocolos. Em contrapartida, os pequenos jogos disputados na condição controle foram realizados normalmente, seguindo os procedimentos do estudo.

## 2.4 Instrumentos

### 2.4.1 Sistema de Avaliação Tática no Futebol (FUT-SAT)

O desempenho tático dos participantes durante os pequenos jogos foi avaliado por meio do FUT-SAT (Costa *et al.*, 2011). A avaliação do FUT-SAT é composta pela observação de dez princípios táticos fundamentais. Cinco deles estão relacionados a fase ofensiva: penetração, cobertura ofensiva, espaço com bola, espaço sem bola, mobilidade e unidade ofensiva; e cinco estão relacionados a fase defensiva: contenção, cobertura defensiva, equilíbrio defensivo, equilíbrio de recuperação, concentração e unidade defensiva. Além disso, é considerada a qualidade da realização do princípio tático, podendo ser positiva ou negativa, a localização da realização do princípio tático no campo e, por fim, o resultado da ação.

O estudo original trás infamações relevantes a respeito do processo de validação do instrumento. O processo de validação focou-se em quatro pontos: i) aceitabilidade do teste de campo do ponto de vista dos jogadores; ii) análise e avaliação de peritos em relação aos conteúdos abordados no instrumento de observação; iii) análise e avaliação dos treinadores em relação ao desempenho dos jogadores no teste de campo; e iv) fiabilidade das observações dos avaliadores. Os resultados mostraram valores superiores a 0.63 para a correlação entre as avaliações dos treinadores e do sistema. Os jogadores que realizaram o teste de campo concordaram com as demandas específicas do teste. Todos os peritos aprovaram as categorias e as variáveis contidas no sistema. As fiabilidades intra e inter-avaliadores apresentaram valores superiores a 0.79. Dessa forma, é possível concluir que as medidas utilizadas no sistema são válidas para o contexto do futebol e suas observações apresentam valores correntes para análise do aspecto tático dos jogadores.

Os pequenos jogos foram filmados utilizando uma câmera digital (Sony HDR-XR100) posicionada em um local mais elevado na diagonal do campo seguindo o protocolo do instrumento FUT-SAT. A análise dos vídeos será realizada por meio do *software Soccer View 1.0®*, que permite a disposição de um campograma sobre o vídeo, além da inserção de

marcações como centro de jogo e linha da bola, essenciais para análise dos princípios táticos fundamentais, assim, será possível verificar o desempenho tático dos jogadores. Além disso, foi necessária a realização de protocolos de confiabilidade Inter e intra-avaliador para as variáveis dos princípios táticos fundamentais. Nesse ponto, foram reavaliados 12,5% dos jogos (Tabachnick; Fidell; Ullman, 2007), com intervalo de 21 dias entre as observações, e calculado a partir do coeficiente Kappa de Cohen.

O *software Microsoft Excel*® foi utilizado para organizar e tabular todos os dados. Posteriormente, o cálculo do desempenho tático foi realizado pela verificação do percentual de acertos dos princípios táticos. O cálculo do percentual de acertos de cada um dos Princípios Táticos (PT) fundamentais é realizado individualmente por meio da equação:  $(PT \text{ positivos} / (PT \text{ positivos} + PT \text{ negativos})) \times 100$ . O cálculo do percentual de acertos dos Princípios Táticos Ofensivos (PTO) é realizado por meio da equação:  $(PTO \text{ positivos} / (PTO \text{ positivos} + PTO \text{ negativos})) \times 100$ . O cálculo do percentual de acertos dos Princípios Táticos Defensivos (PTD) é feito por meio da equação:  $(PTD \text{ positivos} / (PTD \text{ positivos} + PTD \text{ negativos})) \times 100$ . E o cálculo do percentual de acertos geral dos princípios, por meio fórmula:  $(PTO \text{ positivos} + PTD \text{ positivos} / (PTO \text{ positivos} + PTD \text{ positivos} + PTO \text{ negativos} + PTD \text{ negativos})) \times 100$ , sendo essas as principais medidas do estudo.

Nesse sentido, a literatura reporta valores de confiabilidade para análises realizadas inter e intra-sessão. O FUT-SAT apresentou baixos valores de confiabilidade para as análises intra-sessão do desempenho tático ofensivo (ICC: 0,355; IC entre -0,159 e 0,664 e um erro padrão de medida de 16,15) e defensivo (ICC: 0,119; IC entre -0,583 e 0,541 e um erro padrão de medida de 15,41). Para as análises inter-sessão, o desempenho tático defensivo também apresentou baixos valores de confiabilidade (ICC: 0,307; IC entre -0,481 e 0,725 e um erro padrão de medida de 8,53), em contrapartida, as análises de desempenho tático ofensivo apresentaram bons valores de confiabilidade (ICC: 0,755; IC entre 0,293 e 0,915 e um erro padrão de medida de 6,18).

#### 2.4.3 *Global Positioning System* (GPS)

Para coletar os dados posicionais, os atletas utilizarão unidades de GPS de 10 Hz (*Catapult Sports*®, *Catapult ONE*, Melbourne, Austrália), sendo que, cada jogador utilizou um colete preparado para comportar o dispositivo. O equipamento possui confiabilidade e validade reportados na literatura (Johnston *et al.*, 2014). Além disso, os dados posicionais, coletados a partir da ferramenta de GPS, possuem bons valores de confiabilidade reportados

na literatura, sendo esses valores para variável largura: ICC de 0.944; IC entre 0.545 e 0.985 e um erro padrão de medida de 0.888. E, para variável comprimento: ICC de 0.933; IC entre 0.808 e 0.977 com um erro padrão de medida de 0.800 (Praça *et al.*, 2022). Por fim, dados de latitude e longitude de cada jogador foram sincronizados e convertidos em metros, usando o sistema de coordenadas *Universal Transverse Mercator* (UTM) e processados no *software* MATLAB 2010 (The *MathWorks Inc.*, Natick, MA, EUA).

Os dados foram suavizados usando um filtro *Butterworth* de 0,5 Hz de segunda ordem. Após converter os dados posicionais em metros, uma matriz de rotação foi calculada para cada pequeno jogo com as posições dos vértices do campo, alinhando o comprimento do campo de jogo com o eixo x e a largura com o eixo y. Em seguida, a matriz de rotação foi aplicada aos dados posicionais dos atletas para alinhamento com o referencial do campo de jogo (Folgado *et al.*, 2014b).

Diante disso, a partir dos dados posicionais coletados por meio do GPS, a variável utilizada para medir o desempenho tático dos atletas foi a sincronização interpessoal. A sincronização interpessoal está em destaque como um indicador de desempenho tático no contexto do futebol (Folgado *et al.*, 2014, 2015; Moura *et al.*, 2016; Folgado *et al.*, 2018; Caetano *et al.*, 2023) Essa variável quantifica a interação de dois osciladores ou, de uma maneira mais aplicada ao contexto esportivo, a interação espaço-temporal do deslocamento de dois jogadores. Assim, quando dois jogadores se deslocam na mesma direção e sentido é obtido um padrão de coordenação *in-phase*. Em contrapartida, quando esses jogadores se deslocam na mesma direção, mas em sentidos opostos o padrão de coordenação obtido é *anti-phase* (Siegle; Lames, 2013; Folgado *et al.*, 2018).

O estudo conduzido por Moura e colaboradores (2016) propôs a utilização da técnica de codificação vetorial para acessar os valores dos padrões de sincronização. Nesse sentido, para avaliar a sincronização interpessoal nos padrões *in-phase* e *anti-phase* no eixo x (longitudinal, correspondente à profundidade do campo de jogo) e no eixo y (lateral, correspondente à largura do campo de jogo), é calculado o ângulo de acoplamento do deslocamento das díades (isto é, pares de jogadores da mesma equipe, indicando a direção de relação entre os deslocamentos, mensurando o grau de alinhamento direcional dos jogadores) em cada pequeno jogo.

Moura *et al.* (2016) definem que o ângulo de acoplamento ( $\theta_{vc}$ ) representa uma relação espacial instantânea a partir de padrões de coordenação únicos que são encontrados nas diagonais vertical, horizontal e 45°.

O ângulo de acoplamento pode ser calculado para cada díade no eixo x (longitudinal) ou y (lateral) do campo de jogo. Para esse cálculo devem ser realizados os seguintes passos:

- i. Determinar a posição dos jogadores em cada instante de tempo em ambos os eixos (longitudinal e lateral);
- ii. Selecionar qual eixo será analisado (no presente estudo, os eixos selecionados serão o longitudinal e lateral);
- iii. Elaborar um plano cartesiano, por exemplo, considerando a escolha de análise do eixo  $x$ , no qual  $\theta_1$ , no eixo  $x$ , representará o deslocamento do jogador 1 no eixo longitudinal no decorrer do tempo e no qual  $\theta_2$ , no eixo  $x$ , representará o deslocamento do jogador 2 no eixo  $x$  no decorrer do tempo;
- iv. Definir o  $\theta_{vc}$  entre o  $\theta_1$  e  $\theta_2$  em relação ao eixo exemplificado, no caso, o eixo  $x$ .

Dessa forma, a partir do valor do ângulo de acoplamento ( $\theta_{vc}$ ), os deslocamentos de cada díade (par de jogadores) podem ser classificados entre quatro padrões de sincronização. A tabela 1 descreve tais padrões e seus valores de referência. Por fim, é extraído o percentual de tempo gasto dentro de cada padrão de sincronização para cada díade e, na sequência, é calculado o percentual médio de tempo da equipe, a partir do percentual médio de cada díade:

$$PADRÃO DE COORDENAÇÃO (\%) = \bar{X} DO \% MÉDIO DE CADA DÍADE$$

**Tabela 1-** Descrição e Valores de referência dos padrões de sincronização

<b>Padrões de Coordenação</b>	<b>Valores de Referência</b>	<b>Descrição</b>
<i>In-phase</i>	Quando $22.5^\circ \leq \theta_{vc} < 67.5^\circ$ ; $202.5^\circ \leq \theta_{vc} < 247.5^\circ$	Nesses intervalos, as díades estarão em fase, isto é, estão se deslocando na mesma direção e sentido. Por exemplo, quando dois jogadores estão se movimentando no mesmo instante temporal em profundidade para realizar um ataque à baliza adversária.
<i>Anti-phase</i>	Quando $112.5^\circ \leq \theta_{vc} < 157.5^\circ$ ; $292.5^\circ \leq \theta_{vc} < 337.5^\circ$	Nesses intervalos, as díades estarão em anti-fase, isto é, estão se movimentando na mesma direção, porém em sentidos opostos. Por exemplo, quando dois jogadores estão se movimentando em largura, em direção as linhas laterais opostas para dar amplitude à equipe.
<i>Attacking team phase</i>	Quando $0^\circ \leq \theta_{vc} < 22.5^\circ$ ; $157.5^\circ \leq \theta_{vc} < 202.5^\circ$ ; $337.5^\circ \leq \theta_{vc} \leq 360^\circ$	Apenas a equipe em ataque está alterando a distribuição dos jogadores em campo, isto é, quando o jogador da equipe atacante inicia o movimento em relação ao jogador adversário.
<i>Defending team phase</i>	Quando $67.5^\circ \leq \theta_{vc} < 112.5^\circ$ ; $247.5^\circ \leq \theta_{vc} < 292.5^\circ$	Apenas a equipe em defesa está alterando a distribuição dos jogadores em campo, isto é, quando o jogador da equipe defensora inicia o movimento em relação ao jogador adversário.

**Fonte:** Elaborada pelos autores

O presente estudo, ao comparar os deslocamentos entre as díades da mesma equipe, investigará exclusivamente o padrão *in-phase*, devido às evidências na literatura que destacam o padrão *in-phase* como uma medida desempenho ao relacioná-la com resultados positivos durante o jogo. Nesse sentido, o estudo de Folgado e colaboradores (2018) analisou os padrões *in-phase* e *anti-phase* de uma equipe e verificou que, ao perder, as equipes apresentaram menor valor de sincronização *in-phase* (Folgado *et al.*, 2018). Além disso, o estudo de Moura e colaboradores (2016) concluiu que o padrão mais presente no jogo foi *in-phase* e que, durante as fases iniciais do jogo ofensivo, as sequências ofensivas que terminavam em chutes ao gol apresentaram maiores períodos em *in-phase* do que as sequências que eram interrompidas pela defesa. Desse modo, o padrão *in-phase* é apresentado como um indicador de desempenho tático.

Sobre esse ponto, outra ação necessária para interpretar o padrão *in-phase* como uma medida de desempenho tático é a diferenciação entre as fases do jogo que os atletas passaram sincronizados nesse padrão. No presente estudo, a diferenciação entre as fases de ataque e

defesa para cada equipe foi realizada uma integração entre um protocolo observacional e os dados posicionais, conforme previamente recomendado na literatura (Praça *et al.*, 2022). Para isso, foi realizada uma análise notacional, a qual estabelecia o período em que as equipes estavam em fase ofensiva e defensiva. O início da fase ofensiva foi determinado nos momentos de: início de jogo, reposição de bola (pelo goleiro, cobrança de lateral ou escanteio) ou quando a equipe conseguia cumprir os critérios após a recuperação da posse de bola (caracterizada por desarme ou interceptação de passe). Tais critérios foram utilizados para determinar o início e término da fase ofensiva, sendo eles: permanecer com a posse de bola por 3 segundos, trocar um passe positivo com um colega de equipe ou o jogador que recuperou a bola dar três toques em sequência na bola, assim, ao cumprir um desses critérios era considerado uma recuperação de posse de bola positiva, o que resultava no início de uma nova fase ofensiva para aquela equipe. Além disso, para notação do final das fases ofensiva e defensiva, foram considerados os critérios após a perda ou recuperação da posse bola (citados anteriormente), finalização do ataque em gol ou não, e o instante em que a bola passa a se ausentar do campo efetivo de jogo. Desse modo, foi possível descrever todos os instantes de tempo em que as equipes passaram na fase ofensiva e defensiva, desconsiderando o tempo de jogo em que a bola passou fora de campo. Por fim, os instantes temporais demarcados na análise notacional eram correlacionados com os dados posicionais. Para isso, foi utilizada uma rotina no *software RStudio 2023.03 (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria)* com o objetivo de filtrar os dados posicionais correspondentes às fases do jogo gerando, assim, uma planilha do *Microsoft Excel (2019)* para cada fase de jogo em cada pequeno jogo.

#### 2.4.4 Stroop test

Recentes revisões sistemáticas de literatura têm buscado verificar o impacto da FM no desempenho físico (Grgic; Mikulic; Mikulic, 2022), técnico (Sun *et al.*, 2021) e tático (Clemente *et al.*, 2021) dos jogadores. Nesses estudos, destaca-se um ponto em comum quanto ao protocolo utilizado para indução da FM em estudos experimentais. Em todas as revisões sistemáticas, o protocolo mais utilizado foi por meio do *Stroop Test* (Stroop, 1935; Shou; Ding, 2013; Bian *et al.*, 2022).

O protocolo de teste possui a duração de 20 minutos com estímulos contínuos, tendo como suporte um estudo realizado anteriormente (Kunrath *et al.*, 2018), apresentando uma diferença entre os estudos que utilizam o mesmo protocolo com duração de 30 minutos, no entanto, com pausas de 1 segundo a cada tentativa (Smith *et al.*, 2016; Coutinho *et al.*, 2018;

Kunrath *et al.*, 2020b; Silva *et al.*, 2022) Assim, o protocolo proposto no presente estudo, visa otimizar o tempo retirando as pausas, mantendo a exigência de rapidez e precisão por parte do atleta, aumentando a demanda cognitiva.

Além disso, no presente estudo foi utilizado uma versão eletrônica do *Stroop test*. O teste é constituído por uma tarefa cognitiva na qual cinco palavras (vermelho, azul, verde, roxo e preto) são exibidas uma de cada vez em um computador. Durante a tarefa, os jogadores devem selecionar a opção que corresponde à cor da palavra, ao invés de seu significado. No entanto, cada cor possui um número fixo correspondente no teclado e, para selecionar a opção de cor desejada, o atleta deveria clicar no número correspondente no teclado. Ou seja, o número 1 corresponde a cor vermelha, o número 2 à cor azul, o número 3 à cor verde, o número 4 à cor roxa e o número 5 à cor preta. Assim, quando a palavra vermelho aparecer com a cor azul, a resposta correta será clicar no número 2, número que corresponde a cor azul (figura 5). Por fim, para aumentar a motivação e as demandas de atenção, os atletas foram desafiados a completar o teste da forma mais rápida, bem-sucedida e precisa possível, acertando mais palavras do que os outros participantes.

**Figura 5-** Representação da versão computadorizada do Stroop Test.



**Fonte:** Elaborada pelos autores

Nesse sentido, é importante salientar que alguns estudos têm questionado a utilização do *Stroop test*, por não representar demandas cognitivas específicas da modalidade (Smith *et al.*, 2018). No entanto, já está documentado na literatura, por meio de testes de eletroencefalografia, que o *Stroop test* gera FM, além de registrar um aumento da FM ao

decorrer do teste (Shou; Ding, 2013). Outros estudos discutem que essa relação entre o *Stroop test* e FM ocorre devido ao aumento da ativação do córtex cingulado anterior (Swick; Jovanovic, 2002), sendo que, essa região do cérebro está relacionada ao controle de funções cognitivas e autônomas, como controle inibitório que, por sua vez, desempenha um papel central no controle atencional (Simmonds; Mostofsky, 2008).

Por esses motivos, o *Stroop test* foi utilizado como protocolo para indução de FM. Além de ser um teste amplamente utilizado em estudos experimentais anteriores (Coutinho *et al.*, 2017; Kunrath *et al.*, 2018), o *Stroop test* impacta habilidades cognitivas como atenção seletiva e sustentada (Swick; Jovanovic, 2002; Shou; Ding, 2013), importantes para alcançar altos níveis de desempenho no futebol, dado que selecionar e interpretar informações presentes no jogo é um elemento central no desempenho tático do atleta.

#### 2.4.5 Escala visual analógica

A Escala Analógica Visual (Visual Analogue Scale - VAS) de 100 mm foi utilizada no presente estudo para avaliar as percepções de FM dos jogadores (Lee; Hicks; Nino-Murcia, 1991; Coutinho *et al.*, 2018). A versão adaptada da VAS, proposta por Lee, Hicks e Nino-Murcia (1991) foi reportada e amplamente utilizada por estudos prévios (Smith *et al.*, 2016; Coutinho *et al.*, 2018; Kunrath *et al.*, 2018; García-Calvo *et al.*, 2019; Abbott *et al.*, 2020; Díaz-García *et al.*, 2021), além de possuir um fácil manuseio e ser pouco invasiva. Para realizar a medição cada atleta recebe uma folha, com uma linha de 100 mm de comprimento impressa na horizontal. No início da linha está escrito “pouco fadigado mentalmente” e, ao final da linha está escrito “extremamente fadigado mentalmente”, indicando o nível de FM do jogador, do menor para o maior. A distância da extremidade esquerda da linha até o ponto que o participante marcou foi mensurada em milímetros, sendo que esta distância foi transformada em unidades arbitrárias, ou seja, 50 mm equivalia a 50 unidades arbitrárias. Após receber todas as instruções sobre o que é FM e o funcionamento da VAS, cada jogador risca verticalmente na linha, indicando o nível de FM naquele momento.

#### 2.5 Análise estatística

Para a análise dos padrões de sincronização interpessoal, foi realizada uma Análise Multivariada de Variância (MANOVA) com o objetivo de comparar o desempenho tático de jogadores de futebol pertencentes as categorias sub-13, sub-15 e sub-17, medido por meio do percentual de tempo no padrão *In-phase* na largura e profundidade, na fase ofensiva e defensiva. Foi utilizado o software SPSS (*Statistical Package for Social Science for Windows*,

Version 19.0) para avaliar possíveis diferenças multivariadas nas variáveis dependentes entre os protocolos controle e experimental do presente estudo. O pressuposto de normalidade foi verificado por meio do teste de Shapiro-Wilk e o teste *M* de Box para verificar o pressuposto de homogeneidade de covariância. Posteriormente, foi realizado o post-hoc de Bonferroni para comparações pareadas.

Para análise da eficácia na execução dos princípios táticos também foi realizada uma Análise Multivariada de Variância (MANOVA) com o objetivo de comparar o desempenho tático de jogadores de futebol pertencentes as categorias sub-13, sub-15 e sub-17, medido por meio do percentual de acerto dos princípios táticos fundamentais ofensivos e defensivos, nas condições experimental e controle. O pressuposto de normalidade foi verificado por meio do teste de Shapiro-Wilk e o teste *M* de Box para verificar o pressuposto de homogeneidade de covariância. Nesse caso, a variável não atendeu os pressupostos de normalidade, no entanto, optou-se por manter a análise paramétrica dos dados uma vez que o teste aplicado é considerado robusto o suficiente para pequenos desvios de normalidade (O' DONOGHUE, 2009).

Por fim, calculou-se a magnitude do efeito por meio do eta quadrático parcial ( $\eta^2_p$ ). O tamanho do efeito foi classificado como sem efeito ( $\eta^2_p < 0,04$ ), efeito mínimo ( $0,04 \leq \eta^2_p < 0,25$ ), efeito moderado ( $0,25 \leq \eta^2_p < 0,64$ ), e efeito forte ( $\eta^2_p \geq 0,64$ ) (FERGUSON, 2009). Ainda, calculou-se o tamanho do efeito das comparações par a par por meio do D de Cohen e classificado como pequeno ( $0,2 \leq d < 0,5$ ), médio ( $0,5 \leq d < 0,8$ ), e grande ( $d \geq 0,8$ ) (COHEN, 1988). Nesse sentido, para as análises que apresentaram diferentes tamanhos amostrais calculou-se o G de Hedge's, sendo classificado como pequeno ( $0,21 \leq G < 0,39$ ), médio ( $0,4 \leq G < 0,79$ ) e grande ( $G \geq 0,8$ ) (Lakens, 2013). Para tais análises, recorreu ao software SPSS 19.0 (*Statistical Package for Social Science*), exceto para o cálculo do D de Cohen que se utilizou o software R Studio.

