



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
CURSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA - Bacharelado

Pedro Vitor da Soler dos Passos

Atividades de deslocamento de árbitros de campo e árbitros assistentes:
caracterização do *most demanding passages* e influência das substituições

Florianópolis
2024

Pedro Vitor da Soler dos Passos

Atividades de deslocamento de árbitros de campo e árbitros assistentes:
caracterização do *most demanding passages* e influência das substituições

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Educação Física - Bacharelado do Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Juliano Fernandes da Silva, Dr.
Coorientador: Prof. Paulo Vitor Souza, Me.

Florianópolis

2024

Ficha catalográfica para trabalhos acadêmicos

Passos, Pedro Vitor da Soler dos
Atividades de deslocamento de árbitros de campo e
árbitros assistentes : caracterização do most demanding
passages e influência das substituições / Pedro Vitor da
Soler dos Passos ; orientador, Juliano Fernandes da Silva,
coorientador, Paulo Vitor de Souza, 2024.
54 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de
Desportos, Graduação em Educação Física, Florianópolis,
2024.

Inclui referências.

1. Educação Física. 2. Futebol. 3. Demandas físicas. 4.
Árbitros de futebol. I. Silva, Juliano Fernandes da. II.
Souza, Paulo Vitor de. III. Universidade Federal de Santa
Catarina. Graduação em Educação Física. IV. Título.

Pedro Vitor da Soler dos Passos

Atividades de deslocamento de árbitros de campo e árbitros assistentes:
caracterização do *most demanding passages* e influência das substituições

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel(a) em Educação Física e aprovado em sua forma final pelo Curso de Educação Física - Bacharelado

Florianópolis, 19 de dezembro de 2024

Coordenação do Curso

Banca examinadora

Prof.(a) Juliano Fernandes da Silva, Dr.

Orientador(a)

Prof.(a) Ramon Cruz, Dr.

Instituição Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.(a) Érico Martins do Nascimento, Me.

Instituição Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 2024

AGRADECIMENTOS

Reservo este espaço para agradecer a todos que de alguma forma fizeram parte dessa caminhada que está nos momentos finais.

Em primeiro lugar agradeço meus pais que fizeram parte diariamente da minha vida universitária e me apoiaram de diversas maneiras desde a minha entrada na graduação até o final.

Guardo um espaço na lembrança para agradecer a família Santos Brzezinski, que me permitiu compartilhar lindos momentos com eles. Obrigado Paula e Beatriz, por me deixaram entrar na sua casa e compartilhar os últimos momentos com Vitória Regina. Espero que mesmo com minhas mais diversas falhas, eu possa ter sido um afago naquele momento tão difícil.

Aos amigos do NUPEDEFF, agradeço por terem me ajudado imensamente durante todo o processo vivido na universidade. Obrigado Miguel por ter compartilhado momentos únicos no futebol universitário. Obrigado Lucas Shoiti e Paulo Sandi pela amizade e conversas que geraram diversos risos.

Reservo esse espaço maior para agradecer a Paulo Vitor, pela orientação durante esse último trabalho. Obrigado por estar presente no dia da apresentação do projeto inicial desse trabalho e por ser o primeiro a ter me convidado a ir em um centro de treinamento de futebol lá no início da graduação.

Aos professores do NUPEDEFF que sempre me permitiram estar presente nos mais diversos projetos do núcleo e disponibilizaram-se a me ensinar bem no início da minha formação. Em especial ao professor Juliano que me orientou durante esse trabalho e toda a graduação.

Por fim, agradeço ao projeto de futebol universitário (FUTUFSC) e aos seus participantes que me proporcionaram momentos únicos e me permitiram viver o futebol em um de seus contextos.

RESUMO

Árbitros de campo (ARb) e árbitros assistentes (AAs) exercem funções importantes para o andamento do jogo e para isso realizam deslocamentos em diversas faixas de intensidade. Assim, o presente estudo teve como objetivo caracterizar o período de maior demanda experienciada por árbitros durante o jogo, chamado de *most demanding passages* (MDP) e verificar a influência das substituições sobre o deslocamento dos Arb e Aas. A amostra foi composta por 16 ARb e 31 AAs, sendo monitorados através de sistema de posicionamento global (GPS) (WIMU PRO) durante 46 jogos da elite do campeonato catarinense de futebol por 3 temporadas. Os principais achados mostraram que ARb apresentaram maior MDP no 1º tempo de jogo para distância total (DT), atividade em alta intensidade (AAI) e número de acelerações (ACC) e desacelerações (DCC), enquanto AAs apresentaram maiores valores para AAI, ACC e DCC. ARb também tendem a apresentar MDP superior do que AAs para todas as variáveis, exceto para o número de DCC. Em relação ao momento do jogo que a MDP ocorre, o principal achado mostrou que AAs realizam maior deslocamento em ACC e DCC nos 5 minutos iniciais do que no restante da partida. Já as substituições influenciaram as demandas de deslocamento de árbitros, evidenciada por menores valores em DT, AAI e distância percorrida em ACC e DCC para ARb com o aumento do número das substituições. AAs também apresentaram reduções nas mesmas variáveis, além de Zonas 2 e 3 e atividades em alta velocidade (AAV). Os resultados mostraram que a MDP de árbitros de futebol representa maiores demandas que os valores médios do jogo e as substituições influenciaram em menores deslocamentos. Com isso é possível ter uma melhor compreensão da influência que o maior número de substituições pode impactar nas demandas de deslocamento de árbitros de futebol, além de evidenciar em qual momento do jogo que ARb e AAs podem ser submetidos a esforços mais intensos.

Palavras-chave: Futebol; Demandas físicas; Monitoramento.

ABSTRACT

The field referees (ARb) and assistant referees (AAs) play an essential roles to ensure the progression of the game which demands a huge number of displacements across various intensity levels. Therefore, this study aimed to characterize the period of highest demand experienced by referees during the game, referred to as most demanding passages (MDP), and to examine the influence of substitutions on the movement patterns of ARb and AAs. The study population consisted of 16 ARb and 31 AAs, monitored using a global positioning system (GPS) (WIMU PRO) across 46 matches of the elite division of the Santa Catarina State Football Championship over three seasons. The main findings revealed that ARb exhibited higher MDP during the first half of the game for total distance (DT), high-intensity activity (AAI), and the number of accelerations (ACC) and decelerations (DCC), while AAs displayed higher values for AAI, ACC, and DCC. ARb also tended to show superior MDP compared to AAs across all variables, except for the number of DCC. Regarding the timing of the game when MDP occurs, the primary finding indicated that AAs performed more ACC and DCC during the first five minutes than in the remainder of the match. Substitutions were shown to influence referees' movement demands, evidenced by lower values in DT, AAI, and distance covered during ACC and DCC for ARb as the number of substitutions increased. AAs also exhibited reductions in the same variables, in addition to Zones 2 and 3 and high-speed activities (AAV). The results demonstrated that the MDP of soccer referees represents greater demands than the average values observed throughout the match, and substitutions resulted in reduced movement demands. These findings provide a deeper understanding of how an increased number of substitutions can impact the physical demands on soccer referees while also highlighting the moments during the game when ARb and AAs are subjected to more intense exertion.

Keywords: Soccer; physical demands; Monitoring.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ARb	Árbitros de campo
AAAs	Árbitros assistentes
DT	Distância total
CAI	Corrida em alta intensidade
SPR	<i>Sprints</i>
MDP	<i>Most demanding passages</i>
FC _{PICO}	Frequência cardíaca pico
WCS	<i>Worst-case scenario</i>
MDP _c	MDP cinemático
MDP _m	MDP mecânico
GPS	Sistema de posicionamento global
AAI	Atividade em alta intensidade
AAV	Atividade em alta velocidade
ACC	Aceleração
DCC	Desaceleração

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
1.1	OBJETIVO GERAL.....	19
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
1.3	JUSTIFICATIVA.....	17
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	19
2.1	DEMANDAS DE DESLOCAMENTO.....	19
2.1.1	Demandas de deslocamento de ARb.....	20
2.1.2	Demandas de deslocamento de AA.....	22
2.2	<i>MOST DEMANDING PASSAGES.....</i>	23
2.3	VARIÁVEIS SITUACIONAIS.....	26
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
3.1	CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO.....	28
3.2	POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	29
3.2.1	Critérios de inclusão e exclusão.....	29
3.3	INSTRUMENTOS E VARIÁVEIS.....	29
3.3.1	Demandas de Deslocamento.....	30
3.4	PROCEDIMENTOS DE COLETA.....	30
3.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	31
4	RESULTADOS.....	32
5	DISCUSSÃO.....	39
6	CONCLUSÃO.....	47
	REFERÊNCIAS.....	48

1 INTRODUÇÃO

O futebol, fenômeno esportivo global que movimentava bilhões de reais (Fernandez, 2022), envolve milhões de pessoas em todo o mundo (Conmebol, 2023), incluindo árbitros de campo (ARb) e árbitros assistentes (AAs). Esses profissionais são responsáveis por aplicar as regras e tomar decisões cruciais (e.g. faltas e punições) para o bom andamento da partida (IFAB, 2024). Erros e acertos de arbitragem podem ter impactos significativos no resultado dos jogos (JOHANSEN; ERIKSTAD, 2021; CASTAGNA; ABT; D'OTTAVIO, 2007) e gerar prejuízos ou lucros financeiros e esportivos para os clubes. Diante da importância do papel dos árbitros, cresce o interesse em pesquisas científicas que visam aprimorar a performance desses profissionais e, conseqüentemente, a qualidade do futebol (PINA *et al.*, 2017, CASTAGNA *et al.*, 2023). Dessa forma, o deslocamento assume um papel preponderante, pois é a partir dele que árbitros ajustam o melhor posicionamento a fim de ver com clareza os lances e tomar as melhores decisões.

De modo geral, os árbitros possuem ampla liberdade de movimento durante as partidas, buscando sempre a melhor posição para tomar decisões mais assertivas (PREISSLER *et al.*, 2021; IFAB, 2024; WESTON *et al.*, 2011; CASTAGNA; ABT; D'OTTAVIO, 2007). Essa liberdade, no entanto, exige um grande esforço físico. Os ARb, por exemplo, percorrem uma distância total (DT) entre 9 km e 13 km por partida, realizando diversas corridas em alta intensidade (CAI > 18 km.h⁻¹) e *Sprints* (SPR > 23 km.h⁻¹), podendo representar de 7% até 17% e de 2,2% até 6,3% dessa DT, respectivamente (CASTAGNA; ABT; D'OTTAVIO, 2004; WESTON *et al.*, 2007; MARTINEZ-TORREMOCHA *et al.*, 2022; YOUSEFIAN *et al.*, 2023; SILVA *et al.*, 2022; CASTILLO *et al.*, 2018; MARTIN-SANCHES *et al.*, 2022; KRUSTRUP; BANGSBO, 2001; KRUSTRUP *et al.*, 2009; WESTON *et al.*, 2012). Já os AAs possuem demandas físicas menores, percorrendo distâncias entre 5 km e 7 km por partida, com menor frequência de CAI e SPR, sendo 3% a 10% e 0,2% a 5% dessa DT, respectivamente (SILVA *et al.*, 2022; WESTON *et al.*, 2007; MARTNEZ-TORREMOCHA *et al.*, 2022). Assim, essa amplitude nos valores demonstra a heterogeneidade das demandas físicas entre jogos e árbitros e mesmo, entre as diferentes funções da arbitragem.

A ampla variação dos resultados apresentados para distâncias percorridas por árbitros de futebol pode estar ligada com os diferentes limiares de velocidade escolhidos nos artigos (e.g. SPR: >23 km.h⁻¹ vs 25,2 km.h⁻¹), somado a isso, diversas

variáveis intrínsecas (e.g. aptidão física e idade) e extrínsecas (e.g. distância percorrida pela bola e jogadores) podem influenciar o perfil de corrida da arbitragem (WESTON *et al.*, 2006; WESTON *et al.*, 2007; CASTILLO *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2022; MARTIN-SANCHES *et al.*, 2022; MORENO-PEREZ *et al.*, 2022). As equipes de futebol apresentam aumentos nas distâncias totais percorridas ao longo dos anos, principalmente nas ações de alta intensidade (BRADLEY, 2023; NASSIS *et al.*, 2020) e paralelo a essa evidência, ARb apresentaram aumento de 41% em CAI e os número de *Sprint* mais que dobrou (22 vs 50 SPR realizados) de 2003/04 a 2009/10 em partidas oficiais (WESTON *et al.*, 2012). Com isso, também se espera o aumento das demandas de deslocamento dos árbitros ao longo dos anos sugerindo a necessidade de ARb e AAs estarem preparados fisicamente para sustentar cargas impostas pelo jogo.

A fim de monitorar e evidenciar as cargas externas experienciadas pelos agentes do jogo (jogadores e árbitros), surge o termo “*Most demanding passages*” (MDP). O MDP pode ser traduzido como “Passagem de maior demanda do jogo” e é utilizado por profissionais para caracterizar as demandas de uma partida referentes ao momento mais intenso do jogo (NOVAK *et al.*, 2021; YOUSEFIAN *et al.*, 2024; YOUSEFIAN *et al.*, 2022). O MDP vem sendo utilizado por profissionais para a definição de cargas de treino para o processo de preparação de atletas, tendo em vista que valores médios da partida subestimam a real carga de deslocamento experienciada por jogadores, a fim de condicioná-los para esses períodos e evitar lesões (OLIVA-LOZANO *et al.*, 2023; BORTNIK *et al.*, 2023). Dessa forma, estudos que trazem essa nova abordagem e sua aplicação vem crescendo na literatura e diversas formas de definir o MDP vem sendo propostas, assim como críticas e problematizações com seu uso.

Mesmo com o aumento de estudos abordando o MDP e sua utilização no contexto de treino com jogadores, NOVAK *et al.* (2021) criticam a aplicabilidade desse formato para definir cargas para o treinamento devido à alta intravariabilidade nos achados e diferentes variáveis que podem influenciar na resposta do MDP (e.g. posição do jogador). Além disso, outro adendo dos autores é a utilização do MDP para o processo de treinamento sem as respostas internas (e.g. frequência cardíaca) em frente ao período de maior demanda, tendo em vista que a resposta interna é uma variável importante para considerar um processo de estresse ao organismo que possa levar a adaptação (ODDEN *et al.*, 2024). Levando isso em consideração, Yousefian *et*

al. (2022) buscaram caracterizar o MDP de ARb em partidas oficiais para cargas externas e internas, sendo encontrado para distâncias acima de 13 km.h⁻¹ valores 115% maior do que a média e valores de frequência cardíaca que correspondiam a 99% da FC_{PICO}. Esses achados podem colaborar com a utilização das métricas do MDP para o processo de treinamento de árbitros de futebol.

