

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CAMPUS AVANÇADO DE GOVERNADOR VALADARES
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA VIDA
BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

Wendel Rodrigues Fernandes Borges

**Homogeneidade espaço-temporal de movimentação tática e estatísticas de jogo das
seleções da Copa do Mundo FIFA 2014™**

Governador Valadares

2021

Wendel Rodrigues Fernandes Borges

Homogeneidade espaço-temporal de movimentação tática e estatísticas de jogo das seleções da Copa do Mundo FIFA 2014™

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Educação Física, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Dr. Cristiano Diniz da Silva

Governador Valadares

2021

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

Borges, Wendel Rodrigues Fernandes.

Homogeneidade espaço-temporal de movimentação tática e estatísticas de jogo das seleções da Copa do Mundo FIFA 2014™. -- 2021. 28 f.

Orientador: Cristiano Diniz da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares, Instituto de Ciências da Vida - ICV, 2021.

1. Futebol. 2. Dinâmica ecológica. 3. Comportamento tático.
4. Estatísticas de jogo

I. Silva, Cristiano Diniz da, orient.

III. Título.

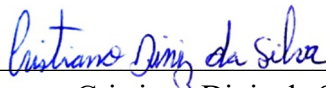
Wendel Rodrigues Fernandes Borges

Homogeneidade espaço-temporal de movimentação tática e estatísticas de jogo das seleções da Copa do Mundo FIFA 2014™

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Educação Física, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

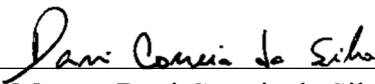
Aprovada em 31 de agosto de 2021.

BANCA EXAMINADORA



Doutor. Cristiano Diniz da Silva

Universidade Federal de Juiz de Fora - Campus Avançado Governador Valadares



Mestre. Davi Correia da Silva

UNIFAGOC



Doutor Marcelo de Oliveira da Matta

Universidade Federal de Juiz de Fora - Campus Juiz de Fora

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar, a Deus, que me guardou e capacitou para chegar até esta etapa.

Agradeço também aos meus pais, Maria Angélica Rodrigues Fernandes e Carlos Alberto Xavier Borges, a minha avó Maria das Graças Rodrigues e em memória do meu avô Jose Maria Fernandes, que foi e ainda é meu exemplo de homem, e caráter, a toda minha família pelo apoio durante todo este processo.

Agradeço ao meu amigo e orientador, Cristiano Diniz da Silva, que esteve comigo durante praticamente toda a minha caminhada acadêmica, proporcionando experiências teóricas-práticas que jamais imaginei ter a oportunidade de vivenciar. Sempre com muita paciência, dedicação, e ensinando muito sobre disciplina, compartilhando seus conhecimentos e experiências.

Aos membros da banca, Prof. Davi Correia da Silva, Prof. Marcelo Matta, e Prof. Rodrigo Pereira por se proporem a avaliar o nosso trabalho. Os respectivos muito colaboraram na minha formação acadêmica e cidadã, sempre dispostos a tirar dúvidas e auxiliar, nós alunos, na busca da aprendizagem. Certamente tê-los na minha banca colaborará muito por serem profissionais que saberão avaliar e tecer comentários valiosos que aprimorarão a qualidade do trabalho.

Ao Grupo de Estudos e Pesquisa em Ciências Aplicadas ao Futebol (GEPCAF) que através das reuniões nos permitiu compartilharmos de momentos enriquecedores, além de oportunizar a apresentação de trabalhos em grandes eventos e publicações em revistas de renome internacional.

A PROEX e PROGRAD pelas bolsas recebidas durante meu período de graduação e que permitiram entre muitas outras coisas, a realização deste trabalho.

