

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

Perturbações no futebol feminino: tipos de ações, conectividade entre zonas do campo e desenvolvimento espacial da transição de fase

Thomas Kisil Marino

São Paulo
2024

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

Perturbações no futebol feminino: tipos de ações, conectividade entre zonas do campo e desenvolvimento espacial da transição de fase

Thomas Kisil Marino

São Paulo
2024

THOMAS KISIL MARINO

Perturbações no futebol feminino: tipos de ações, conectividade entre zonas do campo e desenvolvimento espacial da transição de fase

VERSÃO CORRIGIDA

(versão original disponível no Serviço de Biblioteca)

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Biodinâmica do movimento humano.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Moreira

São Paulo

2024

Catálogo da Publicação
Serviço de Biblioteca
Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo

Marino, Thomas Kisil

Perturbações no futebol feminino: tipo de ações, conectividade entre zonas de campo e desenvolvimento espacial da transição de fase / Thomas Kisil Marino. – São Paulo : [s.n.], 2024.

59p.

Dissertação (Mestrado) - -Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Moreira

1. Futebol feminino (Perturbação) 2. Jogo (Análise) 3. Futebol (Relações interpessoais) I. Título.

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: KISIL MARINO, Thomas

Título: KISIL MARINO, Thomas. Perturbações no futebol feminino: tipos de ações, conectividade entre zonas do campo e desenvolvimento espacial da transição de fase.

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Data: ___/___/___

Banca Examinadora

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Alexandre Moreira, meus sinceros agradecimentos pela orientação brilhante durante todo esse processo de formação. Obrigado pela confiança e por todos os ensinamentos que transcendem as questões acadêmicas e profissionais;

À minha querida esposa Julia, por me ajudar a criar forças para encarar esse desafio e alegrar todos os meus dias;

Aos meus pais, Rosana e Eduardo, os grandes responsáveis por todas as minhas conquistas. Obrigado por terem me educado do jeito que o fizeram. Sempre serei grato a vocês;

Aos meus irmãos, Ian e Angelo, por me darem confiança e me fazerem sentir capaz de tudo. O brilhantismo de vocês me inspira todos os dias;

Ao amigo Renato Reis, pelo apoio mútuo às aflições advindas desse processo;

Ao grande amigo Pedro Nascibem, por todo o auxílio durante fases importantes da pesquisa e por escutar as minhas angústias diárias, me dando confiança para seguir em frente;

Aos companheiros de trabalho do CIAA, em especial ao Cláudio Machado, Ricardo Filipin e João Boccato por suavizarem as minhas angústias;

Aos integrantes do NeuroSport Lab, por terem enriquecido o meu pensamento crítico;

À EEFE USP, pela oportunidade incrível de formação com os melhores professores;

Ao Programa de Pós-Graduação da EEFE-USP, por me escolher para ser bolsista e me dar todo o suporte necessário para cursar e concluir o mestrado;

Ao Prof. Dr. Luciano Basso, pela ajuda no tratamento dos dados;

Aos professores Ademir Felipe e Silvia Letícia, pelas contribuições feitas como membros da banca;

Ao Prof. Dr. Rômulo Bertuzzi, por ter me introduzido à pesquisa acadêmica. Obrigado pela orientação, ensinamentos e escaladas durante a Iniciação Científica;

Ao CNPq, pelo incentivo a pesquisa por meio da bolsa de mestrado (130615/2021-8);

RESUMO

KISIL MARINO, Thomas. **Perturbações no futebol feminino: tipos de ações, conectividade entre zonas do campo e desenvolvimento espacial da transição de fase.** 2024. 59 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2024.

O objetivo desta dissertação foi examinar a ocorrência de perturbações em jogos de elite de futebol feminino, analisando os tipos de ações de perturbação, associação entre perturbação e evento crítico, conectividade entre as zonas do campo na emergência das perturbações, e previsibilidade das zonas de origem e destino das transições de fase. Treze jogos da fase final da Liga Dos Campeões Feminina UEFA 2021-2022 foram analisados. As ações de perturbação foram divididas em isoladas (apenas uma ação) e combinadas (duas ou mais ações). O campo de futebol foi dividido em 18 zonas, sendo as zonas 1-9 na região defensiva e 10-18 na região ofensiva. Como resultado, foram identificadas 266 perturbações, com a ação isolada “passe” como a mais frequente (122 ocorrências), seguida da ação combinada “passe-passe” (52 ocorrências). Não foram observadas diferenças significantes ($p > 0,05$) para a ocorrência de eventos críticos em função do tipo de ações de perturbação. No que tange as análises referentes ao grau de centralidade das zonas do campo para origem e destino das perturbações, os resultados apontaram as zonas 8, 15 e 11 como as mais utilizadas como origem para perturbações de ações isoladas, e zonas 8, 9 e 5 para as perturbações de ações combinadas. Para as zonas de destino, se destacaram para as perturbações de ações isoladas as zonas 17, 14 e 13 e para as perturbações de ações combinadas as zonas 14, 11 e 13. No tocante à previsibilidade das zonas de origem e destino de transições de fase subsequentes, foi observada uma alta magnitude de variabilidade (coeficiente de variabilidade relativo), com valores acima da metade da escala de 0 – 0,5 (0,34 para zonas de origem e 0,35 para zonas de destino). Por fim, com relação ao desenvolvimento espacial da transição de fase, observou-se um coeficiente de variabilidade relativa de 0,19, permitindo a interpretação de que existe alguma regularidade no comportamento espacial de transições de fase subsequentes. Em resumo, os resultados mostraram que a ação passe foi a mais utilizada para alterar o estado do sistema, no entanto, o tipo de ação não influenciou a ocorrência do evento crítico, sugerindo que o mesmo pode ser atingido de diferentes maneiras. Adicionalmente, o resultado do grau de centralidade revelou a emergência de regiões preferenciais do campo para origem e destino, com diferenças entre essas regiões quando comparadas as ações isoladas e combinadas. A utilidade dessa abordagem se revela pela integração de zonas de campo e diferentes grupos (isoladas e combinadas) de perturbação. Além disso, verificou-se uma grande variabilidade no que tange às zonas de origem e destino das transições de fase. Por outro lado, verificou-se uma tendência de regularidade na identificação do desenvolvimento espacial das transições de fase. Por fim, o método apresentado no presente estudo se mostrou reproduzível para a identificação de perturbações em jogos de futebol feminino, e com um bom potencial de utilização em futuros estudos.

Palavras-chave: perturbação; sistemas dinâmicos; futebol feminino.

ABSTRACT

KISIL MARINO, T. **Perturbations in women's football: types of actions, connectivity between zones of the field and spatial development of phase transition.** 2024. 59 p. Dissertation (Master of Science) - School of Physical Education and Sport, University of São Paulo, São Paulo. 2024.

The aim of this dissertation was to examine the occurrence of perturbations in elite women's football matches, analyzing the types of perturbation actions, the association between perturbation and critical event, the connectivity between field zones in the emergence of perturbations, and the predictability of the zones of origin and destination of phase transitions. Thirteen matches from the final phase of the 2021-2022 UEFA Women's Champions League were analyzed. Perturbation actions were divided into isolated (only one action) and combined (two or more actions). The football field was divided into 18 zones, with zones 1-9 in the defensive region and 10-18 in the offensive region. As a result, 266 perturbations were identified, with the isolated action "pass" as the most frequent (122 occurrences), followed by the combined action "pass-pass" (52 occurrences). No significant differences ($p > 0.05$) were observed for the occurrence of critical events depending on the type of perturbation actions. Regarding the analyses related to the degree of centrality of the field zones for the origin and destination of perturbations, the results showed that the zones 8, 15, and 11 were the most used as origin for perturbations of isolated actions, and zones 8, 9, and 5 were the most utilized as origin combined actions. For the destination zones, zones 17, 14, and 13 stood out for perturbations of isolated actions and zones 14, 11, and 13 for perturbations of combined actions. Regarding the predictability of the zones of origin and destination of subsequent phase transitions, a high magnitude of variability (relative variability coefficient) was observed, with values above half of the scale of 0 - 0.5 (0.34 for zones of origin and 0.35 for zones of destination). Finally, concerning the spatial development of the phase transition, a relative variability coefficient of 0.19 was observed, allowing the interpretation that there is some regularity in the spatial behavior of subsequent phase transitions. In summary, the results showed that the action pass was the most used to change the state of the system, however, the type of action did not influence the occurrence of the critical event, suggesting that it can be reached in different ways. Additionally, the result of the degree of centrality revealed the emergence of preferential field regions for origin and destination, with differences between these regions when compared to isolated and combined actions. The usefulness of this approach is revealed by the integration of field zones and different groups (isolated and combined) of perturbation. Additionally, a large variability was found regarding the zones of origin and destination of phase transitions. On the other hand, there was a tendency towards regularity in the identification of the spatial development of phase transitions. Finally, the method presented in this study proved to be reliable for the identification of perturbations in women's football matches, and with a good potential for use in future studies.

Keywords: perturbation; dynamic systems; women's soccer.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivos.....	12
1.1.1 Objetivo Geral	12
1.1.2 Objetivos Específicos	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 Análise de jogo no esporte coletivo	13
2.2 A abordagem sistêmica e as relações interpessoais nos estudos com futebol.....	14
2.3 Perturbações no futebol	19
2.4 Análise do comportamento tático e a abordagem sistêmica no futebol feminino: uma população pouco investigada?	21
3 MÉTODO	26
3.1 Amostra e Delineamento	26
3.2 “Estados” do jogo.....	26
3.3 Perturbações e Desfechos	28
3.4 Localização das zonas de origem e destino das perturbações e da dinâmica das transições de fase	29
3.5 Reprodutibilidade	30
3.6 Procedimentos de análise dos dados e análise estatística.....	30
4 RESULTADOS	34
5 DISCUSSÃO	40
6 CONCLUSÃO	52
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERÊNCIAS	54
ANEXOS	58

1 INTRODUÇÃO

O futebol é caracterizado como um esporte de invasão (HUGHES; BARTLETT, 2002), no qual, duas equipes se enfrentam por um período de 90 minutos, tendo como objetivo fazer gols. O jogo é composto por duas fases principais, o ataque e a defesa. A fase de ataque é caracterizada pela posse de bola de um dos times, e tem como objetivo principal marcar gols; enquanto na fase de defesa, o time que não possui a posse de bola busca dificultar a progressão do time adversário e impedir a marcação do gol. Devido à relação opositiva entre as equipes (times), as duas precisam coordenar as suas ações com o objetivo de recuperar, manter e mover a bola, a fim de se aproximar do gol adversário, possibilitando a marcação de gols (GRÉHAIGNE; GODBOUT, 1995). Gréhaigne e Godbout (1999) resumem a natureza do esporte coletivo destacando 4 aspectos principais: (1) oposição aos oponentes, (2) cooperação com companheiros de equipe, (3) atacar o campo adversário, e (4) defender seu próprio campo.

Considerando o futebol como um esporte coletivo de cooperação e oposição, é possível assumir que o jogo possui dois níveis principais de organização (GRÉHAIGNE; GODBOUT; BOUTHIER, 1999), sendo eles: o nível de organização da partida e o nível de time. Essa perspectiva permite analisar o jogo pelos diversos níveis de relações existentes, para compreender, por exemplo, quais os fatores determinantes para o sucesso. Ademais, permite também examinar inter-relações em diferentes níveis, desde relações de díades, grupos de três ou mais jogadores, ou até mesmo a relação de times completos, em situação de cooperação ou de oposição (GRÉHAIGNE; GODBOUT; BOUTHIER, 1999). Por mais que existam esses diversos níveis de observação e de análise, o nível superior é vulnerável a alterações advindas de níveis inferiores, demonstrando a complexidade do jogo.

A partir do conhecimento da natureza cooperativa e opositiva do jogo de futebol (GREHAIGNE; BOUTHIER; DAVID, 1997) assim como dos diferentes níveis de organização que o compõem (GRÉHAIGNE; GODBOUT; BOUTHIER, 1999), uma das formas de avançar o conhecimento inerente à sua dinâmica e contribuir com a melhora da performance de times é por meio da compreensão da organização de seus componentes e formações de padrões durante o jogo (GLAZIER, 2010). Nesse sentido, a análise de jogo emerge como uma abordagem essencial tanto para os profissionais da área como para os pesquisadores. Academicamente, ela vem se consolidando como uma linha de pesquisa na Ciência do Esporte. Além disso, o entendimento de que o avanço da compreensão das dinâmicas de organização, das relações interpessoais e das formações de padrões durante o jogo de futebol (GLAZIER, 2010) necessita de uma abordagem sistêmica, se distanciando de uma visão reducionista, tem fomentado a

pesquisa nessa linha, com base nos conceitos da teoria geral dos sistemas (i.e. sistemas complexos e dinâmicos). Esse referencial teórico tem sido utilizado para examinar e compreender a dinâmica e complexidade das ações coletivas existentes no futebol (COUCEIRO et al., 2016; GLAZIER, 2010; HUGHES et al., 2013; JAMES et al., 2012; KIM et al., 2019a, 2019b; MARCHIORI; DE VECCHI, 2020; RIC et al., 2017).

Um conceito fundamental da teoria geral dos sistemas que vem norteando pesquisas no esporte coletivo, no geral e no futebol, é o conceito de perturbação. A perturbação, é definida como um incidente que altera o estado do sistema, de uma situação estável (invariante), para uma outra situação instável (variante) (JAMES et al., 2012). Dessa forma, a compreensão da emergência de perturbações pode contribuir para o entendimento das dinâmicas de criação de vantagem e oportunidades de finalização no futebol (MCGARRY et al., 2002). Na presente dissertação objetivou-se estender esse conhecimento a jogos de futebol feminino, buscando analisar as ocorrências e os fatores envolvidos na emergência das perturbações, o desenvolvimento espacial, a variabilidade e a regularidade das transições de fase, bem como a associação entre tipos de perturbação e ocorrência de eventos críticos (i.e. finalizações e faltas defensivas).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Examinar a ocorrência de perturbações em jogos de elite de futebol feminino.

1.1.2. Objetivos Específicos

- (i) Identificar as ações que geram perturbações em jogos de futebol feminino.
- (ii) Identificar e analisar as ocorrências e a dinâmica de perturbações do tipo isolada (uma única ação) e combinada (compostas por duas ou mais ações).
- (iii) Analisar as associações entre tipos de perturbações e a ocorrência de evento crítico.
- (iv) Analisar a conectividade entre as zonas do campo utilizadas na emergência das perturbações.
- (v) Analisar a previsibilidade (magnitude da variabilidade) das zonas de origem e destino das transições de fase subsequentes e do desenvolvimento espacial da transição de fase.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Análise de jogo no esporte coletivo

A análise de jogo no esporte coletivo está em constante processo de evolução e aprimoramento. Novas tecnologias têm permitido um maior aprofundamento acerca do conhecimento do esporte por parte dos analistas de jogo, possibilitando aos pesquisadores estenderem o conhecimento acerca da estrutura e funcionamento do esporte (MALONE et al., 2020). Contudo, o desenvolvimento do conhecimento sobre o jogo não depende apenas do avanço tecnológico, mas está também intimamente associado ao constante aperfeiçoamento teórico e conceitual de como o jogo é observado e analisado, bem como à necessidade de dados empíricos provenientes de estudos consistentes e bem delineados.

No que tange a análise do desempenho de uma maneira geral, Glazier (2010) já apontava a necessidade da integração entre as “subáreas” da ciência do esporte, como biomecânica, análise notacional e fisiologia, visto o objetivo incomum entre elas, que é compreender cada vez mais o desempenho esportivo. A partir da identificação desse problema, a teoria dos sistemas dinâmicos é apresentada pelo autor como abordagem possível para o desenvolvimento de futuros estudos da área. É interessante notar que essa proposta só se torna possível pelo crescente corpo de conhecimento que naquela época começava a se consolidar dentro da ciência do esporte. O autor afirma que a compreensão das interações entre os componentes do sistema é fundamental para entender a emergência de padrões de coordenação, os quais definem os estados de ordem e comportamento dos sistemas. Além disso destacam-se as noções das restrições de Newell (1986), como forma de auxiliar o entendimento da coordenação inter-indivíduos na organização dos sistemas.