Como dito anteriormente, diversos fatores extrínsecos aos árbitros influenciam nas suas demandas de deslocamento e sabe-se que as distâncias percorridas por ARb e jogadores estão associadas (WESTON *et al.*, 2011). Essa relação leva a entender que variáveis situacionais que influenciam nas demandas de deslocamento de jogadores também impactarão nas atividades dos árbitros. Nessa linha, o maior escopo da literatura buscou estudar a influência dessas variáveis para jogadores, encontrando resultados significativos na performance de corrida de atletas (AQUINO *et al.*, 2020; LAGO-PEÑAS, 2012; AQUINO *et al.*, 2021). Embora maior parte da literatura focou em jogadores, um recente artigo evidenciou que ataques rápidos e contra-ataques elicitaram maiores ações em alta intensidade de ARb e AAs (SANDI *et al.*, 2024). Dessa forma, é possível observar o impacto das demandas e ações de jogadores com as atividades realizada por árbitros, podendo indicar que outras situações possam gerar diferentes respostas.

Sabendo das influências que variáveis situacionais podem ter no jogo, sabe-se que jogadores *non-starters* (que não iniciaram o jogo) tendem a percorrer maiores distâncias relativas por tempo (m/min) do que jogadores *starters* e/ou que foram substituídos ao longo da partida (BRADLEY, LAGO-PEÑAS, REY, 2014; JANUSIAK *et al.*, 2023). A mudança na regra das substituições (3 para 5 substituições), durante a pandemia da COVID-19, contribuiu com os aumentos das demandas de deslocamento das equipes, através do maior número de jogadores entrando durante as partidas (2,9 para 4,3) e evidenciado pelos aumentos nas corridas em alta intensidade das equipes e jogadores (BRADLEY, 2023; WEI *et al.*, 2024; LÓPEZ-VALECIOANO *et al.*, 2022). Assim, com a possibilidade de substituir metade dos jogadores de linha em uma partida e a tendência desses atletas percorrerem maiores distâncias relativas que os titulares, torna-se razoável pensar que as substituições possam impactar nas demandas de árbitros.

No Brasil árbitros de futebol são alvos de críticas constantes. Mesmo assim, tanto no Brasil quanto no mundo diversas demandas vêm aumentando, inclusive as físicas (WESTON *et al.*, 2011; BRADLEY, 2023; NASSIS *et al.*, 2020). Com o

eminente aumento nas demandas de deslocamento, é importante pensar no desenvolvimento de programas que cuidem da saúde e aptidão física de árbitros (CASTAGNA *et al.*, 2023). Porém, poucos estudos monitoraram as demandas internas e externas de árbitros brasileiros (COSTA *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2022) e apenas um estudou buscou caracterizar a MDP/WCS de ARb (YOUSEFIAN *et al.*, 2023), porém em árbitros portugueses. Dessa forma, caracterizar a MDP de ARb e AAs pode ter impacto direto sobre o processo de treinamento das equipes de arbitragem e a análise da influência das substituições nas demandas de deslocamento pode ser um direcionamento para estratégias de corrida adotada por eles.

Tendo isso em vista, a pergunta norteadora do estudo é: Como se caracteriza o momento mais intenso de uma partida e qual o impacto das substituições nas demandas de deslocamento de árbitros de campo e árbitros assistentes em partidas oficiais?

1.1 OBJETIVO GERAL

- Caracterizar o *Most demanding passages* e verificar a influência das substituições sobre o deslocamento de Árbitros de campo e árbitros assistentes.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar distância total (m), distância percorrida em diferentes zonas de velocidade (m), velocidade máxima ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$), acelerações (n) e desacelerações (n);
- Determinar qual momento ocorre o MDP-5min de ARb e AAs em uma janela fixa;
- Comparar as atividades de deslocamento de ARb e AAs com diferentes números de substituições.

1.3 JUSTIFICATIVA

Árbitros de campo e assistentes percorrem distâncias consideráveis durante as partidas (STØLEN *et al.*, 2005) e possuem grandes responsabilidades no processo de aplicação de regras (IFAB, 2024; JOHANSEN; ERIKSTAD, 2021). As demandas no futebol tendem a crescer de maneira linear, principalmente para as distâncias percorridas em maiores velocidades (NASSIS *et al.*, 2020) e árbitros também deverão estar preparados para esse aumento nas demandas física e mentais. O aumento do número de jogos, maiores intensidades e mudanças na regra poderão afetar as respostas de árbitros durante jogos. Dessa forma, a profissionalização de árbitros é um caminho para o desenvolvimento da função e da modalidade como um todo (CASTAGNA *et al.*, 2023).

Com o aumento do número de substituições na partida apresentou-se, também, um aumento nas distâncias percorridas pelas equipes em diferentes zonas de velocidades (BRADLEY, 2024). Dessa forma, entender como as substituições afetam as demandas de deslocamento e caracterizar o MDP de ARb e AAs tornam-se importantes para melhorar as estratégias de corrida adotadas por eles e balizar seu processo de treinamento em relação aos momentos de maior demanda do próprio jogo (WEAVING *et al.*, 2022; OLIVA-LOZANO *et al.*, 2023). Embora haja um grande escopo de artigos que abordem esses temas, eles possuem focos em jogadores de futebol e direcionar esses temas para desenvolver o conhecimento acerca de árbitros possa ser um caminho para desenvolver a modalidade.

O futebol é um esporte praticado nos 5 continentes e faz parte da nossa cultura. Esse esporte fez parte da minha infância, adolescência e agora da vida adulta, dessa forma sempre tive o desejo de conhecer mais essa área e ser uma das partes que possa desenvolvê-la me alegra. Aos longos dos anos observo uma grande sensação de hostilidade de vários agentes do futebol em relação a equipes de arbitragem e poucas ações no país focam em melhorar essa questão. Essas situações parecem ocorrer com menor frequência em países da Europa, onde o futebol é considerado de maior nível, por isso dar passos ao caminho de tentar resolver esse problema pode ser algo importante para a modalidade no país.

Além da importância e desejo de trabalhar com o futebol, estar presente no Núcleo de Desenvolvimento do Futebol e do Futsal (NUPEDEFF) desde 2022 e sendo orientado por um ex árbitro assistente de futebol (Prof. Dr. Juliano Fernandes) me

gerou a oportunidade de coletar dados de equipes de arbitragem catarinense com bastante antecedência o que representou um grande facilitador para a escolha da temática.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Para abordar os temas relacionados com a revisão da literatura esse presente capítulo será dividido em 3 tópicos. O primeiro abordará (a) Demandas de deslocamento, sendo subdividido em (a1) Demandas de deslocamento de ARb e (a2) Demandas de deslocamento de AAs. Como segundo tópico será abordado o conceito de (b) *Most demanding passages*. Por fim, o último tópico será referente a (c) Influência de variáveis situacionais nas demandas de deslocamento.

2.1 DEMANDAS DE DESLOCAMENTO

A *International Football Association Board* é uma instituição independente criada em Manchester em 1886, com o objetivo de regulamentar o futebol fazendo com que o seja praticado de forma semelhante no mundo todo (IFAB, 2024). O árbitro de campo tem como responsabilidade fazer cumprir as regras do jogo, sempre respeitando o espírito esportivo, mas com base em critérios arbitrários e tendo a palavra final, enquanto o árbitro assistente tem como função auxiliar o ARb no processo de tomadas de decisão, principalmente na ação de saída da bola, impedimento, posição do goleiro durante o tiro penal e substituições (IFAB, 2024).

ARb e AAs possuem diferentes demandas no jogo, consequentemente as demandas de deslocamento também se diferenciam (KRUSTRUP *et al.*, 2009; CASTILLO *et al.*, 2018). ARb precisam estar próximos dos lances e precisam se deslocar de área a área (geralmente em diagonal) baseado na lógica do jogo de ataque e defesa (BAYER, 1994). Já em uma partida há dois árbitros assistentes um em cada lado do campo, sempre posicionados na linha do penúltimo defensor para observar lances de impedimento e estes precisam apenas se deslocarem metade do campo e apenas na linha lateral (IFAB).

Embora as demandas possam ser diferentes em relação à totalidade das ações, a intermitência delas variando entre momentos de maior e menor intensidade estão presentes tanto para ARb, quanto para AAs (MARTINEZ-TORREMOCHA *et al.*, 2022; CASTILLO *et al.*, 2018; YOUSEFIAN *et al.*, 2022; SILVA *et al.*, 2022; CASTILLO *et al.*, 2019; KRUSTRUP; BANGSBO, 2001; KRUSTRUP; MOHR; BANGSBO, 2002). Dessa forma a equipe de arbitragem deve estar preparada para as demandas do jogo, a fim de tomarem decisões assertivas e não gerarem prejuízos para os clubes

(LARKIN *et al.*, 2014; CASTILLO-RODRIGUEZ *et al.*, 2023; CASTAGNA; ABT; D'OTTAVIO, 2007).

2.1.1 Demandas de deslocamento de ARb

ARb são os agentes principais no processo de aplicação das regras (IFAB, 2024) e costumam atingir o ápice da sua carreira em torno de 35 a 40 anos (momento que o árbitro possui maior experiência), quando seus níveis de aptidão podem ter sido reduzidos e por isso precisam adotar estratégias de corrida (CASTAGNA *et al.*, 2005; CASAJUS; CASTAGNA, 2007). Além disso, ARb se movem livremente durante o jogo e realizam diferentes tipos de deslocamentos (e.g. corrida de costas e deslocamentos laterais), alternando em momentos de menor intensidade (e.g. parado e trotando), que são os momentos que ocorrem durante maior período (KRUSTRUP; MOHR; BANGSBO, 2002), e maior intensidade (e.g. corridas em alta intensidade e *Sprint*) (STØLEN *et al.*, 2005; WESTON *et al.*, 2012; KRUSTRUP; MOHR; BANGSBO, 2002). Esses deslocamentos são necessários para que os árbitros estejam mais próximo de lances cruciais e tomem as melhores decisões (CASTAGNA; ABT; D'OTTAVIO, 2007).

Árbitros costumam percorrer cerca de 10km por partida, achando valores entre 9km e 13km (PREISLER *et al.*, 2021; DA SILVA *et al.*, 2022; MARTIN-SANCHES *et al.*, 2022; YOUSEFIAN *et al.*, 2022). Embora Stølen *et al.* (2005) mostraram em sua revisão que árbitros podem percorrer até 14km em jogos oficiais e Weston *et al.* (2007) evidenciaram que a distância total percorrida por árbitros da Premier League foi em média 11.7km. Ao comparar demandas físicas de árbitros de ambos os sexos com mais de 10 anos de experiência Martin-Sanches *et al.* (2022) observaram maiores valores de DT para homens comparado com mulheres (10.396m Vs 9.945m). Castagna, Abt e D'Ottavio (2004) compararam as demandas físicas de árbitros internacionais (UEFA) e nacionais (Itália), esperando encontrar maior demanda nos jogos de maior nível competitivo, mas os achados mostraram maiores valores, inclusive de distância total percorrida, para o grupo nacional (12.956m Vs 11.218m; $p < 0.05$). Quando trazemos para a realidade da América do Sul, as demandas costumam apresentar reduções (PREISLER *et al.*, 2021), a exemplo de Silva *et al.* (2022) ao analisarem as demandas de árbitros em jogos de série A, B e regional que encontraram valores de DT com média de 10.6km.

Uma temática bastante relevante na literatura é a diferenças nas demandas entre períodos de jogo, devido a possibilidade de indicar fadiga em ARb (STØLEN *et al.*, 2005). Alguns autores explicitaram diferenças significativas entre 1º e 2º tempo (YOUSEFIAN *et al.*, 2023). Embora, Silva *et al.* (2022) evidenciara um aumento de 4.2% e 9.7% para série A e B, respectivamente. Vale ressaltar o achado de Weston *et al.* (2007) que associou negativamente as distâncias percorridas entre os tempos, indicando que maiores valores de DT e CAI no primeiro resultariam em menores valores no segundo período (DT: $r = -0.32$, $p < 0.001$; CAI: $r = -0.48$, $p < 0.0001$).

A distância percorrida em alta intensidade (CAI) é uma variável bem analisada na literatura. Ações caracterizadas como CAI geralmente encontram-se entre 15 km.h⁻¹ até 23 km.h⁻¹ e podem representar 4,5% a 17% da distância total percorrida de ARb (CASTAGNA; ABT; D'OTTAVIO, 2004; WESTON *et al.*, 2007; MARTNEZ-TORREMOCHA *et al.*, 2022; YOUSEFIAN *et al.*, 2023; DA SILVA *et al.*, 2022; CASTILLO *et al.*, 2018; MARTIN-SANCHES *et al.*, 2022; KRUSTRUP *et al.*, 2009; WESTON *et al.*, 2011; STØLEN *et al.*, 2005). No Brasil árbitros de série A e B percorrem em torno de 1000m em alta intensidade, enquanto árbitros regionais percorrem 800m (DA SILVA *et al.*, 2022). Esse estudo indica uma mudança no perfil de corrida em relação ao nível competitivo, corroborado pelo estudo de Castillo *et al.* (2018) que encontraram 789m para árbitros da 3ª divisão espanhola e Castagna, Abt e D'Ottavio (2004) ao evidenciarem que árbitros nacionais de elite da Itália e da UEFA percorrem 1.920m e 1.277m respectivamente. Esses achados indicam que quanto maior o nível competitivo, maiores demandas em alta intensidade árbitros irão executar.

Já as ações de *Sprint* (>23 km.h⁻¹) representam menor porcentagem da DT, atingindo 0,5% até 12% (STØLEN *et al.*, 2005). Um achado interessante de Moreno-Perez *et al.* (2021) mostrou os efeitos de semanas congestionadas sobre as ações intensas de árbitros de campo, indicando que um menor tempo de recuperação entre os jogos reduziu as distâncias percorridas em faixas de intensidades de 21-24 km.h⁻¹ (278m Vs 249m; $p = 0,027$) e *Sprint* (226m Vs 200m; $p = 0,022$).

Krustrup e Bangsbo (2001) mostraram que ao inserir um programa de treinamento intervalado de 12 semanas, árbitros foram capazes de aumentar a distância percorrida em CAI em 23%, embora a DT foi inalterada, mostrando a influência da aptidão física nas ações intensas de ARb. Além disso, esses agentes costumam atingir o maior nível de atuação em idades entre 30 a 45 anos, quando

suas condições físicas não são as melhores (WESTON *et al.*, 2012; CASTAGNA *et al.*, 2005) e por isso árbitros mais velhos tendem a percorrer menores DT, CAI e velocidade máxima atingida, entretanto a idade não parece ser um fator que os limita de estarem atuando em altos níveis competitivos, visto que conseguem manter as distâncias em lances de falta e proximidade da bola semelhantes a ARb mais jovens (WESTON *et al.*, 2010). Além disso ao comparar os deslocamentos em alta intensidade de árbitros e jogadores Weston *et al.* (2007) encontraram associações significativas ($r = 0.43$, $p < 0.0001$), indicando que ARb devem estar aptos a acompanharem as demandas do jogo do contexto que estão inseridos.