RESUMO

Compreender a movimentação e ocupação espaço-temporal dos atletas de forma individual e/ou coletiva pode permitir a proposição de treinamentos cada vez mais representativos no futebol. A partir de uma proposta empírica baseada em dominância de espécies da ecologia, o presente estudo buscou analisar o *status* posicional e de métricas de auto-organização e coordenação coletiva das seleções na Copa do Mundo FIFA 2014™ considerando uma abordagem quantitativa na perspectiva da homogeneidade/heterogeneidade espaço-temporal (índice de Shannon-Wiener). Da mesma forma, objetivou-se verificar a correlação do supracitado índice com 25 estatísticas ofensivas e defensivas de jogo. A partir de cada *match-statistics report* (publicamente disponível, portal FIFA) dos 64 jogos, foram coletados dados de vetorização média de cada jogador a cada 15 minutos. O *status* posicional vetorizado foi transposto para um campograma (18 quadrantes) obtendo-se uma matriz. Como complementaridade, foi composto variáveis binárias (“maior e menor”) escores no índice de Shannon-Wiener e posse de bola considerando cada seleção em confronto. Observou-se o emprego de 12 diferentes sistemas de jogo gerando 28 confrontamentos distintos. O 4-2-3-1 foi o sistema mais usado (64 vezes) seguido do 4-4-3 (18 vezes); este último sendo utilizado pela campeã, Alemanha, em toda competição. Estes sistemas de jogo apresentaram o 7º e 4º, 8º e 6º ranqueamentos (menor para maior, de *status* mais homogêneo para mais heterógeno) no índice Shannon-Wiener nas fases de grupo e mata-mata, respectivamente. Observou-se comportamento distintos entre as fases da competição onde das dez primeiras colocadas, cinco se comportaram com status mais homogêneo, outras cinco heterogeneamente. Notou-se associação significativa entre “maior” índice Shannon-Wiener e vitórias na fase de grupos ($\chi^2(1) = 4.70, p = 0.03$), não sendo notado o mesmo entre o índice e maior/menor número de faltas ou posse de bola. Posse de bola não se associou a vitórias ($p > 0.05$). Foi observada correlação significativa com fraca magnitude entre Shannon-Wiener e apenas uma estatística de jogo ofensiva (“percentual de tentativas de jogo aberto”; $r_s = 0.33, p < 0.05$). O presente estudo demonstrou que índices de dominância ecológica podem representar comportamentos de auto-gestão ou organização espacial coletiva no campo de jogo sendo indicativa a associação para auto-organização com maiores índices em relação ao adversário no confronto e vitórias. A interação dinâmica de diferentes sistemas de jogo e as fases da competição parecem ditar comportamentos posicionais sensíveis para diferenciação do índice. Futuros estudos poderão explorar abordagens qualitativas e outros índices da ecologia na análise de jogo e desempenho no futebol.

Palavras-chave: Futebol. Dinâmica ecológica. Comportamento tático. Estatísticas de jogo.

ABSTRACT

Understanding the movement and spatial-temporal occupation of athletes individually and/or collectively may allow the proposition of increasingly representative training in football. From an empirical proposal based on species dominance from ecology, the present study sought to analyze the positional status and metrics of self-organization and collective coordination of the teams in the FIFA World Cup 2014™ considering a quantitative approach from the perspective of spatial-temporal homogeneity/heterogeneity (Shannon-Wiener index). Likewise, we aimed to verify the correlation of the aforementioned index with 25 offensive and defensive game statistics. From each match-statistics report (publicly available, FIFA portal) of the 64 matches, average vectorization data of each player was collected every 15 minutes. The vectorized status position was transposed to a *campogram* (18 quadrants) obtaining a matrix. As a complement, a binary variable ("higher or lower") were composed for the Shannon-Wiener indexes and ball possession considering each team in confrontation. The use of 12 different team formation structure was observed, generating 28 distinct confrontations. The 4-2-3-1 was the most used game system (64 times), followed by the 4-4-3 (18 times); the latter being used by the champion, Germany, in the whole competition. These game systems presented the 7th and 4th, 8th and 6th rankings (lowest to highest, from most homogeneous to most heterogeneous) in the Shannon-Wiener index in the group and knockout stage, respectively. Different behavior was observed among the competition phases where of the top 10 ranked teams, 5 behaved with status more homogeneous, five others heterogeneously. A significant association was noted between "higher" Shannon-Wiener index and wins in the group phase ($\chi^2(1) = 4.70, p = 0.03$), with the same not being noted between the index and highest/lowest numbers of fouls or ball possession. Ball possession was not associated with wins ($p > 0.05$). A significant correlation with weak magnitude was observed between Shannon-Wiener and only one offensive match statistic ("percentage of open play attempts"; $r_s = 0.33, p < 0.05$). The present study demonstrated that ecological dominance indices may represent collective self-management behaviors or spatial organization on the field of play being indicative of the association for self-organization with higher indices in relation to opponent in confrontation and wins. The dynamic interaction of different game systems and competition phases seem to dictate positional behaviors sensitive to index differentiation. Future studies may explore qualitative approaches and other indices of ecology in game analysis and football performance.