## 2.6 Confiabilidade das análises

Para a variável de desempenho tático, coletada por meio da ferramenta FUT-SAT, realizou-se análise da confiabilidade das observações. As medidas foram verificadas por um mesmo avaliador (intra-observador) e por três avaliadores (inter-observador) em um total de 10% das observações geradas no estudo (Robinson; O'Donoghue; O'Donoghue, 2007). Os avaliadores foram capacitados para realizar as análises na ferramenta indicadas. O protocolo utilizado para medição foi o Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI 3,1), tipo concordância absoluta e modelo aleatório de duas vias (Weir, 2005a). Os resultados

demonstraram uma alta concordância inter-observadores ( $ICC = 0,79$ ;  $IC\ 95\% = (0,491 - 0,924)$ ,  $F(14, 28) = 4,510$ ,  $p < 0,001$ ) e uma excelente concordância intra-observador ( $ICC = 0,91$ ;  $IC\ 95\% = (0,742 - 0,971)$ ,  $F(14, 14) = 10,979$ ,  $p < 0,001$ ) (Koo; Li, 2016)

Para variável de sincronização interpessoal, realizou-se análise da confiabilidade das observações notacionais utilizadas para diferenciação das fases de jogo (ataque e defesa). As medidas foram verificadas por um mesmo avaliador (intra-observador) e por dois avaliadores capacitados (inter-observador), também em um total de 10% das observações geradas no estudo (Robinson; O'Donoghue; O'Donoghue, 2007). O protocolo utilizado para medição foi o Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI 3,1), tipo concordância absoluta e modelo aleatório de duas vias (Weir, 2005a). Os resultados demonstraram uma concordância inter-observadores excelente ( $ICC = 0,96$ ;  $IC\ 95\% = (0,922 - 0,976)$ ,  $F(46, 46) = 22,489$ ,  $p < 0,001$ ), além de uma concordância intra-observadores também excelente ( $ICC = 0,91$ ;  $IC\ 95\% = (0,818 - 0,957)$ ,  $F(31, 31) = 11,021$ ,  $p < 0,001$ ) (Koo; Li, 2016).

### 3.0 RESULTADOS

#### 3.1 Variáveis de controle metodológico

##### 3.1.1 Os atletas chegaram fadigados para realizar o estudo?

É esperado que os atletas iniciem ambos os protocolos (controle e experimental) com os menos níveis de FM. A avaliação inicial realizada antes de cada protocolo é relevante para verificar se os atletas irão disputar os pequenos jogos na condição controle livres dos efeitos deletérios da FM, além de verificar se os atletas irão iniciar o protocolo para indução de FM também livres de tais efeitos. Dessa forma, não são esperadas diferenças significativas entre o nível de FM subjetiva (VAS), nem no número de erros e tempo de resposta.

#### Procedimentos de Análise de Dados

Foi realizada uma Análise de Variância Fatorial (ANOVA 3x2), com o objetivo de comparar os níveis basais de fadiga mental (FM) dos atletas no momento inicial das condições: Controle e Experimental. Assim, será possível verificar se os atletas iniciaram os protocolos com os mesmos níveis de FM. Esse momento de avaliação inicial, foi composto por uma medida subjetiva, avaliada por meio da escala visual analógica (VAS), e uma medida de desempenho cognitivo, avaliada por meio do número de erros e tempo de resposta no teste de Stroop. A normalidade dos dados foi avaliada por meio do teste de Shapiro-Wilk e o pressuposto de homogeneidade de variância foi avaliado por meio do teste de Levene. Análises de *post-hoc* para os efeitos principais e de interação (categoria\*condição) foram realizados por meio do teste de Bonferroni. Procedimentos de *bootstrapping* (1000 reamostragens; 95% IC BCa) foram implementados para se obter uma maior confiabilidade dos resultados, para corrigir desvios de normalidade da distribuição da amostra e diferenças entre os tamanhos dos grupos e, também, para apresentar um intervalo de confiança de 95% para as diferenças entre as médias (Haukoos; Lewis, 2005).

#### Resultados- Nível de FM Subjetiva (VAS)

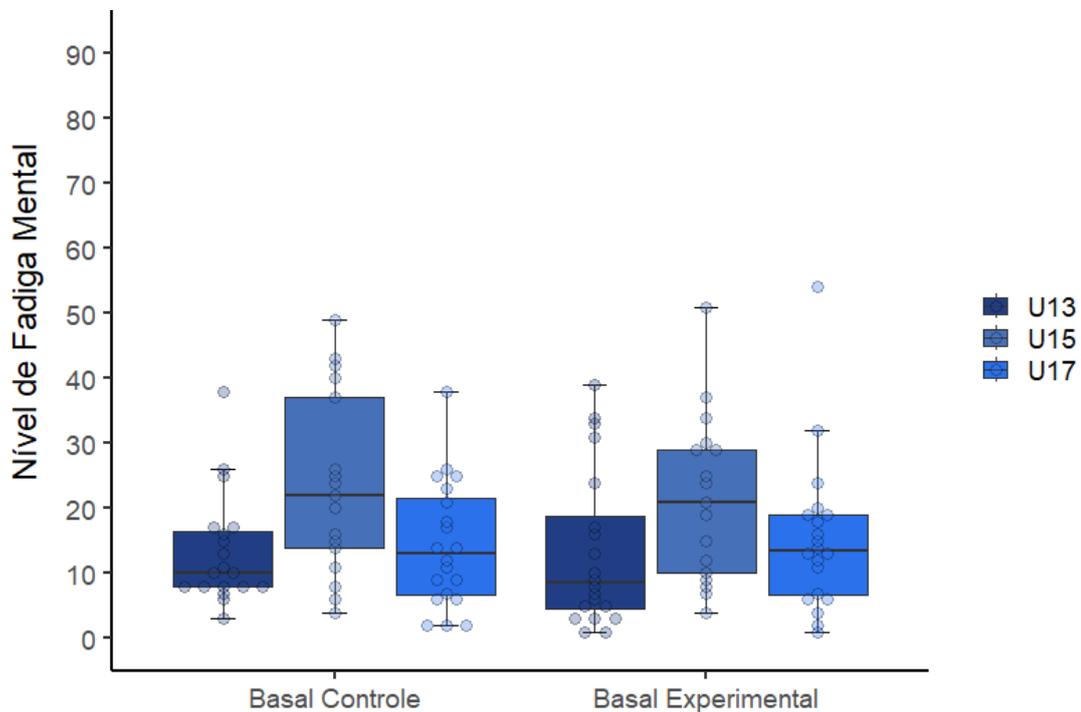
Para os atletas da categoria sub-13, o teste de Shapiro-Wilk demonstrou que os dados não apresentavam distribuição normal para os momentos de avaliação basal nas condições Controle e Experimental (Controle, S-W (19) = 0,842;  $p < 0,05$ ; Experimental, S-W (20) = 0,847;  $p < 0,05$ ). Para os atletas da categoria sub-15, o teste de Shapiro-Wilk demonstrou que os dados apresentavam distribuição normal. E, por fim, para os atletas da categoria sub-17 o teste de Shapiro-Wilk demonstrou que os dados não apresentavam distribuição normal para o

momento de avaliação basal na condição Experimental (Experimental, S-W (15) = 0,807;  $p < 0,05$ ). O teste de Levene acatou o pressuposto de homogeneidade de variância. A Tabela 2 apresenta as estatísticas descritivas dos níveis de FM subjetiva para todos os grupos (Apêndice 3).

Os resultados da ANOVA demonstraram que não houve um efeito estatisticamente significativo para interação (categoria\*condição) ( $F(2, 107) = 0,180, p = 0,835, \text{partial } \eta^2 = 0,003$ ) e para condição ( $F(1, 107) = 0,037, p < 0,849, \text{partial } \eta^2 = 0,000$ ), mas houve um efeito significativo para categoria ( $F(2, 107) = 6,413, p = 0,002, \text{partial } \eta^2 = 0,107$ ).

Para melhor compreender estes achados, foram realizadas análises subsequentes (*post-hoc* de Bonferroni). Os resultados demonstraram que a categoria sub-15 apresentou maiores níveis de FM do que quando comparada com as categorias sub-13 ( $M = 13,38; DP = 1,85; p = 0,003; d \text{ de Cohen} = 4,81$ ) e sub-17 ( $M = 14,82; DP = 1,98; p = 0,016; d \text{ de Cohen} = 4,08$ ) independente da condição (Figura 6). Assim, foi possível verificar que os atletas não apresentaram diferenças no nível basal de FM subjetiva entre as condições.

**Figura 6-** Diferenças do nível de fadiga mental subjetiva entre os momentos de avaliação basais para cada condição e categoria



Fonte: Elaborado pelos autores.

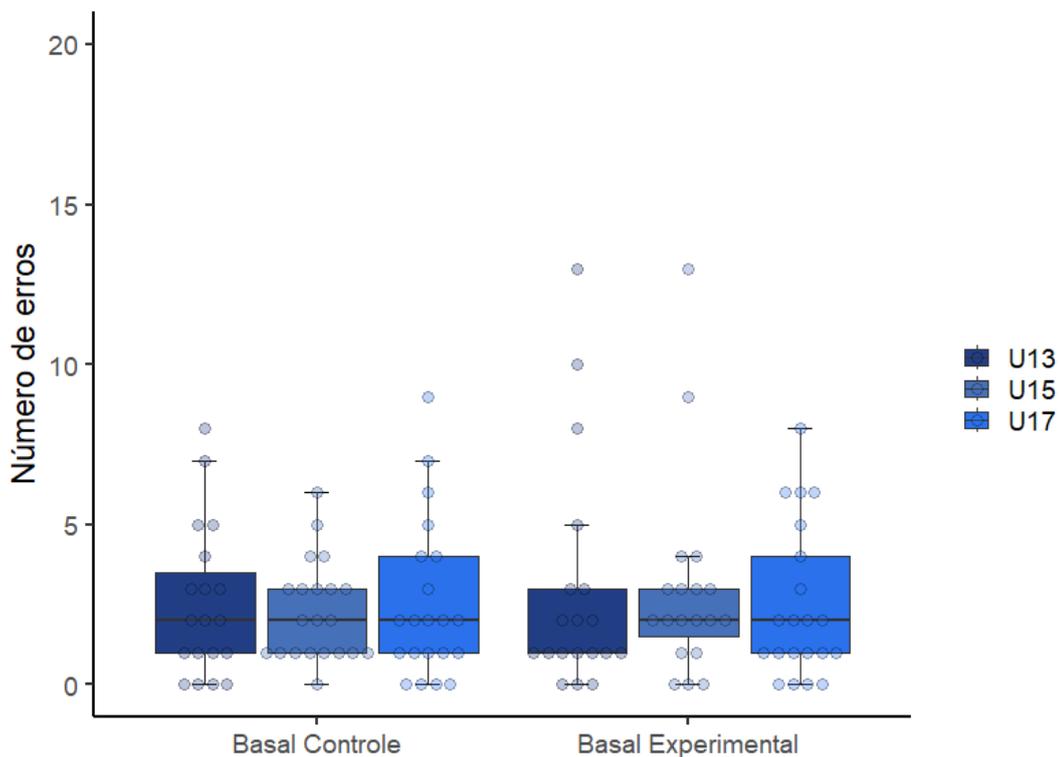
#### Resultados- Teste de Desempenho Cognitivo: Número de erros

O teste de Shapiro-Wilk demonstrou que os dados não apresentaram distribuição normal para os momentos de avaliação basal nas condições Controle e Experimental para

nenhuma das categorias: sub-13 (Controle, S-W (19) = 0,891;  $p < 0,05$ ; Experimental, S-W (20) = 0,730;  $p < 0,05$ ), sub-15: (Controle, S-W (21) = 0,897;  $p < 0,05$ ; Experimental, S-W (19) = 0,728;  $p < 0,05$ ), e, por fim, sub-17: (Controle, S-W (21) = 0,862;  $p < 0,05$ ; Experimental, S-W (21) = 0,855;  $p < 0,05$ ). O teste de Levene acatou o pressuposto de homogeneidade de variância. As estatísticas descritivas sobre o número de erros no teste de desempenho cognitivo estão apresentadas na Tabela 3 (Apêndice 4).

Assim como esperado, os resultados da ANOVA demonstraram que não houve um efeito estatisticamente significativo para interação (categoria\*condição) ( $F(2, 114) = 0,185$ ,  $p = 0,831$ ,  $partial \eta^2 = 0,003$ ), para condição ( $F(1, 114) = 0,456$ ,  $p < 0,501$ ,  $partial \eta^2 = 0,004$ ), nem para categoria ( $F(2, 114) = 0,603$ ,  $p = 0,939$ ,  $partial \eta^2 = 0,001$ ). Desse modo, foi possível verificar que os atletas não apresentaram diferenças no desempenho do teste cognitivo, quando avaliados pelo número de erros (Figura 7).

**Figura 7-** Diferenças no número de erros entre os momentos de avaliação basais para cada



Fonte: Elaborado pelos autores.

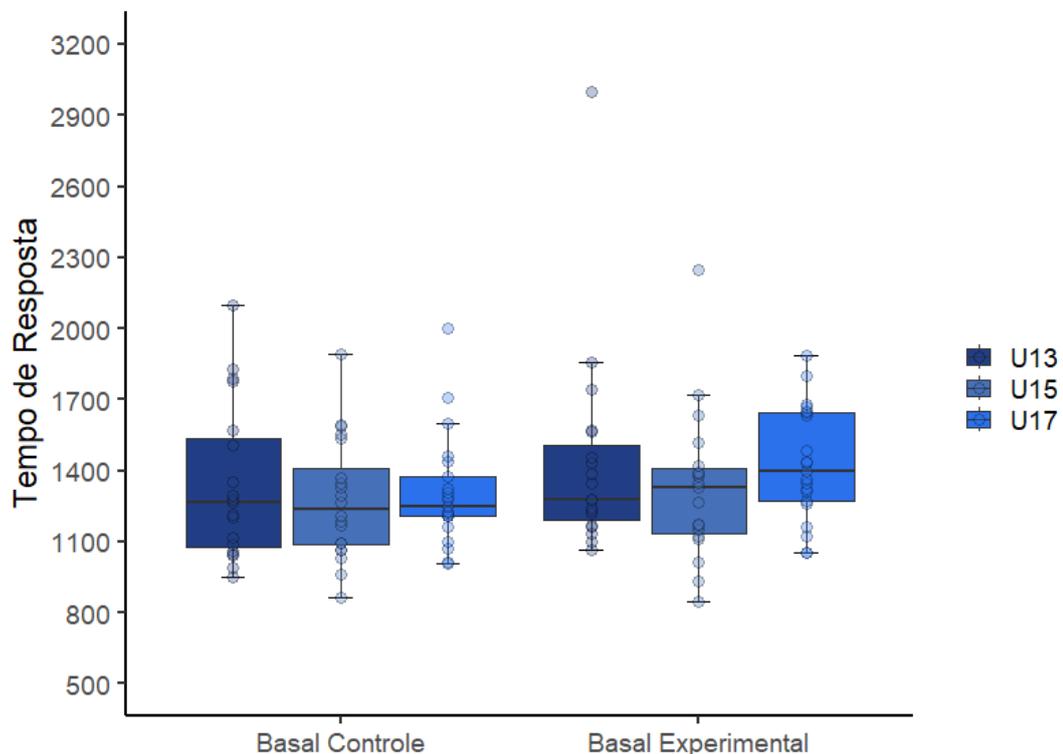
#### Resultados- Teste de Desempenho Cognitivo: Tempo de Resposta

O teste de Shapiro-Wilk demonstrou que para categoria sub-13, os dados não apresentaram distribuição normal para os momentos de avaliação basal nas condições

Controle e Experimental (Controle, S-W (19) = 0,897;  $p < 0,05$ ; Experimental, S-W (20) = 0,692;  $p < 0,05$ ). Para as categorias sub-15 (Controle, S-W (21) = 0,621;  $p < 0,05$ ) e sub-17 (Controle, S-W (21) = 0,882;  $p < 0,05$ ), a condição controle não apresentou distribuição normal. O teste de Levene acatou o pressuposto de homogeneidade de variância. As estatísticas descritivas sobre o número de erros no teste de desempenho cognitivo estão apresentadas na Tabela 4 (Apêndice 5).

Mais uma vez, os resultados da ANOVA demonstraram que não houve um efeito estatisticamente significativo para interação (categoria\*condição) ( $F(2, 114) = 0,732$ ,  $p = 0,483$ , *partial*  $\eta^2 = 0,013$ ), para condição ( $F(1, 114) = 0,483$ ,  $p = 0,489$ , *partial*  $\eta^2 = 0,004$ ), nem para categoria ( $F(2, 114) = 0,054$ ,  $p = 0,947$ , *partial*  $\eta^2 = 0,001$ ). Desse modo, foi possível verificar que os atletas não apresentaram diferenças no tempo de resposta durante o teste de desempenho cognitivo, quando avaliados no momento inicial de cada protocolo (Figura 8).

**Figura 8-** Diferenças no tempo de resposta entre os momentos de avaliação basais para cada condição e categoria



Fonte: Elaborado pelos autores.

### 3.1.2 O protocolo para indução gerou FM nos atletas?

Após verificar que os atletas iniciaram ambos os protocolos com os mesmos níveis de FM e sem prejuízos decorrentes de tais feitos, é esperado que o protocolo para indução de FM

aumente significativamente a percepção de FM dos jogadores, além de resultar em prejuízos como aumento no número de erros e tempo de resposta. Assim, será possível verificar se os atletas irão iniciar o protocolo experimental de fato mentalmente fadigados.

#### Procedimentos de Análise de Dados

No dia correspondente ao protocolo experimental, os atletas realizaram um protocolo para indução de FM antes de disputarem os pequenos jogos. Portanto, foi realizada uma Análise de Variância Fatorial (ANOVA 3x2) com o objetivo de comparar os níveis de FM dos atletas nos momentos de avaliação basal e pós-teste de indução. Assim, será possível verificar se o protocolo de indução foi capaz de aumentar o nível de FM dos atletas. Esses momentos de avaliação basal e pós-teste, foram compostos por uma medida subjetiva, avaliada por meio da escala visual analógica (VAS), e uma medida de desempenho cognitivo, avaliada por meio do número de erros e tempo de resposta no teste de Stroop. A normalidade dos dados foi avaliada por meio do teste de Shapiro-Wilk e o pressuposto de homogeneidade de variância foi avaliado por meio do teste de Levene. Análises de *post-hoc* para os efeitos principais e de interação (categoria\*avaliação) foram realizados por meio do teste de Bonferroni. Para as variáveis que não atenderam ao pressuposto de normalidade, procedimentos de *bootstrapping* (1000 re-amostragens; 95% IC BCa) foram implementados para se obter uma maior confiabilidade dos resultados, para corrigir desvios de normalidade da distribuição da amostra e diferenças entre os tamanhos dos grupos e, também, para apresentar um intervalo de confiança de 95% para as diferenças entre as médias (Haukoos; Lewis, 2005).

#### Resultados- Nível de FM Subjetiva (VAS)

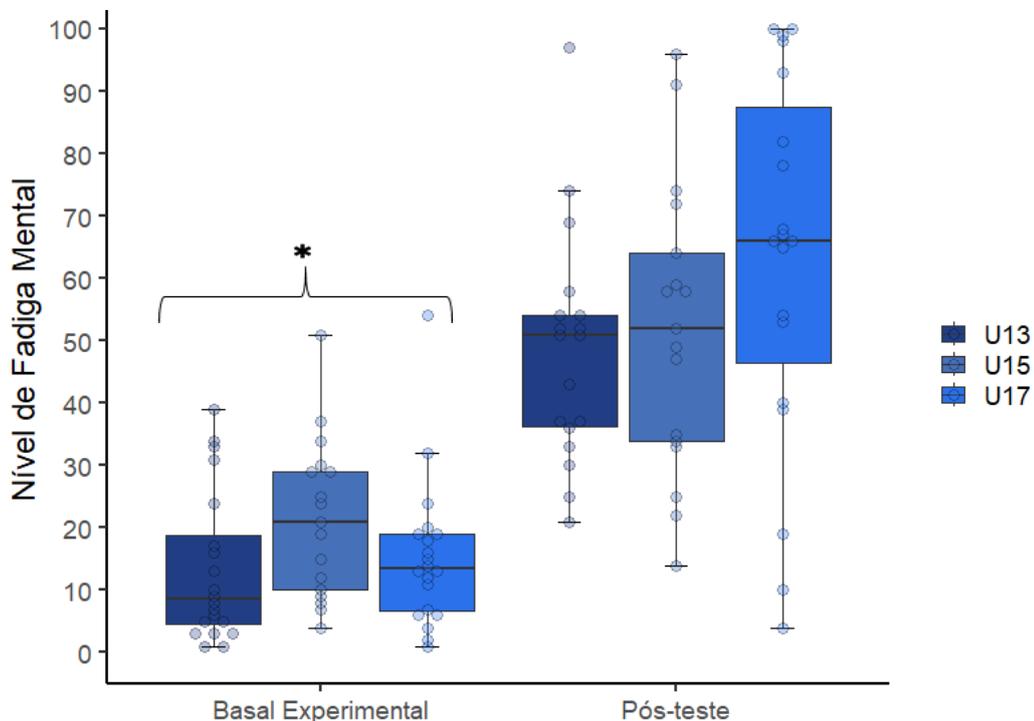
Para os atletas da categoria sub-13 e sub-17, o teste de Shapiro-Wilk demonstrou que os dados se distanciavam significativamente da distribuição normal para o momento de avaliação basal (Sub-13: Basal, S-W (20) = 0,847;  $p < 0,05$ ; Sub-17: Basal, S-W (20) = 0,841;  $p < 0,05$ ). Para os atletas da categoria sub-15, o teste de Shapiro-Wilk demonstrou que os dados apresentavam distribuição normal para ambos os momentos de avaliação. O teste de Levene não acatou o pressuposto de homogeneidade de variância (Levene = 4,93;  $\chi^2 (5) = 105$ ,  $p < 0,05$ ). A Tabela 5 (Apêndice 6) apresenta as estatísticas descritivas dos níveis de FM subjetiva para todos os grupos.

Os resultados da ANOVA demonstraram que não houve um efeito estatisticamente significativo para interação (categoria\*avaliação) ( $F(2, 105) = 2,02$ ;  $p = 0,137$ ; *partial*

$\eta^2 = 0,037$ ) e para categoria ( $F(2, 105) = 1,83$ ;  $p = 0,164$ ; *partial*  $\eta^2 = 0,034$ ), mas houve um efeito significativo para avaliação ( $F(1, 105) = 106,37$ ;  $p < 0,001$ ; *partial*  $\eta^2 = 0,503$ ).

Para melhor compreender estes achados, foram realizadas análises subsequentes (*post-hoc* de Bonferroni). Os resultados demonstraram que a avaliação pós-teste apresentou maiores níveis de FM do que quando comparada com os níveis basais de FM ( $M = 16,70$ ;  $DP = 2,56$ ;  $p = 0,000$ ;  $d$  de Cohen = 14,62) independente da categoria. Assim, foi possível verificar que o protocolo de indução de FM aumentou os níveis de FM subjetiva dos atletas (Figura 9).

