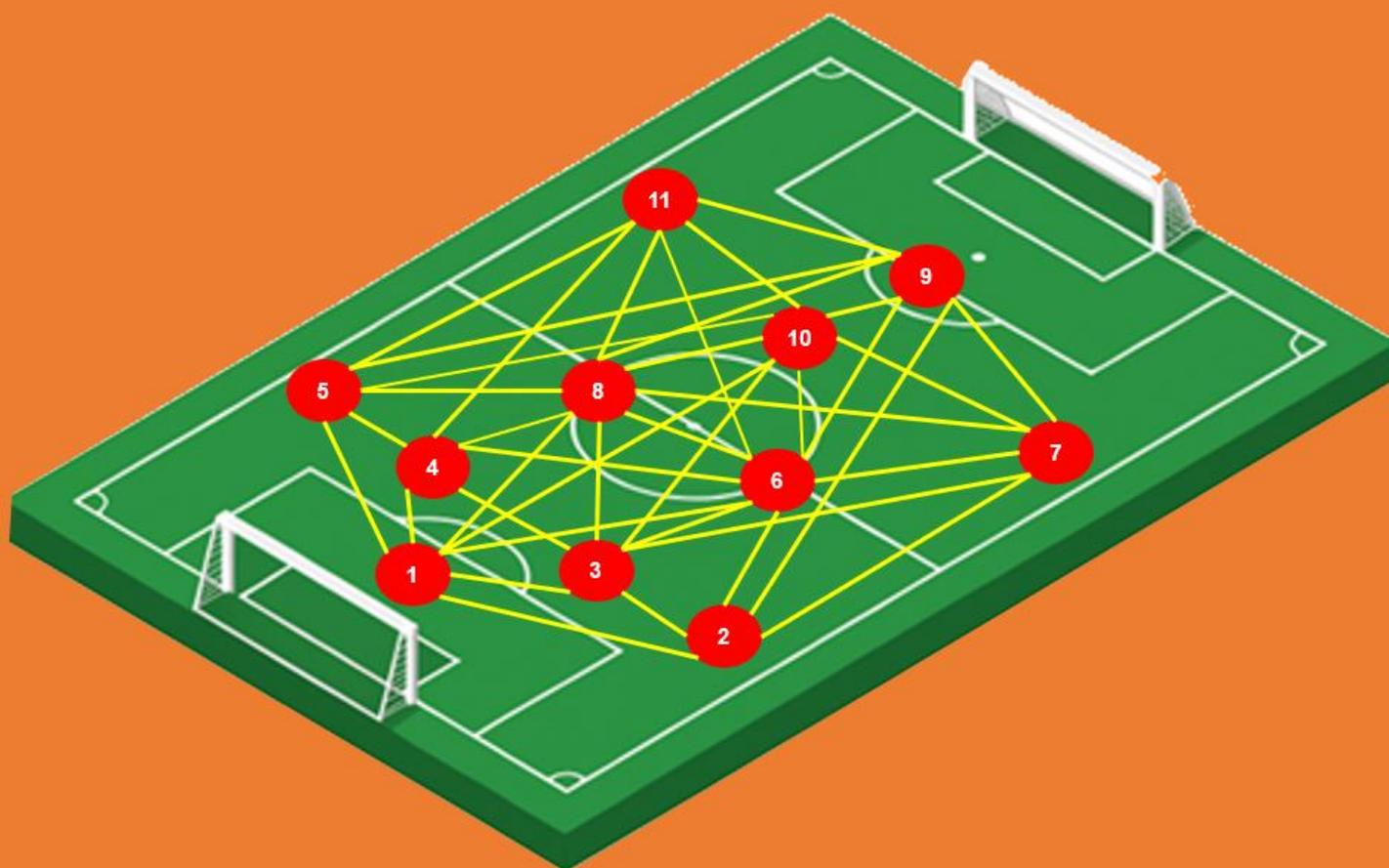


Unidade de Investigação Aplicada
em Ciências do Desporto

OBSERVAÇÃO E ANÁLISE DE JOGO

Variabilidade, Constrangimentos e Padrões
de Comportamento no Futebol

José Gama . Gonçalo Dias . Rui Mendes
Fernando Martins . Vasco Vaz



Ficha Técnica

Título Observação e Análise do Jogo - Variabilidade, Constrangimentos e Padrões de Comportamento no Futebol

Autores José Gama (ORCID ID: 0000-0002-9598-2515)
Gonçalo Dias (ORCID ID: 0000-0002-3774-6661)
Rui Mendes (ORCID ID: 0000-0002-2433-5193)
Fernando Martins (ORCID ID: 0000-0002-1812-2300)
Vasco Vaz (ORCID ID: 0000-0001-7922-1540)

Edição Escola Superior de Educação – Instituto Politécnico de Coimbra
Unidade de Investigação Aplicada em Ciências do Desporto – UNICID, ESE-IPC

Capa José Gama & Gonçalo Dias

Paginação e Grafismo José Gama & Rui Mendes

Data Abril de 2025

ISBN 978-989-9145-17-7

Reprodução. É proibida a duplicação ou reprodução deste volume, no todo ou em parte, sob quaisquer formas ou por quaisquer meios (eletrónico, mecânico, gravação, fotocópia, entre outros), sem permissão expressa dos editores e dos autores.

Reservados todos os direitos de publicação aos autores e editores.

Citação Gama, J., Dias, G., Mendes, R., Martins, F., & Vaz, V. (2025). Observação e Análise do Jogo - Variabilidade, Constrangimentos e Padrões de Comportamento no Futebol. Coimbra. UNICID, ESE-IPC. (ISBN: 978-989-9145-17-7)

PREÂMBULO

Este livro, intitulado “*Observação e Análise do Jogo - Variabilidade, Constrangimentos e Padrões de Comportamento no Futebol*”, aborda, de forma didática, pedagógica e sistemática, os princípios teóricos e práticos relacionados com a observação e análise do Futebol, contemplando a variabilidade do jogo e os constrangimentos que influenciam a dinâmica do comportamento individual e coletivo.

Concomitantemente, oferece ferramentas metodológicas para a análise quantitativa e qualitativa, incluindo a utilização de novas tecnologias, como *softwares* de análise de vídeo e dispositivos de monitorização em tempo real.

O compêndio é destinado a estudantes do ensino superior, treinadores, atletas e profissionais do Futebol que procurem aprofundar o conhecimento sobre a complexidade do jogo baseada em evidências científicas.

Na obra, destaca-se a sua abordagem interdisciplinar, potenciando o seu uso como recurso para a formação de profissionais qualificados na área das Ciências do Desporto e domínios do conhecimento correlatos.

Os estudos práticos, expressos nesta obra, foram desenvolvidos na unidade curricular de Seminário (Licenciatura de Desporto e Lazer, Escola Superior de Educação - Instituto Politécnico de Coimbra, 2023-2024), sob a supervisão científica do Professor Doutor Gonçalo Dias.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1	4
INTRODUÇÃO	4
 CAPÍTULO 2	6
DINÂMICA DO JOGO DE FUTEBOL	6
2.1. Abordagem dinâmica	7
2.2. Perspetiva ecológica	8
2.3. Abordagem baseada nos constrangimentos	9
 CAPÍTULO 3	11
OBSERVAÇÃO E ANÁLISE DO JOGO DE FUTEBOL	11
3.1. Enquadramento	12
3.2. Dimensões da análise de jogo: quantitativa e qualitativa	12
3.3. Abordagens metodológicas	13
3.3.1. Análise notacional	14
3.3.1.1. Filmagem, recolha e análise de dados	15
3.3.1.2. Registo com papel e caneta	15
3.3.1.3. Base de dados	15
3.3.2. Análise tecnológica	18
3.3.2.1. Plataformas de dados e vídeos	18
3.3.2.2. Programas profissionais de edição de vídeo	18
3.3.2.3. Sistemas avançados para análise de desempenho dos jogadores e das equipas..	18
3.3.3. Apresentação de dados	19
 CAPÍTULO 4	20
NETWORKS E FUTEBOL	20
4.1. Enquadramento e revisão de estudos aplicada ao Futebol	21
4.2. Ferramentas de análise de redes	25
4.4. Modelos matemáticos para análise de desempenho	25
4.4.1. Microanálise	25
4.4.2. Macroanálise	27
4.5. Estudos práticos	28

CAPÍTULO 5	35
PADRÕES DE COMPORTAMENTO INDIVIDUAIS E COLETIVOS	35
5.1. Variabilidade no Futebol	36
5.2. Padrões individuais e coletivos.....	36
5.2. Ferramentas não lineares para análise da variabilidade e padrões de comportamento ..	37
 CAPÍTULO 6	 39
TREINAR COM VARIABILIDADE E CONSTRANGIMENTOS	39
6.1. Manipulação de constrangimentos.....	40
6.2.1. Constrangimentos da tarefa	41
6.2.2. Constrangimentos ambientais.....	41
6.2.2. Constrangimentos do praticante	42
 CAPÍTULO 7	 43
APLICAÇÕES PRÁTICAS	43
 REFERÊNCIAS	 45
 AGRADECIMENTOS	 56

CAPÍTULO 1



INTRODUÇÃO

José Gama, Gonçalo Dias, Rui Mendes, Fernando Martins e Vasco Vaz

O presente livro, intitulado “*Observação e Análise do Jogo: Variabilidade, Constrangimentos e Padrões de Comportamento no Futebol*”, aborda, de forma didática, pedagógica e sistemática, os princípios teóricos e práticos relacionados com a observação e análise do futebol, contemplado a variabilidade do jogo e os constrangimentos que influenciam o desempenho motor e a dinâmica do comportamento coletivo.

O compendio é destinado a estudantes do ensino superior, treinadores, atletas e profissionais do futebol que procurem aprofundar o conhecimento sobre a complexidade do jogo, baseada em evidências científicas, oferecendo, para o efeito, ferramentas metodológicas para a análise quantitativa e qualitativa, incluindo a utilização de novas tecnologias, como *softwares* de análise de vídeo e dispositivos de monitorização em tempo real.

Esta obra, destaca-se pela sua abordagem interdisciplinar, tornando-se um recurso essencial para a formação de profissionais qualificados na área das Ciências do Desporto e vertentes correlatas. O livro é estruturado da seguinte forma. Após a nota introdutória plasmada no Capítulo 1, o Capítulo 2, apresenta as perspetivas teóricas que sustentam a compreensão do jogo, nomeadamente a abordagem dinâmica, a perspetiva ecológica e o modelo baseado nos constrangimentos, enfatizando a importância da variabilidade do comportamento individual e coletivo.

O Capítulo 3, aprofunda a observação e análise do jogo de Futebol, explorando as metodologias utilizadas para quantificar e interpretar o desempenho dos jogadores e das equipas.

O Capítulo 4, é dedicado à análise de redes no Futebol, introduzindo conceitos e ferramentas essenciais para avaliar as interações que ocorrem dentro das equipas. A aplicação de modelos matemáticos para análise de desempenho associados à investigação de redes permite identificar tendências e padrões estruturais que ajudam treinadores e analistas a tomar decisões mais fundamentadas.

O Capítulo 5, apresenta um enquadramento teórico sobre a análise da variabilidade e de padrões de comportamento no Futebol, recorrendo a técnicas não lineares (e.g., Entropia Aproximada e Expoente de Lyapunov) e a modelos probabilísticos matemáticos, como é o caso das Cadeias de Markov, que descrevem processos estocásticos. Estas abordagens permitem compreender melhor a imprevisibilidade e as dinâmicas emergentes no jogo, contribuindo para uma visão mais profunda sobre a complexidade das interações entre os jogadores e as equipas.

O Capítulo 6, é suportado no treino da variabilidade e dos constrangimentos aplicados ao Futebol, apresentando estratégias adaptativas e exemplos de exercícios práticos.

Finalmente, o Capítulo 7 mostra as aplicações práticas deste livro, passíveis de serem adaptadas e implementadas por treinadores, analistas, investigadores e outros profissionais do Futebol.

CAPÍTULO 2



DINÂMICA DO JOGO DE FUTEBOL

José Gama, Gonçalo Dias e Rui Mendes

2.1. Abordagem dinâmica

O jogo de Futebol é caracterizado por ações de jogo imprevisíveis, dinâmicas e adaptativas (Garganta, 2005; Araújo, 2006), onde as equipas se auto-organizam e conectam em redes complexas de comportamentos (Garganta, 2001; Passos et al., 2006; Raab, 2007; Gama, 2013; Esposito et al., 2024; Alves et al., 2025).

O jogo de Futebol é um sistema "afastado" do equilíbrio, no qual os jogadores agem de forma independente dentro de um contexto de adaptações contínuas (Araújo, 2003; Davids et al., 2013; Araújo et al., 2019; Esposito et al., 2024). Alinhado com Newell (1986), Araújo (2006) sugere que o comportamento dos jogadores não é predeterminado por nenhum fator isolado, como a cognição, mas surge da interação de múltiplos constrangimentos contextuais que envolvem o atleta, a tarefa e o ambiente competitivo. Nesta ótica, as equipas podem ser capazes de adotar estratégias dinâmicas para lidar com as constantes mudanças e desafios impostos pelo jogo (Garganta, 2001, 2005; Gama et al., 2017; Araújo et al., 2019; Esposito et al., 2024).

Dentro deste cenário, os atletas exploram as oportunidades de ação oferecidas pelo contexto, ajustando as suas respostas de forma interativa aos problemas que surgem ao longo do jogo. Como referem Júlio e Araújo (2005), *"Este é o ponto de partida para se considerar o jogo de futebol como um sistema dinâmico e complexo, pois os jogadores ao interagirem ao longo do tempo produzem vários padrões de coordenação das ações"* (p. 170). Logo, o jogo de Futebol é desenvolvido longe do equilíbrio estático, resultando da interação de vários constrangimentos que orientam as ações dos jogadores (Costa et al., 2002; Garganta, 2005; Davids et al., 2013; Araújo et al., 2019; Pesce et al., 2019).

As equipas de Futebol funcionam como sistemas dinâmicos, nos quais as interações entre os jogadores são fundamentais para a resolução eficaz de situações caracterizadas por instabilidade e variabilidade (Garganta, 1997, 2001), desenvolvendo-se por meio de situações-problema de cooperação e oposição, que ocorrem num contexto de alta complexidade, imprevisibilidade e aleatoriedade (McGarry et al., 2002; Garganta, 2001, 2005; Woods et al., 2020).

O Futebol é marcado por padrões de ação que apresentam uma elevada variabilidade intra e inter-individual, resultante da interação contínua dos jogadores durante o jogo (Garganta, 1997, 2001, 2005). Logo, adotar uma abordagem baseada em sistemas dinâmicos afigura-se como uma estratégia relevante para entender melhor as interações ao longo do jogo, possibilitando uma análise mais detalhada da dinâmica das equipas (Garganta, 1997, 2001, 2005; Davids et al., 2013; Araújo et al., 2019; Pesce et al., 2019; Correia et al., 2019; Woods et al., 2020).

Face ao exposto, a análise de jogo no Futebol pode ser complementada com sistemas

observacionais dinâmicos, que permitem decodificar a complexidade das interações dos jogadores e avaliar a *performance* de forma mais criteriosa (Araújo, 2006; Passos et al., 2011; Davids et al., 2013; Araújo et al., 2019; Pesce et al., 2019). A integração desta abordagem metodológica pode ainda fornecer novas ferramentas para mensurar as ações de jogo (Garganta, 1997, 2001, 2005; Franks & McGarry, 1996; Gama et al., 2017; Alves et al., 2025).

2.2. Perspetiva ecológica

O jogo de Futebol reclama dos praticantes uma elevada capacidade perceptiva, uma vez que é influenciado pelo envolvimento onde as ações emergentes têm lugar (Araújo, 2003; Davids et al., 2008; Vilar et al., 2012; Sancinandro et al., 2022; Pacheco et al., 2023). Nestes moldes, as variáveis contextuais são constantes e dinâmicas, sendo que, as ações e decisões previamente planeadas, raramente se concretizam conforme idealizadas no treino (Garganta, 2005; Araújo, 2006). Para Garganta (2005) e Araújo (2006), a coordenação de uma equipa depende, essencialmente, da capacidade de adaptação às mudanças do contexto/envolvimento, e não da dependência de automatização de ações ou estratégias estandardizadas, desenvolvidas em contexto de treino.

A exploração do ambiente e a perceção das possibilidades de ação (*affordances*) tornam-se únicas para cada jogador (Gibson, 1979; Davids et al., 2008; Sancinandro et al. 2022; Pacheco et al. 2023). No Futebol, por exemplo, um atacante com a bola, ao se deparar com um adversário direto, pode explorar a informação existente no seu envolvimento, procurando adotar a melhor estratégia para ultrapassar o adversário e finalizar com sucesso a ação (e.g., marcar golo). Isto significa que, mais do que a memorização e execução de um modelo tático pré-estabelecido, o treinador pode orientar o jogador para a compreensão das relações funcionais que se estabelecem com o ambiente competitivo (Araújo et al., 2004; Araújo, 2006).

Na ótica de Gibson (1979), a abordagem ecológica propõe uma relação mútua e recíproca entre o jogador e o seu ambiente. Gibson (1979) descreve o conceito de perceção direta, segundo o qual a informação necessária para a coordenação e controlo de movimentos, como o drible, passe ou finalização, é percecionada através do ambiente, sem recorrer a representações mentais ou memórias internas do atleta. Para tal, a perceção e ação tendem a estar interligadas de forma cíclica e dificilmente podem ser analisadas isoladamente (Araújo, 2006; Sancinandro et al., 2022; Pacheco et al., 2023).