Keywords: Soccer. Ecological dynamics. Tactical behavior. Game statistics.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DP	Desvio Padrão
FIFA	Federation International Football Association
ES	Effect size
IC	Intervalo de confiança
rs	Coeficiente <i>Rho</i> de Spearman
TM	Trademark
i.e	<i>id est</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3 METODOLOGIA	12
3.1 TIPO DE ESTUDO	12
3.2 AMOSTRA	12
3.3 PROCEDIMENTOS	12
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	14
4 RESULTADOS	15
5 DISCUSSÃO	22
6 CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

A obtenção de alta *performance* no futebol é um processo multifatorial que requer alto desempenho fisiológico, técnico-tático e psicológico dos atletas (VILAR *et al.*, 2012). Pesquisas recentes têm se concentrado em compreender o comportamento tático-técnico coletivo visando proposições de treinamentos mais representativos, análises e intervenções mais eficazes no jogo. Conceitualmente, o comportamento tático-técnico pode ser entendido como as movimentações coordenadas entre os jogadores nas ações ofensivas, defensivas, transições e bolas paradas (ARAÚJO; DAVIDS, 2016; VILAR *et al.*, 2012). Os achados dessas pesquisas têm proporcionado melhor compreensão do jogo, permitindo novos *insights* (BENITO SANTOS *et al.*, 2018), uma melhor compreensão da estrutura posicional das equipes e sua interação e adaptação dinâmica (BELLI *et al.*, 2017; GONÇALVES *et al.*, 2017).

A relevância da auto-organização sistêmica-ecológica das equipes e sua consistência adaptativa no decorrer da partida se dá pela interação dinâmica e consciente entre os atletas formando padrões detectáveis, e isto tem sido colocado como fator de rendimento na literatura (BELLI *et al.*, 2017; GONÇALVES *et al.*, 2017). Dessa forma, o desempenho coletivo no futebol também pode ser descrito pelas relações de dependência e interdependência entre os jogadores durante o jogo (GARGANTA; GRÉHAIGNE, 1999). Por isto que conceitualmente, pode ser entendido que os jogadores atuam como uma unidade coerente, hierarquizada, formando blocos homogêneos através de uma sinergia de equipe, sendo esta unidade ou bloco coletivo uma propriedade sistêmica que permite a organização dos indivíduos específicos a fim de solucionar uma dada tarefa de jogo (ARAÚJO; DAVIDS, 2016). Na prática, um sistema coletivo efetivo é aquele que permite que os graus de liberdade de diferentes indivíduos se co-regulem entre si em adaptações às ações de jogo (ARAÚJO; DAVIDS, 2016). Por isto, vários estudos usaram a técnica da entropia aproximada e redes neurais para mostrar que jogadores bem treinados demonstram mais regularidade em suas distâncias aos centroides próprios e oponentes (BELLI *et al.*, 2017; GONÇALVES *et al.*, 2017; SAMPAIO; MACAS, 2012).

Desta forma, a medição e análise posicional do comportamento tático coletivo tornaram-se parte integrante das demandas de comissões técnicas esportivas visando explorar a auto-organização da equipe, convergência ao modelo técnico-tático de jogo intencionado, e o desempenho de diversas ações de jogo ou mesmo predição ou correlação com o resultado final da partida. Apesar desta necessidade, e de alguns autores estarem buscando ferramentas para medição, ainda é carente os exemplos de ferramentas de análise visual interativa na literatura

que utilizem padrões de movimento e métricas complexas de coordenação entre os jogadores para explicar o comportamento tático coletivo, lógica interna do jogo e a correlação com importantes indicadores de desempenho no futebol. Por exemplo, Duarte *et al.* (2013) buscaram observar padrões sincrônicos utilizando um método de medidas *cluster*, a ser utilizada para detectar a sincronia média e contínua entre equipe e jogador-equipe utilizando como amostra jogadores da *Premier League*, Inglaterra. Entre os achados, estes autores destacaram uma menor magnitude de variação (desvio-padrão) e maior regularidade (entropia de amostra) sincrônica na dimensão longitudinal do que na lateral do campo, podendo, então, repercutir altos níveis de sincronia espaço-temporal para criar e evitar instabilidades de ataque/defesa em atacar e proteger o gol. Curiosamente, os dados deste estudo mostraram menor grau de sincronização no primeiro tempo de jogo e que a posse de bola não influenciou a sincronização coletiva das equipes (DUARTE *et al.*, 2013).