**Figura 9-** Diferenças no nível de fadiga mental entre os momentos de avaliação Basal e Pós-teste na condição experimental



Fonte: Elaborado pelos autores

Legenda: \* Diferenças Significativas entre as avaliações Basal Experimental e Pós-teste

#### Resultados- Teste de Desempenho Cognitivo: Número de erros

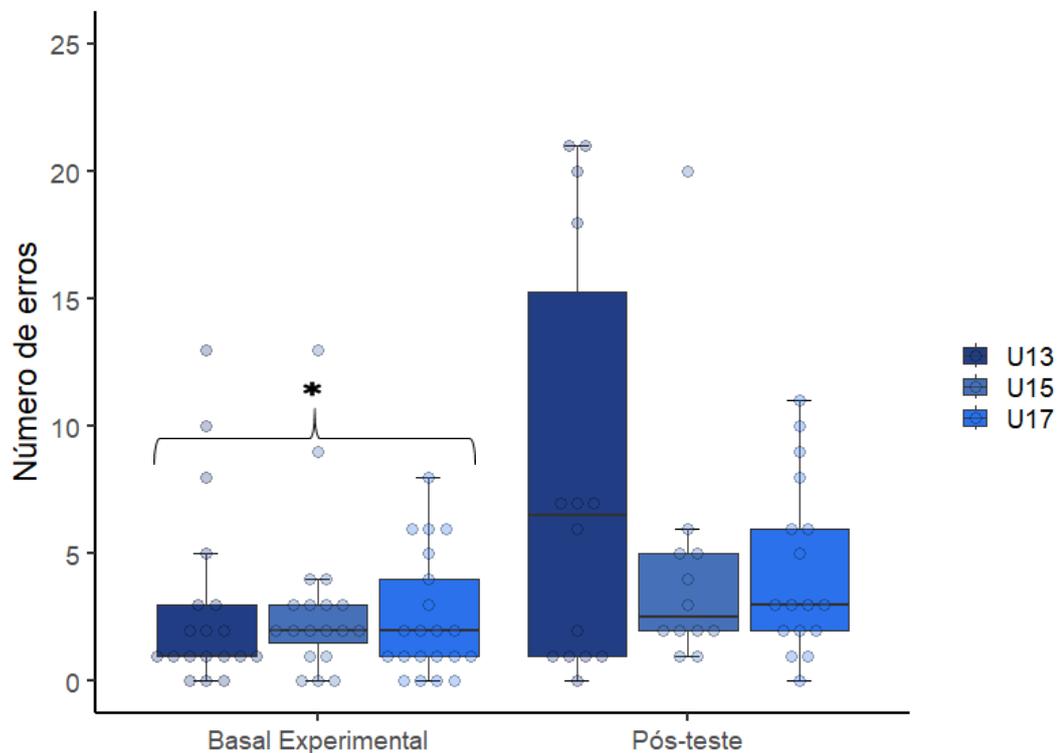
O teste de Shapiro-Wilk demonstrou que os dados distanciam-se significativamente da distribuição normal nos momentos de avaliação basal e pós-teste e nas categorias: sub-13 (Basal, S-W (19) = 0,730;  $p < 0,05$ ; Pós-teste, S-W (16) = 0,760;  $p < 0,05$ ), sub-15: (Basal, S-W (19) = 0,728;  $p < 0,05$ ; Pós-teste, S-W (12) = 0,614;  $p < 0,05$ ), e, por fim, sub-17: (Basal, S-W (21) = 0,855;  $p < 0,05$ ; Pós-teste, S-W (19) = 0,891;  $p < 0,05$ ). O teste de Levene não acatou o pressuposto de homogeneidade de variância (Levene = 6,77;  $\chi^2 (5) = 96$ ,  $p < 0,05$ ).

A Tabela 6 (Apêndice 7) apresenta as estatísticas descritivas do número de erros para cada categoria.

Os resultados da ANOVA demonstraram que não houve um efeito estatisticamente significativo para interação (categoria\*avaliação) ( $F(2, 96) = 1,66$ ;  $p = 0,195$ ; *partial*  $\eta^2 = 0,033$ ) e para categoria ( $F(2, 96) = 2,09$ ;  $p = 0,129$ ; *partial*  $\eta^2 = 0,042$ ), mas apresentou um efeito significativo para avaliação ( $F(1, 96) = 10,19$ ;  $p = 0,002$ ; *partial*  $\eta^2 = 0,096$ ).

Para melhor compreender estes achados, novamente foram realizadas análises subsequentes (*post-hoc* de Bonferroni). Assim como esperado, os resultados demonstraram que a avaliação pós-teste apresentou maior número de erros no teste de desempenho cognitivo do que quando comparada com os níveis basais de FM ( $M = 2,7$ ;  $DP = 0,57$ ;  $p = 0,002$ ;  $d$  de Cohen = 4,62) independente da categoria (Figura 10).

**Figura 10-** Diferenças no número de erros entre os momentos de avaliação Basal e Pós-teste na condição experimental



**Fonte:** Elaborado pelos autores

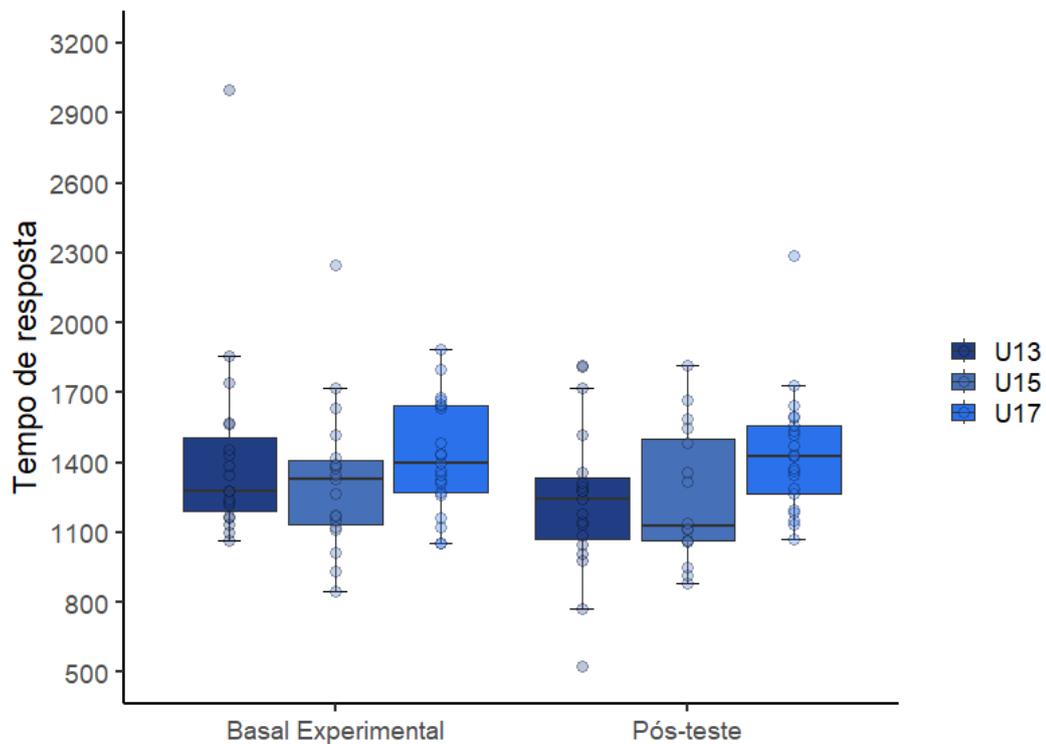
**Legenda:** \* Diferenças Significativas entre as avaliações Basal Experimental e Pós-teste

## Resultados- Teste de Desempenho Cognitivo: Tempo de resposta

O teste de Shapiro-Wilk demonstrou que para categoria sub-13, os dados distanciam-se significativamente da distribuição normal para o momento de avaliação basal (Basal, S-W (19) = 0,692;  $p < 0,05$ ). Para categoria sub-17, o pressuposto não foi atendido para o momento de avaliação pós-teste (Pós-teste, S-W (21) = 0,888;  $p < 0,05$ ). A categoria sub-15 atendeu o pressuposto de normalidade para os dois momentos de avaliação. O teste de Levene não acatou o pressuposto de homogeneidade de variância (Levene = 14,97;  $\chi^2 (5) = 111$ ,  $p < 0,05$ ). A Tabela 7 (Apêndice 8) apresenta as estatísticas descritivas do tempo de resposta para cada categoria.

Os resultados da ANOVA demonstraram que não houve um efeito estatisticamente significativo para interação (categoria\*condição) ( $F(2, 111) = 1,42$ ;  $p = 0,246$ ; *partial*  $\eta^2 = 0,025$ ), para condição ( $F(1, 111) = 3,67$ ;  $p = 0,058$ ; *partial*  $\eta^2 = 0,032$ ), nem para categoria ( $F(2, 111) = 2,66$ ;  $p = 0,074$ ; *partial*  $\eta^2 = 0,046$ ). Portanto, não foi possível verificar um aumento no tempo de resposta após o protocolo de indução de fadiga mental (Figura 11).

**Figura 11-** Diferenças no tempo de resposta entre os momentos de avaliação Basal e Pós-teste na condição experimental



Fonte: Elaborado pelos autores

### 3.1.3 Os jogadores iniciaram os pequenos jogos em estado de fadiga mental diferentes?

Por fim, é esperado que os níveis de FM dos jogadores sejam significativamente maiores na avaliação pré-jogo da condição experimental. Assim, será possível comparar o desempenho tático entre as condições sabendo que os jogadores apresentaram um maior nível de FM antes de iniciarem a condição experimental.

#### Procedimentos de Análise de Dados

De acordo com o desenho experimental do estudo, os atletas disputaram pequenos jogos (PJ) em duas condições: Controle e Experimental. Na condição controle os jogadores realizam uma medida de FM basal pré jogo e, na condição experimental, realizam uma medida pós protocolo de indução de FM, a qual é equivalente a medida pré jogo da condição experimental. Portanto, foi realizada uma Análise de Variância Fatorial (ANOVA 3x2), com o objetivo de comparar os níveis de FM dos atletas antes dos PJ disputados nas condições controle e experimental. Assim, será possível verificar se os atletas iniciaram os PJ com diferentes níveis de FM. As variáveis utilizadas serão as mesmas apresentadas anteriormente: Escala visual analógica (VAS), número de erros e tempo de resposta no teste de Stroop. A normalidade dos dados foi avaliada por meio do teste de Shapiro-Wilk e o pressuposto de homogeneidade de variância foi avaliado por meio do teste de Levene. Análises de *post-hoc* para os efeitos principais e de interação (categoria\*condição) foram realizados por meio do teste de Bonferroni. Procedimentos de *bootstrapping* (1000 re-amostragens; 95% IC BCa) foram implementados para se obter uma maior confiabilidade dos resultados, para corrigir desvios de normalidade da distribuição da amostra e diferenças entre os tamanhos dos grupos e, também, para apresentar um intervalo de confiança de 95% para as diferenças entre as médias (Haukoos e Lewis, 2005).

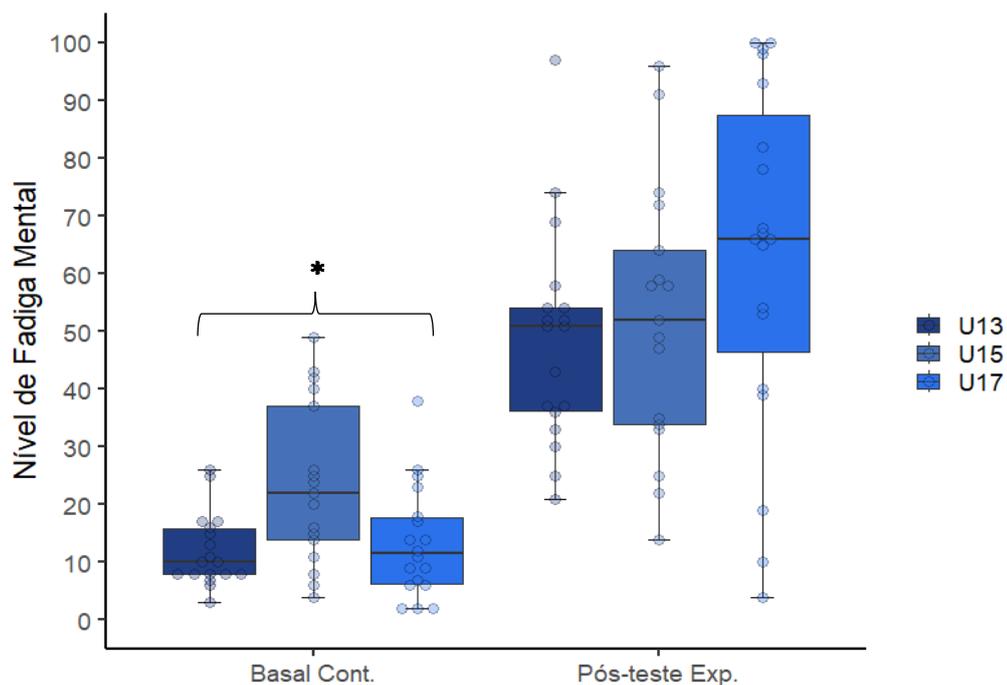
#### Resultados- Nível de FM Subjetiva (VAS)

Para os atletas da categoria sub-13, o teste de Shapiro-Wilk demonstrou que os dados se distanciavam significativamente da distribuição normal para o momento de avaliação basal na condição controle (Basal, S-W (19) = 0,842;  $p < 0,05$ ). Para os atletas da categoria sub-15 e sub-17, o teste de Shapiro-Wilk demonstrou que os dados apresentavam distribuição normal para ambos os momentos de avaliação. O teste de Levene não acatou o pressuposto de homogeneidade de variância (Levene = 6,80;  $\chi^2 (2) = 101, p < 0,05$ ). A Tabela 8 (Apêndice 9) apresenta as estatísticas descritivas dos níveis de FM subjetiva para todos os grupos

Os resultados da ANOVA demonstraram que não houve um efeito estatisticamente significativo para interação (categoria\*avaliação) ( $F(2, 101) = 2,92$ ;  $p = 0,059$ ; *partial*  $\eta^2 = 0,055$ ) e para categoria ( $F(2, 101) = 2,01$ ;  $p = 0,139$ ; *partial*  $\eta^2 = 0,038$ ), mas apresentou um efeito significativo para avaliação ( $F(1, 107) = 108,30$ ;  $p < 0,001$ ; *partial*  $\eta^2 = 0,517$ ).

Para melhor compreender estes achados, foram realizadas análises subsequentes (*post-hoc* de Bonferroni). Os resultados demonstraram que a avaliação pós-teste na condição experimental apresentou maiores níveis de FM do que quando comparada com os níveis basais de FM ( $M = 16,34$ ;  $DP = 2,6$ ;  $p = 0,000$ ;  $d$  de Cohen =14,75) independente da categoria. Assim, foi possível verificar que os atletas iniciaram os PJ na condição experimental com maiores níveis de FM do que na condição controle (Figura 12).

**Figura 12-** Diferenças entre o nível de fadiga mental nos momentos de avaliação pré realização de pequeno jogo



**Fonte:** Elaborado pelos autores.

**Legenda:** Cont.= Condição controle; Exp.= Condição experimental

\* Diferenças Significativas entre o nível de FM subjetiva durante avaliações Basal controle e Pós-teste Experimental.

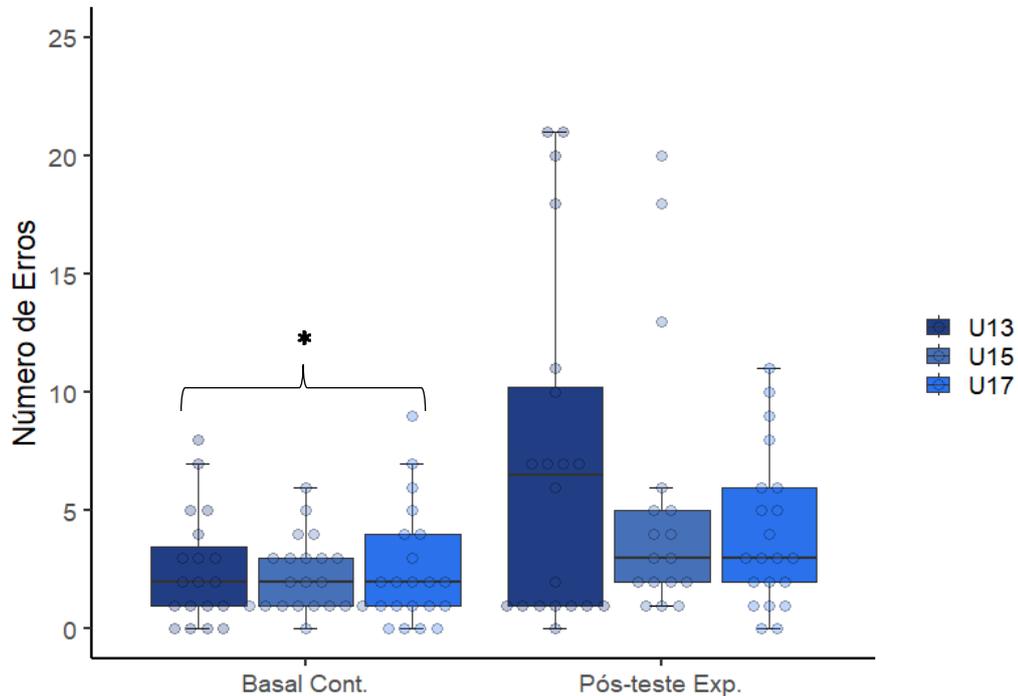
## Resultados- Teste de Desempenho Cognitivo: Número de erros

O teste de Shapiro-Wilk demonstrou que os dados se distanciavam significativamente da distribuição normal para o momento de avaliação basal na condição Controle para todas as categorias: sub-13 (Controle, S-W (20) = 0,880;  $p < 0,05$ ), sub-15: (Controle, S-W (21) = 0,897;  $p < 0,05$ ), e, por fim, sub-17: (Controle, S-W (21) = 0,862;  $p < 0,05$ ). Para o momento de avaliação pós-teste, as categorias sub-13 (Experimental, S-W (14) = 0,795;  $p < 0,05$ ) e sub-15 (Experimental, S-W (17) = 0,904;  $p < 0,05$ ) não atenderam ao pressuposto de normalidade. O teste de Levene não acatou o pressuposto de homogeneidade de variância (Levene = 10,98;  $\chi^2 (5) = 99$ ,  $p < 0,05$ ). As estatísticas descritivas sobre o número de erros no teste de desempenho cognitivo estão apresentadas na Tabela 9 (Apêndice 10).

Os resultados da ANOVA demonstraram que não houve um efeito estatisticamente significativo para interação (categoria\*avaliação) ( $F(2, 99) = 2,21$ ;  $p = 0,115$ ; *partial*  $\eta^2 = 0,043$ ) e para categoria ( $F(2, 99) = 2,29$ ;  $p = 0,106$ ; *partial*  $\eta^2 = 0,044$ ), mas apresentou um efeito significativo para avaliação ( $F(1, 99) = 15,66$ ;  $p < 0,001$ ; *partial*  $\eta^2 = 0,137$ ).

Para melhor compreender estes achados, foram realizadas análises subsequentes (*post-hoc* de Bonferroni). Os resultados demonstraram que a avaliação pós-teste na condição experimental apresentou um maior número de erros do que quando comparada com os níveis basais de FM ( $M = 2,42$ ;  $DP = 0,516$ ;  $p = 0,009$ ;  $d$  de Cohen = 14,75) independente da categoria (Figura 13). Dessa forma, é possível verificar o desempenho no teste cognitivo dos atletas foi pior na avaliação pré jogo na condição experimental, quando levado em consideração o número de erros.

**Figura 13-** Diferenças entre o número de erros nos momentos de avaliação pré realização de pequeno jogo



**Fonte:** Elaborado pelos autores.

**Legenda:** Cont.= Condição controle; Exp.= Condição experimental

\* Diferenças Significativas entre o número de erros durante as avaliações Basal controle e Pós-teste Experimental

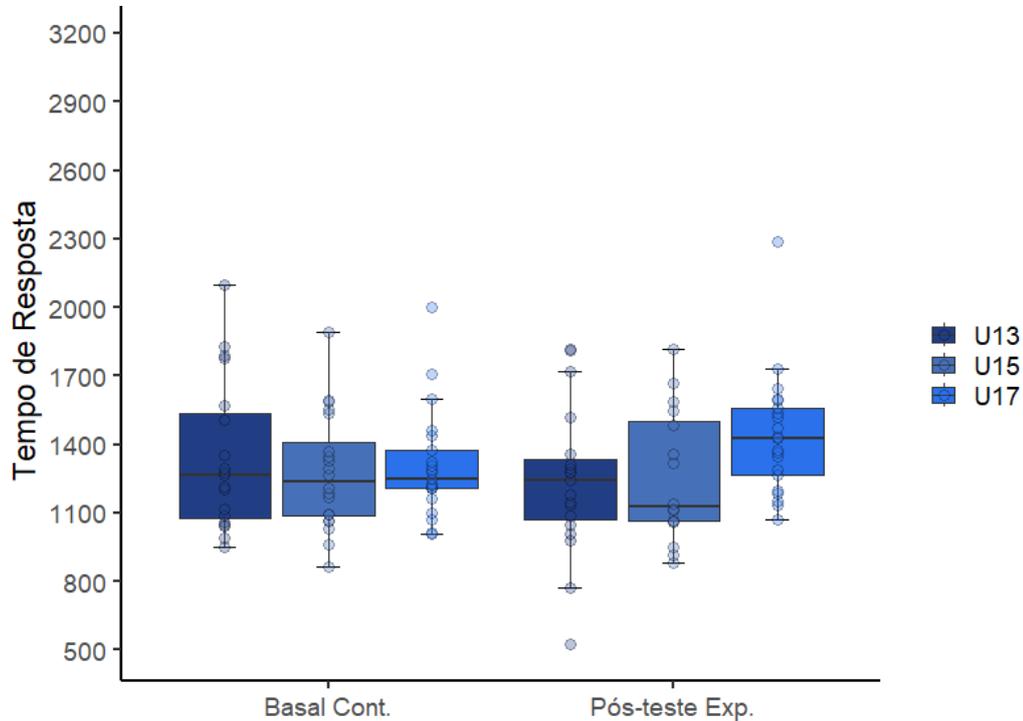
#### Resultados- Teste de Desempenho Cognitivo: Tempo de resposta

O teste de Shapiro-Wilk demonstrou que os dados se distanciavam significativamente da distribuição normal para o momento de avaliação basal na condição Controle para todas as categorias: sub-13 (Controle, S-W (29) = 0,897;  $p < 0,05$ ), sub-15: (Controle, S-W (21) = 0,621;  $p < 0,05$ ), e, por fim, sub-17: (Controle, S-W (21) = 0,8882;  $p < 0,05$ ). Para o momento de avaliação pós-teste, as categorias sub-13 (Experimental, S-W (20) = 0,496;  $p < 0,05$ ) e sub-17 (Experimental, S-W (21) = 0,888;  $p < 0,05$ ) não atenderam ao pressuposto de normalidade. O teste de Levene não acatou o pressuposto de homogeneidade de variância (Levene = 10,98;  $\chi^2 (5) = 99$ ,  $p < 0,05$ ). As estatísticas descritivas sobre o tempo de resposta no teste de desempenho cognitivo estão apresentadas na Tabela 10 (Apêndice 11).