2.1.2 Demandas de deslocamento de AA

Pela IFAB todos os jogos devem ter dois árbitros assistentes, que tem como função assistir o ARb em algumas decisões. Dessa maneira, é possível inferir que suas demandas de deslocamento são menores do que ARb. O pensamento nessa linha torna-se correto, visto que árbitros assistentes percorrem entre 4km e 7km por partida (SILVA *et al.*, 2022; WESTON *et al.*, 2007; MARTNEZ-TORREMOCHA *et al.*, 2022), embora maior parte do tempo (~75% do jogo) estejam parados ou andando (KRUSTRUP; MOHR; BANGSBO, 2002). Silva *et al.* (2022) monitoraram as demandas de assistentes no Brasil e evidenciou-se que na série A as demandas de deslocamento são maiores que série B e regional (6.456m Vs 5.873m Vs 5236m, respectivamente), com uma diferença de quase 20% entre o maior nível competitivo (série A) e o menor (regional). Outros autores evidenciaram distância maiores, como 7.28km para AAs considerados de elite na Europa (KRUSTRUP; MOHR; BANGSBO, 2002). Dessa forma, parece que o nível competitivo também influencia nas demandas de deslocamento de AAs (SILVA *et al.*, 2022)

As corridas em alta intensidade representam 3% a 10% da DT de AAs e são um bom indicador de performance, assim como valores de SPR, que representam 0,2% a 5% da distância percorrida em uma partida (SILVA *et al.*, 2022; WESTON *et al.*, 2007; MARTNEZ-TORREMOCHA *et al.*, 2022; KRUSTRUP; MOHR; BANGSBO, 2002). Ao examinar as demandas de ARb e AAs, Krustруп *et al.* (2009) não encontraram diferenças significativas para as distâncias em SPR entre as classes, sendo 0.22km e 0.26km para ARb e AAs, respectivamente. Com isso, alguns estudos observaram que assistentes com melhor desempenho em testes de campo ou

laboratório tendem a percorrer maiores distâncias em intensidade mais elevadas (CASTILLO *et al.*, 2019), com fortes associações em testes de *Sprint* repetido ($r = 0.80$), teste de $VO_{2máx}$ ($r = 0.64$) e Teste de SPR de 50m ($r=0.44$) (KRUSTRUP; MOHR; BANGSBO, 2002). Dessa forma, o desenvolvimento da capacidade de *Sprints* repetidos e aptidão aeróbia são essenciais para a performance de árbitros assistentes durante toda a partida.

Há um menor escopo de artigos na literatura que abordaram mudanças nas ações de deslocamento de árbitros assistentes. Silva *et al.* (2022) mostraram uma interação com pequeno tamanho de efeito entre DT de AAs e os períodos de jogo ($d = 0.37$; $p = 0.012$), mas um tamanho de efeito bem grande para CAI ($d = 2.73$; $p < 0.0001$). Todos os níveis competitivos (Série A, Série B e Regional) apresentaram pequeno aumento para DT (1.1%) entre o 1º e 2º tempo de jogo, mas com tamanho de efeito pequeno, enquanto a CAI diminuiu em 27% para Série A e B com tamanho de efeito bem grande e a distância em SPR diminuiu em 22% na Série B com pequeno tamanho de efeito. Da mesma forma, Krustup, Mohr e Bangsbo (2002) encontraram quedas de ~5% para DT entre os tempos (3.73 Vs 3.55), mas sem mudanças em outros limiares de maior intensidade.

2.2 MOST DEMANDING PASSAGES

“*Most demanding passages*”, “*Worst-Case Scenario*”, “*Most Intense Periods*” e “*Peak Locomotor Demands*” são termos utilizados para definir os momentos mais intensos do jogo e sua utilização vem crescendo ao longo dos anos (YOUSEFIAN *et al.*, 2024; NOVAK *et al.*, 2021; OLIVA-LOZANO *et al.*, 2021; WEAVING *et al.*, 2022; OLIVA-LOZANO *et al.*, 2021; CUNNIGHAM *et al.*, 2018; FEREDAY *et al.*, 2020; OLIVA-LOZANO *et al.*, 2023). Embora sua utilização venha ganhando forças, MOHR, Krustup e Bangsbo (2002) já haviam introduzido esse conceito em seus estudos sobre demandas de deslocamento e fadiga. Alguns autores defendem utilização dos valores de deslocamento durante os períodos mais intensos para balizar o processo de treinamento, visto que a carga média da partida pode não corresponder com as demandas do jogo (WEAVING *et al.*, 2022; OLIVA-LOZANO *et al.*, 2022). A escolha pelo termo “*Most Demanding Passages*” (MDP) está de acordo com os estudos recentes de Yousefian *et al.* (2024) e Oliva-Lozano *et al.* (2023).

De fato, os valores do MDP são maiores que os valores médios de uma partida (OLIVA-LOZANO *et al.*, 2023; WEAVING *et al.*, 2022). Oliva-Lozano *et al.* (2023) evidenciaram que a utilização de valores médios dos 90 minutos representou apenas 53.3% da distância total, 15.7% e 6.2% da CAI e SPR, respectivamente, para valores do 1 minuto pico da partida. Contudo, é preciso ter cuidado ao utilizar essas variáveis de MDP, pois elas podem apresentar alta intravariabilidade entre sujeitos e jogos, estão associadas com diversas outras variáveis e assumir que as cargas desse período são consideradas ideias para desenvolver aptidão física de indivíduos pode trazer riscos a eles (NOVAK *et al.*, 2021; WEAVING *et al.*, 2022).

Novak *et al.* (2021) utilizaram o termo “Worst-Case Scenario” (WCS) com uma janela de móvel de 3 minutos e objetivaram analisar fatores que poderiam influenciar na resposta do WCS. Dessa forma, encontrou-se grandes efeitos do estatuto posicional do jogador (e.g. Meio-campista \neq Atacantes) e status inicial (titular ou reserva). Vale destacar que o estudo calculou uma WCS para cada variável (WCS para CAI, SPR e DT) e foi encontrada uma alta intravariabilidade (variação entre os mesmos sujeitos para a variável selecionada) para a WCS_{CAI} e WCS_{SPR} , com valores de 25.2% e 46.1%, respectivamente, e com diferentes distribuições ao longo do jogo para cada WCS. Com isso, considerar uma janela de tempo como o “Pior Cenário do Jogo” baseado apenas em dados de carga externa, sem considerar variáveis contextuais, tático-técnicas e as respostas internas dos atletas durante esses períodos, pode não representar uma carga ideal para o treinamento de atletas, principalmente quando pensamos em treinamento de corrida intervalado (WEAVING *et al.*, 2022; NOVAK *et al.*, 2021).

Diversas formas de identificar o MDP foram apresentadas na literatura, com diferenças significativas entre elas. Cunnigham *et al.*, (2018) buscaram comparar janelas/*epochs* de MDP com médias fixas (1s – 60s/61 – 120s) e médias móveis (1s – 60s/2s – 61s...) de 60 segundos até 300 segundos e encontraram que janelas fixas subestimaram as demandas de DT e CAI em todos os tamanhos de janelas, enquanto as médias móveis tendem a aumentá-las. O mesmo estudo mostrou que o aumento das janelas (e.g. 60s Vs 300s) diminuíram as demandas relativas e todas as janelas apresentaram diferenças significativas quando comparadas com a *epoch* de 300s. Esses achados estão de acordo com Fereday *et al.* (2020) que encontraram subestimações de ~7%-10% para DT e ~12%-25% CAI, quando comparadas as médias fixas com as móveis e o aumento das janelas também reduziu as demandas

relativas analisadas. Outra maneira de calcular o MDP foi proposta por YOUSEFIAN *et al.* (2024), que dividiu o *Most Demanding Passages* em variáveis cinemáticas (MDPk) e mecânicas (MDPm), em que no MDPk estariam os valores de CAI e SPR, enquanto a MDPm seria composta pela soma dos valores de aceleração e desaceleração. A utilização dessa análise multifatorial apresentou valores menores do que a análise univariável, embora essa redução apresentou-se com pequeno tamanho de efeito e de acordo com os autores a análise multifatorial possui implicações em relação a distribuição do MDP ao longo da partida.

Alguns autores sugerem a utilização da MDP para o processo de treinamento (OLIVA-LOZANO *et al.*, 2023) embora outros recomendem que treinadores tenham cautela na sua utilização (WEAVING *et al.*, 2022; NOVAK *et al.*, 2021). Entretanto, esses estudos sempre tiveram foco atletas das mais diversas modalidades e a busca na literatura encontrou apenas um estudo que utilizou o conceito do MDP para árbitros de futebol (YOUSEFIAN *et al.*, 2024). O estudo em questão teve como objetivo analisar o pico de performance (5 minutos mais intensos Vs 5 minutos pós-período mais intenso) e taxa de queda em parâmetros físicos e fisiológicos determinados em função do tempo (média móvel de 1-10 minutos), em Arb. O grupo de pesquisadores encontrou menores valores entre os tempos para DT (1,4%; $p < 0.05$) e velocidade média (1,4%; $p < 0.05$). Em relação às janelas de 5 minutos, foi encontrado uma queda de 61,2% no período mais intenso para CAI quando comparado com o período pós-período mais intenso (55.90 m.min⁻¹ Vs 21.69 m.min⁻¹), enquanto a janela pós-período mais intenso foi 16.2% menor do que a média de jogo (21.69 m.min⁻¹ Vs 25.90 m.min⁻¹).

Jogadores de futebol passam pelos momentos mais intensos do jogo, normalmente, durante os 15 minutos iniciais seguidos por uma redução nas distâncias percorridas em diversos limiares (OLIVA-LOZANO *et al.*, 2023; YOUSEFIAN *et al.*, 2024). Na mesma linha, Mohr e Krstrup (2003) observaram quedas nas distâncias percorridas por jogadores de elite com o passar do tempo do jogo. Quando trazemos para o contexto da arbitragem, não há estudos que buscaram identificar em qual período ocorre o MDP para essa população, embora Weston *et al.* (2007) associou as corridas em CAI de árbitros de campo e jogadores profissionais ($r = 0.43$; $p < 0.05$). Isso poderia indicar que os períodos mais intensos para árbitros de futebol também podem ocorrer nos minutos iniciais da partida e novos estudos deveriam olhar para

esse problema de pesquisa a fim de melhor caracterizar as demandas da equipe de arbitragem e definir o MDP para guiar seu processo de treinamento.

2.3 VARIÁVEIS SITUACIONAIS

Carvalho *et al.* (2021) divide as variáveis relacionadas ao jogo em contextuais e situacionais. Os autores consideram variáveis situacionais aquelas que estão associados com a dinâmica do jogo e a relação entre jogadores e árbitros (e.g. nº de cartões dados pelo árbitro), enquanto as contextuais estão ligadas ao contexto do jogo e o ambiente que o é rodeado (e.g. jogo entre times de elite Vs jogo entre times de segunda divisão). Embora possa haver uma diferenciação, os autores não a realizam e consideram ambas as variáveis como equivalentes (MODRIC *et al.*, 2023).

Variáveis situacionais (ou contextuais) influenciam diretamente nas ações de jogadores na partida. Diversos estudos observaram os efeitos da qualidade do adversário, placar momentâneo, local da partida, formação das equipes e estilo de ataque nas demandas de deslocamento de jogadores (AQUINO *et al.*, 2020; LAGO-PEÑAS, 2012; AQUINO *et al.*, 2021; AUGUSTO *et al.*, 2021; MODRIC *et al.*, 2023). Outros autores buscaram observar os efeitos de diferentes variáveis situacionais nas demandas de árbitros e assistentes de futebol (MALLO *et al.*, 2008; MALLO *et al.*, 2009; WESTON *et al.*, 2007). Como já mencionado anteriormente, existe associação nas demandas de deslocamento de jogadores e árbitros, por isso é plausível pensar que mudanças nas atividades de jogadores também impactarão nas ações dos oficiais.

A qualidade do oponente é normalmente classificada entre “Forte” e “Fraca”, baseado na posição final da tabela e não há consenso sobre a influência dessa variável nas demandas de corrida para jogadores (LAGO-PEÑAS, 2012). Aquino *et al.* (2020) mostraram maiores distâncias percorridas em CAI e DT contra adversários mais fracos, embora outros autores evidenciaram que times mais fortes costumam correr maiores distâncias em alta intensidade e os deslocamento de jogadores esteve associado com as demandas de corrida do adversário (LAGO-PEÑAS, 2012; CHMURA *et al.*, 2022). Já Modric *et al.* (2023) não encontraram associações entre a qualidade dos times e demandas de corrida em partidas da Inglaterra.

Aquino *et al.* (2020) também encontraram diferenças nas variáveis cinemáticas de jogadores ao associá-las com o local da partida (Casa Vs Fora) e

placar final (Vitória Vs Derrota). Foram encontrados maiores valores de DT para partida jogadas em casa (Casa = 9.227,8m; Fora = 8.632,3m) e CAI (Casa = 395,6m; Fora = 316,3m), além de maiores demandas para partidas com resultado positivo (vitória) para DT ($p < 0.01$) e CAI ($p < 0.05$). Embora tenha sido encontrada respostas diferentes ao analisar os efeitos desses mesmos fatores com as demandas de corrida e evidenciaram maior DT em partidas jogadas fora de casa ($p < 0.01$) e o placar final positivo esteve associado com menores valores de CAI ($p = 0.04$) (MODRIC *et al.*, 2023).

Além do estudo de Weston *et al.* (2007), outros pesquisadores buscaram associar variáveis que poderiam influenciar nas ações de árbitros na partida (MALLO *et al.*, 2008; MALLO *et al.*, 2009; SAINI, 2022). Ambos os estudos de Mallo *et al.* (2008 e 2009) analisaram a distância percorrida pela bola e as ações de ARb e AAs e encontraram associações significativas. A DT de ARb e tempo realizando ações em alta intensidade tiveram associação de 0.77 ($p = 0.02$) e 0.67 ($p < 0.05$) com a distância percorrida pela bola (MALLO *et al.*, 2008). Da mesma forma as ações de deslocamento de AAs também se relacionaram com o implemento do jogo, com valores de $r = 0.67$ para DT ($p < 0.01$) e $r = 0.52$ para ações em alta intensidade ($p < 0.05$). Já em outra linha, Sandi *et al.* (2024) demonstraram que ações de contra-ataque (Ações de ataque com menos de 5 passes, realizadas em menos de 12 segundos e com circulação da bola em profundidade) elicitaram maiores distâncias percorridas em alta intensidade ($> 18 \text{ km.h}^{-1}$) por ARb e AAs durante partidas oficiais do Campeonato Catarinense de Futebol.