Assim a análise de dados posicionais dos jogadores durante o confronto permite descrever a distribuição espacial dos mesmos, a fim de melhorar a compreensão das restrições táticas relacionadas à dinâmica comportamental dos jogadores e congruência com o estatuto posicional referencial. Em termos de aplicabilidade prática, os treinadores, em posse destas informações, poderão propor a execução de treinamentos mais representativos e assim assumir um modelo e estratégias de jogo mais efetivos, com formação pré-contemplada reforçando que os arranjos posicionais em campo estejam mais estáveis e adaptáveis apesar da grande aleatoriedade do jogo. Alcançado este intento, o constrangimento nas ações de jogo ocorrerá em menor grau, facilitando os processos perceptual-cognitivo e a tomada de decisão nas resoluções das tarefas de jogo, resultando então em melhores respostas aos problemas anunciados no jogo. Assim, no presente estudo poderá ser observado se há representatividade em métricas de ecologia como estimativas de uma auto-organização sistêmica-ecológica no transcorrer do jogo através do *status* posicional. Se a representação mais homogênea ou heterógena poderia prever o desfecho do jogo. Ou ainda, se o escore retornado por métricas de auto-gestão ou organização tempo-espacial ocasionaria uma maior efetividade ofensiva e defensiva da equipe medida através de correlação com estatísticas de jogo.

2 OBJETIVO

Nossos objetivos foram divididos em objetivo geral e específicos, sendo detalhados abaixo.

2.1 Objetivo geral

O presente estudo buscou explorar o *status* posicional e métricas de auto-organização e coordenação coletiva entre jogadores na perspectiva ecológica da homogeneidade/heterogeneidade espaço-temporal e a correlação com estatísticas de jogo das seleções na Copa do Mundo FIFA 2014TM.

2.2 Objetivos específicos

- a) descrever sistemas de jogo e explorar vetorização posicional média durante o jogo e fases da competição;
- b) quantificar o *status* posicional através do índice de Shannon-Wiener na perspectiva de metrificação de comportamento homogêneo ou heterógeno das seleções, assim como ranqueá-los e analisá-los frente a sistemas de jogo e classificação final observada na competição;
- c) correlacionar o índice Shannon-Wiener com estatísticas ofensivas de jogo, tais como *total de passes; cruzamentos; assistência para finalização; passes longos; passes curtos; posse de bola; passes certos (%); finalização da pequena área; finalização da grande área; finalização de fora da área; tentativas totais; tentativas de jogo aberto; tentativas de bola parada; tentativas de contra-ataque;*
- d) correlacionar o índice Shannon-Wiener com estatísticas defensivas tais como: *perda de bola; faltas; desarmes; tentativas de desarmes; dribles; desarmes (%); interceptações; retiradas;*
- e) verificar a associação entre a binarização (maior, menor) para o índice Shannon-Wiener ou para a posse de bola com desfecho da partida (vitórias, derrotas).

3 MÉTODOS

3.1 Tipo de estudo

A pesquisa caracteriza-se como estudo descritivo, observacional quantitativo (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2007).

3.2 Amostra

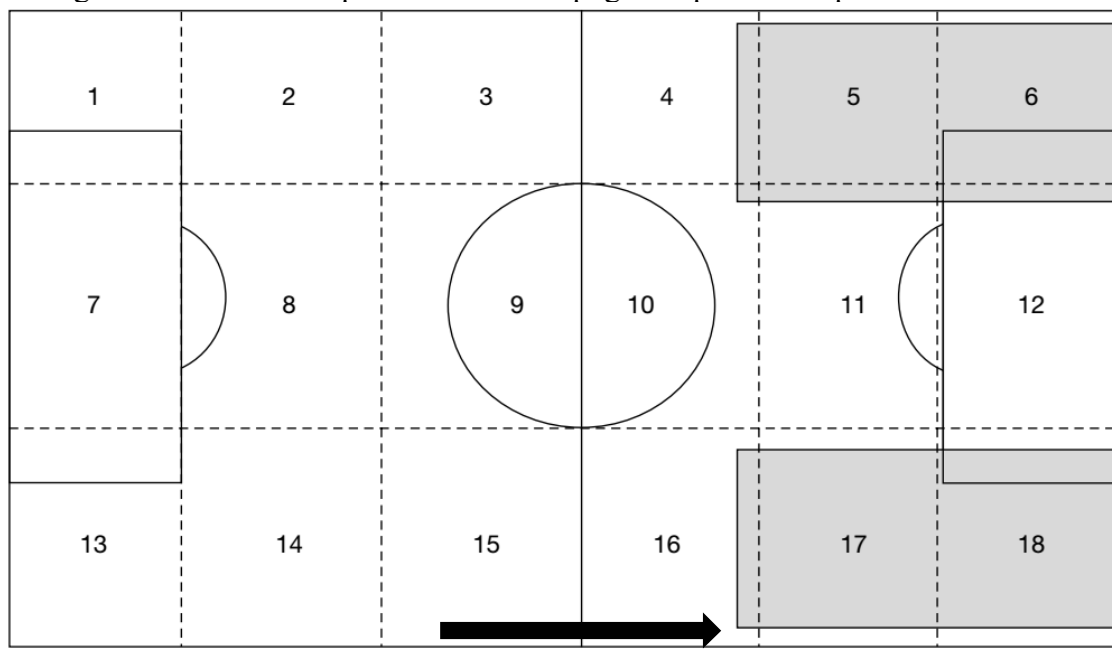
Foram analisadas todas as 64 partidas das Copas do Mundo FIFA 2014™.