Os resultados da ANOVA demonstraram que não houve um efeito estatisticamente significativo para interação (categoria\*condição) ( $F(2, 113) = 2,14$ ;  $p = 0,122$ ; *partial*  $\eta^2 = 0,037$ ), para condição ( $F(1, 113) = 1,04$ ;  $p = 0,310$ ; *partial*  $\eta^2 = 0,009$ ), nem para categoria ( $F(2, 113) = 0,848$ ;  $p = 0,431$ ; *partial*  $\eta^2 = 0,015$ ). Portanto, não foi possível

verificar um aumento no tempo de resposta durante a avaliação pré jogo na condição experimental (Figura 14).

**Figura 14-** Diferenças entre o tempo de resposta nos momentos de avaliação pré realização de pequeno jogo



**Fonte:** Elaborado pelos autores.

**Legenda:** Cont.= Condição controle; Exp.= Condição experimental

### 3.2 Variáveis dependentes do estudo principal - Variáveis de Desempenho Tático

#### 3.2.1 Sincronização Interpessoal

##### Procedimentos de Análise de Dados

Foi realizada uma Análise Multivariada de Variância (MANOVA) com o objetivo de comparar o desempenho tático de jogadores de futebol pertencentes as categorias sub-13, sub-15 e sub-17, medido por meio do percentual de tempo nos padrões *In-phase* na largura e profundidade, na fase ofensiva e defensiva. Para facilitar o entendimento, os dados serão reportados separando as variáveis analisadas na fase ofensiva e defensiva do jogo. A Tabela 11 (Apêndice 12) apresenta as estatísticas descritivas de todos os grupos na fase ofensiva, e a Tabela 12 (Apêndice 13) na fase defensiva.

## Resultados

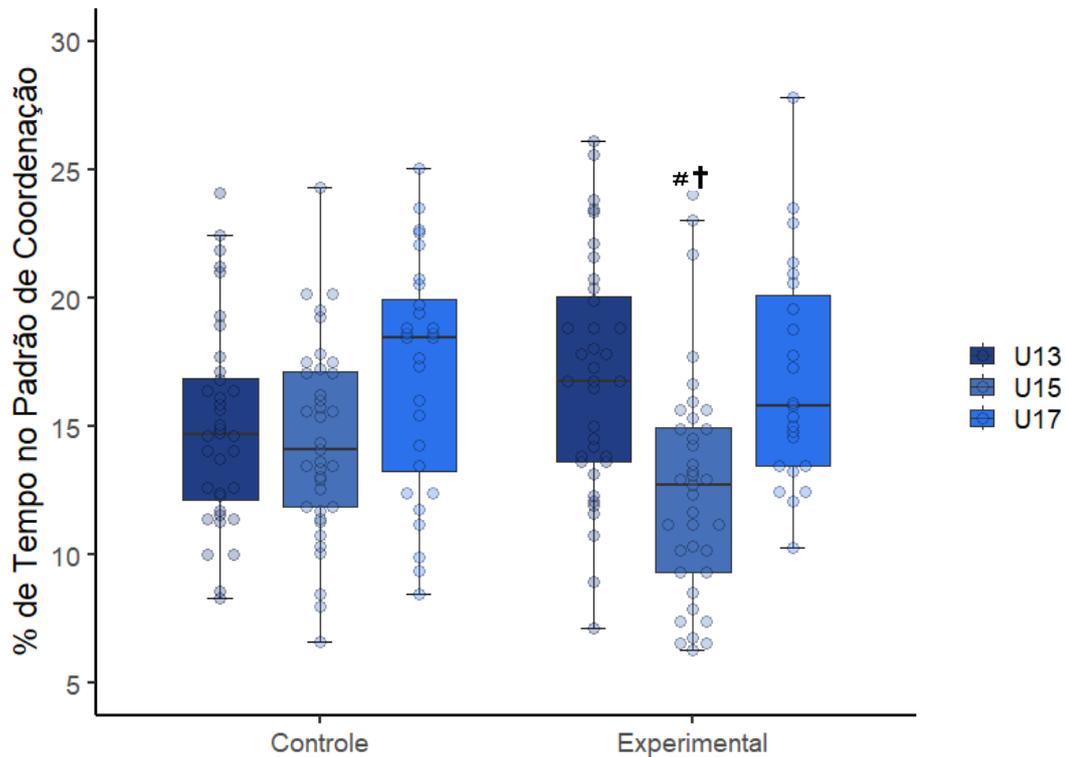
O teste  $M$  de Box acatou o pressuposto de homogeneidade de covariância (Box's  $M = 235,812$ ;  $F(180, 44874,462) = 1,17$ ,  $p = 0,062$ ). A MANOVA apresentou resultado estatisticamente significativo para variável 'Categoria' ( $F(16,376) = 4,406$ ,  $p < 0,001$ ; *Partial- $\eta^2$*  = 0,158) e para interação Categoria\*Condição ( $F(16,376) = 2,342$ ,  $p = 0,003$ ; *Partial- $\eta^2$*  = 0,091). Não houve efeito principal para 'Condição' ( $F(8,187) = 0,848$ ,  $p = 0,56$ ; *Partial- $\eta^2$*  = 0,035).

ANOVAs subsequentes e testes a posteriori (*post-hoc* de Bonferroni) permitiram comparar o desempenho tático entre as categorias, levando em consideração a condição controle e experimental.

### Variáveis que apresentaram efeito interação

Na condição controle e fase ofensiva, os resultados demonstraram que, ao comparar o desempenho tático entre as categorias, a categoria sub-17 apresentou um desempenho superior a categoria sub-15 ( $p = 0,029$ ; *Hedge's G* = 0,6709), e sub-13 ( $p = 0,019$ ; *Hedge's G* = 0,7541), no padrão *In-phase* no eixo de profundidade. Na condição Experimental, ainda na fase ofensiva, a categoria sub-15 apresentou um menor desempenho, quando comparada com as categorias sub-13 ( $p < 0,001$ ; *Hedge's G* = 1,0091) e sub-17 ( $p < 0,001$ ; *Hedge's G* = 1,0415). Além disso, a equipe sub-15 também apresentou queda no desempenho da condição controle para experimental nesse mesmo padrão ( $p = 0,044$ ; *Hedge's G* = 0,4638) (Figura 15).

**Figura 15-** Desempenho tático no padrão *In-phase*, eixo Profundidade, fase ofensiva



**Fonte:** Elaborada pelos autores.

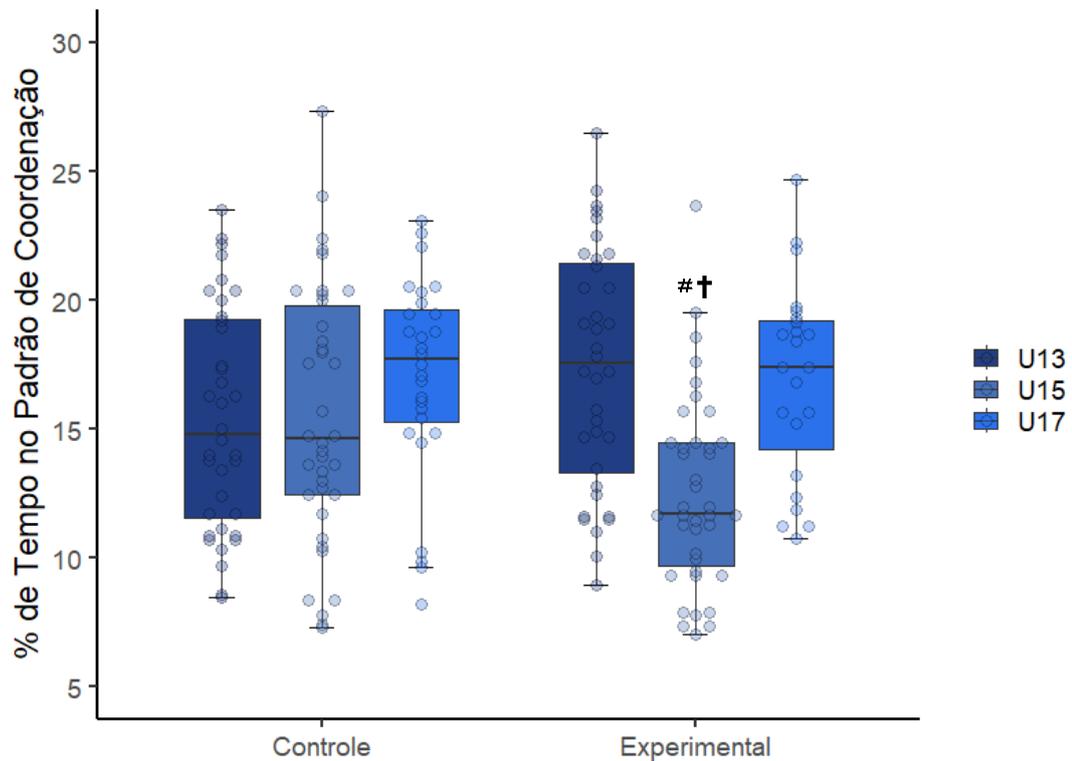
**Legenda:** \* Diferenças significativas entre o desempenho da equipe sub-17 em relação as equipes sub-13 e sub-15 na condição controle.

# Diferenças significativas entre o desempenho da equipe sub-15 em relação as equipes sub-13 e sub-17 na condição experimental.

+ Diferenças significativas entre o desempenho na condição controle e experimental da equipe sub-15

Para o padrão *In-phase*, no eixo de profundidade, fase defensiva, durante a condição experimental, a equipe sub-15 apresentou um menor desempenho quando comparada com as categorias sub-13 ( $p < 0,001$ ; *Hedge's G* = 1,1603) e sub-17 ( $p < 0,001$ ; *Hedge's G* = 1,1906). Além disso, a equipe sub-15 novamente apresentou uma queda no desempenho da condição controle para experimental nesse padrão de coordenação ( $p = 0,003$ ; *Hedge's G* = 0,6773) (Figura 16).

**Figura 16-** Desempenho tático no padrão In-phase, eixo Profundidade, fase defensiva



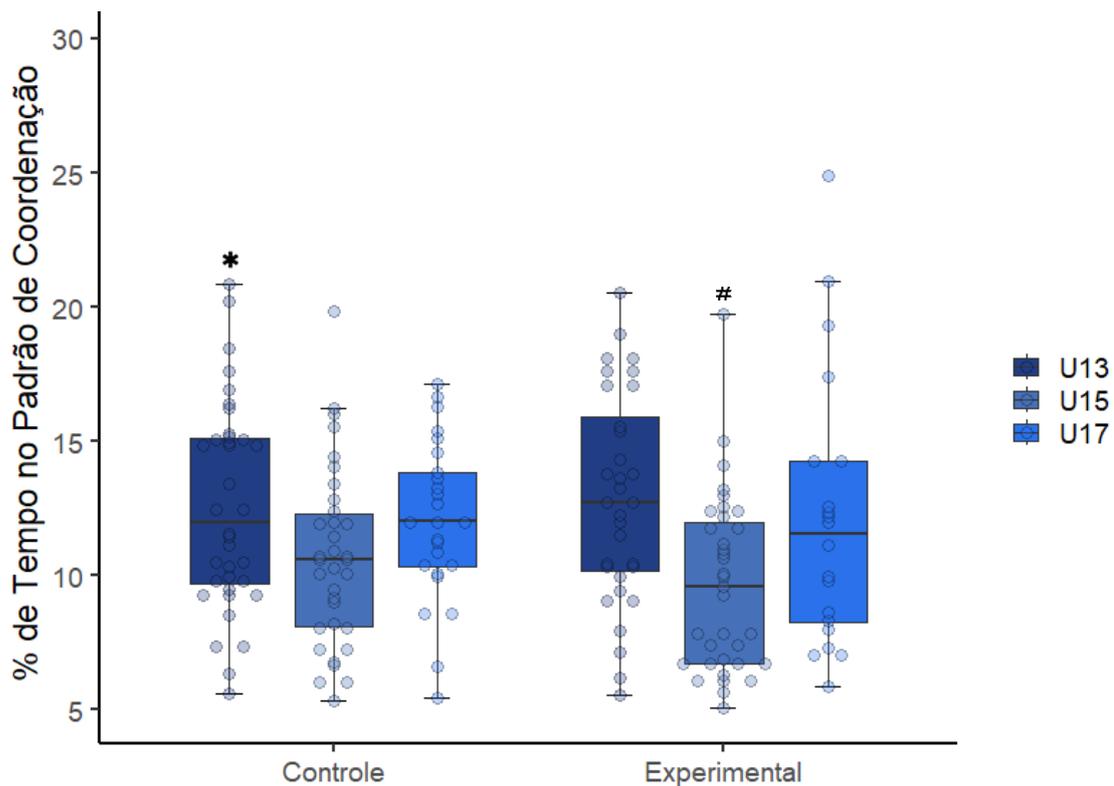
**Fonte:** Elaborada pelos autores.

**Legenda:** # Diferenças significativas entre o desempenho da equipe sub-15 em relação as equipes sub-13 e sub-17 na condição experimental.

+ Diferenças significativas entre o desempenho na condição controle e experimental da equipe sub-15

Na condição Experimental, no padrão *In-phase*, eixo de largura, fase ofensiva, a categoria sub-15 apresentou um menor desempenho quando comparada a categoria sub-13 ( $p = 0,011$ ; *Hedge's G* = 0,9511). Além disso, na condição controle a categoria sub-13 apresentou um desempenho superior a categoria sub-15 para o mesmo padrão. ( $p = 0,025$ ; *Hedge's G* = 0,6862) (Figura 17).

**Figura 17-** Desempenho tático no padrão *In-phase*, eixo Largura, fase ofensiva



**Fonte:** Elaborada pelos autores.

**Legenda:**\* Diferenças significativas entre o desempenho da equipe sub-13 em relação a equipe sub-15 na condição controle. # Diferenças significativas entre o desempenho da equipe sub-15 em relação as equipes sub-13 na condição experimental.

### 3.2.2 Eficácia na Execução de Princípios Táticos

#### Procedimentos de Análise de Dados

Foi realizada uma Análise Multivariada de Variância (MANOVA) com o objetivo de comparar o desempenho tático de jogadores de futebol pertencentes as categorias sub-13, sub-15 e sub-17, medido por meio do percentual de acerto dos princípios táticos fundamentais ofensivos e defensivos, nas condições experimental e controle. A Tabela 13 (Apêndice 14) apresenta as estatísticas descritivas de todos os grupos e desempenhos ofensivo, defensivo e geral.

#### Resultados

O teste *M* de Box não acatou o pressuposto de homogeneidade de covariância (Box's  $M = 64,73$ ;  $F(30, 152571,912) = 2,095$ ,  $p < 0,001$ ). A MANOVA apresentou resultado

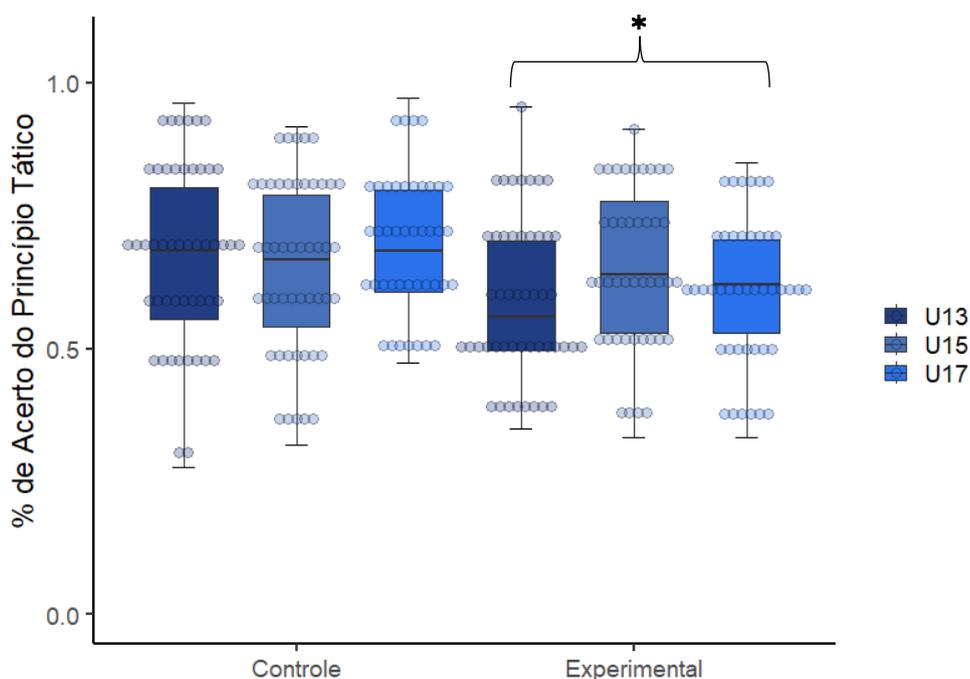
estatisticamente significativo para variável ‘Condição’ ( $F(3,262) = 3,91, p = 0,09; \text{Partial-}\eta^2 = 0,055$ ), mas não apresentou efeito para ‘Categoria’ ( $F(6,526) = 0,282, p = 0,945; \text{Partial-}\eta^2 = 0,019$ ). Não houve efeito principal para interação Categoria\*Condição ( $F(6,526) = 0,867, p = 0,519; \text{Partial-}\eta^2 = 0,038$ ).

ANOVAs subsequentes e testes a posteriori (*post-hoc* de Bonferroni) permitiram comparar o desempenho tático entre as categorias, levando em consideração a condição controle e experimental. É importante destacar que embora o resultado global da MANOVA para a interação Categoria\*Condição não tenha sido significativa, análises de cruzamento (*post-hoc*) encontraram alguns efeitos significativos

#### Variáveis que apresentaram efeito para Condição

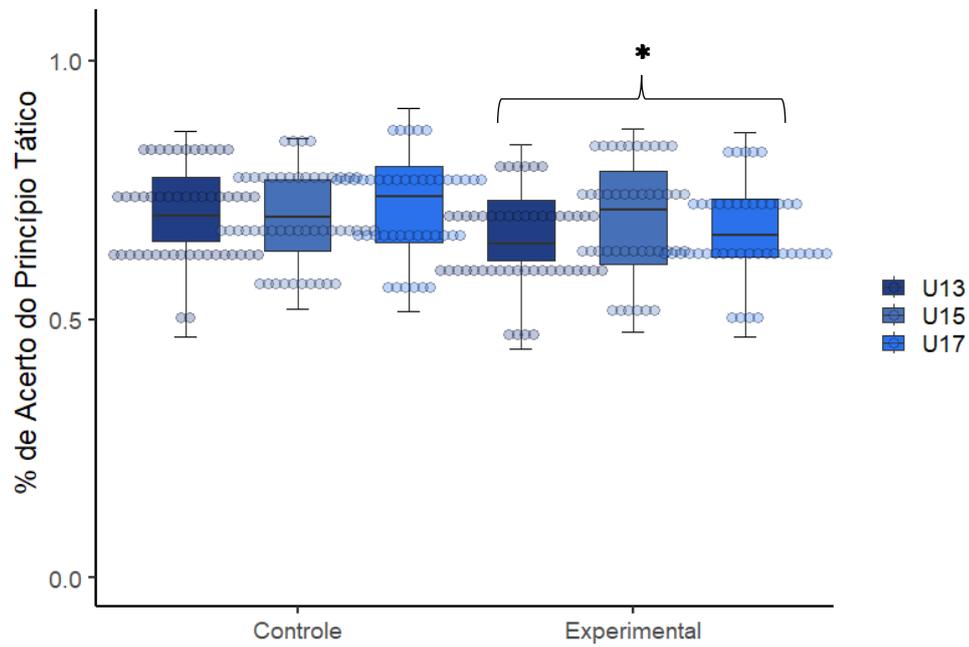
ANOVAs subsequentes e testes a posteriori (*post-hoc* de Bonferroni) permitiram comparar o desempenho tático entre as condições. Mais especificamente, o desempenho Defensivo Geral ( $p = 0,02; \text{Hedge's } G = 4,3908$ ) (Figura 18) apresentaram uma queda estatisticamente significativa na condição Experimental. Por fim, é interessante destacar que o desempenho tático Geral apresentou uma queda significativa no protocolo Experimental ( $p = 0,002; \text{Hedge's } G = 4,6315$ ) (Figura 19).

**Figura 18-** Comparação do desempenho tático geral defensivo entre as condições



**Fonte:** Elaborada pelos autores.

**Legenda:** \* Diferenças significativas entre o desempenho dos atletas nas condições Controle e Experimental

**Figura 19-** Comparação do desempenho tático geral entre as categorias

**Fonte:** Elaborada pelos autores.

**Legenda:** \* Diferenças significativas entre o desempenho dos atletas nas condições Controle e Experimental

### Resumo

Nos quadros a seguir estão dispostos todos os resultados das análises realizadas no estudo. As variáveis dependentes analisadas pré jogo como Nível de FM subjetiva, tempo de resposta e número de erros estão apresentadas no quadro 2. Os resultados da análise multivariada que apresentou efeito principal de interação estão representados no quadro 3. Por fim, os resultados da análise multivariada que apresentou efeito principal de condição estão dispostos no quadro 4.