Uma mudança importante na regra do jogo foi o acréscimo no número de substituições (3 Vs 5) (IFAB 2020). Os estudos que compararam a alteração nesta regra identificaram um aumento prático nas trocas durante as partidas (BRITO DE SOUZA *et al.*, 2021; LÓPEZ-VALENCIANO *et al.*, 2023; WEI *et al.*, 2024). Wei *et al.* (2024) observou uma mudança de 2,87 Vs 4,26 substituições durante jogos da Copa do Mundo de 2022 e UEFA Euro de 2020 em comparação com anos anteriores à implantação d regra das 5-substituições, independente do gênero na modalidade (masculino e feminino). Nessa linha, o estudo de López-Valenciano *et al.* (2023) corrobora com esses achados ao encontrar valores de 2,9 substituições antes da mudança de regra na 1ª divisão da Espanha e 4,2 pós-alteração na regra.

Com o aumento do número de substituições, espera-se que as demandas do jogo também cresçam, já que mais jogadores descansados estão aptos a entrar

durante a partida. Bradley, Lago-Peñas e Rey (2014) observaram um maior número de substituições de jogadores ofensivos entre os 60 e 90 minutos da partida e jogadores que entraram ao longo da partida percorreram maiores distâncias relativas em alta intensidade do que seus companheiros que iniciaram o jogo, principalmente jogadores atacantes comparados com outras posições. Bradley (2024) ao comparar as demandas de deslocamento em diferentes Copas do Mundo (Quatar 2022 Vs Russia 2018) encontrou um pequeno aumento na DT (3%; $p < 0.01$), mas um grande aumento nas corridas $\geq 20 \text{ km.h}^{-1}$ (16%-19%; $p < 0.01$). O maior número de substituições, tempo adicionado e preparação física podem ter sido os responsáveis por esse grande aumento nas demandas físicas do jogo na copa do Qatar 2022, além disso o aumento no número de substituições reduziu o número de jogadores que completaram a partida, impondo menor carga de jogo e por isso pode também relacionar-se com o aumento na distância percorrida (BRADLEY, 2024; BRITO DE SOUZA *et al.*, 2021; LÓPEZ-VALENCIANO *et al.*, 2023).

Sabendo desse aumento nas demandas do jogo por conta das substituições e sabendo que elas ocorrem, principalmente, no segundo período do jogo (BRITO DE SOUZA *et al.*, 2021; LÓPEZ-VALENCIANO *et al.*, 2023; Wei *et al.*, 2024) e os jogadores que entram percorrem maiores distâncias em CAI e SPR (BRADLEY, LAGO-PEÑAS, REY, 2014; JANUSIAK *et al.*, 2023), árbitros de futebol devem estar aptos fisicamente para lidar com essas características do jogo. Diversos estudos trazidos observaram as características das substituições (e.g. tempo de ocorrência, demandas de deslocamento etc.), mas nenhum buscou analisar os efeitos das substituições nas ações realizadas por ARb e AAs.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

O estudo caracteriza-se como descritivo-correlacional e possui natureza aplicada, considerando o objetivo de comparar a relação entre variáveis e gerar novos conhecimentos para a área. Já em relação a abordagem do estudo, ele é identificado como quantitativo devido a utilização de dados numéricos através da mensuração e análise estatística (GIL, 2002; BOTELHO, CRUZ, 2013).

3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A amostra utilizada ocorreu de forma intencional e não-probabilística, formada por árbitros de campo (n = 16; Masculino = 15; Feminino = 1) e árbitros assistentes (n = 31; Masculino = 27; Feminino = 4) da Federação Catarinense de Futebol e com diferentes níveis de arbitragem, podendo ser observado no Quadro 1. Os árbitros atuaram em jogos do Campeonato Catarinense da série A (n = 46) em 2022 (n = 16), 2023 (n = 17) e 2024 (n = 13), com um total de 13431 minutos observados. A fim de caracterização dos jogos, foi considerado o tempo regulamentar (90 minutos) mais os acréscimos, resultando em um tempo médio por partida de 98 minutos. Os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), e a pesquisa foi aprovada (Nº do parecer: 5.521.729) pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina, segundo a resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde para pesquisas com seres-humanos.

Quadro 1 – Caracterização da amostra em relação ao nível de arbitragem

Nível	Árbitros de Campo	Árbitros Assistentes
FCF	2	7
CBF	11	23
FIFA	3	1

Fonte do próprio autor

3.2.1 Critérios de inclusão e exclusão

Para os participantes serem elegíveis para o estudo eles deveriam: I) ser pertencentes ao quadro de arbitragem da FCF; II) ter atuado em pelo menos uma partida do campeonato regional da 1ª divisão nos anos 2022, 2023 e 2024. O critério de exclusão foi: I) não assinar o TCLE.

3.3 INSTRUMENTOS E VARIÁVEIS

Os dados foram coletados em partidas oficiais de futebol durante três temporadas. Assim, monitorou-se as demandas de deslocamento através da distância total e distância percorrida em diferentes limiares de velocidade, valores de aceleração, desaceleração, velocidade máxima e número de *Sprints* realizados no jogo.

As substituições foram coletadas no site oficial da Federação Catarinense de Futebol, estando presente nas súmulas dos jogos quais jogadores foram substituídos bem como o minuto que as alterações ocorreram.

3.3.1 Demandas de Deslocamento

Para as variáveis de deslocamento foi utilizado o sistema de posicionamento global (GPS), da *Wireless Inertial Measurement Unit* (WIMU PRO) com frequência de 10 Hz. O instrumento utilizado foi validado e considerado confiável (Scott; Scott; Kelly, 2016). As faixas de intensidade selecionadas estão de acordo com Da Silva *et al.* (2022), sendo definidos os limiares em 4 zonas: Zona 1 $< 13,1 \text{ km.h}^{-1}$, Zona 2 velocidades de $13,1 \text{ km.h}^{-1}$ a 18 km.h^{-1} , Zona 3 velocidades de $18,1 \text{ km.h}^{-1}$ a 23 km.h^{-1} , Zona 4 $> 23 \text{ km.h}^{-1}$ e também considerando as variáveis Atividades de Alta Intensidade (AAI; Zona 2 + Zona 3 + Zona 4) e Atividade de Alta Velocidade (AAV; Zona 3 + Zona 4). Além disso, a velocidade máxima ($V_{\text{Máx}}$), número e distância de Aceleração ($\text{ACC} \geq 2 \text{ m/s}^2$) e Desaceleração ($\text{DCC} \leq -2 \text{ m/s}^2$) serão monitorados.

3.4 PROCEDIMENTOS DE COLETA

Durante as três temporadas de monitoramento foram adotados os mesmos procedimentos para a coleta dos dados. Os pesquisadores chegavam no local 2 horas antes do início das partidas e passavam pela vistoria realizada pela Federação Catarinense de Futebol para receber acesso ao campo do jogo e aos árbitros. Todos os participantes já haviam sido comunicados antecipadamente sobre o monitoramento que seria realizado, entretanto uma conversa prévia era feita com a equipe de arbitragem a fim de explicar o que seria feito e para não atrapalhar o processo de preparação pré-jogo adotado pelos árbitros durante os jogos. Uma hora antes de cada partida os instrumentos eram preparados para cada participante e pelo menos 30 minutos antes os aparelhos de GPS eram ligados para efetuar a calibração. O colete era vestido pelos árbitros antes do aquecimento e após isso os dispositivos eram colocados nos participantes.

Após as coletas dos dados *in loco* os dados do GPS foram processados no software Spro 990, fornecido pela mesma empresa do GPS, para definição dos limiares de velocidade e acelerações e cortes de 1º e 2º tempo. A partir disso uma

planilha em Excel foi gerada com os dados totais e de ambos os períodos do jogo (1º e 2º tempo), com todas as variáveis já apresentadas. Com as mesmas variáveis outra planilha foi gerada após segmentar o jogo em janelas de 1 minuto, através da função *split* fornecido pelo Spro. A partir dessa segmentação minuto a minuto foi possível criar as janelas fixas de 5 minutos para criação dos gráficos de MDP. Por fim, para caracterizar as demandas do *most demanding passages* utilizou-se o modo WCS do Spro para análise das variáveis DT, acima da Zona 2, 3 e 4 e distância percorrida em ACC e DCC através da média móvel dos dados.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram apresentados em termos de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm DP$). Inicialmente, verificou-se a normalidade dos resíduos da ANOVA two-way por meio do teste de Shapiro-Wilk. Quando a suposição de normalidade não foi atendida, os dados foram submetidos à transformação de Box-Cox, seguida de uma nova análise de variância (ANOVA two-way) para os dados transformados. Também foram verificadas as suposições de homogeneidade de variância, utilizando o teste de Levene, e de independência das observações. As análises foram conduzidas para avaliar os efeitos principais e interações entre as variáveis independentes, garantindo que as suposições da ANOVA fossem atendidas em todas as etapas do processo.

Para comparações post-hoc, quando a ANOVA revelou diferenças significativas, aplicou-se o teste de Bonferroni. Os tamanhos de efeito foram calculados utilizando o *d* de Cohen para comparações entre pares, com valores interpretados conforme as diretrizes usuais (pequeno: 0,2, médio: 0,5, grande: 0,8). Para as variáveis dependentes avaliadas na ANOVA, foi utilizado o *eta* parcial quadrado (partial *eta* squared) para avaliar o impacto das variáveis independentes, com valores interpretados como pequeno (0,01), médio (0,06) e grande (0,14). A análise estatística foi realizada utilizando o software R, adotando um nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

4 RESULTADOS

Os resultados da tabela 1 destacam diferenças significativas no desempenho físico entre os ARb e os AAs, bem como entre os períodos de jogo. ARb apresentaram maiores valores em relação ao jogo completo do que AAs para DT ($F = 2225.72$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,94$), Zona 1 ($F = 1096.48$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,89$), Zona 2 ($F = 1191.95$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,89$) Zona 3 ($F = 208.12$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,61$), Zona 4 ($F = 52.68$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,28$), AAI ($F = 850.66$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,86$) e AAV ($F = 180.68$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,57$). Já AAs apresentaram maior número de desacelerações que ARb no jogo completo ($F = 6.71$; $p = 0,011$; $\eta^2 = 0,05$) e no segundo período ($F = 8.19$; $p = 0,005$; $\eta^2 = 0,06$), sem diferenças estatisticamente significativas entre o primeiro tempo do jogo ($p > 0,05$). Para velocidade máxima atingida no jogo, ARb apresentaram maiores valores de velocidade máxima atingida no primeiro período do que AAs ($F = 6.12$; $p = 0,015$; $\eta^2 = 0,04$).

Em relação as diferenças entre os períodos do jogo, foram encontrados menores valores no segundo tempo do que no primeiro para, AAI (ARb: $F = 4.54$; $p = 0,036$; $\eta^2 = 0,48$; AAs: $F = 9.77$; $p = 0,002$; $\eta^2 = 0,05$), ACC (ARb: $F = 4.40$; $p = 0,039$; $\eta^2 = 0,47$; AAs: $F = 15.08$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,07$) e DCC (ARb: $F = 9.26$; $p = 0,003$; $\eta^2 = 0,09$; AAs: $F = 21.49$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,10$) para ARb e AAs e Zona 2 (AAs: $F = 7.41$; $p = 0,007$; $\eta^2 = 0,04$) apenas para assistentes, sem diferenças significativas na DT percorrida para ambas as categorias.

Tabela 1. Comparação do desempenho físico entre os períodos para árbitros de campo (ARb) e árbitros assistentes (AAs) e comparação do desempenho físico entre ARb e AAs durante toda a partida.