3.3 Procedimentos

Com as estatísticas de cada jogo (*match-statistics report*), disponibilizadas pelo portal da FIFA para esta competição (<https://www.fifa.com/worldcup/archive/brazil2014/matches/index.html>), foram feitas as entradas destes dados. Inicialmente procedeu-se a criação de matriz de dados com as 25 estatísticas de jogo de interesse para jogo ofensivo (total de passes; cruzamentos; assistência para finalização; passes longos; passes curtos; posse de bola; passes certos (%); finalização da pequena área; finalização da grande área; finalização de fora da área; tentativas totais; tentativas de jogo aberto; tentativas de bola parada; tentativas de contra-ataque); e defensivo (perda de bola; faltas; desarmes; tentativas de desarmes; dribles; desarmes (%); interceptações; retiradas). A entrada de dados na tabulação também ocorreu por designação de resultado final (vitórias, empates, derrotas), gols marcados, e cartões amarelos e vermelhos.

A partir da vetorização média de cada jogador, procedeu-se o enquadramento do *status* posicional resultante de vetorização de deslocamento médio dos jogadores em intervalos de 15 minutos (i.e., 0-15; 15-30; 30-45; 45-60; 60-75; 75-90) utilizando uma matriz de tabulação em campograma (3 corredores x 6 zonas; 18 quadrantes; Figura 1, abaixo). Através de sobreposição dos vetores médios de deslocamento de cada jogador, para cada equipe, ocorreu a sobreposição no campograma, o que permitiu a contagem de atletas em cada um dos 18 setores do campograma (Figuras 1).

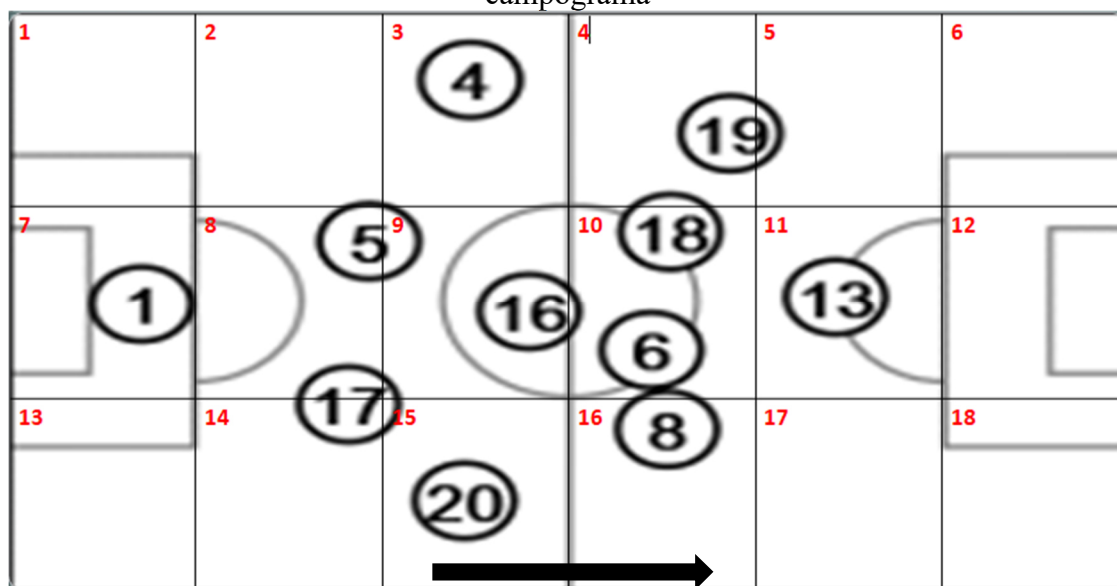
Figura 1 – Divisão de quadrantes no campograma para o cômputo observacional



Fonte: elaborado pelo autor (2021). Adaptado de SÁNCHEZ-FLORES *et al.* (2012). A seta determina o sentido do ataque.

Na Figura 2, abaixo, é visualizado o status posicional através de uma prévia dos procedimentos de recolha de dados para uma equipe em um recorte temporal intervalar de 15 minutos.