Essa perspectiva associada ao entendimento da natureza do futebol impulsionou pesquisadores ao uso de conceitos da teoria geral dos sistemas (i.e. sistemas complexos e dinâmicos) como racional teórico para as pesquisas, com o intuito de examinar e compreender a dinâmica e complexidade das ações coletivas existentes no jogo (COUCEIRO et al., 2016; GLAZIER, 2010; GOES et al., 2021; HUGHES et al., 2013; JAMES et al., 2012; KIM et al., 2019a, 2019b; MARCHIORI; DE VECCHI, 2020; RIC et al., 2017).

Sistemas dinâmicos, partindo de uma perspectiva generalista, são sistemas biológicos, físicos, químicos ou sociais que possuem diversos componentes independentes, ou graus de liberdade, que são livres para variar no tempo e no espaço, gerando lapsos de desordem,

instabilidade e desorganização no sistema (GLAZIER, 2010). Porém, apesar de sua característica por vezes caótica, a estrutura do sistema sofre um processo de auto-organização, gerando um padrão de estabilidade para certas circunstâncias (KELSO, 1995, 2000). Deste modo, os sistemas complexos possuem estados de estabilidade, compostos por padrões rítmicos que são moldados intermitentemente pela capacidade e forma de interação entre os seus componentes e o ambiente, interagindo com fontes de informação internas e externas (GLAZIER, 2010). Portanto, à luz dessa abordagem teórica, desenvolvida a partir das ideias de Bertalanffy (1968), o jogo de futebol caracteriza-se como um sistema dinâmico, aberto, complexo, adaptativo, com frequente troca de informações entre seus componentes e variações constantes de estados (fases) (GREHAIGNE; BOUTHIER; DAVID, 1997; TRAVASSOS et al., 2010).

2.2 A abordagem sistêmica e as relações interpessoais nos estudos com futebol

Diversas áreas da ciência vêm utilizando a abordagem sistêmica a partir da necessidade de se responder questões complexas que não podem ser abordadas e solucionadas de uma forma reducionista, partindo de uma simples relação de causa e efeito (VALENTINOV; VERSCHRAEGEN; VAN ASSCHE, 2019). Assim, também na ciência do esporte, notadamente na análise de jogo no esporte coletivo, pesquisadores começaram a se aproximar dessa “nova” forma de enfrentar os problemas existentes. Seguindo as tendências da apropriação da teoria geral dos sistemas na análise do esporte coletivo, pesquisadores vêm adotando a abordagem sistêmica para a análise do futebol, em busca da compreensão das relações interpessoais dentro do jogo (GARGANTA, 2009; GLAZIER, 2010; LOW et al., 2020; MARCHIORI; DE VECCHI, 2020; SARMENTO et al., 2018).

Como um dos pioneiros, o pesquisador francês Jean-Francis Gréhaigne desenvolveu estudos que abordavam a compreensão do jogo de futebol na perspectiva sistêmica. Gréhaigne, Bouthier e David (1997) utilizaram-se da abordagem sistêmica levando em consideração a coordenação entre jogadores do mesmo time e de times opostos, analisando de que forma a posição, o movimento e a velocidade de deslocamento dos jogadores poderiam influenciar seus comportamentos em momentos anteriores ao gol. Por meio de análise de vídeo, os autores traçaram o desenvolvimento de uma jogada que precedeu um gol feito em um jogo da Eurocopa de 1992. Foi visto que parâmetros de espaço, tempo e velocidade são variáveis que têm relevância e influenciam nas mudanças de estado do sistema.

Observando o crescimento de estudos que buscam compreender o desempenho no esporte coletivo e, ao mesmo tempo, a pouca importância dada à aspectos relacionados ao comportamento tático das equipes, Garganta (2009) aponta para a necessidade de utilização da abordagem sistêmica para a análise de aspectos de organização em equipes de esporte coletivo, com destaque para o futebol. Segundo o autor, o estudo de indicadores táticos de desempenho é de fundamental importância para preencher a lacuna entre pesquisa, treino e competições de equipes de esporte coletivo. Nesse sentido, Garganta (2009), considerando as características inerentes aos esportes coletivos, apresenta o seu entendimento do jogo como um sistema complexo e adaptativo. Dessa forma, constata-se que enquanto um time tem o objetivo de quebrar a estabilidade do adversário, com a intenção de gerar desordem em sua organização, o outro busca assegurar a sua estabilidade e organização. A quebra da estabilidade e organização do adversário se dá pela emergência de uma perturbação. Para desenvolver o conceito das perturbações, o autor cita o estudo clássico de Hughes et al. (1998), no qual foram investigadas as relações entre perturbação e chutes ao gol de times que obtiveram sucesso e insucesso em um campeonato europeu de 1996.

Mais recentemente, uma importante revisão sistemática acerca da análise de jogo no futebol foi realizada por Sarmiento et al. (2017). A fim de identificar os assuntos e abordagens que estavam sendo estudadas entre os anos de 2012 e 2016, no que tange a análise de desempenho no futebol, os autores realizaram uma revisão sistemática como forma complementar a uma outra revisão do mesmo autor principal, realizada em 2014 (SARMENTO et al., 2014). O objetivo dos autores foi identificar e organizar tópicos comuns de pesquisa em análises de jogos completos de futebol. Para avaliar a relevância dos estudos encontrados nas buscas, três critérios foram utilizados: (1) artigos que incluíram dados relevantes de análise técnico-táticos, bem como análises de *time-motion*; (2) amostras de jogadores homens adultos amadores ou profissionais; (3) artigos publicados em inglês. A partir desses critérios, 77 artigos foram incluídos na amostra final. Vale destacar que apenas estudos com futebol masculino foram incluídos na amostra. Os estudos foram divididos em três categorias principais: (1) Bolas Paradas (n = 10), (2) Perfis de atividades (n = 18), (3) Comportamento do Grupo (n = 50). A partir dessas categorias, os autores derivaram alguns tópicos para cada uma delas. Para a primeira categoria os tópicos foram: escanteio, pênalti e falta. Para a segunda, função de jogo, influência da fadiga, substituições, clima e altitude. Para a terceira e última, centralidade e dispersão do time, interações e coordenação de redes, padrões sequenciais, objetivos de grupo. Apesar da diversidade existente entre as categorias principais e seus respectivos tópicos, é possível notar uma considerável quantidade de estudos que se apropriaram, em sua totalidade

ou em partes, da abordagem sistêmica – isso principalmente nos estudos da terceira categoria, Comportamento do Grupo. Essa constatação revela uma tendência relativamente recente de crescimento da utilização dos conceitos da abordagem sistêmica nos estudos do jogo de futebol.

Com o desenvolver da abordagem sistêmica como racional norteador dos estudos com jogos de futebol, diversos métodos de coleta e análise de dados foram desenvolvidos como, por exemplo, estudos com dados posicionais (GOES et al., 2021; MEMMERT; LEMMINK; SAMPAIO, 2017; SILVA et al., 2016). Dados posicionais são informações sobre a posição do jogador ou da bola durante o decorrer do tempo de jogo. A partir desse tipo de informação é possível derivar inúmeras variáveis como, por exemplo, a centralidade do time, a dispersão dos atletas em determinado momento do jogo, a distância de dois conjuntos de jogadores, índice de exploração espacial dentre outras informações que agregam a compreensão do comportamento e dinâmica posicional dos indivíduos ao longo do jogo. Esses dados podem ser extraídos de maneiras distintas, sendo as mais comuns a partir de aparelhos de GPS ou sistemas semi-automáticos de filmagem. Por exemplo, Goes et al. (2021) analisaram 118 jogos do campeonato holandês de futebol masculino, buscando examinar o comportamento espaço-temporal de subgrupos dinâmicos (i.e. conjunto de defensores, meio campistas ou atacantes) em ataques bem-sucedidos, introduzindo um sistema automático de identificação de subgrupos a partir de dados posicionais coletados via um sistema semiautomático de câmeras. A amostra conteve 12.424 ataques, sendo que apenas 1.237 foram bem-sucedidos (e.g. terminados em oportunidade de finalização). Apenas ataques com duração mínima de 5 segundos e que se iniciaram nos dois primeiros terços do campo foram considerados para análise. Após análise das relações dos centroides dos dois times e das relações entre os subgrupos (defensores, meio campistas, atacantes) de ambos os times, os resultados demonstraram que o nível de análise dos subgrupos trouxe informações mais ricas quando comparado às variáveis advindas do nível de time. A análise no nível de subgrupo demonstrou que defensores dos times que estão atacando, assim como atacantes dos times que estão defendendo, demonstraram uma diminuição na sincronização inter-time, permitindo supor que os o comportamento dos defensores do time que está atacando auxilia na emergência de espaço para o ataque ser bem-sucedido.

Nesse sentido, é fundamental destacar o trabalho de revisão sistemática desenvolvido por Low et al. (2020), na qual os autores buscaram entender quais variáveis estão sendo utilizadas para mensurar o comportamento tático dos times de futebol, assim como investigar os métodos que estão sendo empregados pelos pesquisadores. Apenas estudos que utilizaram dados posicionais e que foram publicados entre os anos de 2011 e 2018 foram incluídos na amostra, totalizando 77 estudos. Vale destacar que apenas 2 estudos utilizaram o futebol

feminino profissional como amostra (TENGA et al., 2015; ZUBILLAGA et al., 2013), revelando a sub-representação desse segmento nos estudos de análise de jogo, notadamente no que se refere às investigações cujo racional é associado à abordagem sistêmica.

Nessa revisão, Low et al. (2020) observaram que as medidas utilizadas para estudar o comportamento tático no futebol são medidas de posição, distâncias, espaços de jogo e relações numéricas; e que como método foram utilizadas análises lineares (e.g. centroide, área de ocupação da equipe, distância ataque/defesa) e não-lineares (e.g. coeficientes de entropia, fase relativa, análise de cluster).

A maioria dos estudos incluídos na investigação abordaram o jogo por meio de uma perspectiva macro, ou seja, a partir do nível da partida, observando a interação e comportamento de ambos os times. Poucos estudos focaram em níveis de análise na perspectiva do time, de subgrupos e/ou de díades. Especificamente com relação aos estudos que buscaram investigar momentos em que precederam uma finalização ou um gol, Low et al. (2020) ressaltam que nem todas as perturbações que precedem mudança no estado do sistema podem ser relacionadas à variabilidade entre as distâncias dos centroides de ambos os times, o que nos permite deduzir que existem mais de um parâmetro que ordena o sistema.

Uma outra revisão sistemática, também recente, foi realizada por Lord et al. (2020). Os autores abordaram a questão dos métodos utilizados na análise de desempenho no esporte coletivo, notadamente o futebol. Os autores fizeram um levantamento de publicações de 1997 a 2019, demonstrando haver um aumento considerável de estudos a partir de 2010. Após a triagem e inclusão dos artigos, seis temas foram selecionados para categorizar as publicações, as quais foram setorizadas por modalidade estudada. De forma resumida, os estudos com futebol foram divididos em: (1) Estilo de Jogo (n = 5), (2) Análise de Redes (n = 25), (3) Comportamento Coletivo do Time (n = 23), (4) Padrões de Movimentos (n = 56), (5) Ações dinâmicas de jogo (n = 36), (6) Ações de Jogo (n = 92). O total de artigos com futebol foi de 237, ou seja aproximadamente 44% de toda a amostra. O que se nota é o fato da presença incontestável de uma visão do jogo como um sistema dinâmico, complexo e adaptativo, demonstrando um avanço importante na forma com que os pesquisadores estão buscando responder questões referentes ao desempenho no futebol. Ainda, os autores descrevem quais foram os métodos de análises utilizados em cada um dos temas e em relação a que o tema foi estudado, como por exemplo o tema Ações de Jogo Dinâmicas foi estudado em relação a posição/função dos jogadores, utilizando mapas de calor.

Para os fins do presente estudo, é imperativo abordar o artigo dos pesquisadores italianos Marchiori e De Vecchi (2020), no qual a partir de uma abordagem sistêmica e fazendo

um paralelo entre os fundamentos da neurociência e o futebol, propôs-se uma nova perspectiva para se analisar as interações existentes durante um jogo. Partindo da divisão do campo em zonas, as quais se assemelham com as diferentes zonas (áreas) do cérebro (córtex), os autores mapearam as trocas de informação, ou seja, o movimento da bola, utilizando a teoria dos grafos. Com isso permite-se criar uma rede direcional de transmissão de informações, possibilitando compreender melhor como as diferentes zonas do campo são utilizadas pelos componentes do sistema, os jogadores. Um valor de eficiência de redes foi criado a partir dos grafos de cada time, o qual foi obtido pelo modo com que as informações foram transmitidas durante o jogo.

Esse modelo de análise permitiu aos autores encontrarem zonas do campo em que ocorria uma maior troca de informação, assim como momentos do jogo em que essas trocas se tornavam mais frequentes de acordo com a magnitude dessas informações. Além desses resultados, os autores correlacionaram a análise dos grafos de cada jogo com dois indicadores de performance. O primeiro deles considerou o número de gols marcados e sofridos pela equipe que ganhou o jogo. O segundo considerou apenas o resultado do jogo, classificando como vitória, empate ou derrota. Os valores das correlações foram respectivamente 0,80 e 0,75, demonstrando um valor maior para o indicador de performance quantitativo (i.e. número de gols). Com a intenção de observar se a eficiência de redes de cada time seria capaz de prever o resultado do jogo (i.e. vitória ou empate), os autores observaram que em 96,77% dos casos os valores de eficiência de redes dos times confirmaram o desfecho do jogo.

Marchiori e De Vecchi (2020) também analisaram se os resultados dos jogos sofreram maior influência de um aumento de eficiência em momentos que antecederam o gol (i.e. 5 minutos antes do gol) ou se a eficiência global do time foi determinante para o desfecho. Os resultados demonstram não existir um aumento de eficiência nesses momentos que antecedem o gol, permitindo inferir que a eficiência global do time explica melhor o resultado do jogo. Ainda, foi demonstrado que o balanceamento dos passes nas diferentes áreas do campo parece ter mais importância para o sucesso do que uma eficiência localizada em áreas específicas. Assim, sustenta-se de certa forma a ideia de que esses resultados justificam o insucesso de estatísticas tradicionais, como por exemplo posse de bola, chutes e escanteios, para explicar a performance.

O estudo supracitado desperta interesse por diversos motivos, com destaque para o fato de os autores utilizarem como objeto de estudo o campo de futebol e a forma com que a bola o percorre, independentemente da posição dos jogadores. Essa visão também permite observar a importância de se aprofundar na investigação de como a informação é transmitida (i.e. movimento da bola) pelos componentes do sistema (i.e. jogadores), dentro das delimitações

espaciais do campo de futebol ao longo do tempo, conceitos que remetem justamente a abordagem sistêmica. Essa abordagem, juntamente com a utilização da teoria dos grafos, traça um possível caminho para o desenvolvimento de estudos que buscam compreender de forma mais aprofundada a emergência de perturbações e transições de fase nos jogos de futebol.

2.3 Perturbações no futebol

Uma das questões centrais da teoria geral dos sistemas é a possibilidade de se identificar, descrever, e explicar a emergência da estabilidade (e instabilidade) em um sistema complexo com inúmeros graus de liberdade em fluxo constante (HUGHES et al., 2013; KELSO, 2000; MCGARRY et al., 2002). McGarry et al. (2002) destacam dois conceitos importantes para compreender as mudanças da dinâmica dos sistemas: os parâmetros de ordem e os parâmetros de controle. Os parâmetros de ordem são considerados como variáveis dependentes do sistema, caracterizando o estado de estabilidade do sistema. Um exemplo de parâmetro de ordem no futebol é a coordenação entre jogadores do mesmo time (cooperativa) e de times diferentes (opositiva) (e.g. fase relativa) (MCGARRY et al., 2002). Uma alteração na coordenação entre os jogadores pode alterar o comportamento do sistema, causando uma transição para um novo estado de organização (transição de fase).

Essa alteração nos parâmetros de ordem do sistema é causada pelos parâmetros de controle, considerados como variáveis independentes do sistema, tendo como característica principal a influência sobre os parâmetros de ordem, conseqüentemente, sobre o comportamento do sistema. Um exemplo de parâmetro de controle é a velocidade de movimento dos jogadores (MCGARRY et al., 2002). Visto que o jogo é regido pela variação dos parâmetros de ordem e controle, e que essas variações acarretam transições de fase, é necessário compreender de que forma esses parâmetros são modificados. Para tanto, se torna imprescindível o conhecimento das perturbações.