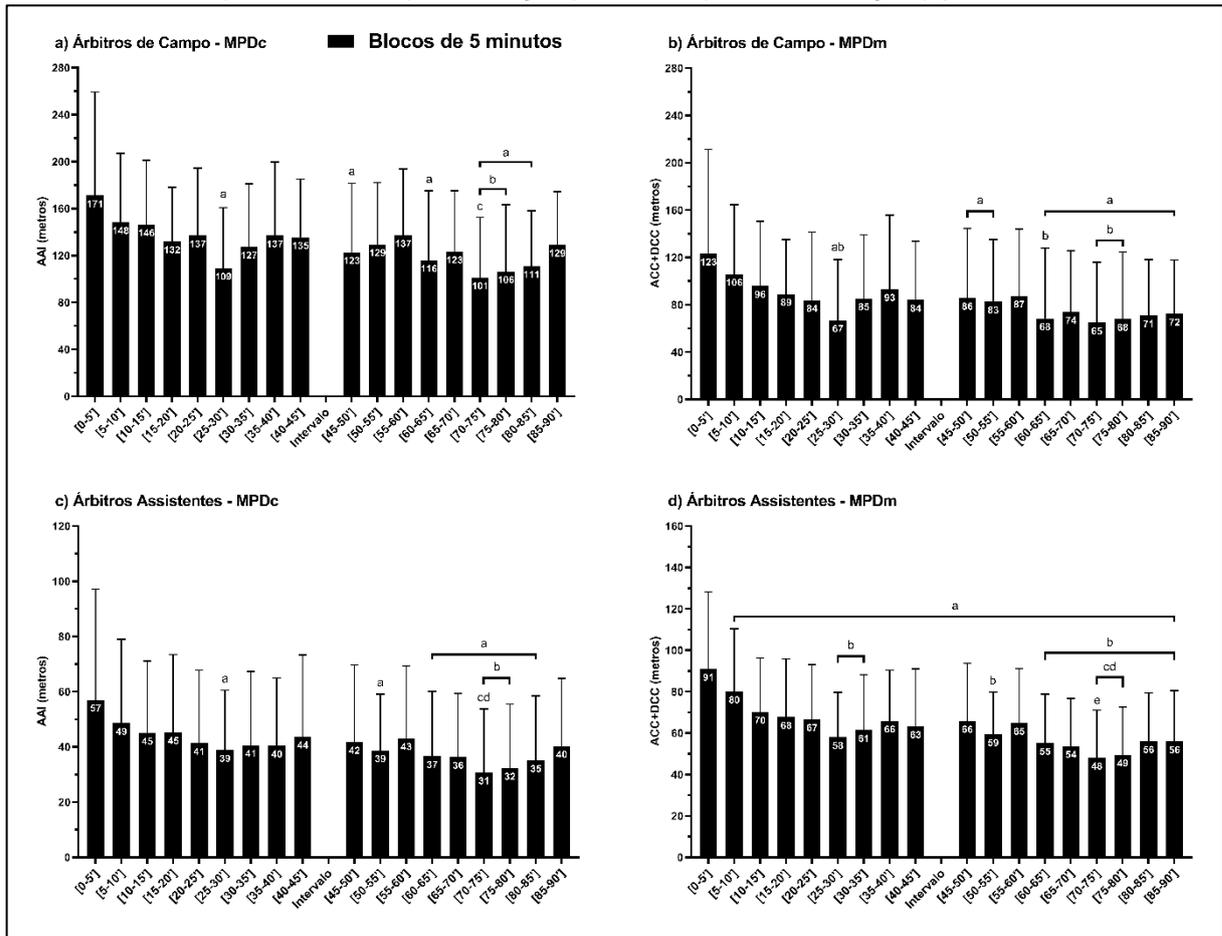
	Árbitros de Campo ($\bar{x} \pm s$ [Jogos = 45])			Árbitros Assistentes ($\bar{x} \pm s$ [n = 92])		
	1º Tempo	2º Tempo	Partida Completa	1º Tempo	2º Tempo	Partida Completa
DT (m)	5072 ± 386	4999 ± 378	10071 ± 686 (12276; 8795)	2792 ± 366 ^a	2723 ± 309 ^a	5515 ± 438 (4433; 6354) ^a
Zona 1 (m)	3691 ± 269	3750 ± 370	7441 ± 580 (6303; 8841)	2348 ± 235 ^a	2336 ± 287 ^a	4684 ± 386 (3744; 5729) ^a
Zona 2 (m)	947 ± 191	875 ± 164	1822 ± 304 (1092; 2752)	302 ± 95 ^a	268 ± 72 ^{a b}	570 ± 119 (360; 917) ^a
Zona 3 (m)	321 ± 152	282 ± 130	603 ± 257 (50; 1119)	105 ± 48 ^a	89 ± 41 ^{a b}	194 ± 62 (74; 339) ^a
Zona 4 (m)	71 ± 56	53 ± 57	124 ± 102 (0; 462)	23 ± 24 ^a	17 ± 18 ^a	40 ± 32 (0; 152) ^a
AAI (m)	1339 ± 326	1210 ± 252 ^b	2549 ± 514 (1536; 3841)	430 ± 138 ^a	374 ± 103 ^{a b}	804 ± 178 (480; 1345) ^a
AAV (m)	392 ± 189	335 ± 167	727 ± 330 (50; 1380)	128 ± 64 ^a	106 ± 51 ^{a b}	234 ± 84 (74; 440) ^a
Velocidade Máxima (km.h⁻¹)	25,8 ± 2,8	25,2 ± 3,0	26,4 ± 2,8 (19,5; 31,6)	24,8 ± 2,1 ^a	24,4 ± 2,1	25,7 ± 1,7 (22,1; 29,8)
ACC (n)	61 ± 21	52 ± 18 ^b	112 ± 38 (42; 174)	61 ± 18	52 ± 13 ^{a b}	114 ± 26 (59; 178)
DCC (n)	62 ± 22	49 ± 20 ^b	111 ± 40 (42;192)	68 ± 17	57 ± 14 ^b	126 ± 26 (71; 183) ^a

Legenda: DT = distância total; Zona 1 = < 13,1 km·h⁻¹; Zona 2 = 13,1 km·h⁻¹ a 18 km·h⁻¹; Zona 3 = 18,1 km·h⁻¹ 23 km·h⁻¹; Zona 4 = > 23 km·h⁻¹; AAI (atividades em alta intensidade) = Zona 2 + Zona 3 + Zona 4; AAV (atividades em alta velocidade) = Zona 3 + Zona 4; ACC = ≥ 2 m·s⁻²; DCC = ≤ -2 m·s⁻²; m = Metros; km·h⁻¹ = Quilômetros por hora; m·s⁻² = Metros por segundo ao quadrado. ^a = Estatisticamente diferente dos Árbitros de Campo, p < 0,05. ^b = Estatisticamente diferente do 1º tempo, p < 0,05. Valores apresentados em média ± DP (menor; maior – valores encontrados para a partida completa).

A figura 1 mostra as janelas fixas de 5 minutos para as variáveis MDPc e MDPm de ARb (figura 1a e 1b, respectivamente) e de AAs (figura 1c e 1d, respectivamente). A variável MDPc variou significativamente ao longo do tempo nas janelas fixas para os ACs ($F = 32.26$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,04$) e AAs ($F = 43.13$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,03$). Os ARb apresentaram reduções significativas ($p < 0,05$) entre alguns períodos comparados ao bloco 0-5', sendo um tamanho de efeito moderado para os blocos 25-30', 45-50', 60-65', 80-85' ($d > 0,50$), e efeito grande para os blocos 70-75' e 75-80' ($d > 0,80$). Outras reduções relevantes ($p < 0,05$) ocorreram entre o bloco 5-10' e 75-80' ($d = 0,85$; grande) e 75-80' ($d = 0,74$; moderado), e entre 10-15' e 70-75' ($d = 0,84$, grande). Para os AAs, também foram detectadas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre o bloco de 0-5' e 25-30', e 50-55' sendo um efeito pequeno ($d > 0,47$). Além disso, os blocos 60-65', 65-70', 70-75', 75-80', e 80-85' também apresentaram diferença significativas ($p < 0,05$) para o bloco 0-5', sendo os tamanhos de efeito moderados ($d > 0,50$). Outras reduções relevantes ocorreram entre os blocos 70-75' e 75-80' com o bloco 5-10' ($d > 0,50$; moderado), e entre os blocos 10-15' e 15-20' com o bloco 70-75' ($d > 0,50$; moderado).

Em relação à variável MDPm, houve variação significativa ao longo do tempo nas janelas fixas para os ACs ($F = 47.76$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,05$) e AAs ($F = 104.3$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,06$). Os ARb apresentaram reduções significativas entre o período do bloco 0-5' comparado blocos 25-30' ($d = 0,94$; grande), 45-50' ($d = 0,58$; moderado), 50-55' ($d = 0,65$; moderado), e entre os blocos 60-65', 65-70', 70-75', 75-80', 80-85', e 85-90' ($d > 0,82$; grande). Diferenças também foram observadas entre o bloco 5-10' e os blocos 25-30' ($d = 0,76$; moderado), 60-65' ($d = 0,72$; grande), 70-75' ($d = 0,98$; grande), e 75-80' ($d = 0,73$; moderado). Para os AAs, as reduções significativas ($p < 0,05$) ocorreram entre o período de 0-5' e os blocos compreendendo de 10' a 90' ($d > 0,50$), sendo que 50-55', 60-65', 65-70', 70-75', 75-80' e 85-90' apresentaram tamanhos de efeito grande ($d > 0,80$). Outras diferenças foram observadas em relação ao bloco 5-10', com os blocos 25-30', 30-35', 50-55', 60-65', 65-70', 80-85', e 85-90' apresentando tamanho de efeito moderado ($d > 0,50$), enquanto 70-75' e 75-80' apresentaram efeito grande ($d > 0,80$). Além disso, os blocos 10-15' e 15-20' apresentaram diferenças significativas para o bloco 70-75' e 75-80' ($p < 0,05$; $d > 0,50$), e os blocos 20-25', 35-40' e 45-50' apresentaram diferenças para o bloco 70-75' ($p < 0,05$; $d > 0,50$).

Figura.1 Janelas de 5 minutos para distâncias percorridas em AAI (Atividade de alta intensidade) e em ACC (Aceleração) e DCC (Desaceleração) para ARb e AAs



MPDc = MDP cinemática ($>13 \text{ km.h}^{-1}$); MPDm = MDP mecânica (Aceleração + Desaceleração); AAI = Atividade de alta intensidade; ACC = Aceleração; DCC = Desaceleração. a = estatisticamente diferente [0-5']; b = estatisticamente diferente [5-10']; c = estatisticamente diferente [10-15']; d = estatisticamente diferente [15-20']; e = estatisticamente diferente [20-25']

Os resultados da Tabela 2 mostram diferenças significativas nas métricas de desempenho físico referentes ao MDP-móvel entre os ARb e os AAs ao longo dos períodos do jogo. Em relação aos ARb, é possível observar que a MDP-móvel das variáveis DT, AAI, número de ACC, DCC e número de DCC foram maiores no 1º tempo em comparação ao 2º tempo ($p < 0,05$). Já para os AAs, as variáveis que demonstraram diferença significativa e apresentaram reduções do 1º para o 2º tempo, foram a AAI, AAV, ACC e DCC, número de ACC e DCC ($p < 0,05$). Além disso, observa-se que a maioria dos valores de MDP-móvel se diferenciam entre ARb e AAs, com exceção do número de ACC em ambos os tempos e do número de DCC para o 1º tempo ($p > 0,05$)

Tabela 2. Comparação do MDP-móvel 5 minutos (relativo) entre os períodos e entre funções para árbitros de campo (ARb) e árbitros assistentes (AAs).

	Árbitros de Campo ($\bar{x} \pm s$ [amostras = 46])				Árbitros Assistentes ($\bar{x} \pm s$ [amostras = 92])				ARb vs AA - 1º tempo		ARb vs AA - 2º tempo	
	1º Tempo	2º Tempo	F	η_p^2	1º Tempo	2º Tempo	F	η_p^2	F	η_p^2	F	η_p^2
DT (m)	133,6 ± 11	128,2 ± 8 ^b	6,713	0,069	83,6 ± 9 ^a	78,6 ± 6,4 ^a	18,794	0,095	807,736	0,857	1385,414	0,911
AAI (m)	52,6 ± 11	47,8 ± 8 ^b	5,073	0,053	21,6 ± 6 ^a	19 ± 5 ^{ab}	9,699	0,051	405,093	0,750	624,168	0,822
AAV (m)	22,8 ± 9	20 ± 7	2,487	0,027	9,4 ± 4 ^a	8,4 ± 3 ^{ab}	4,479	0,024	161,460	0,545	158,631	0,540
Zona 4 (m)	6,8 ± 4	6,4 ± 23	3,660	0,044	3,2 ± 2 ^a	15 ± 2 ^a	0,402	0,003	71,443	0,373	29,613	0,205
ACC (m)	23 ± 7	21,2 ± 6	1,787	0,019	19 ± 5 ^a	16,6 ± 0,6 ^{ab}	16,609	0,085	16,978	0,112	31,072	0,187
N_ACC (n)	4,8 ± 0,6	2 ± 0,6 ^b	4,795	0,050	2,4 ± 0,6	2,2 ± 0,4 ^b	10,680	0,057	0,941	0,007	1,600	0,012
DCC (m)	14,6 ± 5	11,8 ± 4 ^b	9,830	0,098	10,2 ± 2,4 ^a	8,8 ± 2,4 ^{ab}	13,617	0,070	52,227	0,279	31,184	0,188
N_DCC (n)	2,6 ± 0,8	2 ± 0,6 ^b	10,841	0,108	2,8 ± 0,6	2,4 ± 0,6 ^{ab}	22,080	0,109	5,136	0,037	9,212	0,064

Legenda: DT = distância total; Zona 1 = < 13,1 km·h⁻¹; Zona 2 = 13,1 km·h⁻¹ a 18 km·h⁻¹; Zona 3 = 18,1 km·h⁻¹ 23 km·h⁻¹; Zona 4 = > 23 km·h⁻¹; AAI (atividades em alta intensidade) = Zona 2 + Zona 3 + Zona 4; AAV (atividades em alta velocidade) = Zona 3 + Zona 4; ACC = ≥ 2 m·s⁻²; DCC = ≤ -2 m·s⁻²; m = Metros; km·h⁻¹ = Quilômetros por hora; m·s⁻² = Metros por segundo ao quadrado. ^a = Estatisticamente diferente dos Árbitros de Campo, p < 0,05. ^b = Estatisticamente diferente do 1º tempo, p < 0,05. η_p^2 = *partial eta squared*. Valores apresentados em média ± DP.

É possível observar as distâncias percorridas relativas ao tempo em relação ao número de substituições na Tabela 3. ARb apresentaram diferenças significativas em relação ao número de substituições para as métricas DT ($F = 5,656$; $p = 0,001$; $\eta^2 = 0,09$), Zona 1 ($F = 3,446$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,06$), AAI ($F = 3,797$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,06$), ACC ($F = 4,855$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,08$), DCC ($F = 8480$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,13$) e ACC+DCC ($F = 7,579$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,11$). Enquanto isso, AAs também apresentaram diferenças para DT ($F = 7,230$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,11$), Zona 1 ($F = 4,972$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,08$), Zona 2 ($F = 6,374$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,10$), AAI ($F = 6,417$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,10$), ACC ($F = 12,810$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,18$), DCC ($F = 11,850$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,17$) e ACC+DCC ($F = 13,530$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,19$), além de Zona 3 ($F = 2,949$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,05$) e AAV ($F = 3,193$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,05$) apenas para assistentes. Além disso a tabela 3 mostra que ARb e AAs se deslocaram menos durante o jogo com sete ou mais substituições do que antes das alterações no jogo para DT, AAI, ACC, DCC e ACC+DCC, enquanto para Zona 1 as demandas não apresentaram diferenças durante esse momento.