**Quadro 2-** Análises das variáveis de controle metodológico

Variáveis dependentes do estudo	Basal-Cont.	Basal- Exp.	Pós-teste Exp.
Nível de Fadiga Mental Subjetiva	-	-	Maior <sup>1, 2</sup>
Tempo de Resposta no Stroop test	-	-	-
Número de Erros no Stroop test	-	-	Maior <sup>1, 2</sup>

**Fonte:** Elaborada pelos autores.

**Legenda:** Cont.- Condição controle; Exp.- Condição experimental;

1- Comparação com a avaliação basal na condição controle;

2- Comparação com a avaliação basal na condição experimental;

**Quadro 3-** Análises com efeito principal de interação

<b>Variáveis dependentes do estudo</b>	<b>U13</b>	<b>U15</b>	<b>U17</b>
Sincr. <i>In-phase</i> , Profundidade, Fase Ofensiva	-	Menor (E) <sup>1</sup>	Maior (C) <sup>2</sup>
Sincr. <i>In-phase</i> , Profundidade, Fase Defensiva	-	Menor (E) <sup>1</sup>	-
Sincr. <i>In-phase</i> , Largura, Fase Ofensiva	Maior (C) <sup>3</sup>	Menor (E) <sup>4</sup>	-
Sincr. <i>In-phase</i> , Largura, Fase Defensiva	-	-	-

**Fonte:** Elaborada pelos autores.

**Legenda:** E- Condição experimental; C- Condição controle;

1-Comparação com as categorias sub-13 e sub-17;

2- Comparação com a categoria sub-13;

3- Comparação com a categoria sub-15;

4- Comparação com a categoria sub-13

Fonte: Elaborada pelos autores

**Quadro 4-** Análises com efeito principal de condição

<b>Variáveis dependentes do estudo</b>	<b>Cont.</b>	<b>Exper.</b>
Desempenho tático Geral (FUT-SAT)	-	Menor <sup>1</sup>
Desempenho tático Ofensivo Geral (FUT-SAT)	-	-
Desempenho tático Defensivo Geral (FUT-SAT)	-	Menor <sup>1</sup>

**Legenda:** Cont.- Condição controle; Exper. Condição experimental; 1-Comparação com a condição experimental

**Fonte:** Elaborada pelos autores

#### 4.0 DISCUSSÃO

No futebol, estudos ressaltam que a presença da fadiga mental prejudica o desempenho tático dos jogadores (Coutinho *et al.*, 2017, 2018; Kunrath *et al.*, 2020b). Além da presença de FM, o nível de experiência também se apresenta como um fator que influencia a atuação tática dos jogadores ao longo do processo de formação (Ward *et al.*, 2007; Machado; González-Víllora; Teoldo, 2022). Porém, até o presente momento, nenhum estudo comparou os efeitos da FM entre atletas com diferentes níveis de experiência. Portanto, o objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos da FM no desempenho tático de jogadores de futebol das categorias sub-13, sub-15 e sub-17 durante pequenos jogos. Sugeriu-se que atletas mais experientes apresentariam menor queda no desempenho tático quando comparados com atletas menos experientes. A hipótese foi atendida na comparação entre as categorias sub-15 e sub-17, com a categoria sub-15 apresentando desempenho inferior à sub-17 no padrão de sincronização *in-phase*, no eixo profundidade, tanto na fase ofensiva quanto defensiva, durante a condição experimental. No entanto, a hipótese não foi atendida na comparação entre as categorias sub-13 e sub-15. De acordo com os resultados do estudo, a categoria sub-13 apresentou maior percentual de tempo no padrão *in-phase*, nos eixos de largura e profundidade, na fase ofensiva, e no eixo de profundidade na fase defensiva, quando mentalmente fadigados, em comparação à categoria sub-15. Por fim, quando avaliados pela eficácia de realização dos princípios táticos, não foi possível verificar diferenças entre as categorias contrariando a hipótese inicial do estudo.

O presente estudo comparou, por meio de testes em formato de pequenos jogos, os efeitos da FM no desempenho tático entre atletas com diferentes níveis de experiência. Nesse sentido, apenas a comparação entre as categorias sub-15 e sub-17 permitiu verificar a influência do nível de experiência em tais efeitos o que permite, assim, avançar no entendimento acerca da influência da FM no desempenho dos atletas ao longo do processo de formação. O estudo conduzido por Moura e colaboradores (2016) propôs a utilização da técnica de codificação vetorial para acessar os valores dos padrões de sincronização e, além disso, destacou que o padrão *in-phase* foi predominante durante a fase ofensiva para deslocamentos longitudinais e laterais dos jogos analisados. Ainda, para as sequências ofensivas que foram consideradas bem sucedidas (terminaram com finalização ao gol adversário), o padrão *in-phase* foi predominante no momento inicial das jogadas ofensivas. De acordo com o estudo, os jogadores iniciam o ataque sincronizados e depois se dispersam, buscando oportunidades de perturbar a estabilidade do sistema defensivo adversário,

resultando em uma oportunidade de finalização (Moura *et al.*, 2012, 2016). Dessa forma, o presente estudo verificou que a FM prejudicou a sincronização dos atletas da categoria sub-15 tanto na fase ofensiva, nos eixos longitudinal e lateral, prejudicando essa dinâmica ofensiva que resulta em uma chance de finalização, quanto na fase defensiva, no eixo longitudinal, momento no qual os atletas precisam estar sincronizados para neutralizar o ataque adversário (Lemmink e Frencken 2009).

No futebol, a FM tem sido associada à contínua exigência de habilidades perceptivo-cognitivas (Boksem; Tops, 2008; Abbott *et al.*, 2020). Atividades com alta demanda cognitiva sobrecarregam áreas cerebrais como o córtex pré-frontal e córtex cingulado anterior resultando em um aumento na produção e acúmulo de adenosina (Lovatt *et al.*, 2012; Qi *et al.*, 2017), além da diminuição na projeção de dopamina mesencefálica para essas regiões (Holroyd; Coles, 2002; De Bruijn *et al.*, 2004). Nesse sentido, o córtex cingulado anterior desempenha um papel crítico em muitas funções cognitivas, incluindo tomada de decisão (Walton *et al.*, 2006), alocação de atenção (Boksem; Meijman; Lorist, 2005), preparação de ações (Lorist *et al.*, 2000; Boksem; Meijman; Lorist, 2006) e monitoramento/ajuste de desempenho (Lorist; Boksem; Ridderinkhof, 2005; Boksem; Meijman; Lorist, 2006; Kato; Endo; Kizuka, 2009). Portanto, prejuízos nessas funções podem ser responsáveis pelos decréscimos observados no desempenho tático (Kunrath *et al.*, 2020), nas tomadas de decisões (Smith *et al.*, 2016a) e no desempenho técnico (Grgic; Mikulic; Mikulic, 2022) específicos do futebol.

A expectativa de que os jogadores mais experientes apresentariam uma menor queda no desempenho tático quando mentalmente fadigados tem como base as evidências na literatura que atribuem um efeito idade-dependente ao desempenho em processos cognitivos como percepção (Ehmann *et al.*, 2022), antecipação (Klatt; Smeeton, 2022), tomada de decisão (Machado *et al.*, 2020; Murr; Larkin; Höner, 2021) e processamento de informações (Ward; Mark Williams, 2003), os quais estão diretamente relacionados ao desempenho tático. Além disso, à luz da abordagem cognitivista, o estudo de Ericsson e colaboradores (1993) destacou que jogadores mais experientes, devido ao tempo de treinamento e nível competitivo, utilizam memórias específicas para lembrar situações de jogo passadas, planejar ações futuras e avaliar seu desempenho atual (Ericsson; Krampe; Tesch-Romer, 1993; Ericsson, 2014). Dessa forma, se a queda no desempenho tático gerado pela FM é resultante da constante demanda de processos perceptivo-cognitivos (Smith *et al.*, 2018), e atletas mais velhos, portanto com maior experiência, são superiores justamente em processos

como tomada de decisão e desempenho atencional (Ehmann *et al.*, 2022; Klatt; Smeeton, 2022), além de além de processar com qualidade informações em um curto período de tempo, em consequência dos anos de prática acumulados com a experiência (Ward; Williams, 2003; Zhang *et al.*, 2019; Li; Smith, 2021), esperava-se que o nível de experiência reduzisse os efeitos prejudiciais da FM resultando em uma menor queda do desempenho tático em atletas mais velhos, sendo confirmado pelos resultados atuais.

Nesse sentido, além do efeito idade-dependente destacado em processos cognitivos, estudos também verificaram o efeito idade-dependente no desempenho em variáveis táticas coletivas. Os resultados do estudo de Barnabé e colaboradores (2016) revelaram que a idade e a experiência influenciaram nas interações interpessoais e no uso do espaço funcional durante pequenos jogos. Tais resultados destacam que os jogadores mais velhos ocuparam uma maior área no campo e apresentaram maiores valores da variável de índice de alongamento, além de apresentarem comportamentos coletivos mais estáveis durante as interações ataque-defesa, medidos por meio da variável de *cross-sample entropy*. Esses resultados corroboram com os achados de Folgado e colaboradores (2014), no qual a ocupação do campo de jogadores de futebol mais jovens e menos experientes era caracterizada por maiores valores de comprimento e menores valores de largura em comparação com os jogadores mais velhos. A interpretação proposta pelos autores sugere que os jogadores mais jovens (com menos experiência) podem procurar uma aproximação mais rápida da baliza, normalmente por meio de jogadas individuais, resultando em um estilo de jogo menos elaborado e mais direto (Folgado *et al.*, 2014; Barnabé *et al.*, 2016). Desse modo, o efeito idade-dependente apresentado nas variáveis táticas coletivas representa mais um caminho para justificar a expectativa de que o nível de experiência iria atenuar os efeitos prejudiciais da FM.

Sobre esse ponto, o estudo de Naglieri (1989), o qual discute a respeito da teoria do processamento cognitivo, destaca que o planejamento de ações requer um estado adequado de estímulo para que a atenção possa ser focada. Portanto, é necessário um nível apropriado de atenção e estímulo para que planos de ação possam ser gerados e utilizados. O planejamento eficaz requer um estado de estimulação adequado, bem como a inibição de um nível inadequado de estímulos (Naglieri, 1989). Como discutido anteriormente, a FM é resultante de períodos com alta demanda cognitiva (Lorist; Boksem; Ridderinkhof, 2005), o que prejudica a ativação cerebral em áreas como o córtex cingulado anterior resultando em perdas atencionais, prejuízos na tomada de decisão e no controle inibitório (Swick; Jovanovic, 2002; Murr; Larkin; Höner, 2021). Desse modo, a FM prejudica a relação entre os processos de

atenção, estímulo e planejamento abordados na teoria de processamento cognitivo. Entretanto, seguindo o raciocínio apresentado anteriormente, se os atletas mais experientes possuem um maior desempenho cognitivo (atenção e tomada de decisão, por exemplo) e, além disso, apresentam comportamentos coletivos mais estáveis e uma melhor ocupação no campo (Folgado *et al.*, 2014; Barnabé *et al.*, 2016), era plausível esperar que os atletas da categoria sub-17, sendo os mais experientes, também fossem menos prejudicados coletivamente pela FM. O que foi confirmado pelos resultados atuais.

De acordo com os resultados do presente estudo, a comparação entre as categorias sub-13 e sub-15 refutou a hipótese inicial de que os atletas mais experientes seriam menos prejudicados sob a presença da FM. Nesse sentido, o estudo de Theodoraki e colaboradores (2020) sugere que a idade é um fator preditor significativo no desenvolvimento das funções executivas, influenciando, principalmente, no desempenho em tarefas de controle inibitório para faixa etária de 14 a 18 anos. Logo, quanto maior a idade, mais desenvolvidas as funções executivas estão e, conseqüentemente, maior é o desempenho em tarefas de controle inibitório (Theodoraki *et al.*, 2020). O protocolo para indução de FM utilizado no presente estudo foi um uma versão eletrônica do *Stroop test*, cujo mecanismo para induzir à FM é uma sobrecarga do controle inibitório por um período prolongado (Swick; Jovanovic, 2002; Mostofsky; Simmonds, 2008). A principal estrutura cerebral responsável pela regulação do controle inibitório é chamada córtex cingulado anterior, cuja função de monitoramento depende do sistema dopaminérgico mesencefálico (Carter *et al.*, 1998; Holroyd; Coles, 2002). Períodos prolongados de atividade cognitiva resultam em uma diminuição na projeção de dopamina mesencefálica para o córtex cingulado anterior, resultando em prejuízos para o controle inibitório durante a tarefa, sendo esse um possível mecanismo para FM (De Bruijn *et al.*, 2004; Holroyd; Coles, 2002; Lorist; Boksem; Ridderinkhof, 2005). Neste sentido, sugere-se que os atletas mais jovens do presente estudo (sub-13) estão menos sujeitos aos efeitos deletérios da FM, devido ao estágio de desenvolvimento cognitivo em que se encontram, o que explica os resultados atuais.

Sobre este ponto, o estudo de Constantinidis e Luna (2019) discute que a conectividade pré-frontal com regiões do cérebro, responsável por um controle inibitório ideal, amadurece durante a adolescência. Assim, com o avanço da idade, os voluntários apresentaram um menor tempo de latência e um menor número de erros durante testes cognitivos (Luna *et al.*, 2004; Ordaz *et al.*, 2013). Nesse sentido, o estudo longitudinal conduzido por Luna e colaboradores (2004) também destaca que esse desempenho em tarefas

de controle inibitório só se estabiliza, e se aproxima ao desempenho de adultos, a partir dos 14 anos de idade. Desse modo, conforme previamente argumentado, é possível que o mecanismo de sobrecarga do controle inibitório não tenha afetado a categoria sub-13 ao ponto de gerar uma queda no desempenho tático. De acordo com os estudos citados anteriormente, as estruturas responsáveis pelo controle das funções executivas podem não estar desenvolvidas o suficiente ao ponto de gerar FM por esse mecanismo.

Em contrapartida aos resultados encontrados por meio da variável de sincronização interpessoal, não foi possível verificar um efeito de interação entre os fatores categoria e condição (com e sem FM) por meio da variável de acurácia dos princípios táticos fundamentais. O estudo de Teoldo e colaboradores (2010) propôs a utilização do sistema de avaliação tática no futebol (FUT-SAT) como medida para acessar o desempenho tático dos atletas. Desde então, diversos estudos utilizaram o FUT-SAT para verificar a influência da FM no desempenho táticos dos atletas durante os pequenos jogos (Kunrath *et al.*, 2018, 2020b). No presente estudo, os resultados apontaram uma queda significativa no desempenho tático geral e desempenho defensivo geral entre as condições controle e experimental, independente da categoria. Tais resultados corroboram com os estudos de Kunrath e colaboradores (2018, 2020b), os quais verificaram quedas nos princípios de balanço e unidade defensiva (Kunrath *et al.*, 2018), além dos princípios de penetração, cobertura ofensiva, espaço, unidade ofensiva, contenção, equilíbrio, concentração e unidade defensiva (Kunrath *et al.*, 2020b). Desse modo, é possível concluir que os achados do presente estudo para essa variável corroboram com evidências anteriores acerca dos efeitos negativos da FM na eficácia de realização dos princípios táticos fundamentais.

No entanto, apesar de destacar resultados importantes que corroboram com a literatura atual, a hipótese do presente estudo de que os jogadores mais experientes apresentariam uma menor queda no desempenho tático foi refutada. Como citado anteriormente, estudos prévios já haviam utilizado a ferramenta FUT-SAT para verificar efeitos negativos da FM no desempenho tático dos atletas. Além disso, estudos anteriores também utilizaram o FUT-SAT para verificar diferenças entre o desempenho tático de atletas com diferentes níveis de experiência (Américo *et al.*, 2016; Borges *et al.*, 2017; Costa; De Almeida; Da Costa, 2015). Portanto, era esperado que a ferramenta fosse sensível para detectar um efeito de interação entre condição e categoria, o que, contudo, não foi confirmado pelos resultados atuais.

Sobre esse ponto, em contrapartida aos achados dos estudos de Kunrath e colaboradores (2018 e 2020), o estudo de Silva e colaboradores (2022) também verificou o impacto da FM no desempenho tático de atletas de elite da categoria sub-17 por meio do FUT-SAT. No estudo em questão, os atletas quando mentalmente fadigados reduziram o número de ações táticas ofensivas e defensivas. No entanto, os mesmos atletas apresentaram um aumento na eficácia de realização desses princípios. A justificativa dos autores tem como base o nível de competitividade da amostra, sendo atletas de elite, os quais, sob a condição de FM, foram mais seletivos em suas ações e focaram em ações relevantes para solucionar os problemas do jogo aumentando, assim, seu desempenho tático (Silva *et al.*, 2022). Desse modo, o estudo de Silva e colaboradores (2022) contraria os achados na literatura que utilizaram a mesma ferramenta, formato de pequeno jogo e protocolo para indução de FM.

Além disso, o estudo de Praça e colaboradores (2022a) buscou verificar a confiabilidade dos instrumentos de medida para comportamento e desempenho tático no futebol concluindo que o FUT-SAT, como os demais instrumentos observacionais, apresentou baixos valores de confiabilidade, destacando uma limitação da ferramenta de análise (Praça *et al.*, 2022). De maneira mais específica, estudos que verificaram a confiabilidade do FUT-SAT reportaram duas medidas de reprodutibilidade do instrumento, sendo elas, coeficiente de correlação intraclasse (CCI) e erro padrão da medida (EPM) (Bredt *et al.*, 2016; Praça *et al.*, 2022). O valor de CCI reflete a magnitude da variabilidade entre os sujeitos e a consistência dessa variabilidade nas diversas medidas de um mesmo teste. Para um grupo de medições, a variância total nos dados pode ser considerada levando em consideração a variância real da pontuação e a variância do erro da medida. Os valores de CCI representam a proporção de variância em um conjunto de pontuações que é atribuível à variância real da pontuação. Assim, um CCI de 0,95 significa que cerca de 95% da variação da pontuação observada se deve à variação real da pontuação, e somente 5% se deve à variância do erro da medida (Weir, 2005b). Ao contrário do CCI, que é uma medida relativa de confiabilidade, o EPM fornece um índice absoluto de confiabilidade. O EPM reflete o grau de flutuação dos pontos de um indivíduo em um teste, indicando a variabilidade natural esperada (erro aleatório) para a resposta de uma determinada variável. Assim, valores elevados de EPM representam intervalos mais elevados de pontuações esperadas para uma determinada variável, o que torna difícil perceber mudanças significativas nas pontuações de um indivíduo após uma intervenção, por exemplo um treinamento (Weir, 2005b). Nesse sentido, os estudos que investigaram a confiabilidade do FUT-SAT por meio do CCI e EPM encontraram baixos

valores de CCI (por exemplo, ICC: 0.355 para análises intra-sessão do desempenho tático ofensivo) e altos valores de EPM (por exemplo, EPM: 16,15 para análises intra-sessão do desempenho tático ofensivo) (Praça *et al.*, 2022). Desse modo, apesar de validada (Costa *et al.*, 2011) e amplamente explorada na literatura (Kunrath *et al.*, 2018, 2020b; Moreira *et al.*, 2020), a ferramenta FUT-SAT, assim como outros instrumentos observacionais, apresenta limitações principalmente em relação a dificuldade em apontar diferenças significativas quando elas de fato existem.

Dessa forma, diante de meta-análises que apontam uma falta de concordância na literatura (Clemente *et al.*, 2021), evidências que demonstram baixos valores de confiabilidade (Praça *et al.*, 2022), além de um estudo recente que apresenta um resultado contrário aos estudos anteriores (Silva *et al.*, 2022), uma possível explicação para a falta de interação entre as variáveis independentes do presente estudo possa ser a limitação do instrumento utilizado para detectar tais diferenças ao buscar uma interação entre os fatores categoria e condição.

Entretanto, apesar da falta do efeito interação, o presente estudo destacou resultados que ainda corroboram com achados na literatura, como discutido previamente. Os estudos citados anteriormente (Kunrath *et al.*, 2018a, 2020b) atribuem a queda do desempenho tático aos efeitos deletérios provenientes da FM no que diz respeito ao planejamento de ações e ao controle cognitivo. Como citado anteriormente, o mecanismo utilizado para indução de FM afeta áreas do cérebro responsáveis pelo controle do comportamento e regulação de respostas. Essas consequências implicam em respostas táticas menos elaboradas durante o jogo, além de uma maior dificuldade na exploração dos espaços do campo. Além disso, o estudo de Kunrath e colaboradores (2020b) também destaca que os jogadores sob os efeitos da FM apresentam um estreitamento do campo visual e, como resultado, eles priorizam ações defensivas distantes do centro de jogo. Desse modo, o aumento da distância em relação às ações táticas proporcionaria aos jogadores uma melhor percepção dos acontecimentos do jogo, além de diminuir a amplitude em largura ou profundidade dos adversários, com o propósito de reduzir o espaço efetivo de jogo, além de resultar em um menor envolvimento em ações táticas próximas ou dentro do centro de jogo. Assim, os resultados do presente estudo corroboram com achados na literatura ao apresentarem uma queda no desempenho defensivo geral, sendo possível relacionar essa queda tanto com os efeitos deletérios da FM, quanto à essa possível diminuição das ações próximas ao centro de jogo.

#### 4.1 Aplicações práticas

Com base nos resultados obtidos no presente estudo, é possível destacar algumas aplicações práticas. O presente estudo estabeleceu uma relação entre faixa etária e os efeitos da FM. Desse modo, treinadores e demais profissionais envolvidos no processo de ensino-aprendizagem-treinamento das respectivas categorias avaliadas possuem informações específicas sobre o impacto da FM no desempenho tático de seus jogadores. Para categoria sub-13, a falta de queda no desempenho tático parece corroborar com evidências anteriores, as quais indicavam que atletas dessa faixa etária estão menos sujeitos aos efeitos deletérios da FM devido ao estágio de desenvolvimento cognitivo em que se encontram, o que explica os resultados atuais. Nesse sentido, vale destacar que esse raciocínio se aplica ao mecanismo utilizado para induzir FM no presente estudo. Ainda assim, os resultados do presente estudo indicam que o desempenho tático dos atletas nessa faixa etária, nesse nível competitivo, não sofreu os efeitos prejudiciais da FM (ou nem entraram de fato em um estado de FM). Dessa forma, treinadores e demais profissionais ao identificarem uma possível queda no desempenho tático não precisam relacionar diretamente aos efeitos da FM proveniente do um prolongado esforço cognitivo, caso seja próximo ao realizado no presente estudo.

Em contrapartida, a categoria sub-15 foi a categoria mais afetada pelos efeitos da FM no presente estudo. Foram identificadas quedas na sincronização no eixo profundidade tanto na fase ofensiva quanto defensiva. Esses resultados destacam uma necessidade de monitoramento do nível de FM desses atletas, visto que o desempenho tático coletivo dos atletas dessa categoria foi afetado quando mentalmente fadigados. Do ponto de vista defensivo, a FM prejudicou a sincronização longitudinal dos atletas no momento em que deveriam se organizar para neutralizar o ataque adversário. Do ponto de vista ofensivo, é importante que os atletas iniciem o ataque sincronizados e depois se distribuam, visando perturbar a defesa adversária, o que também foi afetado pela FM no presente estudo. Dessa forma, o presente estudo destaca padrões prejudicados pela FM, os quais, caso apresentem queda no desempenho durante o treinamento ou jogo, podem ser associados ao fenômeno de FM.