McGarry et al. (2002) trazem uma das primeiras definições de perturbação no futebol ao citarem Hughes et al. (1998). Para Hughes, perturbações são incidentes que mudam o fluxo rítmico do ataque e da defesa, levando a uma oportunidade de finalização. Esses incidentes poderiam ser identificados como um passe, um drible ou até mesmo uma mudança de ritmo de movimento. Assim, a emergência de uma perturbação altera o estado do sistema de uma situação estável (invariante) para uma situação instável (variante) (JAMES et al., 2012). A compreensão da emergência de perturbações pode contribuir para o entendimento das dinâmicas de criação de oportunidades de finalização, visto que as perturbações no jogo de

futebol podem gerar duas situações (MCGARRY et al., 2002): na primeira, a perturbação altera o estado do sistema, ocasionando um novo padrão coordenativo em que o ataque possui vantagem¹ em relação à defesa; em uma segunda situação, a perturbação cria um período de instabilidade que é transitório, pois o sistema se reorganiza, retornando ao seu estado de estabilidade. Neste caso, a defesa retoma a ordem impedindo que o ataque siga com vantagem.

Hughes e Reed (2005) descreveram algumas ações do jogo, caracterizando-as como “tipos de perturbações”; entre elas, citam o passe “de rompimento” (passe que traz progressão, ultrapassando a linha defensiva), o drible, mudanças no ritmo das ações ou qualquer outra ação que “desequilibre” a defesa (alterando a estrutura organizacional) gerando uma oportunidade de finalização (evento crítico). James et al. (2012) por sua vez, buscaram identificar a ocorrência de perturbações e as tentativas de perturbações criadas a partir da equipe com posse de bola. Após analisarem oito jogos da liga inglesa, os autores relataram que as ações de passe propiciaram um maior número de perturbações, quando comparado com drible e bolas paradas.

Seguindo a linha de investigação de James, Kim et al. (2019a) realizaram um estudo para validar 5 situações em que fosse possível identificar instabilidade no estado organizacional do jogo. O objetivo dos autores foi criar um modo de facilitar a identificação de perturbações. Para tal, quatro técnicos de times da Primeira Liga Inglesa e dois analistas de performance foram solicitados a assistir e classificar uma série de vídeos que continham exemplos das cinco situações de instabilidade. Como resultado do estudo, as situações de instabilidade estabelecidas foram: (1) posse de bola na grande área (instabilidade causada pela localização da bola); (2) contra-ataque (instabilidade causada pela situação de jogo); (3) proporção de jogadores que atacam em relação aos que defendem (instabilidade causada pela situação de jogo); (4) cruzamento bem-sucedido (instabilidade causada por uma ação); (5) chute bem-sucedido (instabilidade causada por uma ação). Além da contribuição teórica, esses resultados também proporcionam uma boa possibilidade de utilização dos conceitos e medidas propostos por parte dos profissionais envolvidos com o futebol. Além disso, destaca-se o fato de que as análises podem ser realizadas com a utilização de um simples software de análise de vídeo. Operacionalmente, isso torna essa contribuição ainda mais valiosa, visto que possibilita a sua reprodução e aplicação por pesquisadores e profissionais da área sem a necessidade do uso de

¹ O termo vantagem será entendido como situação na qual o time que detém a posse da bola tem condição clara de progredir em direção ao gol do adversário, sendo identificada por (1) uma posição privilegiada dos jogadores atacantes no campo em relação aos seus adversários; (2) superioridade numérica do ataque (equipe com posse de bola) sobre a defesa adversária; (3) criação de uma oportunidade de finalização, identificada a partir de uma condição na qual o atacante tem situação favorável de tempo e espaço para tanto.

dispositivos de GPS ou sistemas de rastreamento semiautomáticos, como os das empresas PROZONE e AMISCO.

Embora a contribuição de Kim et al. (2019a) sejam de fato relevantes, outros estudos se fazem necessários para verificar se o processo de identificação de perturbações pode se ater somente às cinco situações de instabilidade apresentadas. Faz-se pertinente a procura por novas iniciativas que busquem compreender de forma mais profunda a dinâmica da emergência das perturbações, tanto no que tange fatores conceituais e metodológicos (e.g. tipos de perturbações e reprodutibilidade) quanto em análises estatísticas mais adequadas à sua natureza sistêmica. Somado a isso, a realização de um maior número de estudos norteados pela perspectiva dos sistemas complexos e que utilizem metodologias mais acessíveis para clubes e profissionais da área se faz necessária. Adicionalmente, a escassez de estudos com o futebol feminino, em particular no que tange a utilização da abordagem sistêmica no entendimento e análise do jogo, e ainda, a sub-representação dessa população no que se refere aos estudos centrados na análise das perturbações e eventos críticos, revela a necessidade da condução de investigações dessa natureza centradas no futebol feminino. Isso pode contribuir tanto para o avanço do conhecimento científico, como, podendo impactar no dia-dia dos profissionais que trabalham com o futebol feminino. A generalização dos resultados de estudos com o futebol masculino, para o futebol feminino, é questionável e limita o avanço do conhecimento na modalidade.

2.4 Análise do comportamento tático e a abordagem sistêmica no futebol feminino: uma população pouco investigada?

Por mais que a área de estudo em questão possua inúmeros estudos, como demonstrado pelas revisões sistemáticas apresentadas (LORD et al., 2020; LOW et al., 2020; SARMENTO et al., 2014), é possível notar o baixo número de trabalhos que investiguem o comportamento tático no futebol feminino apontando para uma sub-representação dessa população. Rebecca Smith (ex-atleta e psicóloga) constata que a Copa do Mundo de Futebol Feminino no Canadá em 2015 foi um ponto de inflexão no crescimento do futebol feminino, evento que contou com a participação de 24 times (oito a mais que na Copa do Mundo anterior) e ainda atingiu 750 milhões de telespectadores por todo o mundo, tendo como destaque o recorde de 8.4 milhões de telespectadores em uma das semifinais (SMITH, 2018). Embora o futebol feminino venha crescendo nos últimos anos, ainda existem diversas lacunas a serem preenchidas, com destaque para a necessidade de avanço do conhecimento do jogo, em particular, no nível de análise da abordagem sistêmica. Adicionalmente, aspectos operacionais também precisam ser

melhorados, como por exemplo o aumento do investimento nas atletas, o acesso à locais de treino de qualidade e até mesmo o acesso à medicina esportiva (SMITH, 2018), o que, em última análise, aumentaria as possibilidades de investigações e incorporação de pesquisas dessa temática no futebol feminino.

No que se refere à estudos que buscaram analisar o jogo de futebol feminino, quando comparado ao futebol masculino, poucos estudos são encontrados. Mara, Wheeler e Lyons (2012), por exemplo, realizaram um estudo no qual foram investigadas estratégias que levaram a oportunidades de gol em uma temporada do Campeonato Australiano de Futebol Feminino (W-League). A partir da observação dos tipos de passes (i.e. altura, distância, posição, direção) e de uma análise descritiva, os autores concluíram que a movimentação da bola para as zonas laterais do campo, seguido de um cruzamento bem executado poderia auxiliar os times a criarem mais oportunidades de gol. Scanlan et al. (2020) também investigaram a criação de oportunidades de gol nos 52 jogos da Copa do Mundo de Futebol Feminino de 2015. Os autores descreveram como as oportunidades de gol foram criadas por meio da observação das zonas de início de posse de bola que precederam a criação da oportunidade, bem como o tempo de execução do ataque e o tipo de recuperação da bola. Todas essas informações foram comparadas com o sucesso, ou seja, se a oportunidade levou ao gol, e insucesso, quando o goleiro ou um defensor impediu o gol. Os achados revelaram uma relação positiva entre o ganho da posse de bola nas zonas médias do campo, a partir de interceptação de passes ou de erros forçados, com a criação de oportunidades de gol.

Em um outro estudo, buscando compreender a influência do resultado do jogo na posse de bola de times que participaram da Copa do Mundo de futebol feminino de 2015, Maneiro et al. (2020) investigaram 3.740 posses de bola dos 52 jogos do campeonato. Uma classificação de sucesso e insucesso foi atribuída a cada time, de acordo com o resultado do jogo. A fim de entender como se comportavam os times que obtiveram sucesso ou insucesso após o apito final, os autores utilizaram uma série de categorias, como número total de passes durante a posse de bola, resultado do jogo no momento em questão, local em que a posse de bola foi iniciada, duração da posse e intenção das jogadoras entre manter a posse de bola ou progredir. Foi visto que o número de posses de bola sofre influência do resultado momentâneo do jogo, de modo que as características de posse de bola para times que obtiveram sucesso se diferem dos demais times no que tange ao tempo das posses e aos locais em que elas ocorrem.

Mais recentemente, Iván-Baragaño et al. (2021), destacando a falta de estudos com enfoque no comportamento tático no futebol feminino, investigaram por meio de um método misto, o qual envolveu análise quantitativa e qualitativa, posses de bola de 16 jogos da fase

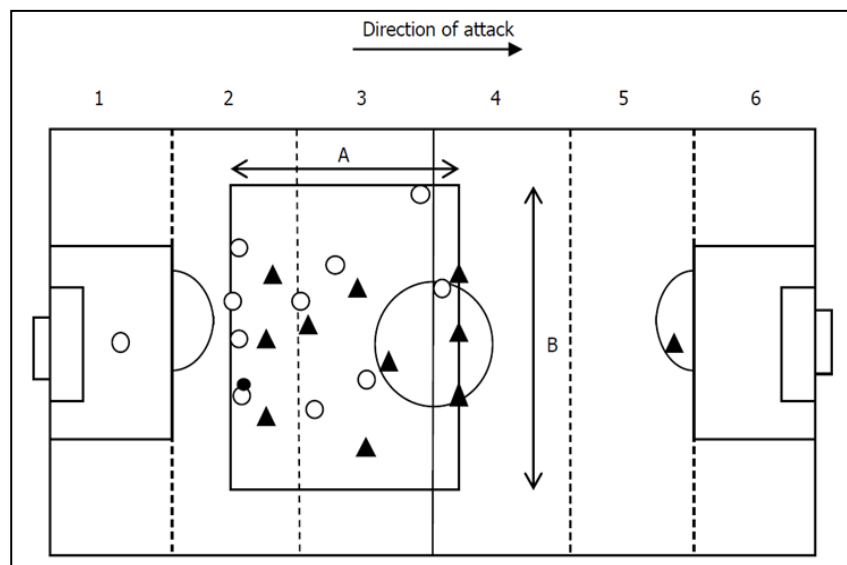
eliminatória da Copa do Mundo de Futebol Feminino que ocorreu na França em 2019. Um total de 2.323 posses de bola foram analisadas. Dois tipos de observações foram realizadas: direta e indireta. As observações diretas foram realizadas a partir de um instrumento de observação que continha uma série de dimensões, critérios e categorias que envolviam informações como resultado do jogo no momento da posse de bola, local em que a posse de bola se iniciou, intenção das jogadoras de ataque e defesa e tipo de desfecho. As observações indiretas foram feitas a partir de entrevistas com oito indivíduos envolvidos com futebol feminino, das quais três eram jogadoras profissionais e cinco treinadoras. Os autores construíram uma árvore de decisão a partir de uma classificação binária em que sucesso correspondia a uma posse de bola terminada em chute a gol, gol ou cruzamento para a área, e o insucesso a um desfecho diferente dos citados, na qual foram demonstrados possíveis caminhos de ocorrência dos diversos critérios identificados. Os resultados do estudo sugeriram que as posses de bola iniciadas com maior proximidade do gol do adversário, juntamente com a intenção tática de progredir com velocidade foram fatores que apontaram maior sucesso na fase ofensiva dos jogos analisados.

No que tange a utilização da abordagem sistêmica como pressuposto teórico, Tenga et al. (2015) exploraram a emergência de padrões estruturais formados em jogos de futebol profissional masculino e feminino, a partir da análise de valores de distância de jogo (e.g. distância entre os jogadores da extremidade do campo, em termos de largura e comprimento do campo) em seis localizações distintas da bola (Figura 1). Foram utilizados oito jogos da liga espanhola de futebol, sendo quatro jogos do campeonato masculino e quatro do feminino. Os dados de distância de jogo foram coletados a partir de um sistema de câmeras que permitiu a identificação posicional dos jogadores e da bola.

Os achados revelaram que as distâncias de comprimento e largura dos jogadores variaram nas seis zonas estudadas de acordo com a proximidade do gol adversário. Em ambas as amostras, masculino e feminino, o comportamento das distâncias entre os jogadores foi similar, apresentando uma diminuição das distâncias no comprimento do campo nas zonas centrais e ao mesmo tempo um aumento da distância entre os jogadores na largura do campo nessas mesmas regiões centrais, com destaque para os times masculinos. Esses resultados demonstram que por mais que os times de ambos os sexos tenham comportamentos similares no que tange a distribuição de seus jogadores em diferentes zonas do campo, times masculinos apresentaram maior utilização das laterais do campo em zonas mais ofensivas assim como proximidade maior dos defensores e atacantes durante essas mesmas fases. As equipes femininas apresentaram menor utilização das laterais do campo e maior distâncias entre as

defensoras e atacantes em zonas mais próximas ao gol adversário, podendo possivelmente indicar uma menor possibilidade de criação de oportunidades de finalização.

Figura 1 - Distâncias medidas de comprimento (A) e largura de jogo (B) e as seis zonas (1 - 6) indicando diferentes localizações da bola no campo, determinadas pela equipe com a posse da bola.



Fonte: Tenga et al., (2015)

Outros estudos tendo como amostra jogos de futebol feminino se dedicaram a investigar o jogo com enfoque em indicadores técnicos de performance, como por exemplo o trabalho de Kubayi e Larkin (2020). Utilizando como amostra a Copa do Mundo de 2019, os autores estudaram as diferenças de desempenho em indicadores técnicos de performance em times ganhadores e perdedores, em 48 jogos. Os indicadores observados foram divididos em fases de ataque, defesa, transição e bolas paradas. Para cada um desses grupos foram selecionadas variáveis como percentual de posse de bola, número total de passes, percentual de passes bem sucedidos, número de chutes e de chutes no gol, número de dribles, percentual de dribles bem sucedidos, número de disputas aéreas, percentual de disputas aéreas bem sucedidas, número de combates defensivos, percentual de sucesso em combates defensivos, faltas cometidas, cartões amarelos recebidos, número de recuperação de bola, número de escanteios e faltas. Os resultados do estudo mostraram que times ganhadores apresentaram maior posse de bola, maior número de passes realizados com precisão, chutes e chutes no alvo, disputas aéreas bem-sucedidas, recuperação de bola e escanteios. Por outro lado, os times perdedores perderam a

bola com maior frequência, realizaram mais combates defensivos e receberam um maior número de cartões amarelos.

Mais recentemente, de Jong et al. (2023) buscaram investigar aspectos de interação, trabalho em equipe e tática no futebol feminino. Entre as poucas investigações nesse sentido, os autores buscaram identificar diferenças em métricas advinda da análise de redes (e.g. densidade de arestas, coeficiente de cluster, distância média, conectividade de arestas, grau de centralidade de saída, centralidade de proximidade, *betweenness centrality*, *eigenvector centrality*) entre equipes bem-sucedidas e malsucedidas. Foram analisadas 694 partidas de quatro campeonatos diferentes – Liga Nacional Americana de Futebol Feminino, Superliga Feminina da Associação Britânica de Futebol, Copa do Mundo Feminina FIFA, Campeonato Europeu Feminino UEFA. Utilizando a teoria dos grafos, os autores consideraram cada jogadora como um nodo e cada passe como uma aresta. O número de passes entre duas jogadoras denotou um peso para a aresta criada entre elas, criando uma lista com todas as conexões criadas entre as jogadoras durante os jogos. Após as análises, os resultados mostraram que as equipes que ganharam ou empataram tiveram maiores valores médios de grau de centralidade de saída (vencedor = 3,083; empate = 3,017; perdedor = 2,695), de centralidade de proximidade (vencedor = 0,366; empate = 0,366; perdedor = 0,351), menores valores médios de distância (vencedor = 1,693; empate = 1,688; perdedor = 1,710) e *betweenness centrality* (vencedor = 0,085; empate = 0,086; perdedor = 0,091).