Tabela 3 - Demandas de deslocamento de árbitros de acordo com as substituições da partida (média ± desvio padrão)

Variáveis / substituições	0	1-3	4-6	≥7	F-value	p-valor	η_p^2
DT(m/min)	104,87 ± 12,17 ^a	100,85 ± 11,87 ^{ab}	95,32 ± 12,92 ^b	98,39 ± 8,06 ^b	5,656	0,001	0,09
Zona 1 (m/min)	75,67 ± 7,97 ^a	75,06 ± 8,99 ^{ab}	70,33 ± 9,87 ^b	74,12 ± 7,46 ^{ab}	3,446	0,017	0,06
Zona 2 (m/min)	19,78 ± 4,43	17,83 ± 5,48	17,69 ± 6,82	17,20 ± 3,91	2,145	0,096	0,04
Zona 3 (m/min)	6,90 ± 3,35	5,94 ± 3,31	5,82 ± 3,84	5,13 ± 3,30	2,045	0,109	0,03
Zona 4 (m/min)	1,64 ± 1,82	1,25 ± 1,29	0,72 ± 1,17	1,14 ± 1,89	2,564	0,056	0,04
AAI (m/min)	28,33 ± 7,84 ^a	25,02 ± 7,68 ^{ab}	24,24 ± 8,36 ^b	23,47 ± 5,57 ^b	3,797	0,011	0,06
AAV (m/min)	8,54 ± 4,65	7,19 ± 3,94	6,54 ± 4,35	6,27 ± 4,29	2,516	0,059	0,04
ACC (m/min)	9,93 ± 3,76 ^a	9,23 ± 3,56 ^{ab}	7,63 ± 3,96 ^b	7,53 ± 3,26 ^b	4,855	0,002	0,08
DCC (m/min)	9,33 ± 4,05 ^a	7,51 ± 3,97 ^{ab}	5,70 ± 3,43 ^b	6,41 ± 3,11 ^b	8,480	<0,001	0,13
ACC+DCC (m/min)	19,27 ± 7,54 ^a	16,74 ± 6,75 ^{ab}	13,33 ± 6,47 ^b	13,94 ± 5,89 ^b	7,579	<0,001	0,11
DT(m/min)	57,31 ± 5,77 ^a	53,99 ± 8,53 ^{ab}	50,32 ± 8,28 ^b	53,28 ± 5,65 ^b	7,230	<0,001	0,11
Zona 1 (m/min)	48,02 ± 4,43 ^a	46,12 ± 7,13 ^{ab}	43,29 ± 6,59 ^b	45,89 ± 4,82 ^{ab}	4,972	0,002	0,08
Zona 2 (m/min)	6,30 ± 1,77 ^a	5,47 ± 1,96 ^{ab}	4,69 ± 1,88 ^b	5,12 ± 1,67 ^b	6,374	<0,001	0,10
Zona 3 (m/min)	2,17 ± 0,80 ^a	1,79 ± 0,81 ^{ab}	1,82 ± 1,14 ^{ab}	1,65 ± 0,70 ^b	2,949	0,034	0,05
Zona 4 (m/min)	0,51 ± 0,49	0,33 ± 0,43	0,29 ± 0,42	0,38 ± 0,46	2,100	0,102	0,03
AAI (m/min)	8,97 ± 2,63 ^a	7,59 ± 2,54 ^b	6,80 ± 2,83 ^b	7,14 ± 2,15 ^b	6,417	<0,001	0,10
AAV (m/min)	2,68 ± 1,11 ^a	2,12 ± 1,01 ^{ab}	2,11 ± 1,36 ^{ab}	2,03 ± 1,02 ^b	3,193	0,025	0,05
ACC (m/min)	7,50 ± 2,16 ^a	6,24 ± 1,73 ^b	5,64 ± 1,76 ^b	5,49 ± 1,13 ^b	12,810	<0,001	0,18
DCC (m/min)	6,64 ± 1,45 ^a	5,93 ± 1,66 ^{ac}	4,98 ± 1,75 ^b	5,12 ± 1,16 ^{bc}	11,850	<0,001	0,17
ACC+DCC (m/min)	14,13 ± 3,50 ^a	12,18 ± 3,17 ^b	10,62 ± 3,30 ^b	10,60 ± 2,15 ^b	13,530	<0,001	0,19

Legenda: DT = distância total; Zona 1 = < 13,1 km·h⁻¹; Zona 2 = 13,1 km·h⁻¹ a 18 km·h⁻¹; Zona 3 = 18,1 km·h⁻¹ a 23 km·h⁻¹; Zona 4 = > 23 km·h⁻¹; AAI (atividades em alta intensidade) = Zona 2 + Zona 3 + Zona 4; AAV (atividades em alta velocidade) = Zona 3 + Zona 4; ACC = ≥ 2 m·s⁻²; DCC = ≤ -2 m·s⁻²; m = Metros; m·s⁻² = Metros por segundo ao quadrado. Letras (abc) indicam diferença entre as substituições, p < 0,05. η_p^2 = *partial eta squared*

5 DISCUSSÃO

O objetivo do estudo foi caracterizar o *most demanding passages* de árbitros de campo e árbitros assistentes de futebol, além de verificar a influência das substituições sobre as demandas de deslocamento em jogos oficiais. Os principais resultados mostraram maiores valores de MDP para ARb do que AAs e para ambas as categorias foram encontradas reduções no 2º tempo de jogo em algumas das variáveis analisadas. Ainda, as substituições mostraram influência nas atividades performadas por árbitros, apresentando reduções em parâmetros analisados com maior número de substituições.

Em relação as distâncias percorridas no jogo, a literatura atual relata que ARb percorrem em média 10000m por partida (PREISLER *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2022), estando de acordo com a distância percorrida por árbitros do presente estudo. Entretanto, Castagna, Abt e D'Ottavio (2004) apresentaram maiores valores para árbitros de futebol em partidas nacionais e internacionais do continente Europeu (11000m – 12000m). Valores em AAV representaram 7% da DT, o que é semelhante com valores encontrados para árbitros regionais por Silva *et al.*, (2022), mas consideravelmente menor para jogos de nível nacional (~11%) e internacional (~14%) (SILVA *et al.*, 2022; CASTAGNA; ABT; D'OTTAVIO, 2004). Já AAI resultaram em 25% da DT, sendo esse resultado menor que o trazido por Mallo *et al.* (2009) de 34% para árbitros europeus. Sabe-se que o desempenho físico de árbitros em jogos pode ser influenciado pelo nível de aptidão física, nível competitivo e estilo de ataque adotado pelas equipes e pela distância percorrida pela bola (CASTILLO *et al.*, 2018; WESTON *et al.*, 2009; MALLO *et al.*, 2009; SANDI *et al.*, 2024). Assim, cabe destacar que no presente estudo participaram da análise árbitros atuando em jogos de nível regional (Campeonato Catarinense), podendo ocasionar menores demandas de deslocamentos de jogadores que em jogos de nível nacional (3ª e 4ª divisão) (AQUINO *et al.*, 2017) e de certa forma explicar o porquê das diferenças encontradas para os árbitros analisados do que em outros estudos. Além disso, parece que árbitros internacionais estão preparados fisicamente para suportar maiores cargas de jogo que árbitros brasileiros em competições regionais.

A quantidade de estudos que monitoraram as demandas físicas de AAs é menor do que para ARb. Mesmo assim, os achados para DT e AAV estão de acordo com estudos que verificaram os deslocamentos de AAs em partidas de nível regional

no Brasil (SILVA *et al.*, 2022) e árbitros da 3^o divisão espanhola (CASTILLO *et al.*, 2018). Ao contrário, foram encontrados maiores valores de DT e AAV para assistentes de nível nacional (DT = ~6000m; AAV = 530m) e internacional (DT = ~7000m; AAV = 580m) (SILVA *et al.*, 2022; KRUSTRUP *et al.*, 2009). Para as distâncias em Zona 4 (>23 km.h⁻¹), também chamadas de *Sprint*, AAs percorreram em média 40m, estando alinhado com as distâncias percorridas nessa zona para árbitros brasileiros (SILVA *et al.*, 2022), mas significativamente menor do que AAs de nível internacional (310m) (KRUSTRUP *et al.*, 2009). Vale destacar que o estudo de Krustup *et al.* (2009), com árbitros de nível internacional, adotou um limiar para *Sprint* acima de 25 km.h⁻¹, sendo consideravelmente maior do que do presente estudo. Já Mallo *et al.* (2009) monitoraram 18 assistentes durante a Copa das Confederações de 2005 e evidenciaram 34% da distância total percorrida em alta intensidade (AAI), sendo muitos superiores aos 14% encontrados no presente estudo. Considerando que os assistentes devem sempre acompanhar o penúltimo defensor é plausível pensar que maiores níveis competitivos, estilo de ataque e aptidão física impactarão em maiores demandas em alta intensidade e com isso os assistentes de nível regional poderiam se beneficiar de treinamentos que desenvolvessem a capacidade de executar ações em maior velocidade para atuar em níveis elevados.

Já os estudos que compararam as demandas entre ARb e AAs tendem a encontrar maiores valores de distância percorrida em diversos limiares para ARb (KRUSTRUP *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2022; CASTILLO *et al.*, 2015; CASTILLO *et al.*, 2018). Essas diferenças entre árbitros, principalmente para DT e AAI, pode estar ligada com as diversas funções exercidas pelos árbitros no jogo. ARb têm o desempenho de corrida associado com a distância percorrida pela bola (MALLO *et al.*, 2009), o que indica que devem estar próximos dos lances para tomar melhores decisões. Já AAs, mesmo com valores de DT e AAI associados com a distância percorrida pela bola (MALLO *et al.*, 2009), apresentam diferentes obrigações do que ARb. Considerando que em partidas oficiais atuam sempre dois assistentes e eles percorrem um perímetro de 52m (metade do campo), essas condições podem não estimular o deslocamento de grandes distâncias, ao contrário de ARb que podem percorrer o campo inteiro. Embora, contrariando esses achados Krustup *et al.* (2009) não apresentaram diferenças nas distâncias em *Sprint* de árbitros de campo e assistentes em nível internacional, indicando que árbitros em competições de alto padrão estão mais bem preparados do que em jogos regionais.

Ao analisar as velocidades máximas atingidas durante o jogo foi mostrado que ARb atingem $26,4 \text{ km.h}^{-1}$ e os valores encontrados são superiores aos trazidos por Costa *et al.* (2013) em árbitros de campo do Rio Grande do Norte ($19,3 \text{ km.h}^{-1}$), mas semelhantes para portugueses (27 km.h^{-1}) e espanhóis da 3ª divisão ($26,3 \text{ km.h}^{-1}$) (YOUSEFIAN *et al.*, 2022; CASTILLO *et al.*, 2016). Já Weston *et al.* (2009) encontraram, valores de $31,7 \text{ km.h}^{-1}$ para árbitros de campo da Liga Inglesa, sendo consideravelmente maior do que os sujeitos do presente estudo. Essas variações na velocidade máxima apresentadas para árbitros do Rio Grande do Norte e ingleses pode ser explicada por diferentes dos métodos e instrumentos utilizados nos estudos para verificar essa variável e pela diferença no nível competitivo, tendo em vista que o nível competitivo mais elevado pode aumentar as demandas em maiores velocidades. Além disso a velocidade máxima atingida para árbitros assistentes ($25,7 \text{ km.h}^{-1}$) se mostrou semelhante a assistentes da 3ª divisão da Espanha ($24,2 \text{ km.h}^{-1}$) (CASTILLO *et al.*, 2016). Dessa forma podemos indicar que para a velocidade máxima os AAs de nível regional brasileiro são exigidos de maneira semelhante aos árbitros das divisões inferiores da Espanha. Dessa forma, seria importante verificar essa variável em outros níveis competitivos para termos valores mais robustos e conclusivos

Valores de distância total, AAI e AAV se mostraram diferentes entre árbitros, mas para a velocidade máxima atingida não houve diferença entre os grupos (ARb = $26,4 \text{ km.h}^{-1}$; AAs = $25,7 \text{ km.h}^{-1}$). Na contramão desse achado, Castillo *et al.* (2016) encontraram valores 8% maiores durante partidas oficiais para velocidade máxima atingida em ARb do que AAs, embora ao avaliar a velocidade máxima durante testes de campo não foi apresentada diferenças entre as categorias. Isso indica que no nível regional a velocidade máxima atingida por árbitros não diferencia ARb e AAs e ambos os grupos de árbitros poderiam se beneficiar de treinamento de velocidade semelhante.

A única variável encontrada que foi maior para assistentes no presente estudo foi o número de desacelerações, embora os estudos que investigaram desacelerações de árbitros de futebol encontraram valores sem diferenças ou maiores para ARb (CASTILLO *et al.*, 2017; CASTILLO *et al.*, 2019). Dessa forma, os resultados encontrados indicam que a capacidade de mudar de direção (ACC e DCC) é um fator mais determinante para AAs, visto que precisam constantemente mudar de direção e essa mudança ocorre prioritariamente numa angulação de 180° para conseguir

acompanhar melhor o penúltimo defensor da equipe e mudar de direção mais rapidamente pode facilitar o posicionamento do assistente para tomar decisões mais assertivas. Assim, árbitros assistentes poderiam se beneficiar com o treinamento excêntrico, tendo em vista que a capacidade de desacelerar está associada com esse tipo de contração (ZHANG *et al.*, 2021)

As informações acerca da realização de acelerações em jogos por árbitros são controversas. Para valores de a aceleração, o presente estudo não apresentou diferenciação entre as categorias (ARb = 112; AAs = 114), estando de acordo com Castillo *et al.* (2017), que também não apresentaram diferenças para aceleração intensa ($> 2,5 \text{ m.s}^2$), embora árbitros de campo da 1ª e 2ª divisão norueguesa apresentaram menor número de ACC que assistentes. Além disso, durante jogos da Copa América (jogos de seleções) árbitros de campo realizaram mais ACC que assistentes (ARb = 68; AAs = 49) (BARBERO-ÁLVAREZ *et al.*, 2012). Essa grande diferença nos achados ocorre principalmente por conta da grande variação de instrumentos utilizados para coletar essas informações, sendo o acelerômetro de 100hz utilizado no estudo de Barbero-Álvarez *et al.* (2012) mais sensível para coletar essas informações.

A comparação das distâncias percorridas entre os períodos é utilizada para verificar uma possível resposta de fadiga durante o jogo e distâncias percorridas no primeiro tempo estão negativamente associadas com valores percorridos no segundo período (WESTON *et al.*, 2007). Ao comparar a distância total percorrida entre os tempos de jogo não foram encontradas diferenças no presente estudo e está de acordo com outros achados na literatura (MARTÍNEZ-TORREMOCHA *et al.*, 2022; CASTILLO *et al.*, 2018; MORENO-PEREZ *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2022), embora essa sustentação na demanda tenha sido acompanhada por um aumento, embora não significativo, de distância em zona 1. Além disso, foi observado reduções nas atividades em alta intensidade, assim como apresentado por Krustup e Bangsbo (2001). Esses resultados podem indicar que árbitros de campo apresentam menor desempenho na partida durante o período final do jogo, representado pela diminuição dos deslocamentos em maiores intensidades, enquanto árbitros com melhor aptidão aeróbia conseguem sustentar melhor as AAI durante todo o jogo (KRUSTUP; BANGSBO, 2001).

Bem como árbitros de campo, assistentes também não apresentaram diferenças entre os períodos para DT, o que difere de Silva *et al.* (2022) para árbitros

brasileiros em jogos regionais e nacionais (Séries A e B) e Krustup, Mohr, Bangsbo (2002) para árbitros internacionais. Entretanto, para as variáveis englobando velocidades acima de 13 km.h^{-1} (AAI e AAV), AAs apresentaram reduções significativas, enquanto árbitros FIFA não apresentaram diferenças para distâncias intensas e em *Sprint* (MOHR; KRUSTUP; BANGSBO, 2002). Dessa forma, assistentes poderiam aumentar a distância em AAI e AAV através de diferentes formas de treinamento intervalado (MOHR; KRUSTUP; BANGSBO, 2002; KRUSTUP; BANGSBO, 2001) melhorando seu desempenho aeróbio e capacidade de executar *Sprints* repetidos.