Figura 2 – *Print* do *status* posicional em um recorte temporal do jogo, sobreposto ao campograma



Fonte: elaborado pelo autor (2021). A seta determina o sentido do ataque.

Posteriormente, já no Microsoft Excel (versão 16, Microsoft Corporation, Redmond, Washington, EUA) foi feita a triagem por busca de erros de entrada de dados, para então, realizar a contagem de frequência de vetorização de cada atleta, em cada quadrante. O índice de Shannon-Wiener (LUDWIG *et al.*, 1988) foi utilizado para conversão do *status* posicional em metrificacão qualitativa de homogeneidade espaço-temporal do posicionamento dos jogadores. O índice de Shannon-Wiener é uma medida qualitativa de dominância de espécies (i.e., entendido aqui como cada jogador), onde as observações são medidas numa escala nominal na matriz de dados (campograma). Assim, este índice é resultante do cômputo de um maior número de quadrantes ocupados e da equitabilidade (número de jogadores está distribuído entre as diferentes posições/quadrantes/habitat) correspondente da equipe. Ao final da contagem, e processamento da matriz resultante de dados no pacote estatístico específico no Bioestat (versão 5.3, Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Tefé/AM, Brasil), um escore numérico é retornado. A interpretação qualitativa do mesmo, em *status*, ocorre na ordem de quanto maior o valor do índice, comportamento mais heterógeno; sendo o inverso qualificado como de maior *status* homogeneidade. Além desta medida, uma variável binária foi criada para posse de bola (maior, menor) e desfecho da partida (vitória, derrota; empates foram computados como derrotas pela premissa do sucesso/insucesso) referenciado a cada seleção, em cada confronto da Copa do Mundo FIFA 2014™.

3.4 Análise estatística

Os dados são apresentados como média, desvio-padrão, mediana, intervalo de confiança de 95% (IC 95%), contagens e porcentagem (%). Para a comparação das estatísticas de jogo entre as fases da competição foi utilizado teste de *Wilcoxon signed ranks test* (*Mann-Whitney test*). O teste do qui-quadrado de *Pearson*, ou o teste exato de *Fisher*, foram utilizados para comparar variáveis representadas por tabelas de contingências. Para a complementaridade de análise univariada buscando verificar a correlação linear simples entre as variáveis foi utilizada o teste de *Spearman*. Os coeficientes de correlação (r_s [95%IC]) significativos foram classificados como “muito fraco” (0-0.2), “fraco” (0.21-0.4), “moderado” (0.41-0.7), “forte” (0.71-0.9) e “muito forte” (0.91-1) (MORROW *et al.*, 2005). Em todos os casos o nível de significância estatística foi fixado a $p < 0.05$. Todas as análises de dados foram realizadas utilizando a linguagem de programação estatística R (versão 4.1.1; R *Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Áustria).

4 Resultados

A Copa do Mundo FIFA 2014™ apresentou média de $2,67 \pm 1,76$ gols, 455 ± 124 passes (taxa de acerto, $80 \pm 6\%$), e 15 ± 5 faltas por jogo. Em 92% dos jogos não se observou cartões vermelhos, sendo mais frequente na fase de grupos (83%). A comparação entre fases de disputas revelou maior número de faltas (~ 3 ; $p < 0,05$) e passes do tipo longo (~ 10 ; $p < 0,05$) por jogo na fase de mata-mata, sem diferenças entre as duas fases de disputa para outras estatísticas de jogo (Tabela 1).

Tabela 1 – Estatísticas de jogo e fases de competição na Copa do Mundo FIFA 2014™

Variável	Fase da competição		diferença ²	95% IC ^{2,3}	p-valor ²
	Grupo N = 96 ¹	Mata-Mata N = 32 ¹			
Gols (/jogo)	2.83 ± 1.72	2.19 ± 1.87	0.65	-0.45, 1.7	0.76
Total de passes (/jogo)	443 ± 115	491 ± 143	48	104, -7.8	0.20
Passes certos (%)	81 ± 7	80 ± 5	-0.51	1.8, -2.8	0.50
Passes tipo assistência (/jogo)	2.08 ± 2.39	2.16 ± 2.00	0.07	0.93, -0.79	0.50
Passes longos (/jogo)	56 ± 11	66 ± 20	10	2,7, 17	0.01
Passes curtos (/jogo)	365 ± 114	399 ± 128	34	85, -17	0.30
Tentativas de gol (/jogo)	13.0 ± 4.5	14.2 ± 7.4	1.1	3.9, -1.7	0.90
Faltas (/jogo)	14.2 ± 4.5	17.2 ± 5.9	2.9	0.66, 5.2	0.03
Cartões amarelos (/jogo)	2.67 ± 1.33	3.69 ± 2.06	0.99	1.9, 4.8	0.08
Cartões vermelhos (/jogo)	0.19 ± 0.39	0.06 ± 0.25	-0.01	-0.02, 0.04	0.20

Fonte: elaborado pelo autor (2021). ¹Média \pm DP; ²teste de Wilcoxon *rank sum test*; ³IC= intervalo de confiança.