Levando em consideração a literatura pertinente, é possível observar um crescente interesse nos estudos que utilizam o futebol feminino como amostra. Porém, embora os achados desses estudos apontem um avanço no conhecimento a respeito do tema, a comparação com o corpo de conhecimento gerado a partir das análises com o futebol masculino, principalmente no que concerne à adoção da abordagem sistêmica como racional para a realização desses estudos, revela que ainda existe um enorme espaço para pesquisas que envolvam essa abordagem. Assim, é valioso que se observe o jogo a partir da lógica sistêmica e envolvendo análises que atendam à complexidade natural do esporte em questão.

3 MÉTODO

3.1 Amostra e Delineamento

A amostra do presente estudo foi composta por todos os jogos da fase final da Liga Dos Campeões Feminina UEFA 2021-2022, totalizando 13 jogos. Foram analisados oito jogos de quartas de finais, quatro jogos de semifinais e uma partida final, como demonstrado na Figura 2. O campeonato foi definido para análise, considerando que as melhores jogadoras do mundo estão envolvidas nesta competição. Para a coleta dos dados, o software *Dartfish 2022 Pro S* (11.2, build 825) foi utilizado.

Na Figura 2, os jogos das fases finais da Liga Dos Campeões Feminina UEFA 2021-2022, analisados no presente estudo, podem ser observados, somando sete confrontos e 13 jogos. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo (CAAE49467021.0.0000.5391) (anexo 1).

Figura 2 - Jogos analisados das fases finais da Liga Dos Campeões Feminina UEFA 2021-2022. (<https://www.youtube.com/@DAZNWomensFootball/videos>)



3.2 “Estados” do jogo

O jogo foi caracterizado a partir de dois estados distintos: estado de estabilidade e estado de instabilidade, de acordo com o proposto por James et al. (2012). O estado de estabilidade foi caracterizado quando, a partir de uma posse de bola claramente identificada para uma equipe (ataque), essa apresentava total controle da posse e não havia evidente vantagem numérica ou posicional da equipe atacante sobre a equipe adversária. Adicionalmente, para que o estado de

estabilidade fosse identificado, foi observada a condição na qual as defensoras sustentam a não-invasão de seu espaço, não existindo a possibilidade iminente de oportunidade de gol.

O estado de instabilidade foi caracterizado quando houve uma vantagem iminente da equipe que possuía a posse de bola em relação às defensoras. A passagem de um estado de estabilidade para o estado de instabilidade foi assumida no presente estudo como sendo a transição de fase. A transição de fase foi caracterizada, portanto, como o momento em que a estabilidade do sistema foi perdida, acarretando uma nova ordem, uma nova organização (MCGARRY et al., 2002). Para a identificação dos estados do sistema, a definição de posse de bola de Pollard e Reep (1997, p. 542) foi utilizada:

“A posse de bola de uma equipe começa quando um jogador ganha a posse da bola por qualquer meio, contanto que não seja de um jogador da mesma equipe. O jogador deve ter o controle suficiente sobre a bola para poder ter uma influência deliberada na sua direção subsequente. A posse da equipe deve continuar com uma série de passes entre jogadores da mesma equipe, mas termina imediatamente quando ocorre um dos seguintes eventos: a) a bola sai de jogo; b) a bola toca em um jogador do time adversário (e.g. por meio de um tackle, um passe interceptado ou um chute defendido). Um toque momentâneo na bola que não muda significativamente sua direção não é considerado; c) ocorre uma violação das regras (e.g. um jogador está fora de jogo ou uma falta é cometida)” (POLLARD; REEP, 1997, p. 542).

Para a identificação da transição de fase, foram considerados como parâmetros de ordem do sistema (1) o ritmo de movimento das jogadoras, ou seja, a uma alteração percebida da velocidade com que o jogo estava sendo desenvolvido; (2) a coordenação cooperativa e opositiva, ou seja a relação posicional entre as jogadoras do mesmo time e do adversário, respectivamente.

As situações de contra-ataque não foram consideradas para as análises, visto que essa é uma situação do jogo em que o sistema já se encontra em estado de instabilidade. Contra-ataque foi definido segundo Mitrotasios et al. (2019, p. 455), como se segue:

- a) A posse se inicia com o ganho da bola em jogo.
- b) A progressão em direção ao gol adversário procura utilizar o grau de desequilíbrio do início ao fim do lance com um ritmo rápido (TENGA, KANSTAD & BAHR, 2009).
- c) A circulação da bola predomina no comprimento do campo e a intenção é explorar os espaços deixados pelo time adversário.
- d) O time defensor não tem a oportunidade de se organizar e se preparar para defender (MITROTASIOS et al., 2019, p. 455).

3.3 Perturbações e Desfechos

Perturbações foram conceituadas como incidentes que geraram uma mudança de ritmo, um desequilíbrio no sistema, causando uma instabilidade momentânea, capaz de criar, em última instância, uma oportunidade de finalização (HUGHES; REED, 2005). No presente estudo, a perturbação caracterizou a transição de um estado de estabilidade para o estado de instabilidade. Como exemplo, no jogo de futebol uma jogadora do time que detém a posse de bola realiza um passe em profundidade atrás da “última linha defensiva”, fazendo com que a sua companheira de equipe fique em condições de finalização. Esse passe alterou o ritmo do sistema, criando uma instabilidade momentânea, possibilitando uma vantagem ao time com a posse da bola, caracterizando a ação do passe como uma perturbação. A ocorrência de uma perturbação não garante o surgimento de uma finalização (evento crítico). Para os propósitos do presente estudo as ações que geraram as perturbações foram caracterizadas como “isoladas”, ou seja, compostas por apenas uma única ação, ou “combinadas”, compostas por duas ou mais ações.

Com base nos seis tipos de perturbações definidas por Hughes e Reed (2005), duas foram consideradas para os propósitos do presente estudo (“passe” e “drible”). A ação de perturbação “condução” é uma criação desta dissertação. No Quadro 1 são apresentadas e descritas as ações de perturbações que foram analisadas. Somente as perturbações ofensivas e geradas pela jogadora que detém a posse da bola foram consideradas no presente estudo.

Quadro 1 - Tipos de ações de perturbações.

Ação	Definição
Passe	Ação de passar a bola para um companheiro de equipe, independente da técnica utilizada (e.g. passe de chapa, de peito de pé, de calcanhar, com a parte de fora do pé, de cabeça, lançamento, cruzamento).
Condução	Ação de progredir com a bola, ganhando vantagem posicional em relação ao defensor.
Drible	Ação de passar pelo adversário, com a bola, por meio de finta, corte ou habilidade extraordinária (e.g. elástico, caneta, chapéu, carretilha, drible da vaca).

Para todas as ações de perturbação caracterizadas como unidades de observação das quais uma transição de fase emergiu, foi registrado o tipo de desfecho da transição de fase em questão. Para os propósitos do presente estudo, um desfecho foi considerado como a finalização

da transição de fase, e assim, a emergência de um novo estado. Os tipos de desfechos possíveis foram divididos em dois grupos: (1) ocorrência de evento crítico (OEC) e (2) não ocorrência de evento crítico (NOEC). Para o grupo OEC foram incluídos os desfechos: finalizações e falta defensiva. Para o grupo NOEC foram incluídos os desfechos: perda da posse da bola, estabilização defensiva e desvio defensivo. Adicionalmente, as finalizações foram registradas em três categorias: (1) finalizações no alvo, ou seja, aquelas que levaram a jogadora a chutar no gol, porém não obteve sucesso em marcar; (2) finalizações fora do alvo, aquelas que a jogadora chutou fora do gol; (3) gols, quando a jogadora obteve êxito em marcar o gol.

3.4 Localização das zonas de origem e destino das perturbações e da dinâmica das transições de fase

Para descrever e analisar a dinâmica das ações de perturbação e das transições de fase observadas, informações sobre a localização (zonas do campo de jogo) em que ocorreram as perturbações (origem e destino) foram registradas. A partir desse mapeamento espaço-temporal dos eventos, foi possível entender como a bola é movimentada durante esses momentos da transição de fase. Para tanto, o campo de futebol foi dividido em 18 zonas (Figura 3).

Para realizar esse mapeamento, as zonas de origem e destino da perturbação foram mapeadas, como, por exemplo, um passe com origem na zona 11 e destino na zona 16, ou, ainda, uma condução de bola da zona 12 para a zona 14. Zonas intermediárias não foram consideradas, mantendo um padrão de apenas origem e destino para as análises.

Figura 3 - Divisão do campo de futebol.



Fonte: Adaptado de Hughes e Levell (2019) e Kim et al. (2019b).

3.5 Reprodutibilidade

Após um período de desenvolvimento do método de identificação e análise das perturbações e posterior treinamento do pesquisador principal e um colaborador com experiência em análise de jogo no futebol, a reprodutibilidade inter (entre avaliadores) e intra-avaliador para a identificação dos eventos de perturbação foi testada. O coeficiente Kappa de Cohen foi utilizado para avaliar a concordância entre avaliadores e intra-avaliador. A interpretação dos resultados do nível de concordância foi feita a partir do proposto por Landis e Koch (1977), considerando os valores da estatística Kappa, a saber: $0 - 0,20 =$ leve; $0,21 - 0,40 =$ razoável; $0,41 - 0,60 =$ moderado; $0,61 - 0,80 =$ substancial; $0,81 - 1,00 =$ quase perfeito. O resultado da análise inter-avaliador revelou um nível de concordância quase perfeito (Kappa = 0,86), para uma amostra de 29 unidades de observação. Em seguida, a reprodutibilidade intra-avaliador, feita pelo pesquisador principal do presente estudo, foi realizada em dois momentos distintos. No primeiro momento, antes do início da coleta dos dados, 50 unidades de observação foram analisadas separadas por sete dias de intervalo. Os resultados demonstraram um nível de confiabilidade quase perfeito (kappa = 0,96). O segundo momento, foi realizado durante a coleta de dados, utilizando-se 28 unidades de observação da amostra. Os resultados também demonstraram um nível de confiabilidade quase perfeito (kappa = 0,91). As análises foram realizadas utilizando-se o software *R 4.3.0*.

3.6 Procedimentos de análise dos dados e análise estatística

Inicialmente procedeu-se a análise descritiva (Tabela 1). Posteriormente, a partir da identificação da ocorrência do número de eventos de perturbação e respectivas ações de perturbação, cinco grupos de tipos de ações de perturbação foram determinados, para análise posterior: Grupo 1 = passe (P), Grupo 2 = Drible ou Condução (DC), Grupo 3 = Passe-Passe (PP), Grupo 4 = Passe-Passe-Passe (PPP), Grupo 5 = Outros (O) (todas as demais combinações de ações identificadas). Em seguida, o teste de Kruskal-Wallis foi adotado para verificar possíveis diferenças entre os grupos de ações de perturbação e (1) a zona de origem da perturbação, (2) a zona de destino da perturbação e (3) a ocorrência ou não do evento crítico. As análises foram realizadas utilizando-se do software *GraphPad Prism version 6.00* para Windows (GraphPad Software, La Jolla California USA, www.graphpad.com).

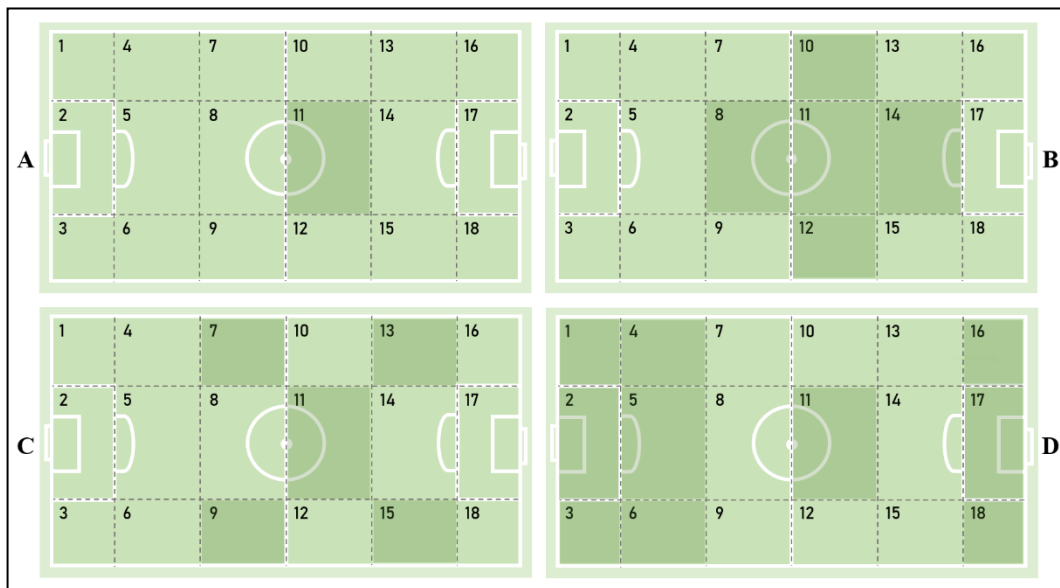
Para analisar a conectividade das zonas do campo e verificar quais foram mais importantes na emergência das perturbações, as interações entre zona de origem e destino foram transformadas em grafos direcionais, considerando cada zona com um nodo e cada perturbação como uma aresta. Para verificar a popularidade de cada nodo, o grau de centralidade foi determinado. O grau de centralidade representa a quantidade de interações que um nodo teve com os demais nodos da rede (GOLBECK, 2015). Devido à natureza direcional das interações entre as zonas, duas medidas de grau de centralidade foram calculadas: de saída (*out-degree centrality*), que representa o número de vezes que o nodo transmitiu uma informação; de entrada (*in-degree centrality*), que representa o número de vezes que o nodo recebeu informação. No presente trabalho, o grau de centralidade de saída e de entrada representam, respectivamente, as zonas de origem e de destino das perturbações. De acordo com o proposto por Golbeck (2015), os valores de grau de centralidade foram convertidos em uma escala de 0 – 1. O nodo com maior grau apresenta um valor de centralidade igual a 1, e todas as demais centralidades dos outros nodos são uma fração de seu grau comparada com o grau do nodo mais popular. Considerando, por exemplo, que a zona 10 tenha recebido 35 interações, o maior número de interações em comparação com as demais zonas, o grau de cada zona será dividido por 35 a fim de se obter um valor de centralidade na escala de 0 – 1. A fim de verificar o comportamento dos distintos tipos de perturbação, os resultados acerca da conectividade entre as zonas são apresentados considerando, separadamente, as perturbações de ações isoladas e combinadas.

Para examinar a previsibilidade (magnitude da variabilidade) das zonas de origem e desfecho das transições de fase subsequentes e do desenvolvimento espacial da transição de fase, inicialmente estimou-se o grau de mudança entre as zonas entre transição de fase subsequentes, atribuindo um valor relativo a cada uma delas, considerando se foram adjacentes/não adjacentes e em quantos planos ocorreram, a partir de quatro categorias, a saber (Figura 4) **a) Sem mudança de zona:** duas origens/desfechos de transição de fase subsequentes ocorrendo na mesma zona do campo. (valor 1); **b) mudança entre zonas adjacentes apenas em um dos planos:** as transições de fase subsequentes ocorrem com origens/desfechos em zonas que diferem apenas num plano – vertical ou horizontal, mas são adjacentes. Por exemplo, a origem ou o desfecho de uma transição de fase ocorre na zona 11 e a próxima ocorre tanto na zona 10, 12, 8 ou 14. (valor 2); **c) mudança entre zonas adjacentes em dois planos:** As transições de fase subsequentes ocorrem com origens ou desfechos em zonas que diferem tanto no plano vertical quanto horizontal - criando uma diagonal entre elas, mas são adjacentes. Por exemplo, uma transição de fase ocorre na zona 11 e a próxima ocorre tanto na zona 7, 13, 9 ou 15. (Valor 3); **d) mudança entre zonas não adjacentes:** As transições de fase subsequentes

ocorrem com origens ou desfechos em zonas não adjacentes podendo diferir tanto no plano vertical e/ou horizontal. Por exemplo, uma transição de fase ocorre na zona 11 e a próxima ocorre tanto na zona 1, 2, 3, 4, 5, 6, 16, 17 ou 18. (Valor 4); entende-se que a mudança entre zonas não adjacentes representa um comportamento mais variável (imprevisível) e a não mudança de zona entre transições de fase subsequente é um comportamento tático mais consistente (previsível).