Ao analisar os achados para a diferença entre os períodos poderíamos inferir que árbitros sofrem de alguma forma fadiga por conta da diminuição das demandas de deslocamento. Contudo, afirmar que árbitros estão incapazes percorrer maiores distâncias exclusivamente através da análise de movimento pode ser uma interpretação equivocada da realidade, já que as demandas de árbitros e jogadores podem ser influenciadas por diversas variáveis, como placar momentâneo e nível competitivo (CARLING, 2013; WESTON *et al.*, 2006; WESTON *et al.*, 2007; CASTILLO *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2022; MARTIN-SANCHES *et al.*, 2022; MORENO-PEREZ *et al.*, 2021). Dessa forma, a fim de verificar o desempenho do árbitro ao final de uma partida Castillo *et al.*, (2015) realizaram testes de campo antes e após partidas e evidenciou redução na performance em testes de velocidade para ARb e AAs. Assim, mesmo com os cuidados para análise de performance por ferramentas de análise de movimento citados por Carling (2013), os achados na literatura indicam que árbitros podem sofrer com fadiga no segundo período de jogo, representado pelos menores valores atingidos por eles nos jogos e menor desempenho em testes físicos.

Esse é o primeiro estudo que se tem conhecimento que relacionou as variáveis de deslocamento com o número de substituições e a hipótese inicial de aumento das demandas com maior número de substituições não ocorreu. A hipótese foi desenvolvida a partir de estudos que verificaram maiores valores de deslocamento em altas velocidades em jogadores que entraram durante a partida do que jogadores que participaram durante toda a partida ou saíram durante o jogo (BRADLEY, LAGO-PENAS, REY, 2014; JANUSIAK *et al.*, 2023). Tanto ARb, quanto AAs percorreram menores distâncias em diferentes limiares de velocidade e em aceleração e desaceleração a partir do momento da 4^o substituição. Wei *et al.* (2024) observaram

que após a mudança das regras a 1ª mudança na equipe ocorre em média no minuto 58, indicando que maior parte das demandas de deslocamento analisada em relação as substituições ocorreram no 2º tempo da partida. Dessa forma, maior número de substituições (≥ 4) tende a ocorrer da metade para o final do 2º tempo da partida e esse momento do jogo apresentou-se com valores de deslocamento relativamente menores que o início do jogo após a análise em janelas de 5 minutos.

Por conta da mudança nas regras do número de substituições (IFAB, 2022), as equipes de futebol passaram a realizar mais substituições durante o jogo (WEI *et al.*, 2024). Esses jogadores substitutos, além de percorrerem maiores distâncias, têm realizado mais participações em lances de gol e por isso com o progredir do tempo de jogo os treinadores realizam mais entradas de jogadores ofensivos (WEI *et al.*, 2024; BRADLEY, LAGO-PEÑAS, REY, 2014). Dessa forma, esses achados sugerem que por conta da entrada de jogadores ofensivos e maiores distâncias percorridas, árbitros realizarão maiores deslocamentos. Entretanto foram encontrados menores valores, principalmente para DT e AAI. Além disso, os resultados do estudo mostram que tanto ARb quanto AAs não apresentaram diferenças na Zona 1 para os momentos sem substituição e a partir de 7 substituições. Dessa forma, os achados indicam que árbitros passam a se deslocar em menores intensidades ao final do jogo, podendo ser uma estratégia das equipes para interromper o jogo e se recuperarem fisicamente ou de manter o placar favorável (SIEGLE; LAMES, 2012)

Esse foi o primeiro estudo que se tem conhecimento que analisou o MDP tanto de árbitros de campo quanto assistentes. Foi encontrado que ARb percorrem 133,6 m/min em DT, sendo 30% maior que os valor médio do jogo (102,7 m/min; considerando a média de tempo). Já para AAI árbitros percorreram 52,6 m/min, o que representa o dobro dos valores médios (26 m/min). Entretanto, as métricas analisadas no MDP foram menores que em árbitros portugueses, que realizaram 186 m/min para DT e 116 m/min para AAI, bem como para distância em ACC (30,4 m/min) e DCC (30,1 m/min) (YOUSEFIAN *et al.*, 2022). Vale destacar que a caracterização das demandas mais intensas através de média móvel no presente estudo foi feita através do próprio software do GPS (*WCS mode*), já para o estudo com árbitros portugueses não é relatado como esse momento foi definido, dessa forma diferenças metodológicas podem ser uma possível explicação para a variação dos resultados. Além disso, sabendo da diferença nas demandas de árbitros europeus e sul-americanos (PREISLLER *et al.*, 2021), faz sentido pensar que em maiores níveis

competitivos o MDP também será maior, considerando que ao multiplicar o MDP de árbitros catarinense pelo tempo completo de jogo (98 minutos; 13092m) encontramos valores próximos do trazido por Castagna, ABT e D'Ottavio (2004) para distância média percorrida de árbitros europeus (~12000m).

A utilização do MDP para definição das cargas de treino é incerta. Autores defendem que o MDP pode servir como uma ferramenta para auxiliar no processo de treinamento, mas não para definir cargas (NOVAK *et al.*, 2021; WEAVING *et al.*, 2022; LINO-MESQUITA *et al.*, 2022). Ao comparar o MDP de jogadores em contexto de jogo e treino foi evidenciado que jogos reduzidos com maiores tamanhos relativos por jogador igualaram ou excederam valores de MDP para DT e AAV (RIBOLI; CASTAGNA, 2023), estando em linha com os achados de Lacombe *et al.* (2017), que mostraram que jogos reduzidos com tamanhos menores (4v4+Goleiros – 8v8+Goleiros) não atingiram valores da MDP para DT e AAI, embora jogos 10v10+Goleiros igualaram essas métricas. Cabe destacar que para valores de ACC, o jogo 4v4 foi suficiente para exceder as métricas de jogo. Entretanto esses achados referem-se a atletas atuando em esportes coletivos e sua aplicação ocorre prioritariamente durante exercícios baseado em jogos.

Weaving *et al.* (2022) não recomendam a utilização das variáveis do MDP para definir cargas de treinamento em exercícios baseado em corridas (ex: treinamento intervalado). Os achados do MDP em DT para árbitros (133,6m) resultaram em uma velocidade média nesse período mais intenso de $\sim 8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, sendo metade do valor apresentado por Castagna *et al.* (2019) de $16 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ para a máxima velocidade aeróbia. Considerando os princípios fisiológicos para o desenvolvimento da aptidão aeróbia (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013) os valores encontrados para DT não seriam suficientes para gerar adaptações no organismo de árbitros de futebol. Novak *et al.* (2021) trouxeram consideração ao uso das métricas do período mais intenso e uma crítica é a não utilização de parâmetros internos e fatores contextuais na grande parte dos estudos que abordaram esse tema. Dessa forma, os achados não favorecem a utilização do MDP para prescrição de treinamento, mas seria importante caracterizar esse período em relação aos aspectos internos e contextuais do jogo, para melhor entender sob qual pretexto o MDP ocorre durante um jogo para ARb e AAs.

No presente estudo foi feita uma abordagem multifatorial juntando mais de uma variável para encontrar o período mais intenso do jogo, assim como traz

Yousefian *et al.* (2024) ao juntar valores acima de 15 km.h⁻¹ em variáveis cinemáticas (MDPc) e valores de aceleração e desaceleração em variáveis mecânicas (MDPm). Dessa forma, o presente estudo encontrou para o MDPc uma resposta mais uniforme, não sendo possível identificar uma janela mais intensa. Assim, os resultados não indicam maiores valores nos 10 a 15 minutos iniciais em relação ao restante do jogo, sendo diferente dos resultados de estudos com jogadores de futebol que encontraram maiores valores nos minutos iniciais em relação aos outros períodos do jogo (YOUSEFIAN *et al.*, 2024; OLIVA-LOZANO *et al.*, 2021). Além disso, mesmo com uma resposta mais uniforme, foi possível perceber quedas nas distâncias percorridas na metade do 2º tempo de jogo, podendo ser entendida como um processo de fadiga aguda percebida pelos árbitros, mas também uma redução nas ações dos jogadores durante esse momento. Por fim, vale destacar que essas reduções foram acompanhadas por um aumento das distâncias percorridas nos 5 minutos finais do jogo, podendo ser explicada por conta da adoção de ataques mais agressivos a meta (SANDI *et al.*, 2024), maior distância percorrida pela bola (MALLO *et al.*, 2009), além de maiores distâncias percorridas por jogadores que entraram durante a partida nesses minutos finais (JANUSIAK *et al.*, 2023; MOHR; KRUSTRUP; BANGSBO, 2003).

Já para MDPm de ARb, foram encontrados menores valores na maioria das janelas do 2º tempo, exceto [55-60'], em relação aos 5 minutos iniciais da partida. Esse resultado difere dos achados de Yousefian *et al.* (2024) que encontraram diferenças nos valores de MDPm apenas para a janela [55-60'] em jogadores de futebol sueco, indicando que árbitros regionais realizam mais mudanças de direção no início da partida que no segundo tempo, diferentemente de jogadores que conseguem manter a performance durante grande parte do jogo. Ao contrário de ARb, assistentes encontraram maiores valores para a MDPm nos 5 primeiros minutos em relação a todo o jogo. A abordagem dessa temática com árbitros é emergente na literatura, não sendo encontrado artigos que buscaram identificar em qual momento do jogo ocorre o MDP de AAs. Assim, os resultados indicam que assistentes se deslocam mais mudando de direção nos 5 minutos iniciais do que durante o restante do jogo. Considerando que os minutos iniciais são os que mais demandam deslocamento de jogadores (OLIVA-LOZANO *et al.*, 2021), faz sentido pensar que AAs também precisaram realizar mais mudanças de direção a fim de se posicionarem melhor e tomarem decisões mais assertivas.

Identificar e caracterizar o MDP de ARb e AAs, além de verificar a influência das substituições sobre as demandas de deslocamento é uma nova temática na literatura. Com isso, o estudo apresenta algumas limitações como (a) tamanho da amostra inferior à de outras pesquisas, (b) alta variabilidade nos resultados das janelas de 1 minuto em decorrência das diferentes demandas de cada jogo, (c) o nível da competição e (d) falta do monitoramento da carga interna através de cardiofrequencímetro a fim de buscar associar o momento de maior demanda externa com respostas cardíacas. Dessa forma, futuros estudos poderiam estudar quais fatores situacionais de jogo (nº de substituições, tipo de ataque etc.) estão vinculados com o MDP de árbitros de futebol, verificar a influência das substituições nas demandas de árbitros monitorando jogadores e árbitros e verificar a associação da frequência cardíaca durante esse período.

Dessa forma, por meio do presente estudo espera-se melhor compreender as demandas físicas que o jogo impõe para árbitros de futebol, entendendo a influência das substituições e em qual momento do jogo árbitros experienciam o momento mais intenso. Com os achados do MDP não se espera definir cargas para a prescrição de treinamento, mas é possível perceber que árbitros devem se preparar para diversos MDP's que podem ocorrer durante a partida e suportar essas demandas com a carga acumulado durante o jogo.

6 CONCLUSÃO

Com os achados do estudo é possível concluir que o aumento das substituições gerou menores demandas de deslocamento em árbitros de futebol, representado principalmente pela diminuição de DT e AAI com maior número de substituições. Além disso, o MDP foi substancialmente maior que os valores médios do jogo e se mostrou superior no 1º tempo da partida. Os resultados do MDP também foram maiores para ARb do que AAs. Por fim, em relação ao momento de maior demanda no jogo, foi identificado que assistentes se deslocam mais mudando de direção nos 5 minutos iniciais do que durante o restante da partida, não sendo possível encontrar um período específico do jogo para a MDPc de ARb e AAs e MDPm de ARb.

REFERÊNCIAS

- AQUINO, Rodrigo *et al.* Influence of Situational Variables, Team Formation, and Playing Position on Match Running Performance and Social Network Analysis in Brazilian Professional Soccer Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 34, n. 3, p. 808–817, 2020.
- AQUINO, Rodrigo *et al.* Match running performance in Brazilian professional soccer players: comparisons between successful and unsuccessful teams. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, [s. l.], v. 13, n. 1, 2021.
- AQUINO, Rodrigo *et al.* Effects of competitive standard, team formation and playing position on match running performance of Brazilian professional soccer players. **International Journal Of Performance Analysis In Sport**, [S.L.], v. 17, n. 5, p. 695-705, 3 set. 2017. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/24748668.2017.1384976>.
- ARAGÃO E PINA, João *et al.* Football refereeing: An integrative review. **Psychology of Sport and Exercise**, [s. l.], v. 35, p. 10–26, 2018.
- AUGUSTO, Diêgo *et al.* Contextual Variables Affect Running Performance in Professional Soccer Players: A Brief Report. **Frontiers in Sports and Active Living**, [s. l.], v. 3, 2021.
- BARBERO-ÁLVAREZ, Joséc. *et al.* Physical and Physiological Demands of Field and Assistant Soccer Referees During America's Cup. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, [S.L.], v. 26, n. 5, p. 1383-1388, maio 2012. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0b013e31825183c5>.
- BIRK PREISLER, Artur Avelino *et al.* **External Loads of Elite Soccer Referees: A Systematic Review with meta-analysis: External loads of elite soccer referees.** [S. l.]: Routledge, 2023.
- BORTNIK, Lukasz *et al.* Worst Case Scenarios in Soccer Training and Competition: analysis of playing position, congested periods, and substitutes. **Research Quarterly For Exercise And Sport**, [S.L.], v. 95, n. 3, p. 588-600, 15 dez. 2023. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/02701367.2023.2290265>.
- BRADLEY, Paul S. 'Setting the Benchmark' Part 2: Contextualising the Physical Demands of Teams in the FIFA World Cup Qatar 2022. **Biology of Sport**, [s. l.], v. 41, n. 1, p. 271–278, 2024.
- BRADLEY, Paul S.; LAGO-PEÑAS, Carlos; REY, Ezequiel. Evaluation of the match performances of substitution players in elite soccer. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 415–424, 2014.

BRITO DE SOUZA, Diego *et al.* Running Patterns in LaLiga Before and After Suspension of the Competition Due to COVID-19. **Frontiers in Physiology**, [s. l.], v. 12, 2021.

BUCHHEIT, Martin; LAURSEN, Paul B.. High-Intensity Interval Training, Solutions to the Programming Puzzle. **Sports Medicine**, [S.L.], v. 43, n. 5, p. 313-338, 29 mar. 2013. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-013-0029-x>.