A descoberta autônoma de soluções pelos jogadores, no contexto do jogo, pode ser mais eficaz quando estes estão afinados e calibrados para perceber a informação que o ambiente oferece

(Handford et al., 1997; Williams et al., 1999; Araújo et al., 2006). No Futebol, este processo é particularmente relevante, uma vez que o jogo é composto por ações "irrepetíveis", que dificilmente ocorrem no mesmo local, no mesmo tempo e sob as mesmas condições. Este caráter irrepetível das ações e o desconhecimento prévio do resultado, é um dos fatores que tornam o Futebol tão atrativo, e que leva milhões de fãs a encherem os estádios (Garganta, 2005; Vaeyens et al., 2007).

Os ambientes em constante mudança, típicos da competição no Futebol, exigem uma adaptação contínua das ações dos jogadores. A flexibilidade das respostas dos atletas é moldada pelas condições ambientais e pelas características da tarefa (Araújo et al., 2006). Logo, um dos principais desafios da abordagem dinâmica ecológica é entender como o jogador/atleta "aprende a perceber" as circunstâncias do ambiente (Turvey & Shaw, 1995, 1999; Tani, 2005; Davids et al., 2008). Com efeito, a informação necessária para a tomada de decisões e a ação está disponível no ambiente, sendo resultado da interação contínua entre o praticante e o contexto. Como tal, os problemas enfrentados pelos jogadores emergem dessa interação, tornando-se, muitas vezes, imprevisíveis (Passos et al., 2006; Silva et al., 2013).

Em suma, a abordagem ecológica pressupõe uma relação mútua e recíproca entre o jogador e o ambiente na execução de movimentos desportivos (Araújo et al., 2004). Esta perspetiva é crucial para entender o jogo de Futebol como um sistema dinâmico, caracterizado por uma rede "caótica" de interações (Garganta, 2001, 2005; Passos et al., 2008), onde o atleta explora, constantemente, o contexto e identifica as melhores possibilidades de ação - *affordances* (Araújo, 2006; Davids et al., 2008).

2.3. Abordagem baseada nos constrangimentos

A abordagem baseada nos constrangimentos tem sido amplamente utilizada para compreender como os atletas desenvolvem e adaptam os seus padrões de coordenação no contexto desportivo (cf. Newell, 1986; Handford et al., 1997; Davids & Araújo, 2005). Esta abordagem destaca os diversos constrangimentos presentes em cada desporto, bem como as diferenças individuais que cada atleta manifesta durante o treino e competição (Davids et al., 2008).

Fortemente influenciada pela Psicologia Ecológica (Gibson, 1979) e pela Teoria dos Sistemas Dinâmicos (Kelso, 1995), a abordagem baseada nos constrangimentos fornece uma base metodológica e conceitual para estudar como o comportamento de um atleta se molda e evolui diante das limitações impostas pelos constrangimentos da ação (Davids & Araújo, 2005; Araújo,

2006).

O modelo teórico proposto por Newell (1986) ilustra como os constrangimentos podem influenciar a dinâmica da resposta dos atletas, por meio de uma interação entre três categorias: i) praticante, ii) envolvimento e iii) tarefa, desempenhando um papel essencial no processo de aprendizagem e no desempenho desportivo (Garganta, 2001, 2005; Davids & Araújo, 2005; Araújo et al., 2006; Passos et al., 2008). Para Newell (1986), os constrangimentos relacionados ao praticante contemplam as características físicas (e.g., peso e altura), morfológicas (e.g., força, velocidade, resistência), técnicas (e.g., habilidades de passe, drible, remate), táticas (e.g., leitura de jogo) e psicológicas (e.g., autoconfiança, motivação). Por outro lado, os constrangimentos do envolvimento abarcam aspetos como o estado do campo, a iluminação e influências sociais, bem como a presença do público, entre outros. Finalmente, os constrangimentos da tarefa englobam os objetivos do jogo, as regras e o número de jogadores (Araújo, 2006; Passos et al., 2008; Gama, 2013).

No jogo de Futebol, o jogador precisa de se auto-organizar e adaptar o seu comportamento de acordo com os vários constrangimentos que surgem, procurando responder às dinâmicas de jogo (Kelso, 1995; McGarry et al., 2002; Ferreira et al., 2003). Deste modo, considerando que nos desportos coletivos, como é o caso do Futebol, o confronto direto entre as equipas proporciona um ambiente complexo e imprevisível, que exige um constante ajuste dos jogadores (Newell, 1986; Passos et al., 2006), importa analisar o processo de coordenação interpessoal que emerge entre jogadores (Garganta, 2001; Perl & Dauscher, 2006; Gama, 2013; Gama et al., 2017; Alves et al., 2025).

O Futebol oferece um ambiente único para que os jogadores se adaptem a uma variedade de constrangimentos situacionais (Newell, 1986; Davids et al., 2001; Araújo, 2006). A manipulação de constrangimentos no treino pode incluir mudanças no tamanho do campo ou no número de jogadores, sem descontextualizar a essência do jogo, promovendo uma melhor adaptação dos jogadores às exigências do contexto de jogo (Davids, 2003; Summers, 2004; Passos et al., 2008).

Concomitantemente, Seeley (2001) indica que em desportos coletivos com bola, como o Futebol, os constrangimentos podem ser específicos à dinâmica da equipa. Por exemplo, o jogo pode ser estruturado em função de um jogador-chave (e.g., médio centro), cuja função é essencial para a construção das ações coletivas e para a organização tática da equipa (Gama et al., 2014, 2017).

Esta abordagem permite entender como os jogadores ficam “orquestrados” numa rede complexa, capaz de superar os desafios impostos pelos adversários (Passos et al., 2006; Gama et al., 2017).

CAPÍTULO 3



OBSERVAÇÃO E ANÁLISE DO JOGO DE FUTEBOL

José Gama, Gonçalo Dias, Rui Mendes e Vasco Vaz

3.1. Enquadramento

A observação e análise de jogo no Futebol é uma ferramenta fundamental para a compreensão da dinâmica do jogo e otimização do desempenho dos jogadores e das equipas (Gama et al., 2017). Com base na recolha, interpretação e utilização sistemática de dados, esta abordagem permite interpretar a organização das equipas, avaliar comportamentos individuais e coletivos, identificar tendências e padrões de jogo e desenvolver estratégias para o treino e competição (Moutinho, 1991; Garganta, 1997, 2001; Carling et al., 2005; Batista, 2016; Gama et al., 2017; Alves et al., 2025).

A análise do jogo tem evoluído significativamente ao longo dos anos, acompanhando os avanços tecnológicos e metodológicos que proporcionam um acesso cada vez mais detalhado às variáveis que influenciam o rendimento desportivo (Gama et al., 2017; Sarmiento et al., 2018; Degrenne et al., 2023), permitindo que treinadores e investigadores compreendam melhor as exigências físicas, técnicas e táticas do Futebol (Hughes & Franks, 2004; Carling, 2019).

A evolução desta abordagem tem sido importante para transformar a subjetividade da observação tradicional num processo mais fundamentado e consistente, reduzindo a margem de erro na tomada de decisões e elevando a qualidade do desempenho desportivo (Hughes & Bartlett, 2008; Lago-Peñas et al., 2010; Sarmiento et al., 2022; Degrenne et al., 2023).

3.2. Dimensões da análise de jogo: quantitativa e qualitativa

A conjugação das duas dimensões de análise de jogo – quantitativa e qualitativa – proporcionam uma compreensão mais abrangente do desempenho dos jogadores e da dinâmica coletiva da equipa (Garganta, 1996, 1997, 1998; Morrison, 2000; Ventura, 2013; Gama et al., 2017; Barbosa & Resende, 2022). Neste contexto, a dimensão quantitativa, através de variáveis como a posse de bola, passes, cruzamentos, remates, distâncias percorridas, fornece uma visão geral do jogo, permitindo identificar tendências de desempenho dos jogadores e das equipas (Franks & McGarry, 1996; Hughes & Franks, 2005; Ventura, 2013; Gama et al., 2017).

Por seu lado, a dimensão qualitativa centra-se na interpretação do comportamento dos jogadores e das equipas, na análise tática, na adaptação às situações de jogo e na tomada de decisão (Carling, 2005; Ventura, 2013; Gama et al., 2017; Barbosa & Resende, 2022).

A Tabela 1 apresenta as duas dimensões de análise do jogo de Futebol (quantitativa e qualitativa).

Tabela 1. Dimensões de análise de jogo no Futebol: quantitativa e qualitativa (adaptado de Ventura, 2013; Gama et al., 2017; Barbosa & Resende, 2022).

Enquadramento	Quantitativa	Qualitativa
Objetivo	Fornecer uma visão objetiva e mensurável do desempenho individual e coletivo, permitindo identificar tendências de comportamento	Interpretação da eficácia das ações e decisões, interação entre os jogadores e o contexto dinâmico do jogo
Descrição	Recolha de dados estatísticos do jogo	Interpretação do comportamento dos jogadores e da equipa
Variáveis	Volume, variedade e eficácia das ações técnico-táticas individuais e coletivas (e.g., posse de bola, passes, remates, distâncias percorridas, cruzamentos)	Caracterização geral do modelo de jogo, análise dos momentos de jogo, jogadores-chave, zonas de ação, análise da estrutura da equipa, posicionamentos e movimentações, análise individual e coletiva

Ao integrar ambas as dimensões, treinadores e investigadores podem obter uma visão mais abrangente e detalhada do jogo de Futebol (Gama et al., 2017; Barbosa & Resende, 2022).

3.3. Abordagens metodológicas

Neste capítulo, apresentamos as diferentes abordagens para utilizar em contexto de observação e análise de jogo no Futebol, oferecendo uma visão geral sobre a análise notacional (método tradicional) que pode ser facilmente utilizada, sem acesso a plataformas dispendiosas, e, por outro lado, numa vertente mais tecnológica, uma análise com recurso a *softwares* especializados e mais sofisticados (Hughes, 1996; Garganta, 1997; Carling et al., 2005; Ventura, 2013; Gama et al., 2017; Barbosa & Resende, 2022).

A Tabela 2 apresenta as principais diferenças entre a análise notacional e análise tecnológica, destacando os métodos, custos e ferramentas aplicadas no jogo de Futebol.

Tabela 2. Análise notacional *versus* análise tecnológica no jogo de Futebol (adaptado de Ventura, 2013; Gama et al., 2017; Barbosa & Resende, 2022).

Funcionalidade	Análise Notacional	Análise Tecnológica
Método de análise	Observação manual	Análise automatizada de dados com <i>softwares</i> especializados
Exemplo de ferramentas/materiais	Papel e caneta, editores de vídeo gratuitos	<i>Softwares</i> avançados
Acessibilidade	Disponível para qualquer analista, independentemente de recursos existentes	Requer uma equipa especializada
Tipo de análise	Quantitativa (dados estatísticos) e qualitativa (análise visual, observação direta)	Quantitativa e qualitativa (dados estatísticos, táticos e biométricos)
Exemplos	Registo simplificado das ações mais relevantes de jogo Identificação de padrões básicos de comportamento individual e coletivo	Análise tática mais aprofundada, recolha de dados do movimento e <i>performance</i> dos jogadores Relatórios detalhados com dados gráficos, redes de passes (<i>networks</i>) e <i>heatmaps</i> de interação
Tempo de análise	Demora mais tempo para registar e processar informações	Resultados mais rápidos e relatórios em tempo real
Custos associados	Gratuito ou de baixo custo	Custos elevados (requer plataformas e <i>softwares</i> pagos)

Tendo em conta as metodologias apresentadas, podemos optar por várias ferramentas, em função das diferentes necessidades profissionais e níveis de experiência dos utilizadores (Gama et al., 2017).

3.3.1. Análise notacional

A observação e análise de jogo, através de uma abordagem notacional, pressupõe o registo de dados de forma manual, permitindo obter informações relevantes sobre as ações dos jogadores e do comportamento das equipas. Apesar de se utilizarem ferramentas mais simples, é igualmente eficaz na análise do desempenho dos jogadores e das equipas (Garganta, 2000, 2001; Perl & Dauscher, 2006; Soares & Greco, 2011; Gama et al., 2017).

De seguida, descrevemos as principais etapas da análise notacional, começando com a filmagem do jogo, seguida da utilização de “papel e caneta”, para registo das ações dos jogadores e das equipas, e, por último, a apresentação da informação.

3.3.1.1. Filmagem, recolha e análise de dados

Antes de iniciar a recolha manual de dados propriamente dita, é recomendável que o jogo seja registado em vídeo. A gravação do jogo é a base fundamental para uma análise posterior, pois permite rever os momentos importantes do jogo e obter uma visão mais precisa do desempenho dos jogadores e das equipas. Este processo pode ser obtido com recurso à gravação através de câmara de filmar, ou, em alternativa, através de gravação de transmissão televisiva e/ou de plataformas *online* (Gama et al., 2017).

Após garantir a filmagem do jogo, o próximo procedimento é organizar o processo de recolha manual dos dados, tal como iremos verificar de seguida.

3.3.1.2. Registo com papel e caneta

Após a filmagem do jogo, podemos começar a observação propriamente dita, registando as informações obtidas em folha de registo desenvolvida para o efeito. Este método, embora simples, pode ser eficaz para recolher os eventos principais que emergem ao longo do jogo. Transversalmente, o analista pode registar ações como passes, cruzamento, remates, interceções, entre outros eventos importantes, além de observar o posicionamento dos jogadores e as estratégias utilizadas pelas equipas (Garganta, 2000; 2001; Perl & Dauscher, 2006; Soares & Greco, 2011; Ventura, 2013; Gama et al., 2017; Barbosa & Resende, 2022).

3.3.1.3. Base de dados

Após o processo de recolha de dados, é fundamental organizar as informações de forma rigorosa. Por exemplo, os registos feitos em papel, podem ser vertidos para um documento Excel[®], que, de forma organizada, permitem analisar os dados de forma rápida e acessível. Neste programa é possível criar tabelas estruturadas e organizadas, com categorização (através de colunas) das ações individuais e coletivas, designadamente, tempo do evento (e.g., em que minuto ocorreu), tipo de ação (e.g., passe, cruzamento, remate), jogador envolvido, resultado do evento (e.g., sucesso ou errado), localização no campo (e.g., dividido em zonas ou áreas do campo), métodos de jogo (e.g., ataque posicional, ataque rápido e contra-ataque), entre outros (Figuras 1 e 2). Este tipo de organização permite filtrar a informação de forma a identificar tendências de desempenho, comportamentos ou áreas específicas que precisem de serem ajustadas (Gama et al., 2017).

A Figura 1 apresenta um exemplo de base de dados em Excel® estruturada e organizada para registo das ações coletivas da equipa.

Figura 1. Exemplo de Base de Dados em Excel® estruturada e organizada para registo das ações coletivas da equipa (idealizada pelos Autores).

A Figura 2 mostra um exemplo de base de dados em Excel® estruturada e organizada para registo das interações dos jogadores.

Figura 2. Exemplo de Base de Dados Excel® estruturada e organizada para registo das interações dos jogadores (idealizada pelos Autores).

A Figura 3 mostra um exemplo de base de dados em Excel® estruturada, organizada e automatizada com uma matriz de adjacência correspondente à rede de interações dos jogadores, assim como uma rede de passes desenvolvida na ferramenta uPATO® (Martins et al., 2018).

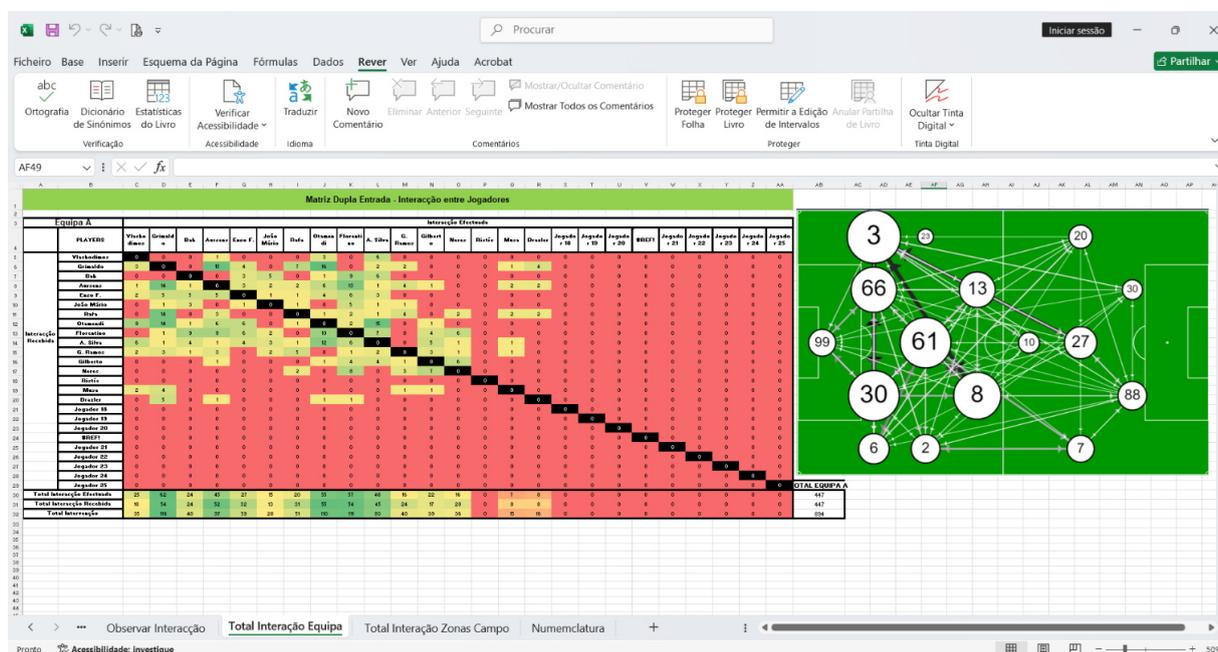


Figura 3. Exemplo Base de Dados em Excel® estruturada, organizada e automatizada, com rede de passes entre jogadores, desenvolvida na ferramenta uPATO® (idealizada pelos Autores).