Considerando as categorias acima descritas, a estimativa da magnitude da variabilidade relativa entre as distâncias das zonas de origens e entre as zonas de desfecho (separadamente) das transições de fase subsequentes foi determinada utilizando-se do coeficiente de variabilidade relativo (EISENHAUER, 1993). Este coeficiente apresenta valores que se distribuem numa escala que vai de 0,5 (nível mais alto de variabilidade) a 0,0 (nível mais baixo de variabilidade). Com isso, indicadores de variabilidade superiores e inferiores de variabilidade são claramente definidos.

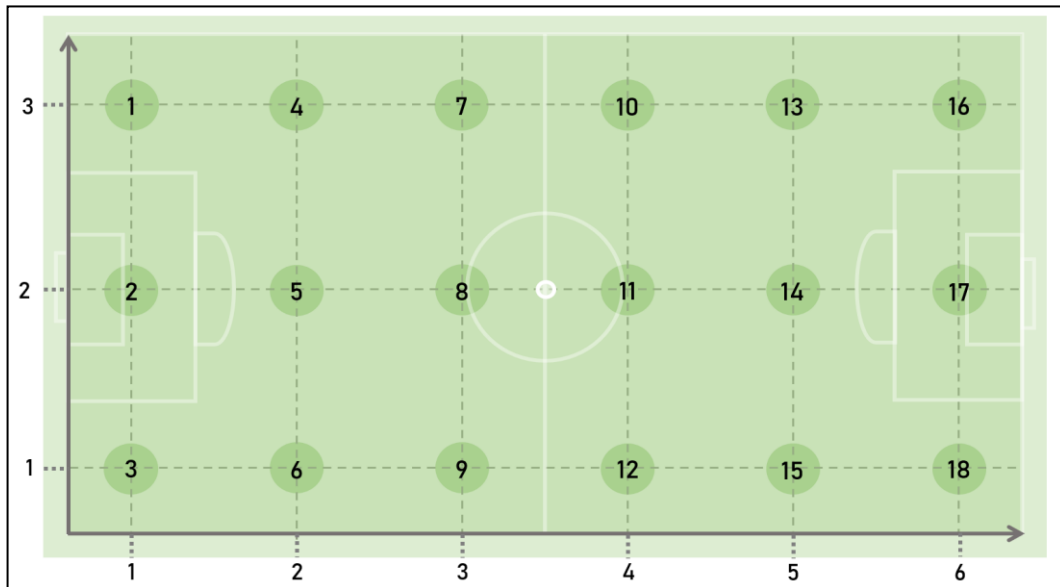
Figura 4 - Categorização das transições de fase, a partir das zonas de origem e destino onde ocorreram.



Para a estimativa da magnitude da variabilidade relativa do desenvolvimento espacial das transições de fase subsequentes, as 18 zonas do campo (Figura 5) foram organizadas em termos de abscissas e ordenadas (plano cartesiano), configurando-se a abscissa em seis pontos e a ordenada em três. Com isso, pôde-se calcular a distância euclidiana média entre as origens e desfechos de duas transições de fase subsequentes. Essa distância foi interpretada como um indicador da magnitude da variabilidade entre o desenvolvimento espacial de duas transições

de fases subsequentes, por meio do coeficiente de variabilidade relativo (EISENHAUER, 1993) (0,5 = nível mais alto de variabilidade e 0,0 = nível mais baixo de variabilidade).

Figura 5 - Plano cartesiano para análise do desenvolvimento espacial da transição de fase.



4 RESULTADOS

Os resultados da análise descritiva são apresentados na Tabela 1, incluindo os valores de número total de perturbações identificadas, média (desvio padrão) de perturbações por jogo, bem como a média (desvio padrão) para todos os tipos de ações de perturbações, e número total de cada tipo de desfecho (estado final do sistema) para cada tipo de ação de perturbação identificada. Um total de 266 perturbações foram identificadas nos 13 jogos analisados, revelando a ocorrência média de 20,4 perturbações por jogo (DP = 6,3). Observou-se 21 tipos diferentes de ações de perturbação; três deles a partir de ações isoladas, ou seja, passe, drible ou condução totalizando juntos 145 ações de perturbação. Os demais 18 tipos de ações de perturbação foram combinações das três ações citadas anteriormente, totalizando juntas 121 perturbações.

A ação isolada de passe ocorreu 122 vezes (média = 9,4; DP = 4,3), seguida das ações combinadas passe-passe com 52 ocorrências (média = 4,0; DP = 1,3) e passe-passe-passe com 25 ocorrências (média = 1,9; DP = 1,7). As demais ações de perturbação ocorreram menos de 14 vezes. O desfecho “gol” ocorreu 16 vezes, demonstrando o menor número de ocorrência dentre os sete tipos de desfecho. “Perda da Posse” foi o desfecho que mais ocorreu (86), seguido de “Finalização fora do alvo” (49) e “Desvio Defensivo” (47).

Os resultados relativos aos tipos de perturbação e a ocorrência de eventos críticos estão apresentados na Tabela 2. Não foram observadas diferenças significantes para a ocorrência de eventos críticos em função do tipo de ações de perturbação (Kruskal-Wallis = 3,67; $p = 0,4517$).

Nas figuras 6 e 7 são apresentados os resultados para as ações de perturbação e as respectivas zonas de origem e destino. Diferenças significantes foram observadas considerando as ações de perturbação e a zona de origem (Kruskal-Wallis = 40,49; $p < 0,0000$) e destino da perturbação (Kruskal-Wallis = 24,10; $p = 0,0001$). Para as zonas de origem, as diferenças foram observadas entre P e DC ($p = 0,0169$), P e PP ($p = 0,0001$), DC e PP ($p = 0,0000$), DC e PPP ($p = 0,0008$) e entre DC e O ($p = 0,0006$). Para as zonas de destino, as diferenças foram entre P e PP ($p = 0,0005$) e DC e PP ($p = 0,0049$).

Tabela 1 - Perturbações e estados finais do sistema.

ESTADO FINAL DO SISTEMA (DESEFECHOS)

TIPO	AÇÕES	Nº TOTAL DE OCORRÊNCIAS	Média (DP)	OCORRÊNCIA DE EVENTO CRÍTICO				NÃO OCORRÊNCIA DE EVENTO CRÍTICO					
				FINALIZAÇÃO FORA DO ALVO	FINALIZAÇÃO NO ALVO	GOL	FALTA	% DO TOTAL DE OCORRÊNCIAS	DESVIO DEFENSIVO	ESTABILIDADE DEFENSIVA	PERDA DA POSSE	% DO TOTAL DE OCORRÊNCIAS	
ISOLADAS	Passé	122	9,3 (4,3)	29	15	8	8	49%	19	8	35	51%	
	Condução	10	0,7 (1,0)	1	1	1	2	50%	1	0	4	50%	
	Drible	13	1 (1,2)	2	0	0	3	38%	3	0	5	62%	
	Passé → Passé	52	4 (1,3)	6	4	6	3	37%	9	5	19	63%	
	Passé → Passé → Passé	25	1,9 (1,7)	4	5	0	0	36%	6	2	8	64%	
	Passé → Drible	6	0,4 (0,7)	0	2	0	0	33%	2	0	2	67%	
	Passé → Condução	5	0,3 (0,5)	0	0	0	0	0%	2	1	2	100%	
	Condução → Passé	5	0,3 (0,6)	2	0	1	0	60%	1	0	1	40%	
	Condução → Passé → Passé	5	0,3 (0,5)	0	1	0	1	40%	0	0	3	60%	
	Passé → Condução → Passé	5	0,3 (0,6)	2	0	0	0	40%	0	1	2	60%	
COMBINADAS	Passé → Passé → Condução	3	0,2 (0,5)	0	0	0	0	0%	2	0	1	100%	
	Passé → Passé → Passé → Passé	2	0,1 (0,3)	0	0	0	0	0%	0	0	2	100%	
	Drible → Condução → Passé	2	0,1 (0,5)	1	0	0	1	100%	0	0	0	0%	
	Drible → Condução	2	0,1 (0,5)	0	0	0	1	50%	0	1	0	50%	
	Drible → Passé	2	0,1 (0,3)	0	1	0	0	50%	1	0	0	50%	
	Passé → Passé → Drible	2	0,1 (0,3)	2	0	0	0	100%	0	0	0	0%	
	Condução → Drible	1	0,07 (0,2)	0	1	0	0	100%	0	0	0	0%	
	Passé → Drible → Passé	1	0,07 (0,2)	0	0	0	0	0%	0	0	1	100%	
	Condução → Passé → Passé → Passé	1	0,07 (0,2)	0	0	0	0	0%	1	0	0	100%	
	Drible → Passé → Passé	1	0,07 (0,2)	0	0	0	0	0%	0	1	0	100%	
	Drible → Condução → Drible	1	0,07 (0,2)	0	0	0	0	0%	0	0	1	100%	
	TOTAL		266	20,4 (6,3)	49	30	16	19	-	47	19	86	-

Tabela 2 - Tipos de ações de perturbação e a ocorrência de evento crítico.

Tipos de ações de perturbação	Kruskal-Wallis	p-valor
Passe		
Drible ou Condução		
Passe - Passe	3,67	0,4517
Passe - Passe - Passe		
Outros		

Figura 6. Número de ocorrências dos tipos de ações de perturbação por zona de origem.

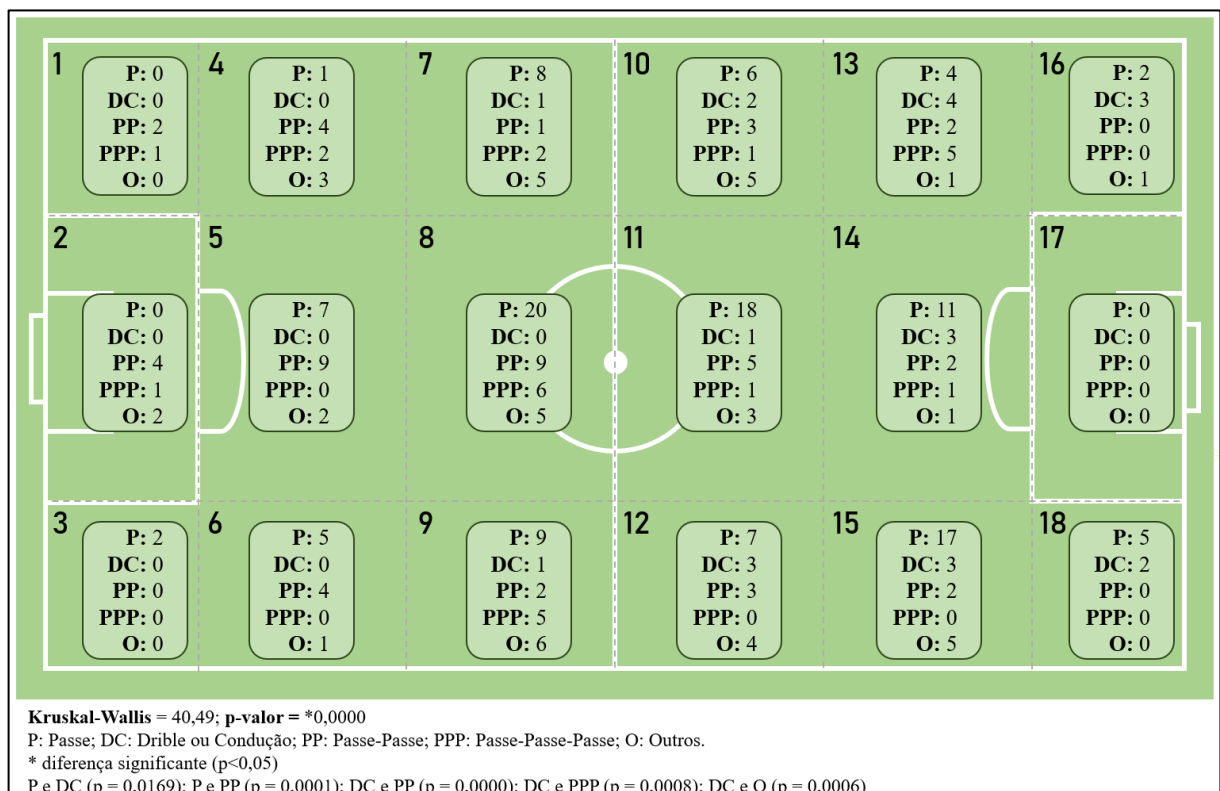


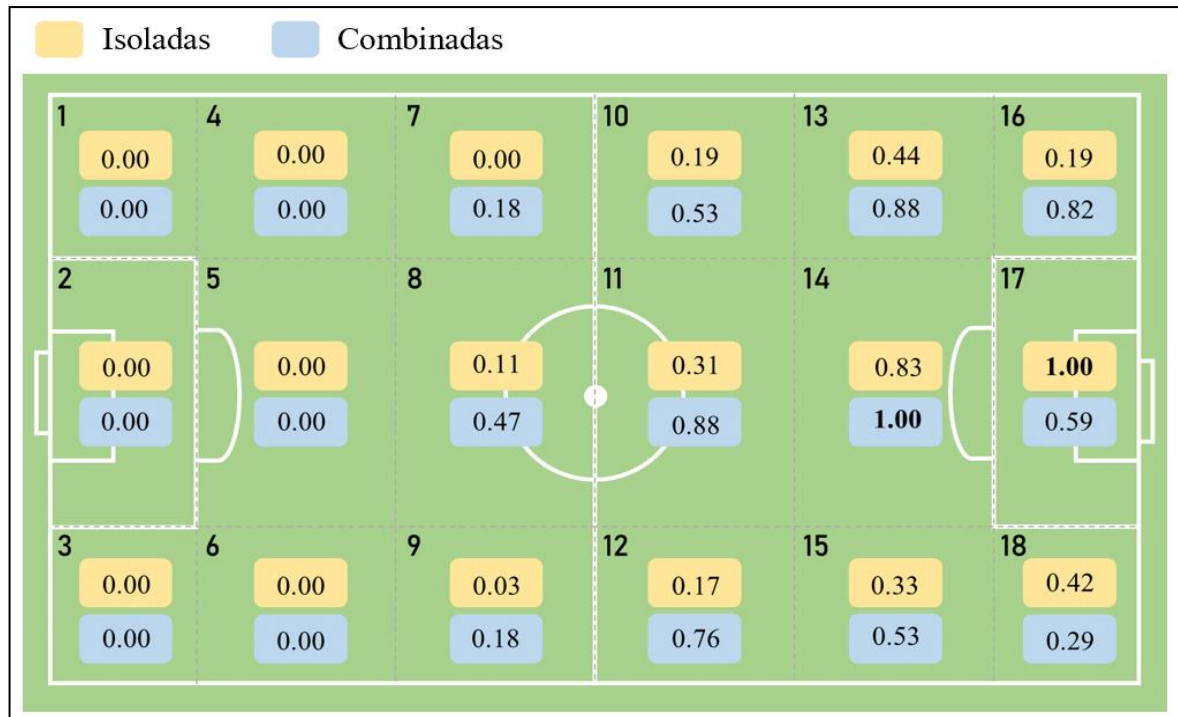
Figura 7 - Número de ocorrências dos tipos de ações de perturbação por zona de destino.



Figura 8 - Grau de centralidade das zonas de origem da perturbação (out-degree centrality).



Figura 9 - Grau de centralidade das zonas de destino da perturbação (in-degree centrality).



Na Figura 8 são apresentados os valores de grau de centralidade das zonas de origem das perturbações (*out-degree centrality*), os quais variam de 0 a 1, em que 1 representa o máximo número de interações observado e 0 ausência de interação. Para as perturbações do tipo isolada, as três zonas com maior valor foram a zona 8 (1,00), zona 15 (1,00), zona 11 (0,95) e as três com menor valor, porém acima de 0 foram a zona 4 (0,05), zona 3 (0,10) e as zonas 6 e 16 (0,25). Para as perturbações do tipo combinada, as três zonas com maior valor foram a zona 8 (1,00), zona 9 (0,65) e zona 5 (0,55) e as três com menor valor, porém acima de 0 foram a zona 16 (0,05), zona 1 (0,15) e zona 14 (0,20).