CARLING, Christopher. Interpreting Physical Performance in Professional Soccer Match-Play: should we be more pragmatic in our approach?. **Sports Medicine**, [S.L.], v. 43, n. 8, p. 655-663, 11 maio 2013. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-013-0055-8>.

CARVALHO, Vitor *et al.* A influência de variáveis contextuais e situacionais na classificação de árbitros de futebol de elite. **Cuadernos de Psicología del Deporte**, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 216-224, 1 jan. 2021. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia. <http://dx.doi.org/10.6018/cpd.435081>.

CASTAGNA, Carlo *et al.* **AEROBIC FITNESS IN TOP-CLASS SOCCER REFEREES**. [S. l.: s. n.], 2017. Disponível em: www.nasca.com.

CASTAGNA, Carlo *et al.* **AGE-RELATED EFFECTS ON FITNESS PERFORMANCE IN ELITE-LEVEL SOCCER REFEREES** **Journal of Strength and Conditioning Research**. [S. l.: s. n.], 2005. Disponível em: www.fifaworldcup.yahoo.com

CASTAGNA, Carlo *et al.* **Enhancing match official performance: a forward-thinking approach for football evolution**. [S. l.]: Taylor and Francis Ltd., 2023.

CASTAGNA, Carlo *et al.* **SEX DIFFERENCES IN AEROBIC FITNESS IN TOP-CLASS SOCCER REFEREES**. [S. l.: s. n.], [s. d.]. Disponível em: www.nasca.com.

CASTAGNA, Carlo *et al.* Aerobic Fitness in Top-Class Soccer Referees. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, [S.L.], v. 33, n. 11, p. 3098-3104, nov. 2019. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0000000000002264>.

CASTAGNA, Carlo; ABT, Grant; OTTAVIO, Stefano D'. **Physiological Aspects of Soccer Refereeing Performance and Training** **Sports Med**. [S. l.: s. n.], 2007.

CASTAGNA, Carlo; ABT, Grant; OTTAVIO, Stefano D'. **ACTIVITY PROFILE OF INTERNATIONAL-LEVEL SOCCER REFEREES DURING COMPETITIVE MATCHES**. **Journal of Strength and Conditioning Research**. [S. l.: s. n.], 2004. Disponível em: <http://journals.lww.com/nsca-jscr>.

CASTILLO, Daniel *et al.* **FOOTBALL MATCH OFFICIALS DO NOT ATTAIN MAXIMAL SPRINTING SPEED DURING MATCHES**. [S. l.: s. n.], [s. d.].

CASTILLO, Daniel *et al.* Impact of official matches on soccer referees' horizontal-jump performance. **Science and Medicine in Football**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 145–150, 2017.

CASTILLO, Daniel *et al.* **INFLUENCE OF TEAM'S RANK ON SOCCER REFEREES' EXTERNAL AND INTERNAL MATCH LOADS DURING OFFICIAL MATCHES.** [S. l.: s. n.], [s. d.]. Disponível em: www.nsca.com.

CASTILLO, Daniel *et al.* The association between physical performance and match-play activities of field and assistants soccer referees. **Research in Sports Medicine**, [s. l.], v. 27, n. 3, p. 283–297, 2019.

CASTILLO, Daniel *et al.* The influence of soccer match play on physiological and physical performance measures in soccer referees and assistant referees. **Journal of Sports Sciences**, [s. l.], v. 34, n. 6, p. 557–563, 2016.

CASTILLO, Daniel; YANCI, Javier; CÁMARA, Jesús. Impact of Official Matches on Soccer Referees' Power Performance. **Journal of Human Kinetics**, [s. l.], v. 61, n. 1, p. 131–140, 2018.

CASTILLO-RODRÍGUEZ, Alfonso *et al.* Influence of physical fitness on decision-making of soccer referees throughout the match. **Heliyon**, [s. l.], v. 9, n. 9, 2023a.

CASTILLO-RODRÍGUEZ, Alfonso *et al.* Starters and non-starters soccer players in competition: is physical performance increased by the substitutions?. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, [s. l.], v. 15, n. 1, 2023b.

CASTILLO-RODRÍGUEZ, Alfonso; MUÑOZ-ARJONA, Cristóbal; ONETTI-ONETTI, Wanesa. National vs. Non-National Soccer Referee: Physiological, Physical, and Psychological Characteristics. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, [s. l.], v. 93, n. 4, p. 804–812, 2022.

CONMEBOL. **265 milhões de pessoas jogam futebol.** S.l., 2013. Disponível em: <https://www.conmebol.com/pt-br/notas-pt-br/265-milhoes-de-pessoas-jogam-futebol-no-mundo-inteiro>

COSTA, Eduardo C *et al.* **Monitoring External and Internal Loads of Brazilian Soccer Referees during Official Matches** *Journal of Sports Science and Medicine*. [S. l.: s. n.], 2013. Disponível em: <http://www.jssm.org>.

CUNNINGHAM, Daniel J. *et al.* Assessing worst case scenarios in movement demands derived from global positioning systems during international rugby union matches: Rolling averages versus fixed length epochs. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 13, n. 4, 2018.

FEREDAY, Kieran *et al.* A comparison of rolling averages versus discrete time epochs for assessing the worst-case scenario locomotor demands of professional soccer match-play. **Journal of Science and Medicine in Sport**, [s. l.], v. 23, n. 8, p. 764–769, 2020.

FERNANDES SILVA, Juliano *et al.* Match activity profile and heart rate responses of top-level soccer referees during Brazilian national first and second division and regional championships. **Science and Medicine in Football**, [s. l.], v. 7, n. 3, p. 263–271, 2023.

FERNANDEZ, Martínez. Fifa fatura R\$ 40 bilhões com Copa do Mundo do Catar. **Globo Esporte**, Catar, 2022. Disponível em: <https://ge.globo.com/futebol/copa-do-mundo/noticia/2022/11/20/fifa-fatura-r-40-bilhoes-com-copa-do-mundo-do-catar.ghtml>

HOSTRUP, Morten; BANGSBO, Jens. **Performance Adaptations to Intensified Training in Top-Level Football**. [S. l.]: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2023.

IFAB. **Laws of the game: 23/24**. Disponível em: <https://www.theifab.com/laws-of-the-game-documents>

JANUSIAK, Marcin *et al.* Testing variations between starters and substitute players in terms of total distance, high-speed running, and *Sprinting* distance: a descriptive study on professional male soccer players. **Biology of Sport**, [s. l.], v. 42, n. 2, p. 95–103, 2024.

JOHANSEN, Bjørn Tore; ERIKSTAD, Martin Kjørøen. A Preliminary Analysis of the Importance of Distance, Angle, and Insight When Soccer Referees Make Penalty Decisions. **Frontiers in Sports and Active Living**, [s. l.], v. 2, 2021.

KRUSTRUP, P.; BANGSBO, J. Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: Effect of intense intermittent exercise training. **Journal of Sports Sciences**, [s. l.], v. 19, n. 11, p. 881–891, 2001.

KRUSTRUP, Peter; MOHR, Magni; BANGSBO, Jens. Activity profile and physiological demands of top-class soccer assistant refereeing in relation to training status. **Journal of Sports Sciences**, [s. l.], v. 20, n. 11, p. 861–871, 2002.

LACOME, Mathieu *et al.* Small-Sided Games in Elite Soccer: does one size fit all?. **International Journal Of Sports Physiology And Performance**, [S.L.], v. 13, n. 5, p. 568-576, 1 maio 2018. Human Kinetics. <http://dx.doi.org/10.1123/ijsp.2017-0214>.

LAGO-PEÑAS, Carlos. The role of situational variables in analysing physical performance in soccer. **Journal of Human Kinetics**, [s. l.], v. 35, n. 1, p. 89–95, 2012.

LAGO-PEÑAS, Carlos; GÓMEZ-LÓPEZ, Maite. The influence of referee bias on extra time in elite soccer matches. **Perceptual and Motor Skills**, [s. l.], v. 122, n. 2, p. 666–677, 2016.

LARKIN, Paul *et al.* Assessment of decision-making performance and in-game physical exertion of Australian football umpires. **Journal of Sports Sciences**, [s. l.], v. 32, n. 15, p. 1446–1453, 2014.

LEIFSSON, E. N. *et al.* Effect of peak intensity periods on temporary fatigue and recovery kinetics in professional male football. **Journal of Sports Sciences**, [s. l.], 2024.

LÓPEZ-VALENCIANO, Alejandro *et al.* The Five-substitution Option Enhances Teams' Running Performance at High Speed in Football. **International Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 44, n. 5, p. 344–351, 2022.

MALLO, J. *et al.* Physical demands of top-class soccer assistant refereeing during high-standard matches. **International Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 30, n. 5, p. 331–336, 2009.

MARTÍNEZ-TORREMOCHA, Gemma *et al.* Physical demands on professional Spanish football referees during matches. **Science And Medicine In Football**, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 139-145, 11 abr. 2022. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/24733938.2022.2064539>.

MARTINHO, Diogo V. *et al.* **A Systematic Review of the Physical, Physiological, Nutritional and Anthropometric Profiles of Soccer Referees**. [S. l.]: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2023.

MARTIN-SANCHEZ, Maria Luisa *et al.* Physical demands in Spanish male and female elite football referees during the competition: a prospective observational study. **Science and Medicine in Football**, [s. l.], v. 6, n. 5, p. 566–571, 2022.

MERNAGH, Dylan *et al.* A comparison of match demands using ball-in-play versus whole match data in professional soccer players of the english championship. **Sports**, [s. l.], v. 9, n. 6, 2021.

MODRIC, Toni *et al.* Factors affecting match running performance in elite soccer: analysis of uefa champions league matches. **Biology Of Sport**, [S.L.], v. 40, n. 2, p. 409-416, 2023. Termedia Sp. z.o.o.. <http://dx.doi.org/10.5114/biol sport.2023.116453>.

MOHR, Magni; KRUSTRUP, Peter; BANGSBO, Jens. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. **Journal of Sports Sciences**, [s. l.], v. 21, n. 7, p. 519–528, 2003.

MORENO-PEREZ, Víctor *et al.* The Effects of Match Congestion on Physical Performance in Football Referees. **International Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 43, n. 6, p. 512–518, 2022.

NOVAK, Andrew R. *et al.* Analysis of the worst-case scenarios in an elite football team: Towards a better understanding and application. **Journal of Sports Sciences**, [s. l.], v. 39, n. 16, p. 1850–1859, 2021.

ODDEN, Ingvill *et al.* The higher the fraction of maximal oxygen uptake is during interval training, the greater is the cycling performance gain. **European Journal Of Sport Science**, [S.L.], v. 24, n. 11, p. 1583-1596, 9 out. 2024. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/ejsc.12202>.

OLIVA-LOZANO, José M. *et al.* Monitoring physical match performance relative to peak locomotor demands: implications for training professional soccer players. **Biology Of Sport**, [S.L.], v. 40, n. 2, p. 253-260, 2023. Termedia Sp. z.o.o.. <http://dx.doi.org/10.5114/biol sport.2023.116450>.

OLIVA-LOZANO, José M. *et al.* When do soccer players experience the *most demanding passages* of match play? A longitudinal study in a professional team. **Research In Sports Medicine**, [S.L.], v. 31, n. 2, p. 101-111, 23 jun. 2021. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/15438627.2021.1943390>.

RIISER, Amund *et al.* Accelerations and high intensity running in field and assistant football referees during match play. **Science And Medicine In Football**, [S.L.], v. 1, n. 3, p. 280-287, 20 jun. 2017. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/24733938.2017.1341640>.

SANDI, Paulo *et al.* The attacking style of teams is determinant of high-intensity actions of soccer referees. **Retos**, [S.L.], v. 58, p. 776-782, 17 jul. 2024. Federacion Espanola de Asociaciones de Docentes de Educacion Fisica (FEADEF). <http://dx.doi.org/10.47197/retos.v58.106789>.

SIEGLE, Malte; LAMES, Martin. Game interruptions in elite soccer. **Journal Of Sports Sciences**, [S.L.], v. 30, n. 7, p. 619-624, abr. 2012. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2012.667877>.

WESTON, M. *et al.* The effect of match standard and referee experience on the objective and subjective match workload of English Premier League referees. **Journal Of Science And Medicine In Sport**, [S.L.], v. 9, n. 3, p. 256-262, jun. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2006.03.022>.

WESTON, Matthew *et al.* Analysis of physical match performance in English Premier League soccer referees with particular reference to first half and player work rates. **Journal Of Science And Medicine In Sport**, [S.L.], v. 10, n. 6, p. 390-397, dez. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2006.09.001>.

WESTON, Matthew *et al.* Changes in a Top-Level Soccer Referee's Training, Match Activities, and Physiology Over an 8-Year Period: a case study. **International Journal Of Sports Physiology And Performance**, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 281-286, jun. 2011. Human Kinetics. <http://dx.doi.org/10.1123/ijsp.6.2.281>.

WESTON, Matthew *et al.* Science and Medicine Applied to Soccer Refereeing. **Sports Medicine**, [S.L.], v. 42, n. 7, p. 615-631, jul. 2012. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.2165/11632360-000000000-00000>.

YOUSEFIAN, Farzad *et al.* Intensity demands and peak performance of elite soccer referees during match play. **Journal Of Science And Medicine In Sport**, [S.L.], v. 26, n. 1, p. 58-62, jan. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2022.10.006>.

YOUSEFIAN, Farzad *et al.* Characterizing the *most demanding passages* of kinematic and mechanical activity in elite football: a multifactorial approach. **Biology Of Sport**, [S.L.], v. 41, n. 4, p. 41-50, 2024. Termedia Sp. z.o.o.. <http://dx.doi.org/10.5114/biol sport.2024.134756>.

NASSIS, George P. et al. Elite football of 2030 will not be the same as that of 2020: preparing players, coaches, and support staff for the evolution. **Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports**, [S.L.], v. 30, n. 6, p. 962-964, 18 maio 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/sms.13681>.

WEI, Xiaobin et al. Analysing substitutions in recent World Cups and European Championships in male and female elite football – influence of new substitution rules. **Biology Of Sport**, [S.L.], v. 41, n. 3, p. 267-274, 2024. Termedia Sp. z.o.o.. <http://dx.doi.org/10.5114/biolsport.2024.134755>.

WEAVING, Dan et al. The Maximal Intensity Period: rationalising its use in team sports practice. **Sports Medicine - Open**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 1-9, 12 out. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s40798-022-00519-7>.

BAYER, Claude. A caracterização do futebol. **Lisboa**: Editora Dinalivro, 1994.

STØLEN, Tomas et al. Physiology of Soccer. **Sports Medicine**, [S.L.], v. 35, n. 6, p. 501-536, 2005. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004>.