Nesse sentido, os resultados do presente estudo não encontraram efeitos prejudiciais da FM na categoria sub-17. Era esperado que atletas nessa faixa etária e nível competitivo apresentariam um desempenho tático estável devido aos anos de treinamento acumulados com

a experiência. Dessa forma, os treinadores e comissão técnica podem associar possíveis quedas no desempenho tático coletivo a outros fenômenos.

Por fim, ao verificar os efeitos da FM sobre a eficácia de realização dos princípios táticos fundamentais foi possível identificar queda no desempenho tático geral e defensivo geral independente da categoria. Apesar de não ser possível discriminar e orientar especificamente uma determinada categoria, tais resultados destacam efeitos prejudiciais da FM na realização de um teste específico para o futebol. Desse modo, em contrapartida aos resultados relacionados à sincronização, é recomendado aos treinadores e demais profissionais de todas as categorias que monitorem os níveis de FM dos atletas nos momentos de avaliação tática durante pequenos jogos.

#### 4.2 Limitações

O presente estudo apresenta limitações relevantes. A literatura destaca limitações metodológicas comuns aos estudos experimentais que verificaram os efeitos da FM em ambientes de alta validade ecológica, como é o caso dos testes em formato de pequenos jogos (Smith *et al.*, 2018). A primeira limitação está relacionada à utilização de tarefas cognitivas prolongadas, computadorizadas ou em papel, como protocolos para induzir a FM. Embora as exigências cognitivas destas tarefas, como atenção sustentada e controle inibitório, também estejam presentes durante a competição de futebol, os jogadores não realizam estas tarefas antes de entrarem em campo. O presente estudo optou por manter um protocolo baseado em tarefas cognitivas (*Stroop test*) pela disponibilidade de evidências prévias que avaliaram a indução de FM pelo *Stroop test* por meio de testes como o eletroencefalograma. No entanto, estudos propõem meios com maior validade ecológica para induzir FM nos atletas, porém, com evidências menos robustas e menos reproduzidos em outros estudos.

Outra limitação relevante no presente estudo está relacionada à falta de uma tarefa de controle. Os estudos práticos que verificaram o impacto da FM induzida utilizaram tarefas de baixa demanda cognitiva como leitura de revistas (Smith *et al.*, 2016b), assistir documentários (Kunrath *et al.*, 2020b) e atividades aeróbicas de baixa intensidade (Coutinho *et al.*, 2018) como protocolo para realização da condição controle. Essas tarefas de baixa demanda cognitiva, somadas aos processos de avaliação subjetivo e objetivo, são relevantes para controlar o nível de FM dos atletas antes de realizarem a condição controle. No presente estudo, devido a disponibilidade de tempo dentro dos clubes de alto rendimento, não foi possível conduzir a realização de tais tarefas de controle. Entretanto, o horário de início dos

treinos das respectivas categorias, os quais ocorreram em sua grande maioria na parte da manhã ou no meio da tarde, a logística dos atletas, que deveriam chegar com antecedência no clube antes de iniciar os treinos e, por fim, as orientações para evitar a realização de atividades mentalmente desgastantes antes do início das coletas foram as estratégias utilizadas para garantir baixos níveis de FM no dia da realização da condição controle. Além disso, as medidas objetivas e subjetivas demonstraram que, de fato, os atletas iniciaram a coleta com baixos níveis de FM (medidas basais) e que os níveis de FM foram diferentes entre as condições experimental e controle.

Por fim, também vale a pena considerar outra limitação deste estudo referente à ausência de dados motivacionais dos jogadores. Evidências demonstram uma relação inversa entre FM e motivação (Boksem; Meijman; Lorist, 2006; Boksem; Tops, 2008). Por isso, seria interessante registrar os níveis de motivação para realizar a tarefa cognitiva prolongada (*Stroop test*) e para realizar a tarefa específica da modalidade (pequenos jogos). Desse modo, seria possível observar se os atletas estavam motivados para realizar os procedimentos da coleta atribuindo, assim, a queda no desempenho tático exclusivamente aos efeitos deletérios da FM verificados durante as etapas de avaliação (*Manipulation Checks*).

#### 4.3 Estudos futuros

Diante das discussões apresentadas no presente estudo, alguns questionamentos surgiram resultando em possibilidades de estudos futuros. Após identificar a categoria que sofreu os maiores prejuízos da FM, sugere-se a investigação de meios para reduzir tais efeitos prejudiciais. Evidências preliminares sugerem que o treinamento sistemático sob condições de FM reduz a percepção de esforço e melhora o desempenho em exercícios de resistência (Staiano et al., 2023). Portanto, seria de relevante investigar se o treinamento intencional sob condições de FM resultaria em um aumento da resistência à FM e, conseqüentemente, a melhora do desempenho. Pesquisas futuras deverão examinar se essa nova estratégia de treinamento melhora o desempenho específico do futebol. Se assim for, serão necessárias pesquisas adicionais para identificar as diretrizes de prescrição mais práticas e eficazes, por exemplo, tempo, volume, frequência e formato ideal da atividade mentalmente fatigante. Sobre o último ponto referente ao formato ideal para uma atividade mentalmente fatigante, outro direcionamento futuro possível é o aprimoramento e reprodutibilidade dos protocolos para indução de FM com maior validade ecológica já existentes. Assim, somado ao desenvolvimento de um programa de treinamento que aumente a resistência à FM, o

desempenho dos atletas não seria afetado durante os treinamentos regulares, nem durante as partidas oficiais, resultando em melhores resultados e um melhor desenvolvimento tático durante o processo de formação.

## 5.0 CONCLUSÃO

No que se refere ao objetivo 1 (Comparar os efeitos da FM no desempenho tático de jogadores de futebol das categorias sub-13, sub-15 e sub-17 durante pequenos jogos) confirmou-se parcialmente a hipótese de que os jogadores mais experientes apresentariam menor queda no desempenho tático quando mentalmente fadigados. Portanto, conclui-se que o aumento da experiência na modalidade atenua os efeitos prejudiciais da FM no desempenho tático somente em atletas cuja maturação de sistemas de controle inibitório esteja mais desenvolvida.

A respeito do objetivo 2 (Comparar o desempenho tático entre as categorias sub-13, sub-15 e sub-17 e entre as condições experimental e controle, medido por meio do percentual de tempo em que os atletas passam sincronizados no padrão *in-phase*) conclui-se que o nível de experiência influencia positivamente no percentual de tempo que os atletas passam sincronizados quando mentalmente fadigados, com exceção da faixa etária menos experiente (sub-13), devido ao estágio de desenvolvimento cognitivo em que se encontram.

Por fim, a respeito do objetivo 3 (Comparar o desempenho tático entre as categorias sub-13, sub-15 e sub-17 e entre as condições experimental e controle, medido por meio da eficácia de realização dos princípios táticos fundamentais.), conclui-se que a FM prejudicou o desempenho tático ofensivo geral e defensivo geral independente da categoria.

## REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W. 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, 2020.
- AMÉRICO, H. B. et al. Analysis of the tactical behavior of youth academy soccer players. **Journal of Physical Education (Maringá)**, v. 27, n. 1, 2016.
- ASSIS, J. et al. Do youth soccer players with different tactical behaviour also perform differently in decision-making and visual search strategies? **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 20, n. 6, p. 1143–1156, 2020.
- ASSIS, J. et al. Visual search strategy and anticipation in tactical behavior of young soccer players. **Science and Medicine in Football**, v. 5, n. 2, p. 158–164, 2021.
- BARCELLOS, A.; TEOLDO, I.; MACHADO, G. A Influência de 25 Sessões de Treino na Capacidade de Tomada de Decisão de Jogadores de Futebol Sub-12. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 38, p. 1–12, 2022.
- BARNABÉ, L. et al. Age-related effects of practice experience on collective behaviours of football players in small-sided games. **Human Movement Science**, v. 48, p. 74–81, 2016.
- BIAN, C. et al. Repeated Interval Loughborough Soccer Passing Tests: An Ecologically Valid Motor Task to Induce Mental Fatigue in Soccer. **Frontiers in Physiology**, v. 12, n. 1, p. 1–11, 2022.
- BOKSEM, M. A. S.; MEIJMAN, T. F.; LORIST, M. M. Effects of mental fatigue on attention: An ERP study. **Cognitive Brain Research**, v. 25, n. 1, p. 107–116, 2005.
- BOKSEM, M. A. S.; MEIJMAN, T. F.; LORIST, M. M. Mental fatigue, motivation and action monitoring. **Biological Psychology**, v. 72, n. 2, p. 123–132, 2006.
- BOKSEM, M. A. S.; TOPS, M. Mental fatigue: Costs and benefits. **Brain Research Reviews**, v. 59, n. 1, p. 125–139, 2008.
- BORGES, P. H. et al. Fundamental Tactical Principles of Soccer: A Comparison of Different Age Groups. **Journal of Human Kinetics**, v. 58, n. 1, p. 207–214, 2017.
- BREDT, S. DA G. T. et al. Confiabilidade das medidas de demanda física, fisiológica e tática em pequenos jogos com superioridade e igualdade numérica no futebol. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 18, n. 5, p. 602–610, 2016.
- CAETANO, F. G. et al. Interpersonal coordination of opposing player dyads during attacks performed in official football matches. **Sports Biomechanics**, 2023.
- CARDOSO, F. DA S. L. 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, 2021.
- CARTER, C. S. et al. Anterior cingulate cortex, error detection, and the online monitoring of performance. **Science**, v. 280, n. 5364, p. 747–749, 1998.

- CIOCCA, G. et al. A Video-Based Tactical Task Does Not Elicit Mental Fatigue and Does Not Impair Soccer Performance in a Subsequent Small-Sided Game. **Sports**, v. 10, n. 3, 2022.
- CLEMENTE, F. M. et al. The effects of small-sided soccer games on tactical behavior and collective dynamics: A systematic review. **Chaos, Solitons and Fractals**, v. 134, 2020.
- CLEMENTE, F. M. et al. Effects of Mental Fatigue in Total Running Distance and Tactical Behavior During Small-Sided Games: A Systematic Review With a Meta-Analysis in Youth and Young Adult's Soccer Players. **Frontiers in Psychology**. 2021.
- CLEMENTE, F. M.; CASTILLO, D.; LOS ARCOS, A. Tactical analysis according to age-level groups during a 4 vs. 4 plus goalkeepers small-sided game. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 5, 2020.
- COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2. ed. New York: Lawrence Erlbaum, 1988.
- CORREIA DA SILVA, D. et al. Tactical behaviour differences of high and low-performing youth soccer players in small-sided and conditioned games. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 21, n. 1, p. 33–50, 2021.
- COSTA, B. R. S.; DE ALMEIDA, R. F.; DA COSTA, I. T. Estudo comparativo do comportamento tático desempenhado por jogadores de futebol das categorias sub-13 e sub-15. **Revista da Educacao Fisica**, v. 26, n. 4, p. 557–566, 2015.
- COSTA, I. T. DA et al. Assessment of tactical principles in youth soccer players of different age groups. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 10, n. 1, p. 147–157, 2010.
- COSTA, I. T. et al. Sistema de avaliação tática no Futebol (FUT-SAT): Desenvolvimento e validação preliminar. **Motricidade**, v. 7, n. 1, p. 69–84, 2011.
- COUTINHO, D. et al. Mental fatigue and spatial references impair soccer players' physical and tactical performances. **Frontiers in Psychology**, v. 8, n. SEP, 21 set. 2017.
- COUTINHO, D. et al. Exploring the effects of mental and muscular fatigue in soccer players' performance. **Human Movement Science**, v. 58, p. 287–296, 2018.
- DE BRUIJN, E. R. A. et al. Drug-induced stimulation and suppression of action monitoring in healthy volunteers. **Psychopharmacology**. v. 177, n. 1–2, p. 151–160, dez. 2004.
- DÍAZ-GARCÍA, J. et al. Design and validation of a Questionnaire to quantify the Mental Load in Team Sports (QMLST). **Cuadernos de Psicología del Deporte**, v. 21, n. 2, p. 138–145, 2021.
- DOS REIS, M. A. M.; CORRÊA, U. C. Small-sided games as holons in the football: A hierarchical systems approach. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 23, 2021.
- EHMANN, P. 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. 1-17, 2022.

- ERICSSON, K. A. Why expert performance is special and cannot be extrapolated from studies of performance in the general population: A response to criticisms. **Intelligence**, v. 45, n. 1, p. 81–103, 2014.
- ERICSSON, K. A.; KRAMPE, R. T.; TESCH-ROMER, C. The Role of Deliberate Practice in the Acquisition of Expert Performance. **Psychological Review**.
- FAUL, F. et al. G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. **Behavior Research Methods. Anais**, 2007.
- FERGUSON, C. J. An effect size primer: A guide for clinicians and researchers. **Professional Psychology: Research and Practice**, v. 40, n. 5, p. 532–538, 2009.
- FERNÁNDEZ-ESPÍNOLA, C.; ROBLES, M. T. A.; FUENTES-GUERRA, F. J. G. Small-sided games as a methodological resource for team sports teaching: A systematic review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 6, 2020.
- FILIPAS, L. et al. Effects of mental fatigue on soccer-specific performance in young players. **Science and Medicine in Football**, v. 5, n. 2, p. 150–157, 2021.
- FILGUIRA, F; GRECO, P. Soccer: a study on the development of tactic capacity in the process of teaching-learning-training. **Rev Bras Futebol**, v. 1, n. 2, p. 53–65, 2008.
- FOLGADO, H. et al. Length, width and centroid distance as measures of teams tactical performance in youth football. **European Journal of Sport Science**, v. 14, n.1. 2014a.
- FOLGADO, H. et al. Competing with lower level opponents decreases intra-team movement synchronization and time-motion demands during pre-season soccer matches. **PLoS ONE**, v. 9, n. 5, 2014b.
- FOLGADO, H. et al. The effects of congested fixtures period on tactical and physical performance in elite football. **Journal of Sports Sciences**, v. 33, n. 12, p. 1238–1247, 2015.
- FOLGADO, H. et al. Exploring how movement synchronization is related to match outcome in elite professional football. **Science and Medicine in Football**, v. 2, n. 2, p. 101–107, 2018.
- FORTES, L. S. et al. Effect of exposure time to smartphone apps on passing decision-making in male soccer athletes. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 44, n. October 2018, p. 35–41, 2019.
- GARCÍA-CALVO, T. et al. Incidencia del sistema de puntuación de las tareas sobre la carga mental del entrenamiento en fútbol. **Revista de psicología del deporte**, v. 28, n. 2, p. 79–86, 2019.
- GARGANTA, J. Trends of tactical performance analysis in team sports: bridging the gap between research, training and competition. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 9, n. 1, p. 81–89, 2009.
- GRECO, G. et al. Negative effects of smartphone use on physical and technical performance of young footballers. **Journal of Physical Education and Sport**, v. 17, n. 4, p. 2495–2501, 2017.

- GRGIC, J.; MIKULIC, I.; MIKULIC, P. Negative Effects of Mental Fatigue on Performance in the Yo-Yo Test, Loughborough Soccer Passing and Shooting Tests: A Meta-Analysis. **Journal of Functional Morphology and Kinesiology**. 2022.
- HAUKOOS, J. S.; LEWIS, R. J. Advanced statistics: Bootstrapping confidence intervals for statistics with “difficult” distributions. **Academic Emergency Medicine**, v. 12, n. 4, p. 360–365, 2005.
- HILL-HAAS, S. V et al. Time-Motion Characteristics And Physiological Responses Of Small-Sided Games In Elite Youth Players: The Influence Of Player Number And Rule Changes. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.24, n. 8, p. 2149–2156, 2010.
- HOLROYD, C. B.; COLES, M. G. H. The neural basis of human error processing: Reinforcement learning, dopamine, and the error-related negativity. **Psychological Review**, v. 109, n. 4, p. 679–709, 2002.
- JOHNSTON, R. J. et al. Validity and interunit reliability of 10 Hz and 15 Hz GPS units for assessing athlete movement demands. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 6, p. 1649–1655, 2014.
- KATO, Y.; ENDO, H.; KIZUKA, T. Mental fatigue and impaired response processes: Event-related brain potentials in a Go/NoGo task. **International Journal of Psychophysiology**, v. 72, n. 2, p. 204–211, 2009.
- KITTEL, A. et al. Decision-making training in sporting officials: Past, present and future. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 56, p. 102003, 2021.
- KLATT, S.; SMEETON, N. 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, 2022.
- KOO, T. K.; LI, M. Y. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. **Journal of Chiropractic Medicine**, v. 15, n. 2, p. 155–163, 2016.
- KUNRATH, C. A. 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, C. A. et al. Mental fatigue in soccer: A systematic review. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* **Redprint Editora Ltda**, 2020a.
- KUNRATH, C. A. 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. 15, p. 1818–1828, 2 ago. 2020b.
- LAKENS, D. Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: A practical primer for t-tests and ANOVAs. **Frontiers in Psychology**, v. 4, n. 2, 2013.
- LEE, K. A.; HICKS, G.; NINO-MURCIA, G. Validity and reliability of a scale to assess fatigue. **Psychiatry Research**, v. 36, n. 3, p. 291–298, 1991.
- LEMMINK, K. FRENCKEN, W. Team kinematics of small-sided soccer games: A systematic approach. **Center for Human Movement Sciences**, 2009

- LEON-CARRION, J.; GARCÍA-ORZA, J.; PÉREZ-SANTAMARÍA, F. J. Development of the inhibitory component of the executive functions in children and adolescents. **International Journal of Neuroscience**, v. 114, n. 10, p. 1291–1311, 2004.
- LI, L.; SMITH, D. M. Neural Efficiency in Athletes: A Systematic Review. **Frontiers in Behavioral Neuroscience**, v. 15, n. 8, p. 1–15, 2021.
- LÓPEZ-FERNÁNDEZ, J. et al. Physical and physiological responses of U-14, U-16, and U-18 soccer players on different small-sided games. **Sports**, v. 8, n. 5, 2020.
- LORIST, M. et al. Mental fatigue and task control: Planning and preparation. **Psychophysiology**, v.37, p. 614–625, 2000
- LORIST, M.; BOKSEM, M. A. S.; RIDDERINKHOF, K. R. Impaired cognitive control and reduced cingulate activity during mental fatigue. **Cognitive Brain Research**, v. 24, n. 2, p. 199–205, 2005.
- LOVATT, D. et al. Neuronal adenosine release, and not astrocytic ATP release, mediates feedback inhibition of excitatory activity. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 109, n. 16, p. 6265–6270, 2012.
- LUNA, B. t al. Maturation of Cognitive Processes from Late Childhood to Adulthood. **Child Development**. v. 75, n. 5, p. 1357-1372, 2004
- MACHADO, G. et al. Development of Tactical Decision-making Skills in Youth Soccer Players: Macro- and Microstructure of Soccer Developmental Activities as a Discriminant of Different Skill Levels. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 20, n. 6, p. 1072–1091, 2020.
- MACHADO, G.; GONZÁLEZ-VÍLLORA, S.; TEOLDO, I. Contribution of deliberate practice, play, and futsal to the acquisition of decision-making skills in Brazilian professional female soccer players. **International Journal of Sport and Exercise Psychology**, 2022.
- MACHADO, J. C. *et al.* Tactical Behaviour of Youth Soccer Players: Differences Depending on Task Constraint Modification, Age and Skill Level. **Journal of Human Kinetics**, v. 75, n. 1, p. 225–238, 2020.
- MARCORA, S. M.; STAIANO, W.; MANNING, V. Mental fatigue impairs physical performance in humans. **J Appl Physiol**, v. 106, p. 857–864, 2009.
- MOREIRA, P. E. D. et al. Network analysis and tactical behaviour in soccer small-sided and conditioned games: influence of absolute and relative playing areas on different age categories. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 20, n. 1, p. 64–77, 2020.
- MOREIRA PRAÇA, G. et al. The influence of age group and match period on tactical performance in youth soccer: A full season study. **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology**, 2021.
- MOSTOFISKY, S. H.; SIMMONDS, D. J. Response Inhibition and Response Selection: Two Sides of the Same Coin. **Journal of Cognitive Neuroscience**, v. 20, n.5, p. 751–761, 2008.
- MOURA, F. A. et al. Quantitative analysis of Brazilian football players' organization on the pitch. **Sports Biomechanics**, v. 11, n. 1, p. 85–96, 2012.

- MOURA, F. A. et al. Coordination analysis of players' distribution in football using cross-correlation and vector coding techniques. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 24, p. 2224–2232, 2016.
- MURR, D.; LARKIN, P.; HÖNER, O. Decision-making skills of high-performance youth soccer players: Validating a video-based diagnostic instrument with a soccer-specific motor response. **German Journal of Exercise and Sport Research**, v. 51, n. 1, p. 102–111, 2021.
- NAGLIERI, J. A. A Cognitive Processing Theory for the Measurement of Intelligence. **Educational Psychologist**, v. 24, n. 2, p. 185–206, 1989.
- ODONOGHUE, P. Research Methods For Sports Performance Analysis. **Routledge**, New York, 2010
- OLTHOF, S. B. H.; FRENCKEN, W. G. P.; LEMMINK, K. A. P. M. Match-derived relative pitch area changes the physical and team tactical performance of elite soccer players in small-sided soccer games. **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 14, p. 1557–1563, 2018.
- ORDAZ, S. J. et al. Longitudinal growth curves of brain function underlying inhibitory control through adolescence. **Journal of Neuroscience**, v. 33, n. 46, p. 18109–18124, 2013.
- PETIOT, G. H. et al. Key characteristics of decision making in soccer and their implications. **New Ideas in Psychology**, v. 6, 2021.
- PRAÇA, G. et al. Tactical behavior in soccer small-sided games: influence of team composition criteria. **Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance**, v. 19, n. 3, p. 354–363, 2017.
- PRAÇA, G.; TEOLDO, I.; GRECO, P. Pequenos jogos no futebol: princípios táticos fundamentais em situações de superioridade numérica. **Rev Bras Educ Fís Esporte**. v. 32, n. 4, p. 569–80, 2018.
- PRAÇA, G. et al. Influence of floaters and positional status on players' tactical, physical, and physiological responses in soccer small-sided games. **Human Movement**, v. 21, n. 3, p. 54–63, 2020.
- PRAÇA, G. M. et al. How reliable are the tactical measures obtained in soccer small-sided games? A test-retest analysis of observational instruments and GPS-based variables. **Journal of Sports Engineering and Technology**, 2022.
- PRAÇA, G. M. Shedding light on tactical performance and tactical behavior concepts with a particular reference to soccer. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 25, 2023.
- PRÁXEDES, A. et al. The effect of small-sided games with different levels of opposition on the tactical behaviour of young footballers with different levels of sport expertise. **PLoS ONE**, v. 13, n. 1, 2018.
- QI, G. et al. Adenosine differentially modulates synaptic transmission of excitatory and inhibitory microcircuits in layer 4 of rat barrel cortex. **Cerebral Cortex**, v. 27, n. 9, p. 4411–4422, 2017.