Observou-se o emprego de 12 diferentes sistemas de jogo. Análise combinatória de confrontamentos apontaram 28 casos distintos. A formação inicial preferencial na fase de grupos reportou o sistema 4-2-3-1 com 50% de adoção entre todos aqueles adotados (Tabela 2).

Em função da progressão classificatória dentro da competição, este sistema de jogo supracitado foi marcadamente utilizado também na fase de mata-mata. Três das quatro primeiras seleções utilizaram este sistema.

A campeã, Alemanha, jogou toda a competição empregando o sistema 4-3-3. Nota-se ainda que o sistema 4-2-3-1 é o 7º no ranking do índice de Shannon-Wiener (do menor para maior, de mais homogeneidade para mais heterogeneidade espaço-temporal) na fase de classificação, e o 4-3-3, o 8º.

Portanto, estes dois sistemas táticos colocados em exemplo, em interação com as particularidades de cada equipe (características individuais de jogadores, seus confrontos e contextos de jogo, etc.), computaram menores índices de Shannon-Wiener, o que caracterizaria maior homogeneidade espaço-temporal.

Ou seja, seriam aqueles com *status* posicional que caracterizam a ocupação de um maior número de quadrantes, mas com menores magnitudes de equitabilidade; ou o inverso, que caracterizaria *status* de comportamento posicional e auto-organização espaço temporal indicativo para heterogeneidade.

Tabela 2 – Dados descritivos dos sistemas de jogo empregados e índices de Shannon-Wiener correspondentes na Copa do Mundo FIFA 2014™

Fase	Sistema de jogo	N (%)	Shannon-Wiener	
Grupo	4-2-3-1	48 (50.0%)	0.882 ± 0.033	7º
	4-3-3-0	12 (12.5%)	0.883 ± 0.027	8º
	4-1-4-1	8 (8.3%)	0.877 ± 0.041	5º
	4-4-2-0	7 (7.3%)	0.893 ± 0.024	10º
	3-4-1-2	5 (5.2%)	0.873 ± 0.075	2º
	4-1-2-1-2	5 (5.2%)	0.889 ± 0.021	9º
	5-3-2-0	5 (5.2%)	0.873 ± 0.028	2º
	5-4-1-0	3 (3.1%)	0.875 ± 0.038	4º
	3-5-2-0	1 (1.0%)	0.867	1º
	4-4-1-1	1 (1.0%)	0.880	6º
4-5-1-0	1 (1.0%)	0.898	11º	
Mata-mata	4-2-3-1	16 (50.0%)	0.880 ± 0.023	4º
	4-3-3-0	6 (18.8%)	0.910 ± 0.030	6º
	3-4-1-2	4 (12.5%)	0.878 ± 0.035	3º
	5-3-2-0	2 (6.2%)	0.863 ± 0.006	2º
	5-4-1-0	2 (6.2%)	0.899 ± 0.011	5º
	3-4-3-0	1 (3.1%)	0.978	7º
	4-4-2-0	1 (3.1%)	0.833	1º

Fonte: elaborado pelo autor (2021). Valores reportados em percentual relativo para cada fase de disputa. Índice de Shannon-Wiener reportado como média ± dp, e respectivo rank. O ranqueamento do índice Shannon-Wiener ordena do menor, mais homogeneidade espaço-temporal, para o maior, maior heterogeneidade espaço-temporal.

A Tabela 3 mostra os dados descritivos das dez primeiras colocadas na Copa do Mundo FIFA 2014™ quanto ao sistema de jogo utilizado nas distintas fases da competição. Conforme notado, o ranqueamento para o índice Shannon-Wiener e primeiras dez colocações na classificação final da competição mostrou que o padrão desta métrica é diversificado.

Por exemplo, a Alemanha obteve ranqueamento de 28º para homogeneidade espaço-temporal entre as duas 32 seleções e ocupou o primeiro lugar, sagrando-se campeã. Ao mesmo tempo, a seleção da Argentina, vice-campeã, 9º colocada no ranqueamento quantitativo do índice Shannon-Wiener.