A Figura 4 apresenta um exemplo de base de dados em Excel® estruturada, organizada e automatizada com uma matriz de adjacência correspondente às zonas de interação dos jogadores no campo, através da representação de um heatmap.

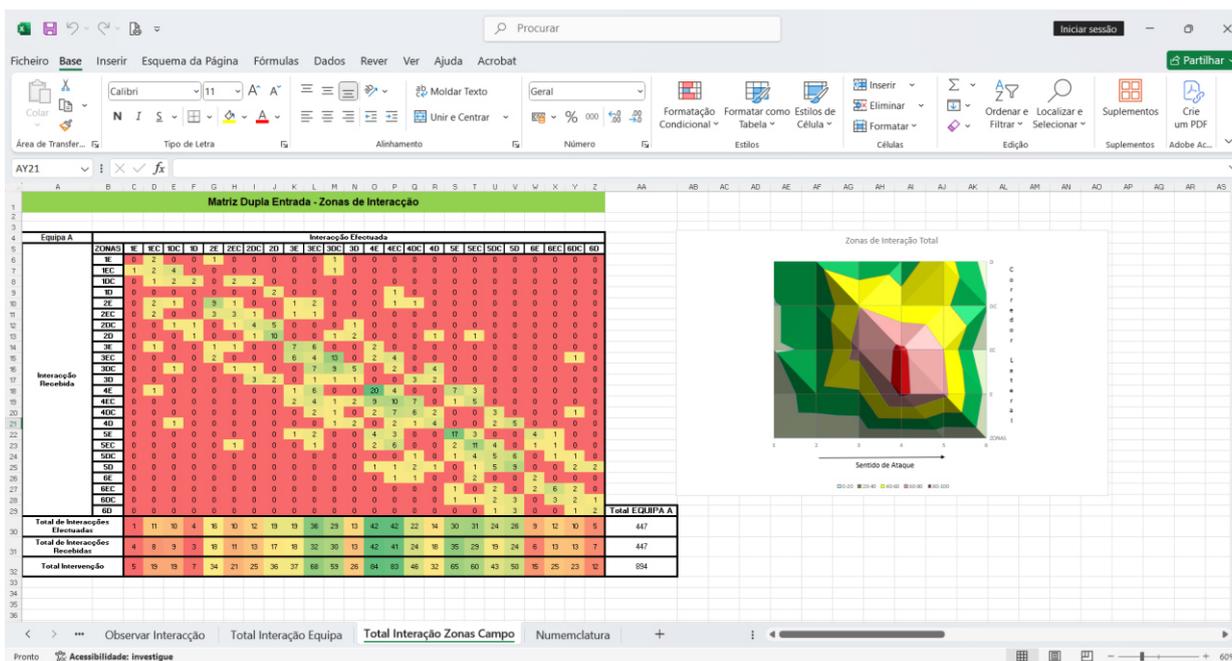


Figura 4. Exemplo de Base de Dados em Excel® estruturada, organizada e automatizada, com as zonas de passes entre jogadores (idealizada pelos Autores).

3.3.2. Análise tecnológica

A observação e análise de jogo através de uma abordagem com métodos tecnológicos abrange a utilização de plataformas de dados e de sistemas especializados que permitem a monitorização em tempo real do desempenho individual e coletivo, tático e físico. Estas soluções integradas fornecem uma combinação robusta de dados estatísticos, imagens e vídeos (Vásquez, 2012; Ventura, 2013; Gama et al., 2017; Barbosa & Resende, 2022).

3.3.2.1. Plataformas de dados e vídeos

As plataformas especializadas em dados e vídeos no Futebol fornecem uma vasta gama de estatísticas detalhadas, que podem ser combinadas com o acesso completo ao vídeo do jogo ou a vídeos de eventos específicos das ações dos jogadores e das equipas. Além disso, oferecem recursos para visualizar e interpretar as informações, com gráficos, *networks* e *heatmaps*, facilitando a análise individual dos jogadores e a análise tática da equipa. Plataformas como Opta Pro[®], StatsBomb[®], InStatScout[®], Wyscout[®], Mediabase Sport[®] e SportsBase[®] têm vindo a ser utilizadas por clubes e analistas de Futebol para recolher e analisar dados de jogos (Vásquez, 2012; Ventura, 2013; Gama et al., 2017; Barbosa & Resende, 2022).

3.3.2.2. Programas profissionais de edição de vídeo

Os programas de edição de vídeo permitem cortar, marcar e destacar os momentos-chave de cada jogo, criando vídeos específicos que facilitam a compreensão das ações dos jogadores e das equipas. Programas como Sportscod[®], VideObserver[®] e Coach Paint[®] são alguns dos mais utilizados por analistas e treinadores profissionais nesta vertente (Vásquez, 2012; Ventura, 2013; Gama et al., 2017; Barbosa & Resende, 2022).

3.3.2.3. Sistemas avançados para análise de desempenho dos jogadores e das equipas

Além das ferramentas mencionadas anteriormente, existem sistemas tecnológicos avançados para análise do jogo de Futebol, permitindo uma descrição mais detalhada do desempenho individual, coletivo. Estes sistemas, onde se incluem o Amisco[®], ProZone[®], Catapult[®], entre outros, ajudam a otimizar o desempenho individual e coletivo, fornecendo dados que auxiliam o planeamento estratégico (Vásquez, 2012; Ventura, 2013; Gama et al., 2017; Barbosa & Resende, 2022).

3.3.3. Apresentação de dados

A apresentação de dados é fundamental para o processo de treino, a tomada de decisão e a preparação estratégica. Independentemente da metodologia utilizada (i.e., notacional ou tecnológica), os dados devem ser organizados e apresentados de forma clara e objetiva. Para este efeito, a combinação de várias metodologias, com funcionalidades diferentes (e.g., relatórios escritos, apresentações com base em vídeos editados), oferecem uma abordagem interativa, proporcionando insights valiosos para treinadores e investigadores (Ventura, 2013; Gama et al., 2017; Barbosa & Resende, 2022).

Por exemplo, os relatórios escritos permitem a elaboração de sínteses estruturadas com indicadores estatísticos, interpretações e sugestões concretas de intervenção no treino. Por seu lado, as apresentações visuais, recorrendo a ferramentas como PowerPoint®, facilitam a representação interativa da informação, através de gráficos, redes de passes, *heatmaps* e outras representações que favorecem a compreensão global do jogo. Além disso, a seleção e edição de vídeos, com recurso a programas como Sportscode®, VideObserver® e Coach Paint® possibilitam a identificação de momentos-chave e a sua análise detalhada com anotações relevantes, sendo particularmente úteis para a comunicação com os jogadores (Ventura, 2013; Gama et al., 2017; Barbosa & Resende, 2022).

Face ao exposto, existem três aspetos fundamentais que podemos contemplar na apresentação de dados: 1) objetivos da análise; 2) perfil do público-alvo (por exemplo, treinadores tendem a valorizar resumos interpretativos com forte componente visual, enquanto os jogadores beneficiam de vídeos curtos e objetivos); e 3) tempo disponível para a análise e partilha do feedback entre pares (Ventura, 2013; Gama et al., 2017; Barbosa & Resende, 2022)

CAPÍTULO 4



NETWORKS E FUTEBOL

José Gama, Gonçalo Dias, Leonardo Joaquim, Vasco Vaz e Rui Mendes

4.1. Enquadramento e revisão de estudos aplicada ao Futebol

Com origem nas Ciências Sociais, Sociologia e Biologia, a análise de redes (*networks*) tem sido utilizada para compreender a estrutura e a dinâmica das interações entre diferentes elementos de um sistema (Wasserman & Faust, 1999; Ruivo, 2000; Newman, 2003; Mercklé, 2004; Gama, 2013; Gama et al., 2017; Alves et al., 2025).

No contexto desportivo, este conceito tem sido aplicado para investigar a complexidade dos desportos coletivos, onde os jogadores interagem constantemente num ambiente dinâmico e imprevisível (Duch et al., 2010; Passos et al., 2011; Grund, 2012; Gama, 2013; Gama et al., 2017).

No Futebol, a análise de redes surge com o objetivo de compreender as conexões (e.g., ligações) estabelecidas entre os jogadores durante o jogo e de interpretar o impacto das mesmas no desempenho da equipa (Yamamoto & Yokoyama, 2011; Clemente et al., 2015; Gama et al., 2014, 2017; Alves et al., 2025).

A metodologia de análise de redes permite explorar a estrutura global do jogo e avaliar a sua complexidade (Malta & Travassos, 2014). Além disso, indica de que forma a bola circula entre os jogadores da equipa, percebendo como se relacionam e se organizam coletivamente (Duch et al., 2010; Yamamoto & Yokoyama, 2011; Passos et al., 2011; Grund, 2012; Silva, 2016; Gama et al., 2014, 2017; Alves et al., 2025).

Por outro lado, proporciona uma maior compreensão da dinâmica e organização da equipa, permitindo a identificação de jogadores-chave que mais influem na construção ofensiva e das áreas do campo que surgem com maior nível de interação (Duch et al., 2010; Yamamoto & Yokoyama, 2011; Grund, 2012; Gama et al., 2014, 2017). Deste modo, as informações obtidas através da análise de redes são essenciais para treinadores e equipas técnicas, fornecendo uma base sustentável que permita ajustes estratégicos e que podem melhorar o desempenho dos jogadores e das equipas (Silva, 2016; Gama et al., 2017; Alves et al., 2025).

Nos últimos anos, considerando a importância desta temática, vários estudos têm sido realizados para analisar os efeitos da metodologia das redes no Futebol, e de que forma esta pode contribuir para uma melhor compreensão das tendências e padrões de jogo (Duch et al., 2010; Gama et al., 2014; Clemente et al., 2015; McLean et al., 2017; Sarmiento et al., 2018; Buldú et al., 2020; Novillo et al., 2024; Alves et al., 2025).

A Tabela 3 apresenta uma revisão dos estudos que abordam a análise das redes (*networks*) aplicada ao Futebol, expondo os objetivos e principais resultados obtidos.

Tabela 3. Estudos sobre análise de redes (*networks*) aplicada ao Futebol (fonte dos Autores).

Ano	Autores	Título do estudo	Objetivo	Resultados
2025	Alves, R. J., Dias, G., Vaz, V., Querido, S., & Nunes, N.	Análise em rede da dinâmica ofensiva de uma equipa de Futebol da primeira divisão portuguesa: perspetivas da época 2020-2021	Analisar as ações ofensivas que resultaram em remates através da análise de redes numa equipa portuguesa de Futebol da Primeira Divisão durante a época 2020-2021	As métricas de rede fornecem uma compreensão abrangente da dinâmica da equipa, especialmente na identificação dos principais contribuintes para ações ofensivas
2024	Leela, J., Rahaman, K., & Comissiong, D.M.G.	Análise da eficiência das redes de passes no Futebol	Explorar as redes de passes das formações mais utilizadas pelo Manchester United e pelo Chelsea durante a época 2016/2017 da Premier League	Métricas como a pontuação territorial, a penetração e o equilíbrio ajudam os treinadores a acompanhar o posicionamento, o jogo ofensivo e a versatilidade dos passes, melhorando o desempenho e a estratégia da equipa
2024	Li, Z. F., & Liu, X. D.	Uma perspetiva de rede sobre o jogo ofensivo nas ligas de Futebol de alto nível: Um estudo empírico	Verificar se a análise de redes pode ser utilizada para identificar os principais intervenientes nas fases de ataque de um jogo de Futebol profissional e estabelecer as principais interações e ligações preferenciais entre os colegas de equipa	Das métricas analisadas, verificámos que os jogadores com maior centralidade na rede de passes e cruzamentos
2024	Novillo, Á., Gong, B., Martínez, J., Resta, R., López del Campo, R., & Buldú, J. M.	Um quadro de redes multicamadas para a análise do Futebol	Quantificar os padrões de posse de bola, as transições entre zonas do campo e as interações entre equipas	O método de estrutura de rede multicamada, como uma nova abordagem na análise do desempenho desportivo, representa um avanço significativo com base nos fundamentos das redes de passe
2024	Pan, P., Peñas, C. L., Wang, Q., & Liu, T.	Evolução da rede de passes nos Campeonatos do Mundo de Futebol 2010-2022	Investigar a evolução das redes de passes (PN), tanto ao nível das equipas como dos jogadores, nos Campeonatos do Mundo de Futebol de 2010 a 2022	Fornecer informações sobre as tendências evolutivas das relações de passe e a dinâmica de mudança das interações entre as equipas e a proeminência posicional no Futebol de elite ao longo de um período de 12 anos
2022	Assunção, D., Pedrosa, I., Mendes, R., Martins, F., Francisco, J., Gomes, R., & Dias, G.	Análise de Redes Sociais: Modelos Matemáticos para a Compreensão do Futebol Profissional nos Momentos Críticos do Jogo - Um Estudo Exploratório	Analisar as interações dos jogadores de equipas de Futebol profissional em momentos críticos do jogo	A abordagem das redes, em concomitância com as propriedades dinâmicas dos modelos matemáticos e os momentos críticos do jogo, pode ajudar os treinadores a avaliar melhor o nível de interação e de conectividade dos seus jogadores em relação às ações impostas pelos adversários
2020	Buldú, J. M., Garrido, D., Antequera, D. R., Busquets, J., Estrada, E., Resta, R., & López del Campo, R.	Redes de monitorização do Futebol: Para além da conectividade baseada em eventos	Demonstrar a utilização da ciência das redes como ferramenta complementar para analisar o comportamento dos jogadores e das equipas durante um jogo de Futebol, utilizando dados de localização para criar quatro novos tipos de redes que captam as interações dos jogadores para além dos simples passes	Analisar o comportamento dos jogadores e das equipas durante um jogo de Futebol, utilizando dados de localização em vez de eventos tradicionais. Introduzimos quatro tipos de redes: Redes de Fluxo de Bola (BFN), Redes de Marcação, Redes de Proximidade Assinada e Redes de Coordenação Funcional, que captam as interações entre jogadores de uma forma mais abrangente.
2018	Sarmiento, H., Clemente, F. M., Gonçalves, B., & Davids, K.	Análise baseada em redes das interações entre equipas no Futebol	Aplicar um conjunto de métricas de rede para caracterizar a cooperação entre colegas de equipa de Futebol	As métricas de rede permitiram caracterizar a interação entre os companheiros de equipa durante as jogadas de ataque

Ano	Autores	Título do estudo	Objetivo	Resultados
2018	Yamamoto, K., & Narizuka, T.	Análise da aproximação da cadeia de Markov em jogos de Futebol com base na evolução temporal das redes de passes de bola	Centra-se na evolução temporal e no crescimento da rede de passes de bola	A aproximação da cadeia de Markov é útil para modelar a evolução temporal da rede de passes de bola no Futebol, mas esclarece que tal não significa que os passes sejam efetivamente efetuados segundo uma cadeia de Markov
2017	McClean, S., Salmon, P.M., Gorman, A.D., Stevens, N.J., & Solomon, C.	Uma análise das redes sociais das redes de passes para golos do Campeonato Europeu de Futebol de 2016	Determinar as características da GSPN para a totalidade do torneio, entre a fase de grupos e a fase eliminatória, e para as equipas com e sem sucesso	As GSPN variam com o estado do jogo e que a elevada conectividade das equipas não diferencia as equipas bem-sucedidas. As medidas de centralidade de grau ajudam a identificar as principais zonas do campo durante os jogos
2017	Gonçalves, B., Coutinho, D., Santos, S., Lago-Penas, C., Jiménez, S., & Sampaio, J.	Explorando as redes de passes da equipa e a dinâmica de movimento dos jogadores no Futebol associativo juvenil	Explorar a forma como as redes de passes e as variáveis de posicionamento podem ser associadas ao resultado do jogo no Futebol associativo de elite para jovens	As equipas com menor dependência de passes de jogadores específicos (menor centralidade de intermediação) e maiores ligações de passes intra-equipa (maior centralidade de proximidade) tendem a ter melhores resultados de desempenho
2016	Gama, J., Dias, G., Couceiro, M., Sousa, T., & Vaz, V.	Métricas de rede e posse de bola no Futebol profissional	Estudar a rede de interações resultante do comportamento coletivo das equipas de Futebol profissional e a influência da posse de bola	A posse de bola durante um jogo de Futebol confere à equipa um maior domínio em termos de ações de jogo. A posse de bola não influencia significativamente o resultado final do jogo
2016	Gama, J., Dias, G., Couceiro, M.S., Belli, R., Vaz, V., Ribeiro, J., & Figueiredo, A.	Redes e método centróide para compreender o Futebol	Verificar a rede de contactos resultante do comportamento coletivo das equipas de Futebol profissional através do método do centróide e da análise de redes, de modo a fornecer informações detalhadas sobre os jogos aos treinadores e analistas desportivos	As interações das equipas profissionais de Futebol ocorreram principalmente durante a fase ofensiva do jogo Os resultados podem ajudar os treinadores e os investigadores a compreender melhor como a auto-organização e o comportamento coletivo emergem nas equipas de Futebol profissional
2015	Clemente, F. M., Martins, F. M. L., Kalamaras, D., Wong, D. P., & Mendes, R. S.	Análise geral da rede das seleções nacionais de Futebol no Campeonato do Mundo da FIFA 2014	Analisar as características da rede das seleções nacionais bem e mal-sucedidas no Campeonato do Mundo de Futebol de 2014 e investigar a relação entre essas características da rede e o desempenho global da equipa	As equipas bem-sucedidas no Campeonato do Mundo de Futebol de 2014 tinham uma maior densidade de rede, ligações totais e coeficiente de agrupamento entre colegas de equipa, que estavam associados a um melhor desempenho geral da equipa, medido pelos golos marcados
2015	Clemente, F. M., Martins, F. M. L., Wong, P., Kalamaras, D., & Mendes, R. S.	O médio-centro como participante proeminente no ataque ao edifício: uma análise de rede das seleções nacionais no Campeonato do Mundo de Futebol FIFA 2014	Analisar as posições dos jogadores mais destacados que contribuíram para a construção do ataque Futebolístico durante o Campeonato do Mundo de Futebol de 2014	Independentemente da estratégia da equipa, a posição dos jogadores do meio-campo central contribui significativamente para a construção do ataque
2015	Clemente, F. M., Couceiro, M. S., Martins, F. M., & Mendes, R.	Utilização de métricas de rede no Futebol: Uma Macro-Análise	Propor um conjunto de métodos de rede para medir as propriedades específicas de uma equipa de Futebol, tais como as interações entre os colegas de equipa e a organização e o comportamento da equipa	As métricas de rede introduzidas, especificamente a densidade, a heterogeneidade e a centralização, fornecem um método útil e facilmente aplicável para analisar os processos ofensivos e o comportamento coletivo de uma equipa de Futebol