- ROBINSON, G.; O'DONOGHUE, P.; O'DONOGHUE, P. 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, 2007.
- ROCA, A.; FORD, P. R.; MEMMERT, D. Perceptual-cognitive processes underlying creative expert performance in soccer. **Psychological Research**, v. 85, n. 3, p. 1146–1155, 2021.
- SAMUEL, R. D.; TENENBAUM, G.; GALILY, Y. An integrated conceptual framework of decision-making in soccer refereeing. **International Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 19, n. 5, p. 738–760, 2021.
- SHOU, G.; DING, L. Ongoing EEG oscillatory dynamics suggesting evolution of mental fatigue in a color-word matching stroop task. **International IEEE/EMBS Conference on Neural Engineering, NER**, n. November, p. 1339–1342, 2013.
- SIEGLE, M.; LAMES, M. Modeling soccer by means of relative phase. **Journal of Systems Science and Complexity**, v. 26, n. 1, p. 14–20, 2013.
- SILVA, A. F.; CONTE, D.; CLEMENTE, F. M. Decision-making in youth team-sports players: A systematic review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 11, p. 1–33, 2020.
- SILVA, D. C. 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**, p. 1–13, 2022.
- SILVA, D. C. 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, 2023.
- SILVA, P. et al. Numerical relations and skill level constrain co-adaptive behaviors of agents in sports teams. **PLoS ONE**, v. 9, n. 9, 5 set. 2014.
- SILVA, C. D. da *et al.* Exercise intensity and technical demands of small-sided games in young brazilian soccer players: effect of number of players, maturation, and reliability. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n. 10, p. 2746–2751, 2011
- SIMMONDS, D. J.; MOSTOFSKY, S. H. Response inhibition and response selection: Two sides of the same coin. **Journal of Cognitive Neuroscience**, v. 20, n. 5, p. 751–761, 2008.
- SMITH, M. R. et al. Mental fatigue impairs soccer-specific decision-making skill. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 14, p. 1297–1304, 2016a.
- SMITH, M. R. et al. Mental fatigue impairs soccer-specific physical and technical performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 48, n. 2, p. 267–276, 2016b.
- SMITH, M. R. et al. Mental Fatigue and Soccer: Current Knowledge and Future Directions. **Sports Medicine**, v. 48, n. 7, p. 1525–1532, 2018.
- SMITH, M. R.; MARCORA, S. M.; COUTTS, A. J. Mental fatigue impairs intermittent running performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 47, n. 8, p. 1682–1690, 2015.

- SOUZA NETO SEGUNDO, J. F. et al. Tactical rule and pitch size change the physical and technical performance of young soccer players during small-sided games. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 23, 2021.
- SOYLU, Y. et al. Effects of mental fatigue on the psychophysiological responses, kinematic profiles, and technical performance in different small-sided soccer games. **Biology of Sport**, n.10, 2022.
- STAIANO, W. et al. Brain Endurance Training improves endurance and cognitive performance in road cyclists. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 26, n. 7, p. 375–385, 2023.
- STROOP, J. R. Studies of interference in serial verbal reactions. **Journal of Experimental Psychology**, v. 18, n. 6, p. 643–662, 1935.
- SUN, H. et al. Does mental fatigue affect skilled performance in athletes? A systematic review. **PLoS ONE**, 2021.
- SWICK, D.; JOVANOVIĆ, J. Anterior cingulate cortex and the Stroop task: Neuropsychological evidence for topographic specificity. **Neuropsychologia**, v. 40, n. 8, p. 1240–1253, 2002.
- SWICK, D.; JOVANOVIĆ, J. Anterior cingulate cortex and the Stroop task: neuropsychological evidence for topographic specificity **Neuropsychologia**.
- TABACHNICK, B. G.; FIDELL, L. S.; ULLMAN, J. B. Using multivariate statistics. Boston, MA: Pearson, 2007
- TEOLDO, I.; SILVINO, M. P. 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 and Coaching**, v. 18, n. 1, p. 132–142, 2023.
- THEODORAKI, T. E. et al. Developmental changes in executive functions during adolescence: A study of inhibition, shifting, and working memory. **British Journal of Developmental Psychology**, v. 38, n. 1, p. 74–89, 2020.
- THOMAS, K.; THOMAS, J. R. Developing expertise in sport: The relation of knowledge and performance. **International Journal of Sport Psychology**.
- TREJO, L. et al. Measures and models for predicting cognitive fatigue. **Biomonitoring for Physiological and Cognitive Performance during Military Operations**. v. 5797, 2005.
- WALTON, M. E. et al. Weighing up the benefits of work: Behavioral and neural analyses of effort-related decision making. **Neural Networks**, v. 19, n. 8, p. 1302–1314, out. 2006.
- WARD, P. et al. The road to excellence: Deliberate practice and the development of expertise. **High Ability Studies**, v. 18, n. 2, p. 119–153, 2007.
- WARD, P.; MARK WILLIAMS, A. Perceptual and cognitive skill development in soccer: The multidimensional nature of expert performance. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 25, n. 1, p. 93–111, 2003.
- WEIR, J. P. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. **Journal of strength and conditioning research**, v. 19, n. 1, p. 231–240, fev. 2005.

XU, F. et al. Developmental differences in the structure of executive function in middle childhood and adolescence. **PloS one**, v. 8, n. 10, 2013.

ZHANG, L. et al. Neural Efficiency and Acquired Motor Skills: An fMRI Study of Expert Athletes. **Frontiers in Psychology**, v. 10, n. 10, p. 1–11, 2019.

## APÊNDICES

Apêndice 1- Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

### **TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - ATLETA (participantes da pesquisa com menos de 18 anos de idade)**

Prezado(a) participante, te convidamos a participar do estudo “IMPACTO DA FADIGA MENTAL NO DESEMPENHO TÁTICO DE JOGADORES DE FUTEBOL EM DIFERENTES CATEGORIAS”, de caráter voluntário, sob a coordenação do professor Dr. Gibson Moreira Praça e do aluno de mestrado Guilherme de Oliveira Santos Silva.

#### **OBJETIVOS DA PESQUISA:**

O objetivo da pesquisa é comparar como o desempenho tático de jogadores de futebol de diferentes categorias é afetado pela presença da fadiga mental durante a realização de pequenos jogos. Assim, será possível verificar se o nível de experiência do jogador ajuda a diminuir os efeitos negativos da fadiga mental sobre o desempenho tático dos jogadores.

#### **PROCEDIMENTOS:**

A pesquisa será realizada no próprio clube de futebol onde você treina, no horário regular do treino, com a presença dos seus treinadores e dos pesquisadores. Toda a pesquisa ocorrerá dentro de um período de aproximadamente três semanas e será realizada nos horários regulares dos treinos, não gerando nenhum tipo de mudança na sua rotina. Durante o período da pesquisa, você realizará dois jogos, um em cada dia diferente, com um intervalo de 48 horas entre eles. No primeiro dia, você antes de começar todas as atividades irá responder uma avaliação para medir o seu nível de fadiga mental (“cansaço mental”) naquele momento, gastando novamente cerca de 1 minuto. Depois dessa rápida avaliação, você realizará uma tarefa no computador que irá induzir a fadiga mental. Nessa tarefa, quatro palavras (vermelho, azul, verde e amarelo) são exibidas uma de cada vez em um computador e o objetivo é pressionar a tecla do teclado que corresponde à cor da palavra, em vez de seu significado. Ou seja, quando a palavra “vermelho” aparecer escrita com a cor azul, a resposta correta será pressionar a tecla que corresponde a cor azul. Essa tarefa terá a duração de 20 minutos e será feita de maneira individual, ou seja, você terá um computador disponível só para você, disponibilizado pelos pesquisadores. Depois de finalizar o teste no computador, você irá



responder uma nova avaliação para medir o seu nível de fadiga mental (“cansaço mental”) naquele momento, gastando novamente cerca de 1 minuto. Depois de fazer o teste no computador e de responder as avaliações, será feito um aquecimento durante 5 minutos antes de começar o jogo. Esse aquecimento será feito por meio de corridas leves e exercícios de alongamento para os membros inferiores. Logo após finalizar o teste no computador, a avaliação, e o aquecimento, o próximo momento será um pequeno jogo de 3 contra 3 mais os goleiros, com dois tempos de 4 minutos e 2 minutos de intervalo entre eles. Depois, no final do jogo, você irá responder pela última vez naquele dia a avaliação que mede o seu nível de fadiga mental naquele momento. Estes jogos serão realizados nos campos do próprio clube e registrados por meio de filmagem para análise posterior dos pesquisadores. Além disso você também utilizará dispositivos GPS para verificar medidas de posição no campo e desempenho tático apresentado durante esses pequenos jogos. O objetivo é avaliar como você se comportou do ponto de vista tático durante os jogos. Os resultados deste estudo contribuirão para observar como a fadiga mental interfere no desempenho do jogador de futebol que pertence a mesma categoria que você.

No segundo dia, após as 48 horas, você irá realizar o segundo jogo, mas dessa vez você não realizará o teste no computador para induzir a fadiga mental. Então, você realizará o mesmo aquecimento do primeiro dia, responder a avaliação que mede o seu nível de fadiga mental (“cansaço”) naquele momento e ir direto para o pequeno jogo, também nos mesmos formatos do primeiro dia. No final do jogo, responder a avaliação que mede o nível de fadiga mental que ele está naquele momento e finalizar a sua participação. Nesse dia, o objetivo é verificar como você joga normalmente, sem a fadiga mental, para que possamos comparar com os resultados do primeiro dia.

Além disso, você receberá como benefício a oportunidade de praticar atividade física sistematizada e orientada por profissionais capacitados, com supervisão adequada e todos os cuidados necessários para que esta seja o mais segura e prazerosa possível.

### **RISCOS E BENEFÍCIOS:**

Os riscos de participação nesta pesquisa são similares aos riscos que você corre participando dos treinos de futebol, típicos de uma sessão de treino do clube. Devido à execução do protocolo de fadiga mental e dos pequenos jogos, você poderá sentir cansaço mental e/ou



físico, falta de energia e atenção, podendo contribuir para a aquisição de lesões provenientes de esforço ou traumas. Entretanto, todos os pesquisadores estarão atentos e esforçados para proteger seu bem-estar físico e psicológico, interrompendo as atividades caso seja observado ou você relate sinais de desconforto. Além disso, todas as dúvidas sobre cuidados e/ou procedimentos do estudo poderão ser esclarecidas por toda equipe. Durante o estudo, os pesquisadores estarão empenhados em seu bem-estar durante toda coleta. Para isso, será fornecida assistência integral por qualquer imprevisto que ocorra durante a sua participação nos procedimentos. Você e o seu responsável poderão buscar indenização, caso julgue necessário. Em situação de emergência, o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU – 192) será solicitado e um dos integrantes da nossa equipe acompanhará todos os procedimentos. Os pesquisadores responsáveis também se responsabilizarão em comunicar o(s) seu(s) responsável(is) sobre qualquer o ocorrido. Neste caso, ou por qualquer outro motivo, você poderá retirar sua participação sem qualquer penalidade ou prejuízo. Como benefício, você terá acesso à prática de exercício físico orientado por profissionais qualificados, que permitirão ambiente favorável ao treinamento do futebol. Sua participação contribuirá com a produção científica e melhoria do futebol.

É garantido a você o direito de se retirar a qualquer momento da pesquisa sem que haja quaisquer sanções ou prejuízos no clube em que está vinculado. Os dados coletados durante a pesquisa serão disponibilizados ao clube que você faz parte de maneira a não gerar nenhum constrangimento e nem qualquer tipo de rotulação baseada no seu desempenho durante a pesquisa. Sendo assim, vale destacar que os resultados apresentados por você durante o estudo serão utilizados apenas para fins de pesquisa e não representarão nenhum benefício relacionado a sua permanência ou não no clube em que você faz parte.

#### **CONFIDENCIALIDADE DOS DADOS:**

Todos os seus dados são confidenciais, ou seja, nenhuma de suas informações será divulgada de maneira alguma. Somente os pesquisadores que estão envolvidos com esse projeto terão acesso as suas informações e só serão utilizadas para realização da pesquisa. Além disso, os vídeos dos jogos gravados serão utilizados somente para análise dos pesquisadores, não sendo de maneira alguma divulgados para nenhum meio de comunicação. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Contudo, serão cobertas pelos pesquisadores despesas que possam surgir pela sua participação no estudo. Qualquer dúvida



que possa surgir durante o estudo será esclarecida e você estará livre para participar ou recusar-se a qualquer momento, sem precisar justificar-se, sofrer qualquer penalidade ou ser tratado de forma diferente pelos pesquisadores. Os dados e imagens em vídeo coletados serão arquivados pelos pesquisadores no laboratório, pelo período de 5 anos, sendo descartados posteriormente.

Para participar deste estudo, você deverá autorizar, assinando um termo de assentimento, concordando com a sua participação. Além disso, seu responsável também irá assinar um termo de consentimento concordando com a sua participação no estudo. Você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento, sem precisar se justificar. Qualquer dúvida, por favor, entre em contato com os pesquisadores responsáveis pelo estudo através do telefone do CECA/UFMG: (31) 3409-2329 ou pelo e-mail: [gibson\\_moreira@yahoo.com.br](mailto:gibson_moreira@yahoo.com.br). Caso tenha dúvida sobre a parte ética do estudo, você pode contactar o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFMG de segunda a sexta das 9h00 às 11h00 e das 14h00 às 16h00 no endereço AV. Presidente Antônio Carlos, 6627, Pampulha - Belo Horizonte - MG - CEP 31270-901, Unidade Administrativa II - 2º Andar - Sala: 2005. Você também pode contatar pelo e-mail: [coep@prpq.ufmg.br](mailto:coep@prpq.ufmg.br) ou telefone (31) 3409-4592. Você também deve compreender que os pesquisadores podem decidir sobre a sua exclusão do estudo por razões científicas, sobre as quais você será informado e esclarecido.



Eu, \_\_\_\_\_  
(nome completo do atleta), portador(a) do documento de identidade \_\_\_\_\_, fui informado(a) dos objetivos do estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e poderei modificar a decisão sobre a minha participação se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma via deste termo de assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Belo Horizonte, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do(a) participante

Declaro que expliquei os objetivos deste estudo para o(a) voluntário(a), dentro dos limites dos meus conhecimentos científicos.

\_\_\_\_\_  
Pesquisador: Dr. Gibson Moreira Praça

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627 – Campus Pampulha – Belo Horizonte, MG. CEP: 31270-901.  
Telefone: (31) 3409-2329. E-mail: [gibson\\_moreira@yahoo.com.br](mailto:gibson_moreira@yahoo.com.br)

CEP/COEP – Universidade Federal de Minas Gerais  
AV. Presidente Antonio Carlos, 6627, Pampulha - Belo Horizonte - MG - CEP 31270-901

Unidade Administrativa II - 2º Andar - Sala: 2005  
Telefone: (31) 3409-4592. E-mail: [coep@prpq.ufmg.br](mailto:coep@prpq.ufmg.br)



## Apêndice 2- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO****PAIS/RESPONSÁVEIS E ATLETAS ACIMA DE 18 ANOS**

Prezados(as) pais/responsáveis e atletas maiores de idade, convidamos o menor pelo qual você é responsável a participar do estudo: “IMPACTO DA FADIGA MENTAL NO DESEMPENHO TÁTICO DE JOGADORES DE FUTEBOL EM DIFERENTES CATEGORIAS”, de caráter voluntário, sob a coordenação do professor Dr. Gibson Moreira Praça e do aluno de mestrado Guilherme de Oliveira Santos Silva.

**OBJETIVOS DA PESQUISA:**

O presente estudo propõe investigar os efeitos da fadiga mental sobre o desempenho tático de atletas de futebol pertencentes a diferentes categorias durante a execução de pequenos jogos. Assim, será possível verificar se o nível de experiência do jogador é um fator que diminui os efeitos negativos da fadiga mental sobre o desempenho tático dos jogadores.

**PROCEDIMENTOS:**

A pesquisa será realizada no próprio clube de futebol onde o menor pelo qual você é responsável treina, no horário regular de treino, com a presença dos treinadores dele e dos pesquisadores. Toda a pesquisa ocorrerá dentro de um período de aproximadamente três semanas e será realizada nos horários regulares de treinos, não acarretando nenhum tipo de mudança na sua rotina ou do menor pelo qual você é responsável. Durante o período da pesquisa, o menor pelo qual você é responsável realizará dois jogos, um em cada dia diferente, com um intervalo de 48 horas entre eles. No jogo do primeiro dia, você ou o menor pelo qual você é responsável realizará uma atividade preparatória durante 5 minutos antes de começar todas as atividades. Essa atividade preparatória é composta por exercícios de mobilidade articular para os membros inferiores, corridas leves e exercícios de alongamento também para os membros inferiores. Depois de terminar essa atividade preparatória, você ou o menor pelo qual você é responsável irá



responder uma avaliação que mede o nível de fadiga mental (“cansaço mental”) que ele está naquele momento, sendo necessário cerca de 1 minuto para responder. Após esses dois momentos iniciais, você ou o menor pelo qual você é responsável realizará uma tarefa no computador que irá induzir a fadiga mental. Nessa tarefa, quatro palavras (vermelho, azul, verde e amarelo) são exibidas uma de cada vez em um computador e o objetivo é pressionar a tecla do teclado que corresponde à cor da palavra, em vez de seu significado. Ou seja, quando a palavra “vermelho” aparecer escrita com a cor azul, a resposta correta será pressionar a tecla que corresponde a cor azul. Essa tarefa terá a duração de 20 minutos e será feita de maneira individual, ou seja, você ou o menor pelo qual você é responsável terá um computador disponível só para ele, disponibilizado pelos pesquisadores. Depois de finalizar o teste no computador, você ou o menor pelo qual você é responsável irá responder uma nova avaliação para medir o nível de fadiga mental (“cansaço mental”) que ele está naquele momento, gastando novamente cerca de 1 minuto. Logo após finalizar o teste no computador e a avaliação, o próximo momento será um pequeno jogo de 3 contra 3 mais os goleiros, com dois tempos de 4 minutos e 2 minutos de intervalo entre eles. Depois, no final do jogo, você ou o menor pelo qual você é responsável irá responder pela última vez naquele dia a avaliação que mede o nível de fadiga mental que ele está naquele momento. Estes jogos serão realizados nos campos do próprio clube e registrados por meio de filmagem para análise posterior dos pesquisadores. Além disso, Você ou o menor pelo qual você é responsável também utilizará dispositivos GPS para verificar medidas de posição no campo e desempenho tático apresentado durante esses pequenos jogos. O objetivo é avaliar como você ou o menor pelo qual você é responsável se comportou do ponto de vista tático durante os jogos. Os resultados deste estudo contribuirão para observar como a fadiga mental interfere no desempenho do jogador de futebol que pertence a categoria que o menor pelo qual você é responsável joga.

No segundo dia, após as 48 horas, você ou o menor pelo qual você é responsável irá realizar o segundo jogo, mas dessa vez não será realizado o teste no computador para induzir a fadiga mental. Então, você ou o menor pelo qual você é responsável irá realizar mesma atividade preparatória do primeiro dia, responder a avaliação que mede o nível de fadiga mental (“cansaço”) que ele está naquele momento e ir direto para o pequeno jogo também nos mesmos formatos do primeiro dia. No final do jogo,



responder a avaliação que mede o nível de fadiga mental que você ou o menor pelo qual você é responsável está naquele momento. Nesse dia, o objetivo é verificar como o você ou o menor pelo qual você é responsável joga normalmente, sem a fadiga mental, para que possamos comparar com os resultados do primeiro dia.

Além disso, você ou o menor pelo qual você é responsável receberá como benefício a oportunidade de praticar atividade física sistematizada e orientada por profissionais capacitados, com supervisão adequada e todos os cuidados necessários para que esta seja o mais segura e prazerosa possível.

### **RISCOS E BENEFÍCIOS:**

Os riscos de participação nesta pesquisa são similares aos inerentes a participação nos treinos de futebol, ou seja, atividades cotidianas (típicas de uma sessão de treino do clube). Devido à execução do protocolo de fadiga mental e dos pequenos jogos, o menor pelo qual você é responsável poderá sentir cansaço mental e/ou físico, falta de energia e atenção, podendo contribuir para a aquisição de lesões provenientes de esforço ou traumas. Entretanto, todo esforço será feito no sentido de atentar para o bem-estar físico e psicológico dos participantes, interrompendo-se as atividades se observados sinais de desconforto, além de se adotar procedimentos de esclarecimentos. Será fornecida assistência integral por qualquer dano que venha a ocorrer durante a participação do menor pelo qual você é responsável nos procedimentos e você poderá buscar indenização, caso julgue necessário. Em situação de emergência, o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU / 192) será chamado. Esse será o responsável primário para qualquer eventualidade de cunho médico, e a equipe de pesquisadores acompanhará o menor pelo qual você é responsável em todos os procedimentos. Os pesquisadores também se responsabilizarão em comunicá-lo (a) nestes casos. Neste caso, ou por qualquer outro motivo, você poderá retirar a participação do menor pelo qual você é responsável sem qualquer penalidade ou prejuízo. Como benefícios, o participante terá acesso à prática de exercício físico orientado por profissionais qualificados, que permitirão ambiente adequado para o aprendizado de conteúdos inerentes à prática do futebol. Além disso, como benefício indireto, a participação do menor pelo qual você é responsável nesta pesquisa proporcionará informações



importantes à produção e disseminação de conhecimentos científicos relacionados ao entendimento do impacto da fadiga mental no futebol.

É garantido que você ou o menor pelo qual você é responsável o direito de se retirar a qualquer momento da pesquisa sem que haja quaisquer sanções ou prejuízos no clube em que ele está vinculado. Os dados coletados durante a pesquisa serão disponibilizados a instituição que ele faz parte de maneira a não gerar quaisquer constrangimentos e nem qualquer tipo de rotulação baseada no desempenho apresentado pelo participante durante a pesquisa. Sendo assim, vale salientar que os resultados apresentados pelo atleta durante o estudo serão utilizados apenas para fins de pesquisa e não representarão nenhum ônus relacionado a permanência ou não do mesmo no clube em que ele faz parte.