Na Figura 9 são apresentados os valores de grau de centralidade das zonas de destino das perturbações (*in-degree centrality*). Para as perturbações do tipo isolada, as três zonas com maior valor foram a zona 17 (1,00), zona 14 (0,83), zona 13 (0,44) e as três com menor valor, porém acima de 0 foram a zona 9 (0,03), zona 8 (0,11) e as zonas 12 (0,17). Para as perturbações do tipo combinada, as três zonas com maior valor foram a zona 14 (1,00), zona 11 (0,88) e zona 13 (0,88) e as três com menor valor, porém acima de 0 foram a zona 7 (0,18), zona 9 (0,18) e zona 18 (0,29).

Com base no resultado da magnitude da variabilidade relativa (coeficiente de variabilidade relativo) entre as zonas de origens de transições de fase subsequentes (Tabela 3), pode-se notar que a zona de origem da transição de fase apresenta uma magnitude maior que a metade da escala, podendo assim, ser considerada uma variabilidade alta. De forma mais específica, dada a origem de uma transição de fase numa zona, quando ocorre uma próxima transição de fase há incerteza elevada (0,35 numa escala que vai de 0 a 0,5) do tipo de mudança de zona, ou seja, há grande incerteza se a segunda transição de fase terá origem numa zona adjacente/não adjacente e/ou será deslocada em um ou dois planos. O mesmo resultado foi encontrado para o coeficiente de variabilidade relativo da zona de desfecho da transição de fase (0,34). Com isso, o desfecho da transição de fase também apresenta alta incerteza na sua estimação.

Tabela 3 - Magnitude da variabilidade relativa (coeficiente de variabilidade relativo) entre as zonas de origens, de desfecho e desenvolvimento espacial das transições de fases subsequentes considerando as 266 transições de fase.

Variável	Transição de Fase		
	Origem	Destino	Desenvolvimento
Magnitude da variabilidade entre TF subsequentes	0,34	0,35	0,19

Quando se observa a magnitude da variabilidade relativa (coeficiente de variabilidade relativo) entre o desenvolvimento espacial das transições de fase subsequentes (Tabela 3) pode-se notar que o mesmo se apresenta menor que a metade da escala (0,19 da escala que vai de 0 a 0,5). Esse resultado sugere que considerando as zonas onde ocorre o desenvolvimento espacial da transição de fase a partir de um segmento de reta, há um nível de previsibilidade. Em outras palavras de uma transição de fase para a subsequente o desenvolvimento indica alguma regularidade nestes segmentos de retas que expressam o espaço onde ocorre a transição de fase.

5 DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo examinar a ocorrência de perturbações em jogos de elite de futebol feminino. A partir da identificação dos tipos de perturbação, das ações utilizadas e da localização de origem e destino, foi possível analisar diferenças entre as perturbações do tipo isolada e combinada, verificar a existência de associações entre tipos de perturbações e a ocorrência de evento crítico, analisar as relações entre as zonas do campo utilizadas na emergência das perturbações, e, por fim, examinar a previsibilidade (magnitude da variabilidade) das zonas de origem e destino das transições de fase subsequentes e do desenvolvimento espacial da transição de fase.

Os resultados deste estudo são inéditos e acrescentam informações importantes à literatura existente, principalmente considerando a lógica dos sistemas dinâmicos e complexos para o processo de análise e interpretação dos padrões de jogo de equipes em jogos de futebol feminino.

Informações acerca dos tipos de ações utilizadas na emergência das perturbações, assim como a identificação da maior centralidade de algumas zonas do campo são alguns dos achados que tornam as contribuições desse estudo relevantes para essa linha de pesquisa. Ainda, o método aqui utilizado demonstrou ser útil, com reprodutibilidade quase perfeita e capaz de identificar perturbações, variabilidade e regularidade considerando o tempo e o espaço em jogos de futebol feminino.

No que se refere aos tipos de ações de perturbação, os resultados revelaram que, dentre as 266 perturbações identificadas, houve uma predominância da ação isolada “passe” como principal ação geradora de perturbações (122 ocorrências), seguida pelas ações combinadas de “passe-passe” (52 ocorrências) e “passe-passe-passe” (25 ocorrências). Esse resultado mostra que as perturbações advindas da ação de “passe” se constituem na principal via de transição de fase do sistema. No entanto, não houve diferença entre os tipos de ações de perturbação e a ocorrência de evento crítico.

Esses resultados, embora sejam referentes ao futebol feminino, reforçam achados de estudos anteriores com futebol masculino, os quais também revelaram uma predominância de perturbações advindas da ação isolada de “passe” (HUGHES; REED, 2005; JAMES et al., 2012). Com isso, observa-se um certo padrão de realização de perturbações no futebol, sendo a utilização da ação “passe”, como a mais amplamente realizada para provocar uma alteração no estado do sistema, e, por conseguinte, perturbar o equilíbrio entre defesa e ataque, o que pode indicar uma certa semelhança entre a criação de perturbações no futebol feminino e masculino.

Por exemplo, no futebol masculino, Hughes e Reed (2005) analisaram 15 jogos da equipe inglesa Arsenal FC (quatro jogos foram utilizados para o estudo de reprodutibilidade, totalizando 11 para a coleta final e análise posterior dos resultados) com o intuito de determinar a confiabilidade da identificação de perturbações no futebol e identificar um perfil de criação de oportunidades de finalização, a partir das perturbações. Para tal, os autores coletaram informações a respeito do tipo de ação que gerou a perturbação, seguindo o proposto por Hughes et al. (1998), localização em que ocorreram (zona de origem), localização em que o evento crítico ocorreu e o resultado do evento crítico. Para a identificação da localização da perturbação e do evento crítico, o campo de futebol foi dividido em 12 zonas, característica que se difere desta dissertação no qual o campo foi dividido em 18 zonas, baseado no proposto por Kim et al. (2019a), possibilitando uma maior abrangência espacial para identificar o local do campo no qual as perturbações ocorriam. Os resultados do estudo de Hughes e Reed (2005) mostraram um total de 115 perturbações. As duas ações de perturbação com maior número foram “passe” e “corrida” (ação de perturbação definida como: “o jogador, com ou sem a posse da bola, corre sem mudança óbvia de ritmo e sem tentativa de driblar um adversário”), com 20 ocorrências cada. A ação de perturbação “drible” teve 15 ocorrências, seguidas pelas demais ações que tiveram menos de sete ocorrências.

Esses resultados corroboram em parte aos desta dissertação. Por um lado, no presente trabalho, a ação de “passe” também foi a mais frequente na emergência das perturbações (122 ocorrências), porém não houve diferença significativa entre os tipos de perturbação e a ocorrência do evento crítico. Esse resultado sugere que o evento crítico é ocasionado a partir de diferentes ações de perturbação, indicando uma certa flexibilidade adaptativa do sistema (HE et al., 2023); ou seja, os comportamentos direcionados ao gol adversário podem ocorrer a partir de diferentes tipos de perturbação. Assim, é plausível se afirmar que o sistema encontra diferentes formas de alcançar o estado final tido como meta, iniciando seu desenvolvimento de distintas maneiras. Portanto, esse achado se revela extremamente interessante, pois se alinha com um conceito fundamental dos sistemas complexos, dinâmicos e adaptativos, o conceito de equifinalidade, que implica no reconhecimento de que o sistema pode alcançar um mesmo estado final, por diversos caminhos possíveis (DUTT-MAZUMDER et al., 2011).

É importante destacar algumas diferenças metodológicas entre o presente estudo e o conduzido por Hughes e Reed (2005), notadamente, no que se refere as ações de perturbação analisadas. Das 3 ações de perturbação consideradas nesta dissertação (“passe”, “drible” e “condução”) apenas 2 delas foram utilizadas por Hughes e Reed (2005). Essa diferença, e, portanto, uma distinta conceituação utilizada no presente estudo em comparação ao que

propuseram Hughes e Reed, se deu por quatro motivos. O primeiro deles é o fato deste trabalho ter tido como objetivo examinar apenas perturbações ofensivas, realizadas pelo time portador da bola, as quais, por sua vez, pudessem caracterizar a transição de fase do estado estável para o estado instável, excluindo assim a perturbação “enfrentamento” (i.e. quando um jogador sem a posse de bola sai vencedor ao enfrentar o portador da bola). O segundo motivo foi considerarmos as perturbações “drible” e “habilidade” com uma única ação, assumindo que, considerando o conceito proposto para a “habilidade”, essa poderia ser entendida como um “drible”. O terceiro motivo é o fato de Hughes e Reed (2005) terem relatado baixos valores de reprodutibilidade da identificação das perturbações “habilidade” e “mudança de ritmo”, excluindo assim esses dois tipos. Por fim, há o fato de a perturbação “corrida” estar interconectada com a perturbação “passe”, não havendo assim a necessidade de considerá-la como uma perturbação distinta da ação de “passe”. Esse último motivo foi inspirado nas próprias percepções de Hughes e Reed (2005, p. 39): “Deve ser notado que a habilidade de passe e corrida estão interconectadas; se um atacante executar uma boa corrida, o jogador ainda precisa receber um passe preciso caso o movimento tenha sucesso (HUGHES; REED, 2005, p. 39. Tradução livre).”

Essas particularidades metodológicas são importantes de serem destacadas pois acarretam implicações diretas à forma com que os dados são coletados e conseqüentemente aos resultados obtidos e inferências realizadas. A primeira questão a ser destacada é que definições mais objetivas e claras dos tipos de ações geradoras de perturbação facilitam as suas identificações durante as coletas de dados, aumentando os coeficientes de reprodutibilidade. Pode-se também argumentar que os resultados encontrados, apesar de permitirem comparações, implicam que se tenha alguns cuidados quanto a mudanças metodológicas, além de cautelas nas interpretações. Por exemplo, o número total de ocorrências da ação de perturbação “drible” encontradas nesse trabalho (13), poderia ter sido menor caso o tipo de perturbação “habilidade” tivesse sido incluído, pois poderia impactar no momento de identificação dessas ações, visto que as definições apresentadas por Hughes e Reed (2005) são similares. O mesmo pode ser dito com relação a ação de perturbação “passe” (121 ocorrências), a qual poderia ter apresentado um menor número de ocorrências caso o tipo de perturbação “corrida” tivesse sido incluído no escopo desse trabalho. Por fim, vale destacar que a diferenciação entre perturbações isoladas e combinadas também impactam os resultados, visto que caso a metodologia seguida nesta dissertação fosse a mesma apresentada por outros estudos que investigaram as perturbações (HUGHES; REED, 2005; JAMES et al., 2012), o número total de ocorrências das perturbações isoladas iria aumentar, alterando o perfil dos resultados aqui apresentados. Dessa forma, esta

última modificação metodológica, apresentada na presente dissertação, se destaca como um importante avanço e contribuição para uma maior compreensão das causas da emergência de transições de fase geradas por ações ofensivas em jogos de futebol feminino, dada a maior abrangência e, ao mesmo tempo, profundidade de análise.

A motivação por detrás da inclusão de perturbações combinadas na metodologia desta dissertação se deu pelo entendimento de que, partindo do racional de que o jogo de futebol é um sistema dinâmico e complexo, composto por 22 jogadores em constante interação, é razoável admitir-se que as dinâmicas de criação de vantagem para o ataque (perturbações) não se limitam somente à individualidade do jogador e, portanto, a uma ação isolada do jogador portador da bola. Muitas vezes, a vantagem é alcançada a partir da interação entre dois ou mais jogadores, o que caracteriza, a partir do conceito proposto no presente trabalho, ações combinadas para a criação de perturbações. Essa abordagem de se buscar identificar ações combinadas envolvidas na emergência de perturbações é um dos pontos originais do presente estudo, algo que até então não havia sido explorado em outros estudos na temática, tanto no que tange ao futebol masculino quanto no que se refere ao feminino (HUGHES; REED, 2005; JAMES et al., 2012). Adicionalmente, os resultados aqui apresentados demonstram a utilidade dessa abordagem no sentido de diferenciação das ações isoladas e combinadas para o estudo das dinâmicas de perturbação no futebol. Além disso, o conceito traz em sua natureza a ideia da interação entre dois elementos (jogadores), no sentido de alterar o comportamento do sistema. Uma díade, interagindo com o mesmo propósito e alterando a dinâmica do sistema.

No entanto, também se faz necessário destacar que outros tipos de abordagem em estudos que investigaram a ocorrência de perturbações no futebol foram relevantes para a construção do conhecimento na temática, como é o caso, por exemplo, do estudo de James et al. (2012). Com o intuito de explorar a emergência de perturbações no futebol masculino, James et al. (2012) identificaram ações que foram definidas como “tentativas de perturbação” em oito jogos de uma equipe da segunda divisão do futebol inglês. O conceito de “tentativas de perturbação”, de acordo com os autores, foi adotado com o intuito de abranger não somente as perturbações que foram bem-sucedidas em alterar o estado do sistema, trazendo vantagem para o ataque, como também as ações que não causaram a alteração do estado. A partir dessa abordagem, foram encontradas em média 78 tentativas de perturbação por jogo, variando entre 30 e 70 para a equipe da casa e entre 28 e 50 para a equipe fora de casa. A ação de “passe” apresentou a maior frequência (time da casa = 63,4%, time visitante = 56,2%), seguida de “bola parada” (18,7%) e “drible” (17,4%). Além disso, o time da casa foi mais propenso a criar tentativas de perturbações quando o jogo estava empatando (uma tentativa a cada 1,72 minutos)

do que quando o time estava ganhando (a cada 2,08 minutos) ou perdendo (a cada 2,20 minutos). Por outro lado, o time visitante foi mais propenso a criar tentativas de perturbação quando estava perdendo (uma tentativa a cada 1,88 minutos), do que quando estava empatando (a cada 2,59 minutos) ou ganhando (a cada 3,06 minutos).

Ainda que diferenças importantes sejam identificadas nos métodos e objetivos utilizados entre a presente dissertação e o estudo de James et al. (2012), nota-se um alinhamento entre os resultados encontrados. Embora esta dissertação tenha investigado a ocorrência de perturbações, e o estudo de James et al. (2012) tenha explorado as tentativas de perturbações, a ação “passe” aparece como a mais frequentemente utilizada na criação de perturbações (presente estudo) e na tentativa de criação de perturbações, no caso do estudo de James et al. (2012), indicando uma mesma direção entre os achados. Esse alinhamento entre os resultados remete à reflexão sobre a possibilidade de se adotar a abordagem das tentativas de perturbações também para as ações combinadas, não só no futebol feminino como no masculino. Além disso, visando o avanço do conhecimento sobre os fenômenos das perturbações, estudos futuros deveriam considerar explorar os possíveis motivos do sucesso e insucesso das tentativas e ocorrências de perturbações isoladas e combinadas.

Talvez pelo fato de não existirem muitos estudos que investigaram o fenômeno das perturbações, ainda não se tem uma metodologia de consenso que permita ser replicada em pesquisas futuras. Por esse motivo, as pesquisas se apropriaram de partes das metodologias já publicadas, porém sempre adicionando novos conceitos. Isso pode ser verificado ao comparar a proposta desta dissertação com os estudos de Hughes e Reed (2005), de James et al. (2012) e Kim et al. (2019a). Nesse sentido, Kim et al. (2019a) buscaram definir situações de estado de instabilidade em jogos de futebol masculino, os quais auxiliariam no processo operacional da identificação de perturbações. Para os autores, com uma definição consistente dos estados de estabilidade e instabilidade do jogo, a identificação da perturbação se tornaria mais objetiva e menos propensa a erros advindos do teor subjetivo envolvendo o avaliador. O estudo foi composto por duas partes, apresentadas a seguir.

Na primeira delas, baseado na definição de que o estado de instabilidade ocorre quando um time tem uma potencial oportunidade de fazer um gol (JAMES et al., 2012), os autores validaram cinco situações definidas como situações de instabilidade: (1) posse de bola na grande área (instabilidade causada pela localização da bola); (2) contra-ataque (instabilidade causada pela situação de jogo); (3) proporção de jogadores que atacam em relação aos que defendem (instabilidade causada pela situação de jogo); (4) cruzamento bem-sucedido (instabilidade causada por uma ação); (5) chute bem-sucedido (instabilidade causada por uma

ação). Para isso, selecionaram seis profissionais com experiência prática de no mínimo cinco anos em times de futebol masculino de alto nível, para avaliar 30 recortes de vídeos. Dentre esses vídeos, apenas 15 deles continham as situações de instabilidade pré-determinadas (três de cada tipo). Após assistirem todos os vídeos e classificarem cada um deles, os avaliadores e autores chegaram a um consenso que definiu a validade da identificação das situações de instabilidade descritas acima.