Ano	Autores	Título do estudo	Objetivo	Resultados
2015	Gama, J., Couceiro, M., Dias, G., & Vaz, V.	Redes de pequenos mundos no Futebol profissional: Modelo conceitual e dados	Verificar se as interações entre jogadores profissionais de Futebol são compatíveis com o conceito de redes de mundo pequeno	A análise de redes pode fornecer informações sobre as contribuições individuais para o desempenho coletivo da equipa e sobre a forma como os jogadores orquestram as estratégias da equipa
2015	Narizuka, T., & Yamazaki, Y.	Distribuição de graus de redes de posse de bola dependentes da posição em jogos de Futebol	Propor um modelo estocástico simples que possa descrever a rede de passes dependente da posição em jogos de Futebol	Os autores propõem um modelo estocástico para descrever a rede de passes de bola em jogos de Futebol O modelo é caracterizado pela escolha consecutiva de um jogador para onde passar, com base na "aptidão intrínseca" do jogador.
2014	Gama, J., Passos, P., Davids, K., Relvas, H., Ribeiro, J., & Vaz, V., Dias, G.	Análise de redes e atividade intra-equipa nas fases ofensivas do Futebol profissional	Utilizar a análise de redes para identificar os principais jogadores e as suas interações durante as fases de ataque de um jogo de Futebol profissional	A análise de rede pode ser utilizada para identificar os principais jogadores individuais que são fundamentais para orquestrar o jogo de ataque da equipa e exercer uma influência poderosa nos padrões de ataque
2014	Narizuka, T., Yamamoto, K., & Yamazaki, Y.	Propriedades estatísticas das redes de posse de bola dependentes da posição em jogos de Futebol	Analisar as propriedades estatísticas das redes de posse de bola dependentes da posição em jogos de Futebol reais	O modelo que criaram consegue reproduzir bem as características das redes de passes reais, mostrando que os padrões de passes no Futebol dependem das posições dos jogadores e seguem regras estatísticas específicas
2013	Cotta, C., Mora, A. M., Merelo, J.J., & Merelo-Molina C.	Uma análise em rede do jogo da equipa campeã do Campeonato do Mundo de Futebol de 2010	Analisar a rede de passes entre os jogadores da seleção espanhola durante o último Campeonato do Mundo de Futebol de 2010,	A capacidade da equipa espanhola de restabelecer o seu jogo combinatório e de deslocar o objetivo do jogo para as posições de ataque e para os jogadores talentosos mostra que a balança pende a favor da equipa espanhola
2012	Grund, T. U.	Estrutura da rede e desempenho da equipa: O caso das equipas de Futebol da Primeira Liga Inglesa	Analisar a relação entre a estrutura da rede das equipas de Futebol e o seu desempenho	As redes caracterizadas por uma elevada intensidade (controlando as oportunidades de interação) e uma baixa centralização estão associadas a um melhor desempenho das equipas
2011	Yamamoto, Y., & Yokoyama, K.	Dinâmicas de rede comuns e únicas em jogos de Futebol	Analisar as dinâmicas de rede comuns e únicas nos jogos de Futebol	Os jogadores "hub" dominantes na rede de cada equipa são vulneráveis a ataques intencionais da equipa adversária.
2010	Duch, J., Waitzman, J. S., & Amaral, L. A. N.	Quantificar o desempenho dos jogadores individuais numa atividade de equipa.	Análise do desempenho dos jogadores no Campeonato Europeu de Futebol de 2008	As generalizações da abordagem podem ser úteis noutros contextos em que seja importante quantificar as contribuições dos membros individuais da equipa

Estes estudos são apresentados a título meramente exemplificativo, por serem recentes nesta vertente, podendo ser adotados outras pesquisas, que emergem da literatura da especialidade.

4.2. Ferramentas de análise de redes

As ferramentas de análise de redes desempenham um papel fundamental para compreender as interações dentro de redes complexas, como é o caso do Futebol, identificando o comportamento individual e coletivo, permitindo ainda descodificar a estrutura, dinâmica e interdependência entre elementos/nodos da *network*, i.e., jogadores (Gama et al., 2017; Silva et al., 2019; Alves et al., 2025). Atualmente, existem diversos programas que oferecem recursos específicos para análise e visualização de redes, como é o caso do uPATO[®], NodeXL[®] e SocNetV[®] (Gama et al., 2017; Silva et al., 2019).

4.4. Modelos matemáticos para análise de desempenho

A análise de redes no desporto, em particular no Futebol, oferece uma abordagem multidisciplinar na avaliação do desempenho individual e coletivo (Gama et al., 2014), através de dois níveis distintos: i) *microanálise*; e ii) *macroanálise* (Silva et al., 2019; Assunção et al., 2022).

De modo a operacionalizar os dois níveis de análise mencionados anteriormente, podemos implementar modelos matemáticos para caracterizar a cooperação entre jogadores, durante o desempenho competitivo (Clemente et al., 2014, 2015; Gama et al., 2015, 2016; Martins et al., 2020, 2021).

4.4.1. Microanálise

A microanálise centra-se no desempenho individual dos jogadores dentro da dinâmica coletiva. Ao observar as interações (e.g., passes), permite uma compreensão detalhada do papel de cada jogador, identificando os atletas mais influentes na rede de interação e como estes interferem no desempenho da equipa (Gama et al., 2014, 2015, 2017; Assunção et al., 2022; Alves et al., 2025).

A Tabela 4 apresenta modelos matemáticos utilizados na análise do desempenho individual no Futebol (*networks*).

Tabela 4. Microanálise - Modelos matemáticos utilizados na análise do desempenho individual no Futebol (*networks*) (adaptado de Silva et al., 2019).

Modelo Matemático	Definição	Aplicação
Degree Centrality	Número de ligações diretas de um nó com outros nós na rede	Mede quantos passes um jogador realiza diretamente para outros colegas de equipa, indicando a sua participação ativa na construção ofensiva
Closeness Centrality	Mede a proximidade de um nó em relação a todos os outros nós da rede	Avalia os jogadores que podem chegar mais rapidamente à bola, distribuindo o jogo de forma eficiente
Stress Centrality	Mede a quantidade de trajetos que passam por um nó	Identifica os jogadores fundamentais na transição entre setores (defesa-meio-ataque) e na manutenção da posse de bola
Betweenness Centrality	Mede quantas vezes um nó está no caminho mais curto entre outros dois nós	Destaca os jogadores que são peças-chave na circulação da bola, ajudando a conectar diferentes setores da equipa
Eccentricity Centrality	Distância máxima entre um nó e os demais da rede	Identifica os jogadores que estão mais isolados na estrutura tática e que podem ter menor participação ativa no jogo
Eigenvector Centrality	Mede a influência de um nó com base na importância dos nós aos quais está conectado	Identifica os jogadores que participam nas principais combinações de passes, influenciando o jogo taticamente
Subgraph Centrality	Mede a participação de um nó em pequenos subgrupos dentro da rede	Avalia os jogadores que formam sinergias estratégicas e que contribuem para triangulações e dinâmicas de jogo
Laplacian Centrality	Utiliza a matriz de ligações para medir a influência de um nó na estabilidade da rede	Avalia os jogadores cuja ausência pode afetar significativamente a organização tática da equipa
PageRank Centrality	Mede a importância de um nó com base no número e na qualidade das ligações recebidas	Identifica os jogadores considerados referências táticas e que recebem maior número de passes, por serem preponderantes na manutenção da posse de bola
Power Centrality	Mede a influência de um nó com base na força das ligações na rede	Avalia os jogadores que controlam o ritmo do jogo, distribuindo passes de forma estratégica
Centroid Centrality	Determina o nó que ocupa a posição mais central da rede	Indica o jogador que pode distribuir melhor a bola e influenciar a organização da equipa
Node Transition Entropy	Mede o nível de variação das ligações de um nó dentro da rede	Identifica os jogadores “imprevisíveis” no passe, que dificultam a marcação adversária
Degree Prestige	Mede a importância de um nó com base na quantidade de ligações recebidas	Deteta os jogadores mais solicitados pelos colegas durante o jogo
Proximity Prestige	Mede a proximidade de um nó dentro da rede para avaliar a sua relevância	Analisa os jogadores fundamentais na manutenção da posse de bola e no suporte tático
Clustering Coefficient	Mede a tendência de um nó formar pequenos grupos interconectados	Identifica os jogadores que favorecem trocas rápidas de passes e jogadas curtas em grupo

4.4.2. Macroanálise

A macroanálise centra-se na análise do desempenho coletivo, permitindo avaliar como as interações ocorrem entre jogadores e influenciam o desempenho da equipa (Clemente et al., 2014, 2015; Gama et al., 2016; Silva et al., 2019).

A Tabela 5 apresenta modelos matemáticos que são utilizados para análise do desempenho coletivo no Futebol (*networks*).

Tabela 5. Macroanálise - Modelos matemáticos que são utilizados para análise do desempenho coletivo no Futebol (*networks*) (adaptado de Silva et al., 2019).

Modelo Matemático	Definição	Aplicação
Total Links	Número total de ligações entre nós na rede	Mede o nível de envolvimento e dinâmica coletiva da equipa, refletindo o número de passes e interações realizadas entre os jogadores, indicando a fluidez da circulação da bola
Network Density	Grau de conexão entre os nós, comparando ligações reais e possíveis na rede	Indica a fluidez e interação no jogo (e.g., alta densidade sugere que a equipa tem um jogo mais apoiado, com trocas rápidas de passes entre os jogadores, criando uma rede eficiente)
Average Distance	Distância média entre os nós na rede, considerando a distância da interação entre os mesmos	Avalia a estrutura e proximidade entre os setores da equipa (e.g., uma distância curta pode indicar uma equipa bem posicionada para uma troca rápida de passes e boas transições)
Network Diameter	Maior distância entre dois nós na rede, considerando a sequência de ligações mais longa	Mede a rapidez com que a equipa pode trocar passes e se reorganizar, ou seja, quanto tempo e quantas interações são necessárias para conectar dois jogadores distantes na rede
Network Heterogeneity	Mede a variação nas ligações entre os nós na rede	Identifica se o jogo está muito concentrado em poucos jogadores, ou se é mais equilibrado (e.g., uma alta heterogeneidade sugere que vários jogadores estão envolvidos nas interações)
Transitivity	Probabilidade de formação de triângulos de ligações entre três ou mais nós na rede	Avalia a fluidez e previsibilidade do jogo, mostrando a capacidade de criar passes rápidos e interações entre jogadores que favorecem a troca rápida de bola e a criação de jogadas coletivas
Reciprocity	Mede a reciprocidade das ligações, ou seja, se as conexões entre eles são mútuas	Mostra o equilíbrio na distribuição das jogadas entre os jogadores (e.g., uma alta reciprocidade sugere que os passes são distribuídos de forma mais igualitária entre os pares da equipa)
Global Centralization	Mede a centralização da rede, ou seja, a dependência de poucos nós que têm mais ligações na rede	Indica se a equipa depende de um ou poucos jogadores-chave para conduzir o jogo (e.g., uma alta centralização pode

Modelo Matemático	Definição	Aplicação
Global Prestige	Mede a importância de um nó na rede com base na importância das ligações que ele recebe	significar que a equipa tem um desequilíbrio, caso o jogador central seja neutralizado)
Assortativity Coefficient	Avalia se os nós se conectam com outros de características semelhantes	Identifica os jogadores-chave na organização ofensiva, que recebem passes devido à sua capacidade técnica ou posição estratégica no campo
		Identifica tendências de padrões de jogo dentro da equipa, como setores específicos que interagem mais entre si, refletindo como a equipa se organiza taticamente

4.5. Estudos práticos

A título ilustrativo e como auxiliar pedagógico, o jogo que se apresenta de seguida, foi registado, primeiramente, em base de dados Excel®, o que possibilitou a organização e o armazenamento sistemático das informações. Através da recolha de dados, foi obtida uma matriz de adjacência que representa a rede de interações, correspondendo aos passes efetuados e recebidos entre os jogadores da equipa.

Durante o jogo, foram registados um total de 439 interações intra-equipa (passes) entre jogadores da equipa em análise (Tabela 6).

Tabela 6. Matriz de adjacência do número de interações entre jogadores da equipa em estudo.

De/Para	Jogadores																
Jogadores	9	6	30	66	3	61	8	13	20	27	88	7	2	10	33	23	TE
Posição	GR	DD	DCD	DCE	DE	MD	MCD	MCE	ED	EE	PL	SU	SU	SU	SU	SU	-
99	-	0	9	6	3	0	1	2	0	0	2	0	0	0	2	0	25
6	0	-	1	4	0	9	1	5	3	0	1	0	0	0	0	0	24
30	3	1	-	12	16	10	6	4	0	1	0	0	1	1	0	0	55
66	6	6	15	-	2	7	1	3	1	1	2	0	4	0	0	0	48
3	0	0	14	1	-	1	14	5	1	14	3	0	0	5	4	0	62
61	0	9	2	6	0	-	13	6	2	2	1	8	4	1	0	0	54
8	1	0	6	1	15	9	-	5	0	3	3	0	1	1	0	0	45
13	0	3	6	4	4	6	3	-	1	0	0	0	0	0	0	0	27
20	0	5	0	3	0	2	2	1	-	0	2	0	0	0	0	0	15
27	0	0	1	1	7	0	2	1	1	-	5	2	0	0	0	0	20
88	0	0	0	0	2	0	4	0	1	4	-	3	1	0	1	0	16
7	0	0	0	1	0	6	0	0	0	2	1	-	6	0	0	0	16
2	0	0	1	5	0	4	1	3	0	0	3	7	-	0	1	0	25
10	0	0	0	0	4	0	2	0	0	2	0	0	0	-	0	0	8
33	0	0	0	1	1	0	2	0	0	2	1	0	0	0	-	0	7
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
TR	10	24	55	45	54	54	52	35	10	31	24	20	17	8	8	0	-
TI	35	48	110	93	116	108	97	62	36	25	51	40	42	0	15	16	439

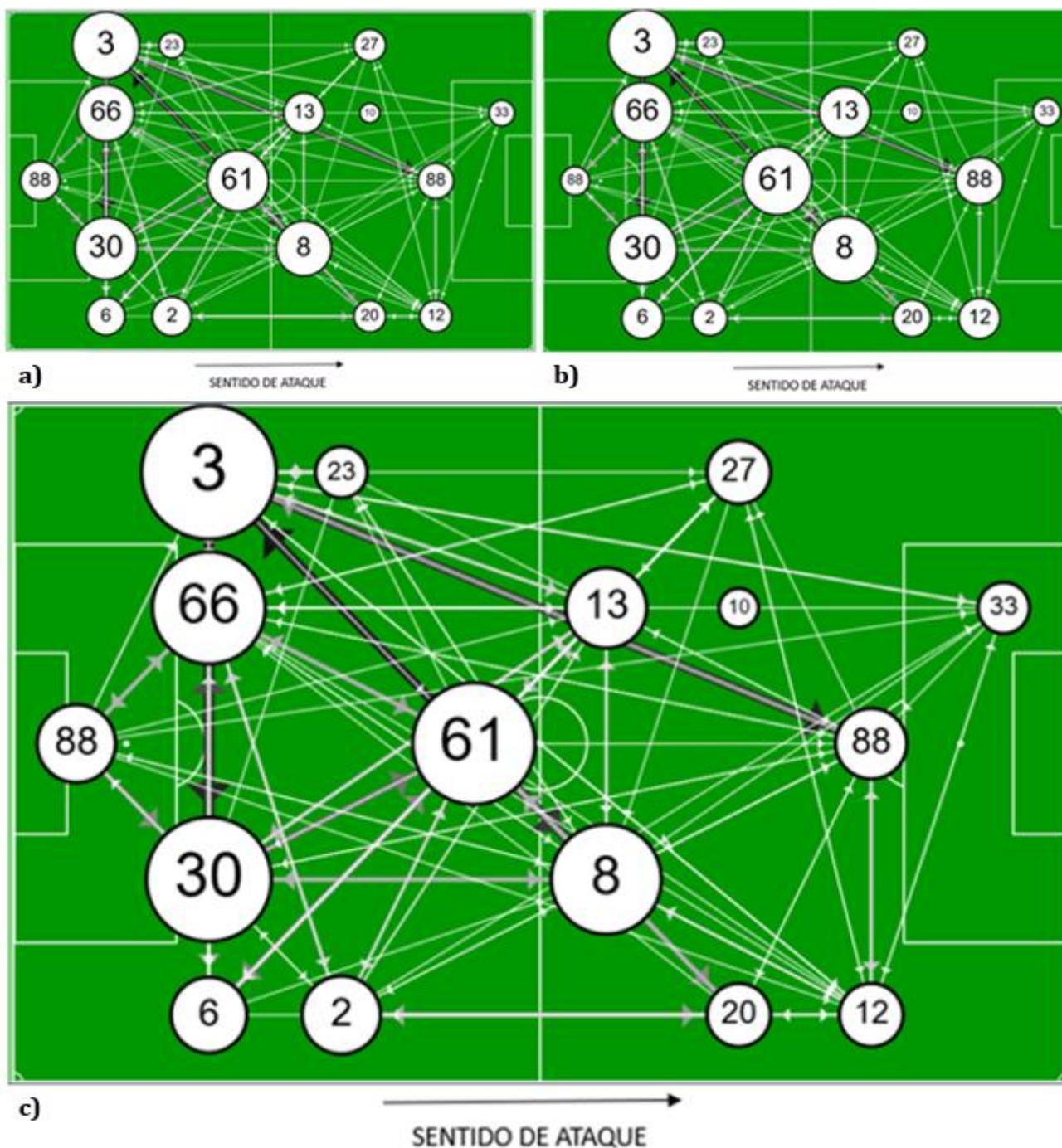
Legenda: De - interação efetuada; Para - Interação recebida; TE - Total de interações efetuadas; TR - Total de interações recebidas; TI - Total de interações (efetuadas + recebidas). Posições - GR: Guarda-redes; DD: Defesa direito; DCD: Defesa central direito; DCE: Defesa central esquerdo; MD: Médio Defensivo; MCD: Médio Centro Direito; MCE: Médio Centro esquerdo; ED: Extremo direito; EE: Extremo esquerdo; PL: Ponta de Lança; SU: Suplente utilizado.