#### **CONFIDENCIALIDADE DOS DADOS:**

Todos os dados dos participantes são confidenciais, sendo que a identidade do menor pelo qual você é responsável não será revelada publicamente em hipótese alguma e somente os pesquisadores envolvidos neste estudo terão acesso a estas informações, que serão utilizadas para fins de pesquisa. Além disso, as imagens serão utilizadas apenas para a análise dos pesquisadores, não sendo de modo algum veiculadas por qualquer meio de comunicação. O menor pelo qual você é responsável não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira em relação a participação na pesquisa. Contudo, serão cobertas pelos pesquisadores despesas que porventura surjam em decorrência da participação no estudo. Você e/ou o menor pelo qual você é responsável serão esclarecidos em qualquer aspecto que desejarem e o menor pelo qual você é responsável estará livre para participar ou recusar-se a qualquer momento, sem precisar justificar-se ou sofrer qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador, que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Além disso, você e/ou o menor pelo qual você é responsável não serão identificados em nenhuma publicação decorrente desta pesquisa. Os dados e imagens coletados serão arquivados pelos pesquisadores no laboratório, pelo período de 5 anos, sendo descartados posteriormente. Você dispõe de total liberdade para esclarecer questões que possam surgir durante ou após o andamento da pesquisa.



Você (responsável) poderá retirar o consentimento ou interromper a participação do menor pelo qual você é responsável a qualquer momento, sem precisar se justificar. Para dúvidas relacionadas aos procedimentos da pesquisa, entre em contato com os pesquisadores responsáveis pelo estudo através do telefone do CECA/UFMG: (31) 3409-2329 ou pelo e-mail [gibson\\_moreira@yahoo.com.br](mailto:gibson_moreira@yahoo.com.br). Caso você tenha dúvidas sobre como o estudo está sendo feito, é possível consultar o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFMG de segunda a sexta das 9h00 às 11h00 e das 14h00 às 16h00 no endereço AV. Presidente Antônio Carlos, 6627, Pampulha - Belo Horizonte - MG - CEP 31270-901, Unidade Administrativa II - 2º Andar - Sala: 2005. Você também pode contatar pelo e-mail: [coep@prpq.ufmg.br](mailto:coep@prpq.ufmg.br) ou telefone (31) 3409-4592. Você também deve compreender que os pesquisadores podem decidir sobre a sua exclusão do estudo por razões científicas, sobre as quais você será informado e esclarecido.



Eu, \_\_\_\_\_ (nome completo do(a) responsável ou atleta de futebol com idade maior de 18 anos), portador(a) do documento de identidade \_\_\_\_\_, fui informado (a) dos objetivos do estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e eu e/ou o menor pelo qual eu sou responsável poderemos modificar nossa decisão sobre a participação nesse estudo se assim desejarmos. Declaro que autorizo a minha participação ou do menor pelo qual eu sou responsável. Recebi uma via deste termo de consentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Belo Horizonte, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_.

---

Assinatura do(a) responsável

Declaro que expliquei os objetivos deste estudo para o(a) responsável, dentro dos limites dos meus conhecimentos científicos.

---

Pesquisador: Dr. Gibson Moreira Praça

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627 – Campus Pampulha – Belo Horizonte, MG. CEP: 31270-901.  
Telefone: (31) 3409-2329. E-mail: [gibson\\_moreira@yahoo.com.br](mailto:gibson_moreira@yahoo.com.br)

CEP/COEP – Universidade Federal de Minas Gerais  
AV. Presidente Antonio Carlos, 6627, Pampulha - Belo Horizonte - MG - CEP 31270-901  
Unidade Administrativa II - 2º Andar - Sala: 2005  
Telefone: (31) 3409-4592. E-mail: [coep@prpq.ufmg.br](mailto:coep@prpq.ufmg.br)



Apêndice 3- Tabela 2- Estatísticas descritivas para avaliação dos níveis de FM subjetivas

**Tabela 2-** Estatísticas descritivas para avaliação dos níveis de FM subjetivas

Estatísticas Descritivas				Estimativas de Bootstrapping		
				Intervalo de Confiança da Média (95% IC)		
Categoria	Condição	Média	Desvio-Padrão	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
Sub-13	Controle	13,37	8,54	1,92	9,67	17,25
	Experimental	13,40	12,21	2,77	8,22	18,82
Sub-15	Controle	23,65	14,04	3,38	17,32	30,80
	Experimental	21,41	12,74	3,08	15,40	27,64
Sub-17	Controle	14,35	9,70	2,25	10,06	18,84
	Experimental	15,30	11,93	2,66	10,50	20,58

Fonte: Elaborada pelos autores

Apêndice 4- Tabela 3- Estatísticas descritivas para avaliação do número de erros no teste de desempenho cognitivo

**Tabela 3-** Estatísticas descritivas para avaliação do número de erros no teste de desempenho cognitivo

Estatísticas Descritivas				Estimativas de Bootstrapping		
				Intervalo de Confiança da Média (95% IC)		
Categoria	Condição	Média	Desvio-Padrão	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
Sub-13	Controle	2,53	2,37	0,56	1,47	3,72
	Experimental	2,89	3,62	0,84	1,44	4,76
Sub-15	Controle	2,29	1,55	0,33	1,64	3,00
	Experimental	2,95	3,15	0,72	1,71	4,50
Sub-17	Controle	2,52	2,48	0,54	1,56	3,73
	Experimental	2,48	2,40	0,52	1,50	3,55

Fonte: Elaborada pelos autores

Apêndice 5 - Tabela 4- Estatísticas descritivas para avaliação do tempo de resposta no teste de desempenho cognitivo

**Tabela 4-** Estatísticas descritivas para avaliação do tempo de resposta no teste de desempenho cognitivo

Estatísticas Descritivas				Estimativas de Bootstrapping		
				Intervalo de Confiança da Média (95% IC)		
Categoria	Condição	Média	Desvio-Padrão	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
Sub-13	Controle	1.340,48	330,71	74,52	1.201,94	1.492,70
	Experimental	1.433,11	435,87	100,80	1.277,05	1.638,47
Sub-15	Controle	1.393,47	595,16	134,12	1.194,56	1.723,27
	Experimental	1.324,45	316,05	74,12	1.182,32	1.477,67
Sub-17	Controle	1.307,11	235,98	52,53	1.211,15	1.414,51
	Experimental	1.428,57	238,84	51,71	1.325,49	1.534,22

Fonte: Elaborada pelos autores

Apêndice 6 - Tabela 5- Estatísticas descritivas para avaliação dos níveis de FM subjetivas nos momentos de avaliação basal e pós-teste

**Tabela 5-** Estatísticas descritivas para avaliação dos níveis de FM subjetivas nos momentos de avaliação basal e pós-teste

Estatísticas Descritivas				Estimativas de Bootstrapping		
				Intervalo de Confiança da Média (95% IC)		
Categoria	Avaliação	Média	Desvio-Padrão	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
Sub-13	Basal Exp.	13,40	12,21	2,75	8,59	19,00
	Pós-teste	48,56	18,71	4,44	40,31	57,75
Sub-15	Basal Exp.	21,41	12,74	3,19	15,24	28,06
	Pós-teste	51,94	23,30	5,61	40,65	62,33
Sub-17	Basal Exp.	15,30	11,93	2,58	10,69	21,00
	Pós-teste	63,21	30,11	6,93	48,77	76,37

Fonte: Elaborada pelos autores

Legenda: Exp.= Condição experimental

Apêndice 7 - Tabela 6- Estatísticas descritivas para o número de erros nos momentos de avaliação basal e pós-teste

**Tabela 6-** Estatísticas descritivas para o número de erros nos momentos de avaliação basal e pós-teste

Categoria	Avaliação	Estatísticas Descritivas		Estimativas de Bootstrapping		
		Média	Desvio-Padrão	Intervalo de Confiança da Média (95% IC)	Limite Inferior	Limite Superior
Sub-13	Basal Exp.	2,89	3,62	0,84	1,40	4,81
	Pós-teste	8,07	8,25	2,24	4,18	13,12
Sub-15	Basal Exp.	2,95	3,15	0,72	1,73	4,57
	Pós-teste	4,42	5,18	1,45	2,22	7,82
Sub-17	Basal Exp.	2,48	2,40	0,53	1,50	3,62
	Pós-teste	4,41	3,37	0,84	2,81	6,15

**Fonte:** Elaborada pelos autores

**Legenda:** Exp.= Condição experimental

Apêndice 8 - Tabela 7- Estatísticas descritivas para o tempo de resposta nos momentos de avaliação basal e pós-teste

**Tabela 7-** Estatísticas descritivas para o tempo de resposta nos momentos de avaliação basal e pós-teste

Categoria	Avaliação	Estatísticas Descritivas		Estimativas de Bootstrapping		
		Média	Desvio-Padrão	Intervalo de Confiança da Média (95% IC)	Limite Inferior	Limite Superior
Sub-13	Basal Exp.	1.433,11	435,87	96,50	1.265,40	1.657,99
	Pós-teste	1.188,36	385,59	85,93	1.024,30	1.362,57
Sub-15	Basal Exp.	1.324,45	316,05	73,51	1.180,94	1.478,34
	Pós-teste	1.201,36	355,51	87,27	1.022,31	1.372,96
Sub-17	Basal Exp.	1.428,57	238,84	51,78	1.322,70	1.533,80
	Pós-teste	1.436,69	267,72	58,08	1.323,07	1.560,17

**Fonte:** Elaborada pelos autores

**Legenda:** Exp.= Condição experimental

Apêndice 9 - Tabela 8- Estatísticas descritivas para avaliação dos níveis de FM subjetivas nos momentos de avaliação basal na condição controle e pós-teste na condição experimental

**Tabela 8-** Estatísticas descritivas para avaliação dos níveis de FM subjetivas nos momentos de avaliação basal na condição controle e pós-teste na condição experimental

Categoria	Avaliação	Estatísticas Descritivas		Estimativas de Bootstrapping		
		Média	Desvio-Padrão	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
Sub-13	Basal Cont.	12,00	6,29	1,47	9,24	15,05
	Pós-teste Exp.	48,56	18,71	4,37	40,55	57,70
Sub-15	Basal Cont.	23,65	14,04	3,48	17,00	30,57
	Pós-teste Exp.	51,94	23,30	5,64	40,79	63,00
Sub-17	Basal Cont.	13,39	9,74	2,32	9,00	18,00
	Pós-teste Exp.	63,21	30,11	6,90	49,18	76,20

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

**Legenda:** Cont.= Condição controle; Exp.= Condição experimental

Apêndice 10 - Tabela 9- Estatísticas descritivas para o número de erros nos momentos de avaliação basal na condição controle e pós-teste na condição experimental

**Tabela 9-** Estatísticas descritivas para o número de erros nos momentos de avaliação basal na condição controle e pós-teste na condição experimental

Categoria	Avaliação	Estatísticas Descritivas		Estimativas de Bootstrapping		
		Média	Desvio-Padrão	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
Sub-13	Basal Cont.	2,45	2,33	0,53	1,54	3,60
	Pós-teste Exp.	8,07	8,25	2,24	3,67	12,53
Sub-15	Basal Cont.	2,29	1,55	0,35	1,61	3,00
	Pós-teste Exp.	4,42	5,18	1,53	2,22	7,92
Sub-17	Basal Cont.	2,52	2,48	0,52	1,60	3,61
	Pós-teste Exp.	4,41	3,37	0,80	2,90	6,09

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

**Legenda:** Cont.= Condição controle; Exp.= Condição experimental

Apêndice 11- Tabela 10- Estatísticas descritivas para o tempo de resposta nos momentos de avaliação basal na condição controle e pós-teste na condição experimental

**Tabela 10-** Estatísticas descritivas para o tempo de resposta nos momentos de avaliação basal na condição controle e pós-teste na condição experimental

Categoria	Avaliação	Estatísticas Descritivas		Estimativas de Bootstrapping		
		Média	Desvio-Padrão	Intervalo de Confiança da Média (95% IC)	Limite Inferior	Limite Superior
Sub-13	Basal Cont.	1.340,48	330,71	76,83	1.192,36	1.487,71
	Pós-teste Exp.	1.188,36	385,59	88,01	1.010,86	1.362,22
Sub-15	Basal Cont.	1.393,47	595,16	128,65	1.189,74	1.688,89
	Pós-teste Exp.	1.201,36	355,51	84,71	1.026,07	1.361,24
Sub-17	Basal Cont.	1.307,11	235,98	49,57	1.212,70	1.406,42
	Pós-teste Exp.	1.436,69	267,72	57,43	1.331,82	1.554,69

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

**Legenda:** Cont.= Condição controle; Exp.= Condição experimental

Apêndice 12 - Tabela 11- Estatísticas descritivas de todos os grupos na fase ofensiva para variável de sincronização interpessoal

**Tabela 11-** Estatísticas descritivas de todos os grupos na fase ofensiva para variável de sincronização interpessoal

	Categoria	Condição	Média	Desvio Padrão	N
Prof_EM_of	U13	Controle	15,03	3,943	36
		Experimental	16,89	4,650	36
	U15	Controle	14,22	4,044	38
		Experimental	12,20	4,690	39
	U17	Controle	17,07	4,555	28
		Experimental	16,94	4,386	23
Larg_EM_of	U13	Controle	12,58	3,861	36
		Experimental	11,92	4,591	36
	U15	Controle	9,95	3,828	38
		Experimental	9,03	3,633	39

U17	Controle	11,07	4,037	28
	Experimental	10,92	5,793	23

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

**Legenda:** Prof: Profundidade; Larg: Largura; EM: Em-fase; Of: fase ofensiva

Apêndice 13 - Tabela 12- Estatísticas descritivas de todos os grupos na fase defensiva para variável de sincronização interpessoal

**Tabela 12-** Estatísticas descritivas de todos os grupos na fase defensiva para variável de sincronização interpessoal

	Categoria	Condição	Média	Desvio Padrão	N
<b>Prof_EM_def</b>	U13	Controle	15,41	4,349	36
		Experimental	17,37	4,665	36
	U15	Controle	15,51	5,017	38
		Experimental	12,53	3,703	39
	U17	Controle	17,05	3,906	28
		Experimental	16,96	3,810	23
<b>Larg_EM_def</b>	U13	Controle	12,64	4,110	36
		Experimental	11,72	4,467	36
	U15	Controle	10,34	4,064	38
		Experimental	10,01	4,101	39
	U17	Controle	9,93	5,185	28
		Experimental	11,69	5,500	23

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

**Legenda:** Prof: Profundidade; Larg: Largura; EM: Em-fase; Of: fase ofensiva

Apêndice 14- Tabela 13- Estatísticas descritivas dos princípios táticos geral, defensivo e ofensivos para todos os grupos

**Tabela 13-** Estatísticas descritivas dos princípios táticos geral, defensivo e ofensivos para todos os grupos

	<b>Categoria</b>	<b>Condição</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>N</b>
<b>Ofensivo Geral</b>	U13	Controle	0,74	0,10	48
		Experimental	0,71	0,12	48
	U15	Controle	0,73	0,10	48
		Experimental	0,74	0,13	42
	U17	Controle	0,75	0,11	42
		Experimental	0,72	0,11	42
<b>Desempenho Geral</b>	U13	Controle	0,70	0,08	48
		Experimental	0,65	0,09	48
	U15	Controle	0,69	0,08	48
		Experimental	0,69	0,10	42
	U17	Controle	0,72	0,09	42
		Experimental	0,66	0,09	42
<b>Defensivo Geral</b>	U13	Controle	0,67	0,16	48
		Experimental	0,59	0,14	48
	U15	Controle	0,65	0,15	48
		Experimental	0,64	0,15	42
	U17	Controle	0,69	0,12	42
		Experimental	0,61	0,14	42

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

## ANEXOS

### Anexo 1- Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Impacto da fadiga mental no desempenho tático de jogadores de futebol em diferentes categorias.

**Pesquisador:** Gibson Moreira Praça

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 65154722.7.0000.5149

**Instituição Proponente:** Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

**Patrocinador Principal:** Universidade Federal de Minas Gerais

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 5.824.923

##### Apresentação do Projeto:

Trata-se de estudo quase experimental, na qual todos os participantes realizarão todas as condições: fadiga mental e controle., que visa comparar o desempenho tático dos jogadores durante pequenos jogos com e sem a presença de fadiga mental. É proposto um momento inicial no formato piloto que culminará no cálculo amostral e o segundo momento com a realização da pesquisa.

A pesquisa será realizada no próprio clube de futebol onde o voluntário treina, no horário regular de treinamento, com a presença dos seus treinadores e dos pesquisadores. Toda a pesquisa ocorrerá dentro de um período de aproximadamente três semanas.

Apresentam como a hipótese do estudo que “o desempenho tático dos jogadores irá apresentar queda na presença da fadiga mental”. E que “os jogadores mais velhos apresentarão uma menor queda no desempenho tático quando comparados com jogadores mais jovens. Verificando que um maior nível de experiência reduz os efeitos negativos da fadiga mental no desempenho tático de jogadores de futebol.”

Os critérios de inclusão elencados são: Ser atleta de futebol da categoria sub-13; sub-15; sub-17 ou sub-20, ser do sexo masculino, disputar campeonatos de nível regional e estadual, ou estar vinculado ao clube que disputa tais competições, no mínimo. Também será verificado se os atletas

**Endereço:** Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar 2 Sala 2005 2 Campus Pampulha

**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE

**Telefone:** (31)3409-4592

**E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

Continuação do Parecer: 5.824.923

não sofreram lesões osteomusculares nos último três meses, participam dos treinamentos regulares junto a equipe a no mínimo seis meses, possuam no mínimo dois anos de experiência com treinamento no futebol e esteja familiarizado com treinamento no formato de Pequenos Jogos durante as sessões regulares. Em contra partida os critérios de exclusão são: Apresentar lesões osteomusculares durante o período de coleta, apresentar algum grau de discromatopsia, também chamada daltonismo, acarretando dificuldades e/ou diminuição da habilidade de distinguir alguns tons de cores, impossibilitando a realização do protocolo para indução de fadiga mental que será utilizado e, por fim, não possuir frequência total nas sessões de coletas.

Para tanto os voluntários serão agrupados em quatro grupos distintos, sendo eles sub-13, sub-15, sub-17 e sub20. Cada grupo contará com 24 voluntarios.

Na metodologia apontam que esses voluntários serão os próprios controles. Serão realizadas sessões de treinos com e sem presença de fadiga mental. Os voluntários serão filmados e utilizarão GPS para análise de desempenho tático.

**Objetivo da Pesquisa:**

- Comparar o desempenho tático dos jogadores durante pequenos jogos com e sem a presença de fadiga mental.
- Comparar os efeitos da fadiga mental no desempenho tático de jogadores de futebol em diferentes categorias durante pequenos jogos.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os pesquisadores descrevem que os riscos de participação nesta pesquisa são similares aos inerentes a participação nos treinos de futebol, ou seja, atividades cotidianas (típicas de uma sessão de treino do clube). Devido à execução do protocolo de fadiga mental e dos pequenos jogos, o voluntário poderá sentir cansaço mental/ou físico, falta de energia e atenção, podendo contribuir para a aquisição de lesões provenientes de esforço ou traumas.

Como benefícios são pontados que O participante terá acesso à prática de exercício físico orientado por profissionais qualificados, que permitirão ambiente adequado para oaprendizado de conteúdos inerentes à prática do futebol. Além disso, como benefício indireto, a participação do menor pelo qual você é responsável nesta pesquisa proporcionará informações importantes à produção e disseminação de conhecimentos científicos relacionados ao entendimento do impacto

**Endereço:** Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar 2 Sala 2005 2 Campus Pampulha  
**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901  
**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE  
**Telefone:** (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

Continuação do Parecer: 5.824.923

da fadiga mental no futebol.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Trata-se de estudo sem coparticipantes, vinculado ao programa de mestrado. Apresenta orçamento adequado à sua execução, na forma de custeio e parecem estar disponíveis aos pesquisadores. Segundo parecer da Câmara Departamental é um projeto de relevância acadêmica e social. O prazo de execução é adequado à proposta da pesquisa.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Apresenta os seguintes termos: folha de rosto, aprovação em Câmara Departamental, projeto completo e TCLE/TALE

O TCLE/TALE está como carta convite, resguardando a confidencialidade dos dados, o anonimato, o direito à recusa, e desistir do projeto a qualquer momento sem qualquer prejuízo. Foi informado sobre a metodologia, o objetivo e o armazenamento de 05 anos dos dados, salvaguardando a sua consulta. Esclarece que não haverá qualquer forma de pagamento, mas disponibiliza apoio em caso de gerar algum risco à integridade física, mental ou de qualquer outra natureza ao participante. Consentimento para registro de vídeo e imagens. Dados do pesquisador e do COEP relatados.

**Recomendações:**

Recomendo acrescentar campo de rubrica em todas as páginas do TCLE.

Solicitar carta de anuência nos locais de coleta. Cabe ressaltar que essa anuência é de responsabilidade dos pesquisadores junto com os locais de coleta de dados/realização da pesquisa e a aprovação do projeto pelo Comitê de Ética não isenta ou assegura a não necessidade desses documentos.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Na condição de se atender as recomendações solicitadas, sou, S.M.J. favorável à aprovação do projeto.

**Endereço:** Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º Andar Sala 2005 Campus Pampulha

**Bairro:** Unidade Administrativa II

**CEP:** 31.270-901

**UF:** MG

**Município:** BELO HORIZONTE

**Telefone:** (31)3409-4592

**E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS**



Continuação do Parecer: 5.824.923

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o CEP-UFMG recomenda aos Pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2037698.pdf	14/11/2022 15:45:26		Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2037698.pdf	14/11/2022 15:04:44		Aceito
Declaração de Pesquisadores	Parecer_consultado_completo.pdf	14/11/2022 15:01:23	Gibson Moreira Praça	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termos_de_Assentimento_e_Assentimento_Projeto.pdf	14/11/2022 15:00:48	Gibson Moreira Praça	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_completo.pdf	14/11/2022 15:00:23	Gibson Moreira Praça	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_Pesquisa.pdf	14/11/2022 14:59:55	Gibson Moreira Praça	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

BELO HORIZONTE, 18 de Dezembro de 2022

\_\_\_\_\_  
**Assinado por:**  
**Corinne Davis Rodrigues**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 - 2º. Andar - Sala 2005 - Campus Pampulha  
**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901  
**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE  
**Telefone:** (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br