Na segunda parte do estudo, Kim et al. (2019a) identificaram as cinco situações de instabilidade em uma amostra de 18 jogos da Primeira Liga Inglesa. Os autores encontram em média 26,5 situações de instabilidade. Considerando que estas são um produto da ocorrência de uma perturbação, podemos inferir que a média de 26,5 poderia ser um indicador do mesmo número de perturbações, embora os autores não explicitem essa informação em seu trabalho. Com isso, observa-se um alinhamento entre o número médio supracitado e a média de perturbações por jogo encontrada nesta dissertação (20,4). Se considerarmos a variabilidade (o desvio padrão) dos resultados, esses valores poderiam ser ainda mais próximos, indicando uma possível semelhança entre o futebol masculino e feminino. Porém, é importante destacar que nesta dissertação foram consideradas apenas perturbações identificadas em posses de bola em estabilidade, não contemplando a situação de contra-ataque, o que poderia impactar no número médio de perturbações encontrado. Adicionalmente, com relação às cinco situações de instabilidade identificadas pelos autores, estudos futuros seriam importantes para verificar se essa classificação realmente abrange todas as possibilidades de situações de instabilidade que possam surgir a partir de perturbações. Por exemplo, ao olharmos para a ocorrência de alguns eventos do jogo, como por exemplo um chute ao gol, o qual foi determinado por Kim et al. (2019a) como uma situação de instabilidade, verificamos que nem sempre esse evento é precedido de uma perturbação. A atleta pode realizar um chute ao gol sem estar necessariamente com uma vantagem em relação ao adversário, descaracterizando, portanto, a classificação de estado de instabilidade.

Um aspecto central do presente estudo, foi a busca da identificação da contribuição das zonas de campo na emergência das perturbações. Essa abordagem reflete a lógica do “olhar” para a dinâmica do jogo, não somente do ponto de vista do indivíduo, mas dos elementos que interagem no sistema, e o fazer a partir de trocas de informação, que por sua vez, ocorrem no tempo e no espaço. Como a troca de informações no espaço do campo de jogo caracteriza o desenvolvimento do sistema ao atingir a meta estabelecida, ela deve ser alvo de análise. A partir dessa assumpção buscou-se no presente estudo verificar como essa troca de informação ocorria no espaço de jogo, na ocorrência das perturbações. Nesse sentido, no que tange à utilização das

zonas do campo na ocorrência das perturbações, o resultado do grau de centralidade das zonas de origem demonstrou uma predominância nas zonas 8, 15 e 11 para as perturbações isoladas, e nas zonas 8, 9 e 5 para as perturbações combinadas. Os resultados para as zonas de destino das perturbações demonstraram maiores graus de centralidade para as zonas 17, 14 e 13, nas perturbações de ações isoladas e zonas 14, 11 e 13 para as perturbações de ações combinadas.

O coeficiente de variabilidade relativa entre as zonas de origem das transições de fase subsequentes apresentou uma magnitude maior que a metade da escala (0,34 em uma escala que varia de 0 a 0,5) e, portanto, representando uma alta variabilidade. Um resultado similar foi encontrado para a zona de destino (0,35). O coeficiente relativo de variabilidade entre o desenvolvimento espacial das transições de fase subsequentes foi menor que a metade da escala (0,19 em uma escala de 0 a 0,5), o que mostra uma previsibilidade relativa.

Embora observadas diferenças entre as zonas utilizadas, algumas semelhanças podem ser encontradas nas zonas de destino. Tanto para as ações isoladas quanto para as combinadas, zonas verticais e centrais do campo se destacam (i.e. zonas 17, 14 e 11), assim como uma zona lateral (i.e. zona 13). Isso sugere que o gol funciona como um atrator na dinâmica do jogo, fazendo com que as perturbações gerem transições de fase direcionadas para regiões que se aproximem desse atrator.

Essa assumpção encontra respaldo, por exemplo, nos resultados de diversos estudos que investigaram a região do campo em que gols são marcados no futebol masculino, e verificaram que a região da grande área concentra mais de 80% dessas ocorrências (ARMATAS; YIANNAKOS, 2010; MITROTASIOS; ARMATAS, 2014; WRIGHT et al., 2011). Por exemplo, o estudo de Armata e Yiannakos (2010) mostrou que 83,4% dos gols foram feitos na região da grande área. Além disso, os resultados também revelaram que dos 147 gols da Copa do Mundo Masculina de 2006, 52,5% ocorreram no segundo tempo, sendo 47,1% deles advindos de ataques posicionado, seguido de 32,6% de bolas paradas e 20,3% de contra-ataques. Ainda, as ações que antecederam os gols com mais frequência foram “passe longo” (36,4%) e “jogadas combinadas” (23,6%). Com relação ao percentual de gols feitos na grande área, Mitrotasios e Armatas (2014), também mostraram que 92,1% dos gols foram feitos na região da grande área, considerando os 76 gols feitos durante o Campeonato Europeu de 2012. Os autores observaram ainda que 57,9% dos gols foram feitos no segundo tempo de partida, advindos 72,4% de jogadas abertas (i.e. termo utilizado para identificar e diferenciar o momento do jogo em que a bola está em jogo, de bolas paradas, como faltas laterais e escanteios), sendo que 60% dessas jogadas vieram de ataques posicionados. Com relação às ações utilizadas, “cruzamento” e “passe curto” se destacaram, representando, respectivamente, 43,7% e 35,2%

do total encontrado. Ainda, é interessante destacar que 52,6% das jogadas que terminaram em gol se iniciaram na faixa central do campo, sendo 30,3% no campo de defesa e 22,4% no de ataque. Essa informação trazida pelos autores demonstra um alinhamento com relação às zonas de origem das perturbações encontradas nesta dissertação, visto que a zona 8 foi a mais utilizada para este fim.

Portanto, é possível inferir que uma possível explicação para o resultado apresentado de que as perturbações criadas pelas equipes se destinaram predominantemente para as regiões da grande área (zona 17) e intermediária (zona 14), pode ser a proximidade do gol adversário, que, por sua vez, permite a maior probabilidade de finalizações com chances de êxito. Logo, percebe-se um possível alinhamento entre o futebol feminino e masculino, no que tange as regiões em que predominam as finalizações e os gols.

Com isso, uma outra questão que emerge é se também existe uma semelhança em como as equipes femininas e masculinas se dispõem em campo, em termos de organização estrutural durante as partidas. A fim de responder a essa questão, Tenga et al. (2015) estudaram os padrões emergentes da estrutura do jogo, em partidas de futebol feminino e masculino, analisando as distâncias de jogo (i.e. distância entre os jogadores da extremidade do campo, em termos de largura e comprimento do campo) utilizando seis localizações da bola no campo. Para as análises das mulheres, foram utilizadas quatro partidas da Liga Espanhola. Os resultados mostraram uma menor compactação no comprimento do campo, ou seja, uma maior distância entre as jogadoras da defesa e do ataque, em comparação com as partidas dos homens, além disso pouca utilização da largura do campo foi observada. Os resultados apresentados nesta dissertação com relação ao grau de centralidade das zonas de destino da perturbação sugerem que as restrições durante as partidas femininas parecem orientar o sistema com mais frequência para as zonas centrais do campo (11, 14, 17) e que, em alguns casos específicos, a zona 13 parece ser empregada como zona de destino, possivelmente com o objetivo da equipe obter uma chance maior de realizar um cruzamento, aumentando assim a probabilidade de criar oportunidades de gol.

Essa hipótese ganha força ao analisarmos um estudo conduzido por Mara, Wheeler e Lyons (2012) no qual foram exploradas estratégias utilizadas para a criação de oportunidades de gol em 34 partidas da temporada 2010/2011 da W-League (campeonato australiano de futebol feminino). A partir da identificação de todas as recepções de bola no campo de ataque ($n = 12.321$), os autores determinaram de que forma a bola foi distribuída, quais os componentes dessa distribuição e quais as localizações que tiveram maior probabilidade de resultar em oportunidade de finalização. Para o tipo de distribuição de bola, as análises mostraram que 24%

dos gols foram resultado da ação de cruzamento. Adicionalmente, 26% dos escanteios, 15% dos cruzamentos e 14% das cobranças de falta resultaram em finalizações no gol. Por fim, apesar de 61% dos gols terem sido resultado da ação de passe convencional, a ação de cruzamento demonstrou maior probabilidade de levar a gols, fortalecendo a suposição feita no fim do parágrafo anterior.

Com relação aos componentes das distribuições de passe, distribuições curtas (i.e. distribuição em que a bola percorreu entre 0 e 15m) foi a estratégia que teve uma alta relação com a manutenção da posse de bola (73% das distribuições curtas), enquanto perdas da posse de bola tiveram maior relação com distribuições médias (41%) e longas (57%). Ainda, com relação à altura da distribuição da bola, 72% das distribuições de bola com recepção abaixo da linha de joelho resultaram em retenção da posse de bola. Por fim, os autores puderam observar que a estratégia mais efetiva para a criação de oportunidades de finalização foi atacar por áreas laterais do campo, seguido de cruzamento na grande área.

Os resultados dos estudos apresentados (MARA; WHEELER; LYONS, 2012; TENGA et al., 2015) demonstram uma coerência com os achados desta dissertação, o que sugere um avanço no entendimento do comportamento ofensivo de equipes de futebol feminino de diferentes ligas. As informações desses estudos, juntamente com as apresentadas na presente dissertação, em conjunto, possibilitam ampla aplicabilidade acadêmica e prática. Para a academia, o alinhamento entre resultados de diferentes pesquisas possibilita o avanço dos problemas de pesquisa, facilitando a emergência de novas perguntas a serem respondidas. No campo prático, as informações auxiliam na otimização da estrutura de treinamento, tornando as escolhas de conteúdo de treinamento mais objetivas e assertivas.

De forma complementar aos estudos de Mara, Wheeler e Lyons (2012) e Tenga et al. (2015), os resultados apresentados por de Jong et al. (2023) sugerem que as equipes analisadas tendem a transferir a bola para uma jogadora específica, com outras jogadoras cumprindo um papel de conexão entre as demais jogadoras. Logo, os autores inferem que, apesar de não terem tido acesso à informação sobre as posições das jogadoras, as meio-campistas parecem ter uma grande importância no jogo, devido à alta interconectividade entre o time todo, corroborando os achados no futebol masculino (CLEMENTE et al., 2015).

Os resultados apresentados por de Jong et al. (2023) se alinham aos achados nessa dissertação, visto que o maior grau de centralidade para a zona de origem das perturbações (isoladas e combinadas) foi a zona 8, que se encontra no meio do campo, demonstrando não só a importância dessa zona do campo para a criação de vantagem ofensiva e quebra da estabilidade do sistema, como sugerindo possivelmente uma grande atividade das meio-

campistas. Juntos, esses resultados marcam um avanço no conhecimento do comportamento coletivo de equipes de futebol feminino de alto nível, informação valiosa tanto para pesquisadores quanto para técnicos no que tange a compreensão e caracterização do jogo.

Ainda no que se refere à discussão a respeito das zonas do campo, as análises realizadas para compreender os níveis de variabilidade e regularidade de zonas de origem e destino de perturbações subsequentes mostraram altos coeficientes de variabilidade relativa. Para as zonas de origem o valor encontrado foi maior do que a metade da escala (0,34 na escala que vai de 0 – 0,5), revelando alta variabilidade. Um resultado similar foi encontrado para as zonas de destino (0,35). Esses resultados indicam que dada a ocorrência de uma perturbação em determinadas zonas de origem e destino, há muita incerteza se a perturbação subsequente ocorrerá em zonas adjacentes/não adjacentes e/ou irá mudar em um ou dois planos. Porém, considerando a magnitude do coeficiente de variabilidade relativa encontrado para a análise do desenvolvimento espacial de transições de fase subsequentes, é possível observar um valor abaixo da metade da escala (0,19 na escala que vai de 0 – 0,5). Sugere-se, pois, que, ao considerar as zonas em que o desenvolvimento espacial das transições de fase subsequentes ocorre a partir de um segmento de reta, o sistema mostra uma previsibilidade relativa. Em outras palavras, de uma transição de fase para outra, o desenvolvimento não é muito incerto, indicando alguma regularidade nesses segmentos de reta que expressam a posição (desenvolvimento espacial) em que ocorre a transição de fase.

Por exemplo, para uma transição de fase que o desenvolvimento espacial percorreu da zona 11 a 14, poder-se-ia hipotetizar que a próxima transição de fase teria um desenvolvimento espacial similar, ou seja, percorrer uma mesma distância independente das zonas envolvidas. Como ilustração, uma situação em que ocorreu uma transição de fase da zona 15 para a zona 18, advinda de uma perturbação combinada “passe-passe”, ou ainda uma transição de fase da zona 16 para a zona 17, causada pela perturbação “drible”. Porém, apesar do resultado com relação à análise do desenvolvimento espacial da transição de fase ter mostrado um certo grau de previsibilidade do comportamento espacial da transição de fase subsequente, é importante destacar que isso não anula o fato da existência de alguma variabilidade e incerteza no que tange a previsibilidade espacial da transição de fase subsequente, visto que o resultado da magnitude do coeficiente de variabilidade relativa não foi o menor possível (0,19 na escala que vai de 0 – 0,5).

As questões apresentadas acima reforçam a assunção da natureza sistêmica do jogo de futebol, o qual é marcado pela variação constante de decisões tomadas pelas equipes (atacantes e defensoras) (GREHAIGNE; BOUTHIER; DAVID, 1997). Ao observar as características dos

objetivos do ataque e da defesa, nota-se que por um lado, a fim de aumentar as chances de se criar oportunidades de gol, o ataque deve diminuir ao máximo a previsibilidade de suas tomadas de decisão, ou seja, deve aumentar a incerteza relativa às suas ações de perturbação. Por outro lado, a equipe que está defendendo tenta captar informações do adversário para minimizar essa incerteza, evitando assim situações de transições de fase que levem a um evento crítico.

Com isso, contrastando os resultados aqui apresentados com os objetivos do ataque e da defesa no jogo de futebol, é possível observar dois aspectos interessantes. O primeiro deles se refere à baixa previsibilidade encontrada na análise da utilização de zonas de origem e destino na criação de perturbações, o que de certa forma se alinha com as características dos objetivos do ataque. O segundo aspecto se refere à previsibilidade encontrada na análise do desenvolvimento espacial de transições de fase subsequentes, o que não se alinha com as características dos objetivos do ataque. No que tange o aspecto científico, as questões apresentadas acima nos fazem refletir sobre ideias para futuras pesquisas que possam agregar ao avanço da metodologia aqui apresentada. Uma delas seria, por exemplo, selecionar todos os jogos de uma temporada de diferentes equipes, coletar dados de todas as perturbações e suas respectivas zonas de origem e destino e por fim coletar informações referente aos resultados de todos os jogos. A partir do cálculo do coeficiente de variabilidade relativa do desenvolvimento espacial das transições de fase subsequentes de cada jogo, seria possível verificar, por exemplo, se menores valores de variabilidade possuem relação com o resultado da partida, ou seja, equipes que apresentaram maior previsibilidade no desenvolvimento espacial de transições de fase subsequentes teriam maior chances de saírem derrotados de um confronto. Essa informação seria agregadora para além do avanço do conhecimento científico, visto que comissões técnicas poderiam utilizá-la na estruturação dos processos de treinamento, principalmente para as estratégias de criação de perturbações, mudando a sua estrutura e adotando soluções criativas (GUASTELLO, 2010; HRISTOVSKI et al., 2011). A mudança da estrutura da criação de perturbações pode ser alcançada pela ampliação das ações utilizadas, o número de jogadoras envolvidas, as zonas de origem e destino dessas ações e adotando soluções criativas.