Os dados indicam que o jogador 3 (defesa esquerdo) foi o atleta que mais interagiu com os outros jogadores, com um total de 116 interações (62 passes efetuados; 54 passes recebidos), seguido do jogador 30 (defesa central direito), com 110 interações (55 passes efetuados; 55 passes recebidos) e do jogador 61 (médio defensivo), com um total de 108 interações, com os seus pares (54 passes efetuados; 54 passes recebidos).

Posteriormente, esses dados foram transferidos para o uPATO®, permitindo a análise detalhada das interações entre os jogadores e a visualização das redes de passes e zonas de interação durante o jogo.

Utilizando a aplicação web uPATO®, foram criadas redes de interação da equipa, com os jogadores a ocupar na visualização gráfica posições semelhantes à formação inicial (e.g., esquema tático).

A Figura 5 mostra as representações gráficas das interações ocorridas entre os jogadores da equipa.



Legenda: a) Rede de interações efetuadas; b) Rede de interações recebidas; c) Rede total de interações (efetuadas e recebidas);

Figura 5. Representação das interações ocorridas entre os jogadores da equipa – rede criada através do uPATO®.

Esta representação gráfica permite obter uma perceção da rede de interações que ocorreu entre os jogadores da equipa. Individualmente, contactou-se que os jogadores 3 (defesa esquerdo), 30 (defesa central direito) e 61 (médio defensivo) foram os jogadores que promoveram o maior número de interações (e.g., passes efetuados e recebidos) na equipa.

Por outro lado, os resultados mostram que a equipa adotou, um esquema tático 1-4-3-3, composto por um guarda-redes, seguido por uma linha defensiva de quatro jogadores (dois defesas laterais

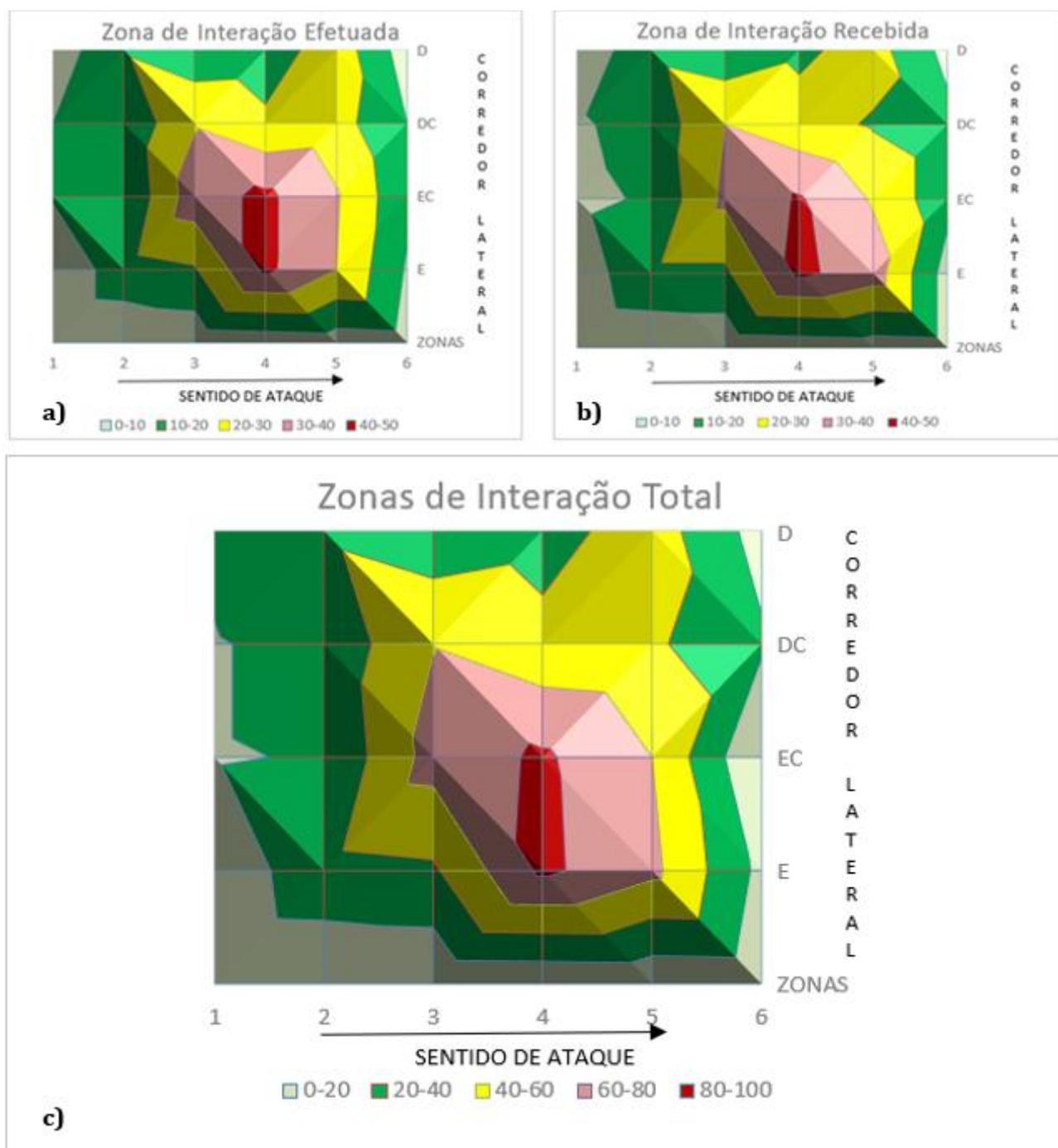
e dois defesas centrais), uma linha intermédia com três jogadores posicionados em forma de triângulo (um médio defensivo e dois médios-centro) e uma linha ofensiva composta por três jogadores (dois extremos e um ponta de lança).

Verificou-se ainda que a organização ofensiva da equipa foi maioritariamente conduzida pela linha defensiva (defesa central esquerdo e defesa esquerdo) e pelo jogador mais recuado da linha intermédia (médio defensivo).

Para analisar a posse de bola em cada área do campo, utilizou-se a informação obtida em Excel, de modo a criar gráficos ilustrativos das zonas de interação, identificando as áreas em que ocorreram as maiores concentrações de passes dos jogadores da equipa.

Para representar graficamente estas variáveis, foram utilizados *heatmaps*, nos quais, diferentes intensidades ilustram o número de passes ocorridos em cada área do campo.

A Figura 6 mostra as representações gráficas das zonas onde ocorreram as interações dos jogadores da equipa.



Legenda: a) Heatmap de zona de interação efetuada; b) Heatmap de zona de interação recebida; c) Heatmap de zona total de interações (efetuadas e recebidas) / Sentido de Ataque: 1, 2, 3, 4, 5 e 6. / Corredor Lateral: D=Direito; DC=Direito Central; EC=Esquerdo Central; E= Esquerdo.

Figura 6. Representação das zonas onde ocorreu a interação entre os jogadores da equipa – heatmap criado em Excel®.

O heatmap mostra que a área 4E foi aquela onde ocorreu o maior número de passes efetuados e recebidos (84 interações), seguida pela área 4EC (83 interações) e da área 3EC (68 interações). Verificou-se ainda que a equipa atuou, preferencialmente, pelo corredor esquerdo central.

Os resultados da análise do desempenho individual (microanálise) são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Desempenho individual (microanálise).

Jogador	Posição	Degree Centrality	Closeness Centrality	Stress Centrality	Betweenness Centrality	Eccentricity Centrality	Eigenvector Centrality	Subgraph Centrality
99	GR	10,000	0,161	0,000	0,000	1,126	0,087	114,771
6	DD	24,000	0,218	22,000	22,000	1,385	0,169	172,102
30	DCD	55,000	0,271	55,000	54,000	1,567	0,421	481,435
66	DCE	45,000	0,247	26,000	25,000	1,386	0,292	370,651
3	DE	54,000	0,292	76,000	76,000	1,765	0,437	338,641
61	MD	54,000	0,290	61,000	61,000	1,636	0,375	371,842
8	MCD	52,000	0,294	41,000	41,000	2,000	0,415	476,510
13	MCE	35,000	0,213	0,000	0,000	1,429	0,271	315,733
20	ED	10,000	0,110	0,000	0,000	0,947	0,067	197,648
27	EE	31,000	0,249	7,000	7,000	1,901	0,250	283,721
88	PL	24,000	0,167	0,000	0,000	1,429	0,145	253,628
7	SU	20,000	0,215	1,000	1,000	1,358	0,119	90,712
2	SU	17,000	0,164	1,000	1,000	1,161	0,110	216,326
10	SU	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000
33	SU	8,000	0,157	0,000	0,000	1,419	0,055	78,870
23	SU	8,000	0,167	0,000	0,000	1,304	0,086	64,708

Jogador	Posição	PageRank Centrality	Power Centrality	Centroid Centrality	Node Transition Entropy	Degree Prestige	Proximity Prestige	Clustering Coefficient
99	GR	2,762	8,840	-13,000	0,126	25,000	2,912	0,215
6	DD	2,777	20,167	-11,000	0,186	62,000	3,863	0,181
30	DCD	5,916	40,349	-3,000	0,325	24,000	2,920	0,083
66	DCE	8,105	37,763	-5,000	0,306	45,000	3,675	0,117
3	DE	4,509	39,374	-1,000	0,322	27,000	2,734	0,066
61	MD	6,690	43,812	-3,000	0,343	15,000	2,051	0,081
8	MCD	4,375	40,753	-3,000	0,332	20,000	2,563	0,112
13	MCE	3,343	31,192	-13,000	0,261	55,000	4,037	0,197
20	ED	3,029	9,546	-13,000	0,136	54,000	3,849	0,451
27	EE	3,500	24,973	-9,000	0,222	48,000	3,723	0,195
88	PL	3,592	22,285	-13,000	0,210	16,000	2,068	0,241
7	SU	4,992	16,823	-11,000	0,166	25,000	2,555	0,135
2	SU	4,798	15,210	-12,000	0,162	16,000	2,476	0,206
10	SU	2,000	0,000	-14,000	0,085	0,000	0,000	0,000
33	SU	2,807	7,445	-13,000	0,122	7,000	1,311	0,520
23	SU	2,728	7,294	-13,000	0,120	8,000	1,955	0,547

Legenda: Posições – GR: Guarda-redes; DD: Defesa direito; DCD: Defesa central direito; DCE: Defesa central esquerdo; MD: Médio Defensivo; MCD: Médio Centro Direito; MCE: Médio Centro esquerdo; ED: Extremo direito; EE: Extremo esquerdo; PL: Ponta de Lança; SU: Suplente utilizado.

A microanálise da equipa indica que o jogador 30 (defesa central), jogador 3 (defesa esquerdo), jogador 61 (médio defensivo) e o jogador 8 (médio centro direito) foram os jogadores que participaram de forma mais ativa na construção das ações coletivas ofensivas da equipa.

A métrica *Degree Centrality* indica que o jogador 30 (defesa central) foi aquele que realizou o maior número de passes diretos para outro colega da equipa, enquanto a métrica *Closeness Centrality* mostra que o jogador 8 (médio centro direito) foi o jogador que estava mais próximo de todos os outros colegas na equipa, considerando os passes efetuados. Por outro lado, a métrica *Stress Centrality* indica que o jogador 3 (defesa esquerdo) foi o jogador mais importante na circulação de bola da equipa.

O jogador 30 (defesa central direito) e o jogador 8 (médio centro esquerdo) foram os “maestros” táticos dentro da equipa, tal como se pode aferir através da métrica *PageRank Centrality*. A métrica *Centroid Centrality* indicou que o jogador 3 (defesa esquerdo) foi o jogador mais central na rede de passes, enquanto a métrica *Node Transition Entropy*, mostrou que o jogador 61 (médio defensivo) foi o jogador com maior imprevisibilidade de passes.

A Tabela 8 apresenta os resultados da análise do desempenho coletivo (macroanálise), permitindo uma avaliação das interações estabelecidas entre jogadores e do seu impacto na dinâmica coletiva.

Tabela 8. Desempenho coletivo (macroanálise).

Métrica	Equipa
Total Links	447,000
Network Density	0,116
Average Distance	0,572
Network Diameter	1,056
Network Heterogeneity	0,948
Transitivity	0,233
Reciprocity	0,774
Global Centralization	2,061905
Global Prestige	2,669
Assortativity Coefficient	-0,014

Verificou-se um baixo valor de *Density* na equipa, o que permite aferir que esta jogou de forma longa e direta. A *Heterogeneity* da rede, indicou que o jogo foi muito concentrado em poucos jogadores, enquanto a *Centralization* mostrou uma dependência da equipa em um ou mais jogadores.

CAPÍTULO 5



PADRÕES DE COMPORTAMENTO INDIVIDUAIS E COLETIVOS

José Gama, Gonçalo Dias, Rui Mendes e Fernando Martins

5.1. Variabilidade no Futebol

A variabilidade tem sido estudada em áreas como a Psicologia (Gamaldo et al., 2012), Ciências da Computação (Inácio et al., 2017) e Ciências do Desporto (Pyne et al., 2004; Chryssanthopoulos et al., 2015; Maneiro et al., 2020; Martins et al., 2020, 2021).

Na área das Ciências do Desporto, a literatura apresenta várias abordagens para analisar a variabilidade, nomeadamente: i) variabilidade que emerge do controlo motor e de parâmetros das ações individuais (Schorer et al., 2007); ii) variabilidade associada à manipulação das restrições da tarefa (Caballero et al., 2019); iii) variabilidade intra e inter-individual dos jogadores e das equipas no decorrer da *performance* (Kempton et al., 2014); e iv) variabilidade dos parâmetros e das ações biomecânicas (Canossa et al., 2020).

Alguns estudos desenvolvidos sobre a variabilidade das ações que emergem no jogo de Futebol têm incidido na análise da frequência cardíaca que ocorre durante a competição (Oliveira et al., 2013; Rave et al., 2018), no posicionamento dos jogadores (Castellano et al., 2011; Couceiro et al., 2014; Castellano & Blanco-Villaseñor, 2015), na vertente tática (Okihara et al., 2004; Moura et al., 2013; Maneiro et al., 2017) e em contexto de jogos reduzidos (e.g., 3×3) (Clemente et al., 2019).

Por seu lado, a variabilidade dos comportamentos individuais e coletivos e eficácia das ações do jogo (Higham et al., 2014; Castellano & Pic, 2019), a identificação de padrões (Hurst et al., 2016; Laporta, Afonso, & Mesquita, 2018a, 2018b), as diferenças entre gêneros (Costa et al., 2012; Lima et al., 2019) e os diversos níveis de competição (Méndez et al., 2019; Yi et al., 2019), também têm sido investigados.

Face ao exposto, a variabilidade e imprevisibilidade do jogo de Futebol, enquanto sistema dinâmico, pode influir na forma como os jogadores ajustam e calibram as suas ações, moldando novos comportamentos que contribuem para a formação de padrões individuais e coletivos (Garganta, 2001; Araújo, 2006), tal como iremos verificar de seguida.

5.2. Padrões individuais e coletivos

A dinâmica do jogo de Futebol é marcada por uma constante interação entre padrões de comportamento individuais e coletivos, influenciados pela imprevisibilidade e variabilidade do jogo (Garganta, 2001; Araújo, 2006). No contexto do Futebol, os padrões individuais e coletivos de comportamento são fundamentais para o desempenho e dinâmica da equipa, passíveis de serem influenciados por variáveis que envolvem a ação, interação dos jogadores e tática da equipa

(Marcelino et al., 2020).

Esses padrões surgem a partir da constante adaptação dos jogadores ao ambiente/envolvimento, o que faz do Futebol um jogo de matriz não linear. Como Garganta (2005) e Passos et al. (2006) indicam, a interação entre os jogadores e o contexto do jogo resulta em padrões que são, muitas vezes, impossíveis de prever, tornando o Futebol uma atividade complexa e variável. Este aspeto é, precisamente, o que torna a análise tática tão desafiadora, pois exige dos treinadores e analistas uma capacidade de adaptação rápida (Degrenne et al., 2023).

A identificação de padrões comportamentais permite que os treinadores compreendam melhor o comportamento dos jogadores e da equipa em diferentes momentos do jogo, ajustando as suas estratégias em função dos constrangimentos presentes no jogo. A identificação de padrões de movimento, coordenação interpessoal e ações individuais ostenta uma análise mais aprofundada da resposta da equipa às variações do jogo, como a adaptação a diferentes adversários, mudanças no ritmo do jogo ou situações de pressão intensa (Gama et al., 2020).

Além disso, a capacidade de reconhecer e responder rapidamente a padrões emergentes oferece vantagens competitivas, possibilitando uma leitura mais precisa do jogo, permitindo ainda que a equipa se antecipe aos movimentos do adversário e tome decisões em tempo útil (Passos et al., 2006). Entender como estes padrões se desenvolvem durante o jogo, pode facilitar a adaptação do comportamento individual e, eventualmente, otimizar a resposta coletiva da equipa em contextos dinâmicos e imprevisíveis (Gama et al. 2017).

O estudo de padrões de coordenação interpessoal tende a ser fundamental para a investigação das variáveis que afetam a sincronização das ações da equipa. A identificação desses padrões é fundamental para a análise do jogo, bem como para o desenvolvimento de estratégias de treino. Por exemplo, quando os treinadores percebem como é que os padrões individuais se conectam e dão origem a novos padrões coletivos, podem ficar mais capacitados para desenhar treinos com sistemas táticos adaptativos (e.g., *networks*, onde os jogadores são os nodos de interação) (Garganta, 2001; Raab, 2007; Gama et al. (2017).

5.2. Ferramentas não lineares para análise da variabilidade e padrões de comportamento

A análise da variabilidade e dos padrões de comportamento no Futebol tem vindo a evoluir significativamente com a aplicação de ferramentas matemáticas e técnicas não lineares que permitem entender melhor a complexidade das ações dos atletas (Stergiou et al., 2006; Leser et

al., 2011; Caballero et al., 2014; Couceiro et al., 2014; Martins et al., 2020, 2021).

Técnicas não lineares como a entropia aproximada e o expoente de Lyapunov podem ser eficazes para mensurar a variabilidade e a imprevisibilidade das trajetórias dos jogadores, proporcionando uma análise mais detalhada das suas ações (Buzzi et al., 2003; Harbourne & Stergiou, 2009; Fonseca et al., 2012). A entropia aproximada, por exemplo, pode ser utilizada para avaliar a regularidade das ações dos jogadores, oferecendo informações sobre a interação tática entre os jogadores, enquanto o expoente de Lyapunov auxilia na avaliação da previsibilidade dos seus movimentos, permitindo identificar momentos do jogo em que o comportamento coletivo se torna mais coordenado ou, em oposição, mais caótico, consoante a situação do jogo (Dingwell & Cusumano, 2000; Lamothe et al., 2009; Fonseca et al., 2012; Martins et al., 2013).

Por seu lado, a área da Matemática pode ser extremamente útil para ajudar a decodificar os padrões emergentes no jogo de Futebol. Por exemplo, as Cadeias de Markov desempenham um papel importante na análise do processo estocástico, sendo o comportamento coletivo da equipa modelado com base na evolução de determinadas probabilidades. Embora simplificada, a utilização das Cadeias de Markov permite ainda uma análise do comportamento coletivo com base em transições probabilísticas entre os jogadores (Davids et al., 2003; Yamamoto & Narizuka, 2018).

A variabilidade no Futebol não se limita à análise das ações individuais dos jogadores, estando, também, ligada à dinâmica coletiva da equipa. Por exemplo, durante uma transição entre ataque e defesa, as mudanças do comportamento dos jogadores podem resultar numa maior variabilidade das suas ações. Estas variações podem ocorrer dentro de um contexto coletivo coordenado, no qual os jogadores se ajustam face às exigências táticas da equipa (Buzzi et al., 2003; Beetz et al., 2009; Couceiro et al., 2014; Gama et al., 2017).

Em suma, a análise não linear, aplicada ao estudo da variabilidade do jogo de Futebol, pode ajudar a compreender melhor como é que as interações dos jogadores são vertidas em padrões individuais e coletivos (Couceiro et al., 2014; Martins et al., 2020, 2021).

CAPÍTULO 6



TREINAR COM VARIABILIDADE E CONSTRANGIMENTOS

José Gama, Gonçalo Dias, Rui Mendes e Vasco Vaz

6.1. Manipulação de constrangimentos

No Futebol, o treino pode ser estruturado de forma a refletir a complexidade e imprevisibilidade do jogo, através da manipulação de constrangimentos, que permitam aos jogadores encontrar soluções técnicas e táticas ajustadas ao ambiente competitivo onde atuam (Renshaw et al., 2010; Teune et al., 2022a, 2022b).

De acordo com o modelo de constrangimentos proposto por Newell (1986), o conceito de “constrangimento” não é encarado de forma depreciativa, mas antes como uma oportunidade de calibrar e afinar ações em função das características do atleta, da tarefa e do envolvimento (ABC). Por exemplo, nos constrangimentos da tarefa, em exercícios de treino relacionados com o jogo de Futebol, os treinadores podem manipular o número de jogadores, as dimensões do campo e implementar regras específicas, para promover modificações na dinâmica do jogo, proporcionando aos jogadores novas adaptações funcionais (Seifert et al., 2017; Renshaw & Chow, 2019; Teune et al., 2022a, 2022b).

O desempenho dos jogadores e das equipas também pode ser manipulado através de constrangimentos ambientais, como as condições meteorológicas, a iluminação do campo/estádio ou o barulho do público, que podem influenciar a tomada de decisão dos jogadores, promovendo novas adaptações a contextos imprevisíveis (Browne et al., 2019; Teune et al., 2022a, 2022b; Heuvelmans et al., 2023).

Outro aspeto que pode constranger o comportamento dos jogadores está relacionado com as competências percetivas, passíveis de serem desenvolvidas através de exercícios táticos (Renshaw et al., 2010; Teune et al., 2022; Heuvelmans et al., 2023). Por exemplo, se os treinadores integrarem a manipulação de constrangimentos no treino, através de exercícios específicos, podem promover novas aprendizagens e competências que simulem a imprevisibilidade e variabilidade das ações de jogo (Davids et al., 2003; Renshaw et al., 2010; Teune et al., 2022a).

Operacionalmente, a planificação do processo de treino pode incluir a abordagem dos constrangimentos, através de jogos reduzidos e condicionados, que promovam novas adaptação funcionais (Ford et al., 2010; Partington et al., 2013; Hall et al., 2016; O'Connor et al., 2018a; Güllich, 2019; Barth et al., 2020; Roca & Ford, 2020).

De seguida, apresentamos alguns exercícios que podem ser aplicados em contexto de treino, para melhorar a adaptação dos jogadores, através da manipulação de diferentes tipos de constrangimentos.

6.2.1. Constrangimentos da tarefa

No treino de Futebol, podem ser introduzidos exercícios que manipulem as características da tarefa (e.g., número de jogadores, dimensões do campo, regras condicionadas, entre outros), com o objetivo de estimular a adaptação, desenvolvimento técnico-tático e tomada de decisão dos jogadores (Torrents et al., 2016; Seifert et al., 2017; Renshaw & Chow, 2019).

A Tabela 9 apresenta alguns exercícios com base na manipulação dos constrangimentos da tarefa.

Tabela 9. Exercícios para o treino de Futebol com base nos constrangimentos da tarefa.

Autores	Manipulação de constrangimentos	Exercícios
Hill-Haas et al., 2011 Aguiar et al., 2012 Davids et al., 2012, 2013 Sarmiento et al., 2018	Número de jogadores	Jogo reduzido com diferentes formatos: 3x3, 4x4, 6x6, 8x8
Bonney et al., 2020	Desequilíbrio numérico	Jogo reduzido 6x5 (superioridade numérica), onde os jogadores devem manter a posse de bola
Bonney et al., 2020	Limitação de toques na bola	Jogo reduzido, onde os jogadores só podem realizar um ou dois toques na bola, no máximo
Davids et al., 2013 Travassos et al., 2014 Timmerman et al., 2019	Regras condicionadas	Jogo reduzido onde é obrigatório um número mínimo de passes antes dos jogadores rematarem à baliza
Newell, 1986 Davids et al., 2013	Tipos de superfícies e pavimentos de jogo	Treino em superfícies/pavimentos naturais vs sintéticos, seco vs escorregadio

6.2.2. Constrangimentos ambientais

Este tipo de constrangimentos pode preparar os jogadores para diferentes situações que ocorrem durante o jogo de futebol (e.g., condições climatéricas adversas, condições de iluminação, entre outras), otimizando o desempenho técnico e a capacidade de resposta face a diferentes contextos (Newell, 1986; Frencken et al., 2013; Timmerman et al., 2017; Fleay et al., 2018; Parada, 2018).

A Tabela 10 apresenta exercício de treino que podem ser implementados com base nos constrangimentos ambientais.

Tabela 10. Exercícios para o treino de Futebol com base nos constrangimentos ambientais.

Autores	Manipulação de constrangimentos	Exercícios
Newell, 1986	Condições meteorológicas	Treino com condições meteorológicas adversas (e.g., chuva intensa e/ou vento)
Newell, 1986	Iluminação	Treino perante diferentes condições de iluminação

6.2.2. Constrangimentos do praticante

Os exercícios de treino com constrangimentos do praticante, procuram desenvolver a tomada de decisão e a criatividade do jogador ao enfrentar adversários com características diferentes (e.g., técnicas, táticas e físicas) (cf. Newell, 1986; Silva et al., 2014, 2015; Browne et al., 2019).

A Tabela 11 apresenta exercícios que podem ser introduzidos no treino de Futebol, com base nos constrangimentos do atleta.

Tabela 11. Exercícios para o treino de Futebol com base nos constrangimentos do atleta.

Autores	Manipulação de constrangimentos	Exercícios
Silva et al., 2014, 2015 Davids et al., 2013	Nível de habilidade e competência técnica	Treino de jogadores com diferentes níveis de habilidade e competência técnica
Newell, 1986	Capacidade física	Treino de jogadores com diferentes níveis morfológicos e funcionais
Browne et al., 2019	Capacidades fisiológicas	Treino com indução de fadiga para simular o contexto de jogo e avaliar a tomada de decisão dos jogadores
Davids et al., 2013	Idade/experiência	Treino com jogadores de diferentes faixas etárias e/ou níveis de experiência distintos

Em suma, tal como foi referido anteriormente, indo ao encontro de Newell (1986), os “constrangimentos” não pode ser encarados de forma negativa, mas antes como uma oportunidade para os treinadores implementarem novas alterações na dinâmica do comportamento individual e coletivo, proporcionando novas adaptações em contextos mutáveis e imprevisíveis (Seifert et al., 2017; Renshaw & Chow, 2019; Teune et al., 2022a, 2022b).

CAPÍTULO 7



APLICAÇÕES PRÁTICAS

José Gama, Gonçalo Dias, Rui Mendes, Fernando Martins e Vasco Vaz

Este livro tem aplicações práticas e úteis para treinadores, estudantes, e investigadores, permitindo aprofundar conhecimentos sobre a variabilidade, os constrangimentos e os padrões de comportamento no Futebol, nomeadamente:

1. Entender a dinâmica do jogo desportivo coletivo de Futebol como um sistema dinâmico e complexo, onde o desempenho resulta de múltiplas ações imprevisíveis.
2. Proporcionar uma visão abrangente das ferramentas que podem ser utilizadas na observação e análise de jogo, destacando as diferentes abordagens metodológicas, passíveis de serem adotadas em contexto de treino e de competição.
3. Fornecer uma visão ampla para identificar tendências e padrões de comportamentos individual e coletivo, através da análise de redes, possibilitando uma interpretação mais vasta e diversificada do desempenho dos jogadores e das equipas.
4. Facultar uma análise da dinâmica e não linearidade do jogo de Futebol em função dos constrangimentos e variabilidade que ocorrem em diferentes contextos.
5. Integrar a variabilidade e os constrangimentos no planeamento do treino desportivo, promovendo novas dinâmicas de comportamento.

REFERÊNCIAS

- Aguiar, M., Botelho, G., Lago, C., Maças, V., & Sampaio, J. (2012). A review on the effects of soccer small-sided games. *Journal of Human Kinetics*, 33, 103–113.
- Alves, R. J., Dias, G., Vaz, V., Querido, S., & Nunes, N. (2025). Network analysis of offensive dynamics in a Portuguese first division football team: insights from the 2020-2021 season. *Retos*, 65, 1045–1055.
- Araújo, D. (2003). A auto-organização da acção táctica: comentário a Costa, Garganta, Fonseca e Botelho (2002). *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 3(3), 87-93.
- Araújo, D. (2006). *Tomada de decisão no desporto*. Lisboa: Edições FMH.
- Araújo, D., Davids, K., & Hristovski, R. (2006). The ecological dynamics of decision making in sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 7(6), 653-676.
- Araújo, D., Davids, K., Bennett, S., Button, C., & Chapman, G. (2004). Emergence of Sport Skills under Constraints. In A. M. Williams, N.J. Hodges (Eds.), *Skill Acquisition in Sport: Research, Theory and Practice* (pp. 409-433). London: Routledge, Taylor & Francis.
- Araújo, D., Hristovski, R., Seifert, L., Carvalho, J., & Davids, K. (2019). Ecological cognition: Expert decision-making behaviour in sport. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 12, 1–25.
- Assunção, D., Pedrosa, I., Mendes, R., Martins, F., Francisco, J., Gomes, R., Dias, G. (2022) Social Network Analysis: Mathematical Models for Understanding Professional Football in Game Critical Moments – An Exploratory Study. *Applied Sciences*, 12(13), 6433.
- Azevedo, T. & Rodriguez, M. (2010). Softwares para análise de redes sociais – ARS. VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão. *Energia, Inovação, Tecnologia e Complexidade para a Gestão Sustentável*. Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. 5, 6 e 7 de Agosto de 2010.
- Barbosa, A., & Resende, Ru. (2022). *Futebol: Observação, Análise e Intervenção*. Primebooks.
- Barth, M., Güllich, A., Raschner, C., & Emrich, E. (2020). The path to international medals: A supervised machine learning approach to explore the impact of coach-led sport-specific and non-specific practice. *PLoS ONE*, 15(9), e0239378.
- Beetz, M., von Hoyningen-Huene, N., Kirchlechner, B., Gedikli, S., Siles, F., Durus, M., & Lames, M. (2009). ASpoGAMo: Automated sports game analysis models. *International Journal of Computer Science in Sport*, 8(1), 4–21.
- Bonney, N., Ball, K., Berry, J., & Larkin, P. (2020). Effects of manipulating player numbers on technical and physical performances participating in an Australian football small-sided game. *Journal of Sports Sciences*, 30, 2430–2436.
- Borrie, A., Jonsson, G., & Magnusson, M. (2002). Temporal pattern analysis and its applicability in sport: An explanation and exemplar data. *Journal of Sports Sciences*, 20(10), 845-852.
- Browne, P., Sweeting, A. J., Davids, K., & Robertson, S. (2019). Prevalence of interactions and influence of performance constraints on kick outcomes across Australian Football tiers: Implications for representative practice designs. *Human Movement Science*, 66, 621–630.
- Buldú, J. M., Garrido, D., Antequera, D. R., Busquets, J., Estrada, E., Resta, R., & López del Campo, R. (2020). Football tracking networks: Beyond event-based connectivity. *arXiv preprint arXiv:2011.06014*.
- Buzzi, U.H., Stergiou, N., Kurz, M.J., Hageman, P.A., & Heidel, J. (2003). Nonlinear dynamics indicates aging affects variability during gait. *Clinical Biomechanics*, 18(5), 435-443.