É importante ressaltar que esta dissertação não está isenta de limitações. A utilização de imagens de TV para a coleta de dados tem um impacto no que se refere ao campo de visão do avaliador. Por vezes, possíveis perturbações podem não ter sido identificadas por conta da utilização de zoom durante a filmagem, acarretando perdas de informação. Por este motivo, recomenda-se para futuros estudos uma filmagem com câmera aberta, captando em uma só imagem o campo todo. Adicionalmente é preciso cautela com relação à generalização dos resultados dessa investigação, visto que a amostra estudada se limitou a apenas um campeonato.

Sugere-se o uso da metodologia aqui apresentada em diferentes amostras com o intuito de fortalecer o conhecimento inédito aqui exposto acerca da emergência das perturbações no futebol feminino.

6 CONCLUSÃO

A partir dos dos resultados e reflexões foi possível concluir que:

(1) A ação isolada “passe”, foi a mais utilizada para gerar perturbações e alterar o estado do sistema, sugerindo fortemente que a ação “passe”, tanto de forma isolada, quanto de forma combinada é a ação preferencialmente utilizada no futebol feminino de elite para criar instabilidade no sistema.

(2) Reforçando a dinâmica esperada do jogo de futebol, enquanto um sistema dinâmico e complexo, a “perda da posse” foi o desfecho que mais ocorreu após a ocorrência da perturbação, demonstrando a troca constante de fluxo entre as equipes e o grau de incerteza associado a essa dinâmica.

(3) Apesar do uso preferencial da ação de passe para a geração de perturbações, foi verificado que o tipo de ação não influenciou a ocorrência do evento crítico, sugerindo que o mesmo pode ser atingido de diferentes maneiras, indicando a flexibilidade adaptativa inerente aos sistemas dinâmicos, abertos e complexos.

(4) O grau de centralidade revelou a emergência de regiões preferencias do campo para origem e destino, com diferenças entre essas regiões quando comparadas as ações isoladas e combinadas, revelando a utilidade dessa abordagem, integrando zonas de campo e diferentes grupos (isoladas e combinadas) de perturbação.

(5) Verificou-se também uma grande variabilidade no que tange às zonas de origem e destino das transições de fase, porém, uma tendência de regularidade na identificação do desenvolvimento espacial das transições de fase, quando analisadas ocorrências de transições de fase subsequentes.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método utilizado no presente estudo se mostrou reproduzível para a identificação de perturbações em jogos de futebol feminino, e com um bom potencial de utilização em futuros estudos. Portanto, é possível se assumir que os resultados apresentados no presente estudo não somente contribuem com o avanço do conhecimento científico na temática, mas indicam uma boa perspectiva de adoção do método e de aplicação desse, tanto por parte de pesquisadores quanto por profissionais envolvidos com a prática do futebol feminino. Do ponto de vista acadêmico, a validade conceitual e metodológica apresentada nesta dissertação permite um avanço no que tange a utilização da abordagem dos sistemas complexos, dinâmicos e adaptativos para a investigação do futebol feminino. Do ponto de vista prático, o conhecimento gerado a respeito das dinâmicas de emergência das perturbações sugere que comissões técnicas possam utilizar o método proposto nessa dissertação no sentido de estruturarem processos de treinamento visando o aprimoramento dos sistemas ofensivos e defensivos de suas equipes.

Por fim, visando o avanço do conhecimento científico acerca do futebol feminino, sugere-se que estudos futuros façam uso da metodologia aqui apresentada para investigar os momentos que antecedem a emergência das perturbações, assim como quais os motivos do sucesso ou insucesso das perturbações.

REFERÊNCIAS

- ARMATAS, V.; YIANNAKOS, A. Analysis and evaluation of goals scored in 2006 World Cup. **Journal of Sport And Health Research**, v. 2, n. 2, p. 119-128, 2010.
- BERTALANFFY, L. VON. **Teoria Geral dos Sistemas: fundamentos, desenvolvimento e aplicações**. 8. ed. Petropolis, RJ: Vozes, 1968.
- CLEMENTE, F. M. et al. Midfielder as the prominent participant in the building attack: A network analysis of national teams in FIFA world cup 2014. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 15, n. 2, p. 704-722, 2015.
- COUCEIRO, M. S. et al. The ARCANÉ Project: How an Ecological Dynamics Framework Can Enhance Performance Assessment and Prediction in Football. **Sports Medicine**, v. 46, n. 12, p. 1781-1786, dez. 2016.
- DE JONG, L. M. S. et al. Teamwork and performance in professional women's football: A network-based analysis. **International Journal of Sports Science and Coaching**, v. 18, n. 3, p. 848-857, 1 jun. 2023.
- DUTT-MAZUMDER, A. et al. Neural Network Modelling and Dynamical System Theory. **Sports Medicine**, v. 41, n. 12, p. 1003-1017, dez. 2011.
- EISENHAUER, J. G. A Measure of Relative Dispersion. **Teaching Statistics**, v. 15, n. 2, p. 37-39, jun. 1993.
- GARGANTA, J. Trends of tactical performance analysis in team sports: bridging the gap between research, training and competition. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 9, n. 1, p. 81-89, 2009.
- GLAZIER, P. S. Game, set and match? Substantive issues and future directions in performance analysis. **Sports Medicine**, v. 40, n. 8, p. 625-634, 2010.
- GOES, F. R. et al. The tactics of successful attacks in professional association football: large-scale spatiotemporal analysis of dynamic subgroups using position tracking data. **Journal of Sports Sciences**, v. 39, n. 5, p. 523-532, 2021.
- GOLBECK, J. Chapter 21 – Analyzing networks. **Introduction to Social Media Investigation**, Boston: Syngress, 2015. p. 221-235.
- GRÉHAIGNE, J. F.; GODBOUT, P. Tactical Knowledge in Team Sports From a Constructivist and Cognitivist Perspective. **Quest**, v. 47, n. 4, p. 490-505, 1995.
- GRÉHAIGNE, J. F.; GODBOUT, P.; BOUTHIER, D. The Foundations of Tactics and Strategy in Team Sports. **Journal of Teaching in Physical Education**, v. 18, n. 2, p. 159-174, 1 jan. 1999.
- GREHAIGNE, J.-F.; BOUTHIER, D.; DAVID, B. Dynamic-system analysis of opponent relationships in collective actions in soccer. **Journal of Sports Sciences**, v. 15, n. 2, p. 137-149, jan. 1997.
- GUASTELLO, S. J. Nonlinear dynamics of team performance and adaptability in emergency response. **Human Factors**, v. 52, n. 2, p. 162-172, abr. 2010.

- HE, Q. et al. Functional adaptability in playing style: A key determinant of competitive football performance. **Adaptive Behavior**, v. 0, n. 0, 2023.
- HRISTOVSKI, R. et al. Constraints-induced emergence of functional novelty in complex neurobiological systems: a basis for creativity in sport. **Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences**, v. 15, n. 2, p. 175–206, 1 abr. 2011.
- HUGHES, M. D. et al. The perturbation effect and goal opportunities in soccer. **Journal of Sports Sciences**, v. 16, p. 20, 1998.
- HUGHES, M. et al. Profiling in sport using momentum and perturbations. **Journal of Human Sport and Exercise**, v. 8, n. 2, p. S242-S260, 2013.
- HUGHES, M. D.; BARTLETT, R. M. The use of performance indicators in performance analysis. **Journal of Sports Sciences**, v. 20, n. 10, p. 739–754, out. 2002.
- HUGHES, M. D.; REED, D. Creating a performance profile using perturbations in soccer. Em: MILANOVIĆ, D.; PROT, F. (Eds.). **Proceedings Book - 4th International Scientific Conference on Kinesiology: Science and Profession – Challenge for the future**, Croatia: Opatija: Faculty of Kinesiology, University of Zagreb, 7-11 set. 2005, p. 34-53.
- IVÁN-BARAGAÑO, I. et al. Multivariate Analysis of the Offensive Phase in High-Performance Women's Soccer: A Mixed Methods Study. **Sustainability**, v. 13, n. 11, p. 6379, 1 jun. 2021.
- JAMES, N. et al. Analysing soccer using perturbation attempts. **Journal of Human Sport and Exercise**, v. 7, n. 2, p. 413-420, 2012.
- KELSO, J. A. S. **Dynamic patterns: the self-organization of brain and behavior**. Cambridge: The MIT press, 1995.
- KELSO, J. Principles of dynamic pattern formation and change for a science of human behavior. Em: BERGMAN, L. et al. (Eds.). **Developmental science and the holistic approach**, New York: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 2000. p. 63-83.
- KIM, J. et al. Determining unstable game states to aid the identification of perturbations in football. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 19, n. 3, p. 302-312, 2019a.
- KIM, J. et al. The Attacking Process in Football: A Taxonomy for Classifying How Teams Create Goal Scoring Opportunities Using a Case Study of Crystal Palace FC. **Frontiers in Psychology**, v. 10, p. 1-8, 2019b.
- KUBAYI, A.; LARKIN, P. Technical performance of soccer teams according to match outcome at the 2019 FIFA Women's World Cup. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 20, n. 5, p. 908–916, 2 set. 2020.
- LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159–174, 1977.
- LORD, F. et al. Methods of performance analysis in team invasion sports: A systematic review. **Journal of Sports Sciences**, v. 38, n. 20, p. 2338–2349, 17 out. 2020.

- LOW, B. et al. A Systematic Review of Collective Tactical Behaviours in Football Using Positional Data. **Sports Medicine** Springer, v. 50, p. 343-385, 1 fev. 2020.
- MALONE, J. J. et al. To infinity and beyond: the use of GPS devices within the football codes. **Science and Medicine in Football**, v. 4, n. 1, p. 82-84, 2020.
- MANEIRO, R. et al. The Influence of Match Status on Ball Possession in High Performance Women's Football. **Frontiers in Psychology**, v. 11, p. 487, 23 mar. 2020.
- MARA, J. K.; WHEELER, K. W.; LYONS, K. Attacking Strategies That Lead to Goal Scoring Opportunities in High Level Women's Football. **International Journal of Sports Science & Coaching**, v. 7, n. 3, p. 565-577, 1 set. 2012.
- MARCHIORI, M.; DE VECCHI, M. Secrets of soccer: Neural network flows and game performance. **Computers and Electrical Engineering**, v. 81, p. 106505, 2020.
- MCGARRY, T. et al. Sport competition as a dynamical self-organizing system. **Journal of Sports Sciences**, v. 20, n. 10, p. 771-781, 2002.
- MEMMERT, D.; LEMMINK, K. A. P. M.; SAMPAIO, J. Current Approaches to Tactical Performance Analyses in Soccer Using Position Data. **Sports Medicine**, v. 47, n. 1, p. 1-10, jan. 2017.
- MITROTASIOS, M. et al. The creation of goal scoring opportunities in professional soccer. Tactical differences between Spanish La Liga, English Premier League, German Bundesliga and Italian Serie A. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 19, n. 3, p. 452-465, 4 maio 2019.
- MITROTASIOS, M.; ARMATAS, V. Analysis of goal scoring patterns in the 2012 European Football Championship. **The Sport Journal**, v. 24, p. 1-11, 2014.
- NEWELL, K. M. Constraints on the Development of Coordination. Em: **Motor Development in Children: Aspects of Coordination and Control**. Dordrecht: Springer Netherlands, 1986, p. 341-360.
- POLLARD, R.; REEP, C. Measuring the effectiveness of playing strategies at soccer. **The Statistician**, v. 46, n. 4, p. 541-550, 1997.
- RIC, A. et al. Dynamics of tactical behaviour in association football when manipulating players' space of interaction. **PLoS ONE**, v. 12, n. 7, p. 1-16, jul. 2017.
- SARMENTO, H. et al. Match analysis in football: a systematic review. **Journal of Sports Sciences**, v. 32, n. 20, p. 1831-1843, 14 dez. 2014.
- SARMENTO, H. et al. What Performance Analysts Need to Know About Research Trends in Association Football (2012-2016): A Systematic Review. **Sports Medicine**, v. 48, n. 4, p. 799-836, 1 abr. 2018.
- SCANLAN, M. et al. The creation of goal scoring opportunities at the 2015 women's world cup. **International Journal of Sports Science & Coaching**, v. 15, n. 5-6, p. 803-808, 12 jul. 2020.
- SILVA, P. et al. Practice effects on intra-team synergies in football teams. **Human Movement Science**, v. 46, p. 39-51, 1 abr. 2016.

SMITH, R. The rise of the Women's game: A personal perspective. **Aspetar Maganize, Sports Medicine Journal**, v. 7, p. 36–38, 2018.

TENGA, A. et al. Explorative study on patterns of game structure in male and female matches from elite Spanish soccer. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 15, n. 1, p. 411–423, 1 mar. 2015.

TRAVASSOS, B. et al. Eco-Dynamics Approach to the study of Team Sports Performance. **The Open Sports Sciences Journal**, v. 3, n. 1, p. 56–57, 22 abr. 2010.

VALENTINOV, V.; VERSCHRAEGEN, G.; VAN ASSCHE, K. The limits of transparency: A systems theory view. **Systems Research and Behavioral Science**, v. 36, n. 3, p. 289–300, 1 maio 2019.

WRIGHT, C. et al. Factors associated with goals and goal scoring opportunities in professional soccer. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 11, n. 3, p. 438-449, 2011.

ZUBILLAGA, A. et al. Influence of Ball Position on Playing Space in Spanish Elite Women's Football Match-Play. **International Journal of Sports Science & Coaching**, v. 8, n. 4, p. 713–722, 1 dez. 2013.

ANEXO 1**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: PERTURBAÇÕES NO FUTEBOL: ORIGENS, CAUSAS E DESFECHOS

Pesquisador: ALEXANDRE MOREIRA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 49467021.0.0000.5391

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SAO PAULO **Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.936.069

Apresentação do Projeto:

O estudo do jogo de futebol sofreu diversas alterações do ponto de vista da forma com que o jogo é visto e analisado. Com o intuito de examinar e compreender a complexidade das ações coletivas existentes no esporte coletivo, mais especificamente no futebol, pesquisadores vêm utilizando a teoria dos sistemas complexos e dinâmicos (teoria geral dos sistemas) como referencial teórico para as suas pesquisas, visto que o jogo pode ser caracterizado como um sistema aberto, complexo, adaptativo, e com frequente troca de informações entre seus componentes e variações constantes de estados (fases). A partir disso, o presente estudo tem o objetivo de examinar as perturbações, eventos críticos, e sequência de ações que antecedem e sucedem as perturbações em jogos de futebol, a partir de análises dos vídeos de jogos da English Premier League. De forma complementar, deseja-se entender o processo de ocorrência das perturbações e eventos críticos, a fim de verificar diferenças entre times de diferentes níveis. Como hipótese desse estudo, temos que a perturbação, e conseqüentemente a transição de fase, emergem de sequências de ações que não possuem um padrão recorrente, o que faz com que haja um aumento da imprevisibilidade, incerteza, do desfecho. Caso exista um padrão reconhecido, a probabilidade da ocorrência de um evento crítico tenderá a diminuir.

Objetivo da Pesquisa:

Examinar as perturbações, eventos críticos, e sequência de ações que antecedem e sucedem as perturbações em jogos de futebol.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Segundo os pesquisadores, não existem riscos advindos da pesquisa.

Benefícios: Contribuição para o desenvolvimento da construção do conhecimento da área.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa está bem construída e com metodologia adequada para seus propósitos. Como os pesquisadores só trabalharão com análise de jogos gravados em vídeo, a dispensa do TCLE se justifica.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

A solicitação de dispensa do TCLE se justifica em razão da não realização de coletas amostrais com humanos. O material de coleta e análise da pesquisa está baseado na utilização de vídeos gravados de jogos de futebol.

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há.

Considerações Finais a critério do CEP:

Projeto aprovada reunião 177 26/08/21

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1743475.pdf	02/07/2021 09:10:17		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Justificativa_de_Ausencia_TCLE.pdf	02/07/2021 09:09:27	ALEXANDRE MOREIRA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	28/04/2021 17:09:46	ALEXANDRE MOREIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura	Projeto_detalhado_Thomas_Kisil_Marino.pdf	28/04/2021 08:14:03	ALEXANDRE MOREIRA	Aceito
Investigador	Projeto_detalhado_Thomas_Kisil_Marino.pdf	28/04/2021 08:14:03	ALEXANDRE MOREIRA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 27 de Agosto de 2021

Assinado por:
Maria Urbana Pinto Brandão Rondon
(Coordenador(a))