- Caballero, C., Barbado, D., & Moreno, F. J. (2014). Non-linear tools and methodological concerns measuring human movement variability: An overview. *European Journal of Human Movement*, 32, 61–81.
- Caballero, C., Davids, K., Heller, B., Wheat, J., & Moreno, F. J. (2019). Movement variability emerges in gait as adaptation to task constraints in dynamic environments. *Gait and Posture*, 70, 1-5.
- Canossa, S., Abraldes, J. A., Estriga, L., Fernandes, R. J., & Garganta, J. (2020). Water polo shooting performance: Differences between world championship winning, drawing and losing teams. *Journal of Human Kinetics*, 72(1), 203-214.
- Carling, C. (2005). Applying match analysis to improve defending performance. *Insight Live*, 15, 3-2.
- Carling, C. (2019). Performance Analysis. In D. Collins, A. Cruickshankl, & G. Jordet (Eds.), *Routledge Handbook of Elite Sport Performance* (Issue 361). London: Routledge.
- Carling, C., Williams, A. M., & Reilly, T. (2005). *Handbook of soccer match analysis: A systematic approach to improving performance*. London: Routledge.
- Castellano, J., & Blanco-Villaseñor, A. (2015). Análisis de la variabilidad del desplazamiento de futbolistas de élite durante una temporada competitiva a partir de un modelo lineal mixto generalizado. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 15(1), 161–168.
- Castellano, J., & Pic, M. (2019). Identification and preference of game styles in LaLiga associated with match outcomes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(24), 5090.
- Castellano, J., Blanco-Villaseñor, A., & Álvarez, D. (2011). Contextual variables and time-motion analysis in soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 32(6), 415–421.
- Chryssanthopoulos, C., Ziaras, C., Zacharogiannis, E., Travlos, A. K., Paradisis, G. P., Lambropoulos, I., & Maridaki, M. (2015). Variability of performance during a 60-min running race. *Journal of Sports Sciences*, 33(19), 2051-2060.
- Clemente, F. M., Couceiro, M. S., Martins, F. M., & Mendes, R. (2015). Using network metrics in soccer: A macro-analysis. *Journal of Human Kinetics*, 45, 123–134.
- Clemente, F. M., Martins, F. M. L., Kalamaras, D., Wong, D. P., & Mendes, R. S. (2015). General network analysis of national soccer teams in FIFA World Cup 2014. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15(1), 80–96.
- Clemente, F. M., Martins, F. M. L., Wong, P., Kalamaras, D., & Mendes, R. S. (2015). Midfielder as the prominent participant in the building attack: A network analysis of national teams in FIFA World Cup 2014. *Journal of Human Kinetics*, 45(1), 135–145.
- Clemente, F. M., Sarmiento, H., Costa, I. T., Enes, A. R., & Lima, R. (2019). Variability of technical actions during small-sided games in young soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 69, 201–211.
- Clemente, F., Couceiro, M.S, Martins, F., & Mendes, R. (2014). Using network metrics to investigate football team players' connections: A pilot study. *Motriz*, 20, 3, 262-271.
- Clemente, F., Couceiro, M.S, Martins, F., & Mendes, R. (2015). Using Network Metrics in Soccer. *Journal of Human Kinetics*, 45, 123-134.
- Correia, V., Carvalho, J., Araújo, D., Pereira, E., & Davids, K. (2019). Principles of nonlinear pedagogy in sport practice. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 24, 117–132.
- Costa, G., Afonso, J., Brant, E., & Mesquita, I. (2012). Differences in game patterns between male and female youth volleyball. *Kinesiology*, 44(1), 60–66.

- Costa, J., Garganta, J., Fonseca, A., & Botelho, M. (2002). Inteligência e conhecimento específico em jovens futebolistas de diferentes níveis competitivos. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 2(47), 7-20.
- Cotta, C., Mora, A. M., & Merelo, J. J. (2013). A network analysis of the 2010 FIFA World Cup champion team play. *Journal of Systems Science and Complexity*, 26(1), 21–42.
- Couceiro, M.S., Clemente, F.M., Martins, F.M., & Machado, J.A.T. (2014). Dynamical stability and predictability of football players: the study of one match. *Entropy*, 16(2), 645-674.
- Davids, K. (2003). *Constraints-led perspectives in football: consequences for coaches*. Book of Abstracts, Science and Football V. (p. 15). Madrid: Editorial Gymnos.
- Davids, K., & Araújo, D. (2005). A abordagem baseada nos constrangimentos para o treino desportivo. In D. Araújo (Eds.), *O contexto da decisão – A acção táctica no desporto* (pp. 37-60). Lisboa: Edição Visão e Contextos.
- Davids, K., Araújo, D., Correia, V., & Vilar, L. (2013). How small-sided and conditioned games enhance acquisition of movement and decision-making skills. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 41(3), 154–161.
- Davids, K., Araújo, D., Hristovski, R., Passos, P., & Chow, J. Y. (2012). Ecological dynamics and motor learning design in sport. In N. J. Hodges & A. M. Williams (Eds.), *Skill acquisition in sport: Research, theory and practice* (pp. 112–130). Routledge.
- Davids, K., Araújo, D., Vilar, L., Renshaw, I., & Pinder, R. (2013). An ecological dynamics approach to skill acquisition: Implications for development of talent in sport. *Talent Development & Excellence*, 5(1), 21–34.
- Davids, K., Button, C., & Bennett, S. (2008). *Dynamics of skill acquisition. A constraints-led approach*. Champaign: Human Kinetics.
- Davids, K., Glazier, P., Araujo, D., & Bartlett, R. (2003). Movement systems as dynamical ' systems: The functional role of variability and its implications for sports medicine. *Sports Medicine*, 33(4), 245–260.
- Davids, K., Williams, M, Button, C., & Court, M. (2001). An integrative modelling approach to the study of intentional movement behavior. In R. Singer, H. Hausenblas, & C. Janelle (Eds.), *Handbook of sport psychology* (pp. 144-173). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Degrenne, O., Langlois, V., Paulo, A., Éloi, S., & Mouchet, A. (2023). The role of performance analysis within the coaching process: Dealing with failure in volleyball side out attack. *Movement and Sports Sciences - Science et Motricite*, 119, 47–60.
- Di Salvo, Baron, V., Tshan, H., Calderon, F. J., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal Sports Medicine*, 28(3), 222-227.
- Dingwell, J.B., & Cusumano, J.P. (2000). Nonlinear time series analysis of normal and pathological human walking. *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, 10(4), 848-863.
- Duch, J., Waitzman J.S., & Amaral L.A.N. (2010). Quantifying the performance of individual players in a team activity. *PLoS ONE*, 5(6), e10937.
- Duch, J., Waitzman, J. S., & Amaral, L. A. N. (2010). Quantifying the performance of individual players in a team activity. *PLoS One*, 5(6), e10937.
- Esposito, G., Ceruso, R., Aliberti, S., & Raiola, G. (2024). Ecological dynamic approach vs. traditional prescriptive approach in improving technical skills of young soccer players. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 9(3), 162.

- Ferreira, A., Volossovitch, A., & Gonçalves, I. (2003). Methodological and dynamic perspective to determine critical moments on sport game. *International Journal of Computer Science in Sport*, 2(2), 119-122.
- Fleay, B., Joyce, C., Banyard, H., & Woods, C. (2018). Manipulating field dimensions during small-sided games impacts the technical and physical profiles of Australian footballers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32, 2039–2044.
- Fonseca, S., Milho, J., Passos, P., Araújo, D., & Davids, K. (2012). Approximate entropy normalized measures for analyzing social neurobiological systems. *Journal of Motor Behavior*, 44(3), 179–183.
- Ford, P. R., Yates, I., & Williams, A. M. (2010). An analysis of practice activities and instructional behaviours used by youth soccer coaches during practice: Exploring the link between science and application. *Journal of Sports Sciences*, 28(5), 483–495.
- Franks, I., & McGarry, T. (1996). The science of match analysis. In T. Reilly (Eds.), *Science and Soccer* (pp. 363-375). London: E & FN Spon.
- Frencken, W., Van Der Plaats, J., Visscher, C., & Lemmink, K. (2013). Size matters: Pitch dimensions constrain interactive team behaviour in soccer. *Journal of Systems Science and Complexity*, 26, 85–93.
- Gama, J. (2013). *Network – Análise da interação de dinâmica do jogo de futebol*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, Universidade de Coimbra (FCDEF.UC), Coimbra.
- Gama, J. M., Dias, G., Passos, P., & Davids, K. (2020). Homogeneous distribution of passing between players of a team predicts attempts to shoot at goal in association football: A case study with 10 matches. *Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences*, 24(3), 353–365.
- Gama, J., Couceiro, M., Dias, G., & Vaz, V. (2015). Small-world networks in professional football: conceptual model and data. *European Journal of Human Movement*, 35, 85-113.
- Gama, J., Dias, G., Couceiro, M., & Vaz, V. (2017). *Novos Métodos para Observar e Analisar o Jogo de Futebol*. Primebooks.
- Gama, J., Dias, G., Couceiro, M., Belli, R., Vaz, V., Ribeiro, J., & Figueiredo, A. (2016). Networks and centroid metrics for football understanding. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 38(2), 75-90.
- Gama, J., Dias, G., Couceiro, M., Passos, P., Davids, K., & Ribeiro, J. (2016). An ecological Dynamics rationale to explain home advantage in professional football. *International Journal of Modern Physics C*, 27(9), 1650102.
- Gama, J., Dias, G., Couceiro, M., Sousa, T., & Vasco, V. (2016). Networks and centroid metrics for football understanding. *Complexity*, 00(00), 1-13.
- Gama, J., Passos, P., Davids, K., Relvas, H., Ribeiro, J., Vaz, V., & Dias, G. (2014). Network analysis and intra-team activity in attacking phases of professional football. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14, 692-708.
- Gamaldo, A. A., An, Y., Allaire, J. C., Kitner-Triolo, M. H., & Zonderman, A. B. (2012). Variability in performance: Identifying early signs of future cognitive impairment. *Neuropsychology*, 26(4), 534–540.
- Garganta, J. (1996). Modelação da dimensão táctica do jogo de Futebol. In Oliveira, J. & Tavares, F. (Eds.) *Estratégia e táctica nos jogos desportivos colectivos* (pp. 63-82). Porto: CEJD.
- Garganta, J. (1997). *Modelação táctica do jogo de futebol. Estudo da organização da fase ofensiva em equipas de alto rendimento*. Tese de Doutoramento. Faculdade de Desporto, Universidade do Porto (FADEUP), Porto.

- Garganta, J. (1998). Analisar o jogo nos jogos desportivos colectivos: uma preocupação comum ao Treinador e ao Investigador. *Horizonte. Revista de Educação Física e Desporto*, 14(83), 7-14.
- Garganta, J. (2000). Análisis del juego en el fútbol: El recorrido evolutivo de las concepciones, métodos e instrumentos. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 14(2), 5-14.
- Garganta, J. (2001). A análise da performance nos jogos desportivos: revisão acerca da análise do jogo. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 1(1), 57-64.
- Garganta, J. (2005). Dos constrangimentos da acção à liberdade de (inter)acção, para um futebol com pés... e cabeça. In D. Araújo (Eds.), *O contexto da decisão – A acção táctica no desporto* (pp. 179-190). Lisboa: Visão e Contextos.
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Houghton Mifflin.
- Gonçalves, B., Coutinho, D., Santos, S., Lago-Penas, C., Jiménez, S., Sampaio, J. (2017). Exploring team passing networks and player movement dynamics in youth association football. *PLoS ONE*, 12, e0171156.
- Grund, T. U. (2012). Network structure and team performance: The case of English Premier League soccer teams. *Social Networks*, 34(4), 682- 690.
- Güllich, A. (2019). “Macro-structure” of developmental participation histories and “micro-structure” of practice of German female world-class and national-class football players. *Journal of Sports Sciences*, 37(12), 1347-1355.
- Hall, E. T., Gray, S., & Sproule, J. (2016). The microstructure of coaching practice: Behaviours and activities of an elite rugby union head coach during preparation and competition. *Journal of Sports Sciences*, 34(9), 896-905.
- Halouani, J., Chtourou, H., Gabbett, T., Chaouachi, A., & Chamari, K. (2014). Small-sided games in team sports training: A brief review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(12), 3594-3618.
- Handford, C., Davids, K., Bennett, S., & Button, C. (1997). Skill acquisition in sport: some applications of an evolving practice ecology. *Journal of Sports Sciences*, 15(6), 621-640.
- Harbourne, R. T., & Stergiou, N. (2009). Movement variability and the use of nonlinear tools: Principles to guide physical therapist practice. *Physical Therapy*, 89(3), 267-282.
- Heuvelmans, P., Di Paolo, S., Benjaminse, A., Bragonzoni, L., & Gokeler, A. (2024). Relationships between task constraints, visual constraints, joint coordination and football-specific performance in talented youth athletes: An ecological dynamics approach. *Perceptual and Motor Skills*, 131(1), 161-176.
- Higham, T. G., Pyne, D. B., & Anson, J. (2014). *The influence of contextual factors on the variability of performance in elite athletics: A case study of Scottish athletes*. *Journal of Sports Sciences*, 32(17), 1570-1581.
- Hill-Haas, S. V., Dawson, B., Impellizzeri, F. M., & Coutts, A. J. (2011). Physiology of small-sided games training in football. *Sports Medicine*, 41(3), 199-220.
- Hughes & Franks (2005). Analysis of passing sequences, shots and goals in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 23(5), 509-514.
- Hughes, M. (1996). Notational analysis. In T. Reilly (Eds.), *Science and soccer* (pp. 343-361). London: E. & FN Spon.
- Hughes, M., & Bartlett, R. (2008). What is performance analysis? In M. Hughes & I. M. Franks (Eds.), *The essentials of performance analysis: An introduction* (pp. 8-20). Routledge.
- Hughes, M., & Franks, I. (2004). *Notational analysis of sport: systems for better coaching and performance*. London: Routledge.

- Hurst, M., Loureiro, M., Valongo, B., Laporta, L., Nikoladis, T. P., & Afonso, J. (2016). Systemic mapping of high-level women's volleyball using social network analysis: The case of serve (K0), side-out (KI), side-out transition (KII) and transition (KIII). *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 16(2), 695-710.
- Inácio, E. C., Barbeta, P. A., & Dantas, M. A. R. (2017). A statistical analysis of the performance variability of read/write operations on parallel file systems. *Procedia Computer Science*, 108, 2393-2397.
- Júlio, L., & Araújo, D. (2005). A abordagem dinâmica da acção táctica no jogo de futebol. In D. Araújo (Eds.), *O contexto da decisão – A acção táctica no desporto* (pp. 159-178). Lisboa: Edição Visão e Contextos.
- Kelso, S. (1995). *Dynamic Patterns: the self-organization of brain and behavior*. Champaign, MA: MIT Press.
- Kempton, T., Sirotic, A. C., & Coutts, A. J. (2014). Between match variation in professional rugby league competition. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(4), 404-407.
- Lago-Peñas, C., Lago-Ballesteros, J., Dellal, A., & Gómez, M. (2010). Game-Related Statistics that Discriminated Winning, Drawing and Losing Teams from the Spanish Soccer League. *Journal of Sports Science & Medicine*, 9(2), 288-293.
- Lamoth, C. J. C., van Lummel, R. C., & Beek, P. J. (2009). Athletic skill level is reflected in body sway: A test case for accelometry in combination with stochastic dynamics. *Gait & Posture*, 29(4), 546-551.
- Laporta, L., Afonso, J., & Mesquita, I. (2018a). Interaction network analysis of the six game complexes in high-level volleyball through the use of eigenvector centrality. *PLoS ONE*, 13(9), 1-14.
- Laporta, L., Afonso, J., & Mesquita, I. (2018b). The need for weighting indirect connections between game variables: Social network analysis and eigenvector centrality applied to high-level men's volleyball. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 18(6), 1067-1077.
- Leela, J., Rahaman, K., Comissiong, D.M.G. (2024). Analyzing the Efficiency of Passing Networks in Soccer. *Athens Journal of Sports*, 11(1), 37-58.
- Leser, R., Baca, A., & Ogris, G. (2011). Local positioning systems in (game) sports. *Sensors*, 11(10), 9778-9797.
- Li, Z. F., & Liu, X. D. (2024). A network perspective on attacking play in top-tier football leagues: An empirical study. *Journal of Football Research*, 9(2), 112-124.
- Lima, R., Palao, J. M., Moreira, D., & Clemente, F. M. (2019). Variability of performance and tactical behavior in elite male basketball players. *International Journal of Sports Sciences and Coaching*, 14(4), 451-460.
- Malta, P & Travassos, B, (2014). Characterization of the defense-attack transition of a soccer team. *Motricidade*, 10(1), 27-37.
- Maneiro, R., Blanco-Villaseñor, Á., & Amatria, M. (2020). Analysis of the variability of the game space in high performance football: Implementation of the generalizability theory. *Frontiers in Psychology*, 11, 534.
- Maneiro, R., Losada, J. L., Casal, C., & Ardá, A. (2017). Multivariate analysis of indirect free kick in the FIFA World Cup 2014. *Anales de Psicología*, 33(3), 461-470.
- Marcelino, R., Sampaio, J., Amichay, G., Gonçalves, B., Couzin, I. D., & Nagy, M. (2020). Collective movement analysis reveals coordination tactics of team players in football matches. *Chaos, Solitons & Fractals*, 138, 109831.

- Martins, F. M. L., Clemente, F. M., & Couceiro, M. S. (2013). From the individual to the collective analysis at the football game. In *Proceedings of International Conference on Mathematical Methods in Engineering* (pp. 217–231). Porto, Portugal.
- Martins, F., Silva, F., Clemente, F., Gomes, A., Correia, A., Nguyen, Quoc Trong, Sequeiros, J., Ribeiro, J. & Lopes, V. (2018) *Ultimate Performance Analysis Tool (uPATO)*. Home page: <http://uPATO.it.ubi.pt>.
- Martins, F., Gomes, R., Lopes, V., Silva, F., & Mendes, R. (2020). Node and network entropy—A novel mathematical model for pattern analysis of team sports behavior. *Mathematics*, 8(9), 1543.
- Martins, F., Gomes, R., Lopes, V., Silva, F., & Mendes, R. (2021). Mathematical models to measure the variability of nodes and networks in team sports. *Entropy*, 23(8), 1072.
- McGarry, T., Anderson, D., Wallace, S., Hughes, M., & Franks, I. (2002). Sport competition as a dynamical self-organizing system. *Journal of Sports Sciences*, 20(10), 771-781.
- Mclean, S., Salmon, P.M., Gorman, A.D., Stevens, N.J., Solomon, C. (2017). A social network analysis of the goal scoring passing networks of the 2016 European Football Championships. *Human Movement Science*, 57, 400–408.
- Méndez, C., Gonçalves, B., Santos, J., Ribeiro, J. N., & Travassos, B. (2019). Attacking profiles of the best ranked teams from elite futsal leagues. *Frontiers in Psychology*, 10, 1370.
- Mercklé, P. (2004), *Sociologie des réseaux sociaux*. Paris: La Découverte.
- Morrison, C. (2000). Why don't you analyze the way I analyze? *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, 71, 22-25.
- Moura, F., Martins, L., Anido, R., Ruffino, P., Barros, R., & Cunha, S. A. (2013). A spectral analysis of team dynamics and tactics in Brazilian football. *Journal of Sports Sciences*, 31(15), 1568–1577.
- Moutinho, C. (1991). A importância da análise do jogo no processo de preparação desportiva nos jogos desportivos colectivos: o exemplo do voleibol. In Bento, J. & Marques, A. (Eds.). *As ciências do desporto e a prática desportiva* (pp. 265-275). Porto: Faculdade de Desporto, Universidade do Porto (FADEUP).
- Narizuka, T., Yamamoto, K., & Yamazaki, Y. (2014). Statistical properties of position-dependent ball-passing networks in football games. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 412, 157–168.
- Narizuka, T., Yamamoto, K., & Yamazaki, Y. (2015). Degree Distribution of Position-Dependent Ball-Passing Networks in Football Games. *Journal of the Physical Society of Japan*, 84(8).
- Newel, K. (1986). Constraints on the development of coordination. In Hade, M. & Whiting, H. (Eds.), *Motor development in children: Aspects of coordination and control* (pp. 341-360). Dordrecht, the Netherlands: Martinus Nijhoff.
- Newman, J. (2003). Random graphs as models of networks, In S. Bornholdt & H. G. Schuster (Eds.), *Handbook of graphs and networks* (pp. 35-68). Berlin: Wiley-VCH.
- Novillo, Á., Gong, B., Martínez, J., Resta, R., López del Campo, R., & Buldú, J. M. (2024). A multilayer network framework for soccer analysis. *Chaos, Solitons & Fractals*, 178, 114375.
- O'Connor, D., Larkin, P., & Williams, A. M. (2018). Observations of youth football training: How do coaches structure training sessions for player development? *Journal of Sports Sciences*, 36(1), 39–47.
- Okihara, K., Kan, A., Shiokawa, M., Choi, C. S., Deguchi, T., Matsumoto, M., & Higashikawa, Y. (2004). Compactness as a strategy in a soccer game in relation with the change in offence and defense. Part II: Game activity and analysis. *Journal of Sports Sciences*, 22(6), 500–520.

- Oliveira, R. S., Leicht, A. S., Bishop, D., Barbero-Álvarez, J. C., & Nakamura, F. Y. (2013). Seasonal changes in physical performance and heart rate variability in high level futsal players. *International Journal of Sports Medicine*, 34(5), 424–430.
- Pacheco, M. M., de Oliveira, L. M., dos Santos, C. C., Godoi Filho, J. R., & Drews, R. (2023). Challenging traditions: Systematic review of practice, instruction, and motor skill acquisition in soccer. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 18(6), 1702–1725.
- Pan, P., Peñas, C. L., Wang, Q., & Liu, T. (2024). Evolution of passing network in the Soccer World Cups 2010–2022. *Science and Medicine in Football*, 1–12.
- Parada, F. J. (2018). Understanding natural cognition in everyday settings: 3 pressing challenges. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12, 386.
- Partington, M., & Cushion, C. J. (2013). An investigation of the practice activities and coaching behaviours of professional top-level youth soccer coaches. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(3), 374–382.
- Passos, P., Araújo, D., Davids, K., Gouveia, L. F., Milho, J., & Serpa, S. (2008). Information-governing dynamics of attacker defender interactions in youth rugby union. *Journal of Sport Sciences*, 26(13), 1421-1429.
- Passos, P., Araújo, D., Davids, K., Gouveia, L., & Serpa, S. (2006). Interpersonal dynamics in sport: The role of artificial neural networks and three-dimensional analysis. *Behavior and Research Methods*, 38, 683-691.
- Passos, P., Davids, K., Araújo, D., Paz, N., Minguéns, J., & Mendes, J. (2011). Network as a novel tool for studying team ball sports as complex social system. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14, 170-176.
- Perl, J., & Dauscher, P. (2006). Dynamic pattern recognition in sport by means of artificial neural networks. In R. Begg & M. Palaniswami (Eds.), *Computational Intelligence for Movement Science* (pp. 299-318). Idea Group Publishing: Hershey London-Melbourne-Singapore.
- Pesce, C., Croce, R., Ben-Soussan, T. D., Vazou, S., McCullick, B., Tomporowski, P. D., & Horvat, M. (2019). Variability of practice as an interface between motor and cognitive development. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 17(2), 133–152.
- Pyne, D. B., Trewin, C. B., & Hopkins, W. G. (2004). Progression and variability of competitive performance of Olympic swimmers. *Journal of Sports Sciences*, 22(7), 613-620.
- Raab, M. (2007). *Think Smart, not hard, a review of teaching decision making in sport from an ecological rationality perspective*. *Physical Education & Sport Pedagogy*, 12(1), 1-15.
- Rave, G., Fortrat, J.-O., Dawson, B., Carre, F., Dupont, G., Saeidi, A., Boullosa, D., & Zouhal, H. (2018). Heart rate recovery and heart rate variability: Use and relevance in European professional soccer. *Science and Medicine in Football*, 2(2), 168–183.
- Renshaw, I., & Chow, J.-Y. (2019). A constraint-led approach to sport and physical education pedagogy. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 24, 103–116.
- Renshaw, I., Chow, J. Y., Davids, K., & Hammond, J. (2010). A constraints-led perspective to understanding skill acquisition and game play: A basis for integration of motor learning theory and physical education praxis? *Physical Education and Sport Pedagogy*, 15(2), 117–137.
- Roca, A., & Ford, P. R. (2020). Decision-making practice during coaching sessions in elite youth football across European countries. *Science and Medicine in Football*, 4(4), 263–268.
- Ruivo, F. (2000), *O Estado labiríntico: o poder relacional entre poderes local e central em Portugal*. Porto: Afrontamento.
- Sannicandro, I. (2022). From traditional approach to ecological dynamics approach with the Italian young soccer players. *Advances in Physical Education*, 12(3), 201–216.

- Sarmiento, H., Clemente, F. M., Afonso, J., Araújo, D., Fachada, M., Nobre, P., & Davids, K. (2022). Match Analysis in Team Ball Sports: An Umbrella Review of Systematic Reviews and Meta-Analyses. *Sports Medicine - Open*, 8(1), 66.
- Sarmiento, H., Clemente, F. M., Araújo, D., Davids, K., McRobert, A., & Figueiredo, A. (2018). What Performance Analysts Need to Know About Research Trends in Association Football (2012-2016): A Systematic Review. *Sports Medicine*, 48(4), 799–836.
- Sarmiento, H., Clemente, F. M., Gonçalves, B., & Davids, K. (2018). Network-based analysis of team interactions in football. *Journal of Sports Sciences*, 36(5), 571–576.
- Sarmiento, H., Clemente, F. M., Harper, L. D., Costa, I. T., Owen, A., & Figueiredo, A. J. (2018). Small sided games in soccer – A systematic review. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 18(5), 693–749.
- Schorer, J., Baker, J., Fath, F., & Jaitner, T. (2007). Identification of interindividual and intraindividual movement patterns in handball players of varying expertise levels. *Journal of Motor Behavior*, 39(5), 409-421.
- Seeley, D. (2001). Decision Making in superorganisms: how collective wisdom arises from the poorly informed masses. In G. Gigerenzer, & R. Stelten (Eds.). *Bounded Rationality: The adaptive toolbox* (pp. 249-261). Massachusetts: MIT press.
- Seifert, L., Araújo, D., Komar, J., & Davids, K. (2017). Understanding constraints on sport performance from the complexity sciences paradigm: An ecological dynamics framework. *Human Movement Science*, 56, 178–180.
- Silva, A. (2016). Análise comparativa das ações de jogo no futebol de formação: estudo de uma equipa de iniciados (sub-15) em jogos do campeonato regional versus campeonato nacional. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, Universidade de Coimbra (FCDEF.UC), Coimbra.
- Silva, F., Nguyen, Q., Correia, A., Clemente, F., & Martins, F. (2019). *Ultimate Performance Analysis Tool (uPATO): Implementation of network measures based on adjacency matrices for team sports*. Springer International Publishing.
- Silva, P., Garganta, J., Araújo, D., Davids, K., & Aguiar, P. (2013). Shared knowledge or shared affordances? Insights from an ecological dynamics approach to team coordination in sports. *Sports Medicine*, 43(9), 765–772.
- Silva, P., Duarte, R., Sampaio, J., Aguiar, P., Davids, K., Araújo, D., & Garganta, J. (2014). Field dimension and skill level constrain team tactical behaviours in small-sided and conditioned games in football. *Journal of Sports Sciences*, 32(20), 1888–1896.
- Silva, P., Esteves, P., Correia, V., Davids, K., Araújo, D., & Garganta, J. (2015). Effects of manipulations of player numbers vs. field dimensions on inter-individual coordination during small-sided games in youth football. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15(2), 641–659.
- Soares, V. de O. V., & Greco, P. J. (2011). A análise técnica-tática nos esportes coletivos: “por que”, “o quê”, e “como”. *Revista Mackenzie De Educação Física E Esporte*, 9(2), 3-11.
- Stergiou, N., Harbourne, R.T., & Cavanaugh, J.T. (2006). Optimal movement variability: a new theoretical perspective for neurologic physical therapy. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 30(3), 120-129.
- Summers, J. (2004). A historical perspective on skill acquisition. In A. Williams & N. Hodges (Eds.), *Skill acquisition in sport - Research theory and practice* (pp. 1-26). Routledge.
- Tani, G. (2005). *Comportamento motor. Aprendizagem e desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

- Teune, B., Woods, C., Sweeting, A., Inness, M., & Robertson, S. (2022a). The influence of environmental and task constraint interaction on skilled behaviour in Australian football. *European Journal of Sport Science*, 22(8), 1268–1275.
- Teune, B., Woods, C., Sweeting, A., Inness, M., & Robertson, S. (2022b). Evaluating the influence of a constraint manipulation on technical, tactical, and physical athlete behaviour. *PLoS One*, 17(12), e0278644.
- Timmerman, E. A., Farrow, D., & Savelsbergh, G. J. (2017). The effect of manipulating task constraints on game performance in youth field hockey. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 12, 588–594.
- Timmerman, E. A., Savelsbergh, G. J. P., & Farrow, D. (2019). Creating appropriate training environments to improve technical, decision-making, and physical skills in field hockey. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 90, 180–189.
- Torrents, C., Ric, A., Hristovski, R., Torres-Ronda, L., Vicente, E., & Sampaio, J. (2016). Emergence of exploratory, technical and tactical behavior in small-sided soccer games when manipulating the number of teammates and opponents. *PLOS ONE*, 11, e0168866.
- Travassos, B., Gonçalves, B., Marcelino, R., Monteiro, R., & Sampaio, J. (2014). How perceiving additional targets modifies teams' tactical behavior during football small-sided games. *Human Movement Science*, 38, 241–250.
- Turvey, T., & Shaw, R. E. (1995). Toward an ecological physics and a physical psychology. In R. L. Solso & D. W. Massaro (Eds.), *The Science of the Mind: 2001 and Beyond* (pp. 144-169). New York: Oxford University Press.
- Turvey, T., & Shaw, R. E. (1999). Ecological foundations of cognition I: Symmetry and specificity of animal-environment systems. *Journal of Consciousness*
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, M., Mazyn, L., & Philippaerts, M. (2007). The effects of task constraints on visual search behavior and decision-making skill in youth soccer players. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29(2), 147-69.
- Vásquez, A. V. (2012). *Fútbol: Del análisis del juego a la edición de informes técnicos*. Colección Preparación Futbolística: MCSports.
- Ventura, N. (2013). *Observar para Ganhar. O Scouting como ferramenta do treinador*. Primebooks.
- Vilar, L., Araújo, D., Davids, K., & Button, C. (2012). The role of ecological dynamics in analysing performance in team sports. *Sports Medicine*, 42(1), 1–10.
- Wasserman, S., & Faust, K. (1999). *Social network analysis: methods and applications*. In: *Structural analysis in social the social sciences series*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Williams, M., Lee, D. & Reilly, T. (1999). *A quantitative analysis of matches played in the 1991 – 92 and 1997 – 98 seasons*. London: The Football Association.
- Woods, C. T., McKeown, I., O'Sullivan, M., Robertson, S., & Davids, K. (2020a). Theory to practice: performance preparation models in contemporary high-level sport guided by an ecological dynamics framework. *Sports Medicine*, 6, 36.
- Yamamoto, K., & Narizuka, T. (2018). Examination of Markov-chain approximation in football games based on time evolution of ball-passing networks. *Physical Review E*, 98, 052314.
- Yamamoto, K., & Narizuka, T. (2018). Examination of Markov-chain approximation in football games based on time evolution of ball-passing networks. *Physical Review E*, 052314
- Yamamoto, Y., & Yokoyama, K. (2011). Common and Unique Network Dynamics in Football Games. *PLoS ONE*, 6(12), e29638.

- Yamamoto, Y., & Yokoyama, K. (2011). Common and unique network dynamics in football games. *Physical Review E*, 83(2), 021121.
- Yi, Q., Gómez, M. Á., Liu, H., & Sampaio, J. (2019). The relationship between game variables and team match performance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(16), 3151.

AGRADECIMENTOS

A Leonardo Joaquim, Licenciado em Desporto e Lazer (ESE-IPC), justo coautor no quarto capítulo pelo labor realizado enquanto estudante finalista.

Ao Laboratório ROBOCORP, Instituto de Investigação Aplicada - Instituto Politécnico de Coimbra, pelo apoio e enquadramento [JG, GD, RM, FM].

À Unidade de Investigação Aplicada em Ciências do Desporto – UNICID (ESE-IPC) por facultar a edição desta obra [GD, RM, FM].

Às unidades de I&D de Ciências do Desporto financiadas pela FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., SPRINT - Centro de Investigação, Inovação em Desporto, Atividade Física e Saúde (UID/06185/2023) [GD, RM, FM] e CIPER - Centro Interdisciplinar de Performance Humana (UID/06349/2023) [JG, GD, RM, VV], onde nos agregamos em comunhão de recursos e conhecimento.

Às unidades de I&D, INED - Centro de Investigação e Inovação em Educação (UIDB/05198/2023) [FM] e IT, Instituto de Telecomunicações (UIDB/50008/2023) [FM].

Este trabalho é financiado por fundos nacionais, através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito da Bolsa de Doutoramento 2024.04417.BD. [JG]

OBSERVAÇÃO E ANÁLISE DO JOGO

Variabilidade, Constrangimentos e Padrões de Comportamento no Futebol

JOSÉ MIGUEL TRAVASSOS VENTURA GAMA

DOUTORANDO EM CIÊNCIAS DO DESPORTO, RAMO DE TREINO DESPORTIVO – FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA, UNIVERSIDADE DE COIMBRA

CIPER-UC . CENTRO INTERDISCIPLINAR DE ESTUDO DA PERFORMANCE HUMANA

GONÇALO NUNO FIGUEIREDO DIAS

PROFESSOR ADJUNTO . ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO – INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA

DOUTOR EM CIÊNCIAS DO DESPORTO, RAMO DE TREINO DESPORTIVO – FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA, UNIVERSIDADE DE COIMBRA

SPRINT . CENTRO DE INVESTIGAÇÃO, INOVAÇÃO EM DESPORTO, ATIVIDADE FÍSICA E SAÚDE

CIPER-UC . CENTRO INTERDISCIPLINAR DE ESTUDO DA PERFORMANCE HUMANA

RUI MANUEL SOUSA MENDES

PROFESSOR CORDENADOR PRINCIPAL . ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO – INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA

AGREGADO EM CIÊNCIAS DO DESPORTO, ESPECIALIDADE DE CONTROLO MOTOR E APRENDIZAGEM – UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO-DOURO

SPRINT . CENTRO DE INVESTIGAÇÃO, INOVAÇÃO EM DESPORTO, ATIVIDADE FÍSICA E SAÚDE

CIPER-UC . CENTRO INTERDISCIPLINAR DE ESTUDO DA PERFORMANCE HUMANA

FERNANDO MANUEL LOURENÇO MARTINS

PROFESSOR CORDENADOR PRINCIPAL . ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO – INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA

AGREGADO EM ESTUDOS DA CRIANÇA, ESPECIALIDADE DE INFÂNCIA, DESENVOLVIMENTO E APRENDIZAGEM . UNIVERSIDADE DO MINHO

INED . CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E INOVAÇÃO EM EDUCAÇÃO

SPRINT . CENTRO DE INVESTIGAÇÃO, INOVAÇÃO EM DESPORTO, ATIVIDADE FÍSICA E SAÚDE

IT . INSTITUTO DE TELECOMUNICAÇÕES

VASCO PARREIRAL SIMÕES VAZ

PROFESSOR ASSOCIADO . FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA, UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DOUTOR EM CIÊNCIAS DO DESPORTO, RAMO DE TREINO DESPORTIVO – FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA, UNIVERSIDADE DE COIMBRA

CIPER-UC . CENTRO INTERDISCIPLINAR DE ESTUDO DA PERFORMANCE HUMANA