Nota-se ainda para a seleção da Argentina, a utilização de três sistemas de jogo, adotando-se com exclusividade o 4-2-3-1 na fase de mata-mata, com redução do valor para maior homogeneidade espaço-temporal. Percebe-se também, nos valores descritivos do índice, um padrão semelhante (~5 delas tiveram este comportamento) entre as seleções observando diminuição ou aumento da magnitude de homogeneidade espaço-temporal medida por Shannon-Wiener entre as distintas fases da competição. Porém, o teste de Wilcoxon, com correção de continuidade, não reportou diferença estatisticamente significativa ($W= 1445,50$, $p= 0,620$; 95%IC [-0,28, 0,17]) entre os índices observados nas fases de competição e nem quando a condição de comparação era jogos com e sem cartão vermelho ($W= 577,50$, $p= 0,915$; 95%IC [-0,38, 0,34]).

Valores do teste de Wilcoxon demonstram também que os valores médios para o índice de Shannon-Wiener da Alemanha versus todas as demais foram iguais ($W= 578,00$, $p= 0,107$; 95%IC [-0,06, 0,68]), assim como quando os escores obtidos para esta seleção foi comparada somente com as demais nove primeiras classificadas ($W= 2246,50$, $p= 0,269$; 95%IC [-0,09, 0,31]). A inexistência de diferença significativa também foi observada quando se comparou os escores de Shannon-Wiener das quatro primeiras colocadas *versus* as demais ($W= 1574,00$, $p= 0,317$; 95%IC [-0,12, 0,35]).

Tabela 3 – Dados descritivos das dez primeiras seleções colocadas, sistema de jogo, fase de disputa e índice de Shannon-Wiener na Copa do Mundo FIFA 2014™

Seleção	Classificação	Fase	Sistema de jogo	N (%)	Shannon-Wiener		Shannon-Wiener
Alemanha	1º	grupo	4-3-3-0	3 (100%)	0.900 ± 0.029	<	0.903 ± 0.031
		mata-mata	4-3-3-0	4 (100%)	0.906 ± 0.036	>	
Argentina	2º	grupo	4-1-2-1-2	2 (66.7%)	0.876 ± 0.018	>	0.875 ± 0.020
		grupo	5-3-2-0	1 (33.3%)			
Holanda	3º	mata-mata	4-2-3-1	4 (100%)	0.875 ± 0.024	<	0.882 ± 0.072
		grupo	3-4-1-2	3 (100%)	0.856 ± 0.091	<	
		mata-mata	3-4-1-2	3 (75.0%)	0.902 ± 0.061	>	
Brasil	4º	mata-mata	3-4-3-0	1 (25.0%)	0.911 ± 0.011	>	0.895 ± 0.021
		grupo	4-2-3-1	3 (100%)	0.883 ± 0.018	<	
Colômbia	5º	mata-mata	4-2-3-1	4 (100%)	0.858 ± 0.030	>	0.851 ± 0.024
		grupo	4-1-4-1	1 (33.3%)			
		grupo	4-2-3-1	2 (66.7%)	0.841 ± 0.011	<	
Bélgica	6º	mata-mata	4-2-3-1	1 (50.0%)	0.888 ± 0.014	<	0.892 ± 0.013
		grupo	4-3-3-0	2 (66.7%)	0.899 ± 0.011	>	
França	7º	mata-mata	4-3-3-0	3 (100%)	0.900 ± 0.030	<	0.907 ± 0.024
		mata-mata	4-3-3-0	2 (100%)	0.918 ± 0.015	>	
Costa Rica	8º	grupo	5-4-1-0	3 (100%)	0.875 ± 0.038	<	0.884 ± 0.030
		mata-mata	5-4-1-0	2 (100%)	0.899 ± 0.011	>	
Chile	9º	grupo	3-4-1-2	2 (66.7%)	0.903 ± 0.046	>	0.897 ± 0.039
		grupo	4-1-2-1-2	1 (33.3%)	0.882	<	
México	10º	mata-mata	3-4-1-2	1 (100%)	0.882 ± 0.036	>	0.876 ± 0.031
		grupo	5-3-2-0	3 (100%)	0.859	<	

Fonte: elaborado pelo autor (2021). Valores reportados em percentual relativo para cada fase de disputa. Índice de Shannon-Wiener reportado como média ± dp, e respectivo rank. O ranqueamento do índice Shannon-Wiener ordena do menor, mais homogeneidade espaço-temporal, para o maior, maior heterogeneidade espaço-temporal. Símbolos de maior (>) e menor (<) reportam o *status* do ordenamento para a mesma seleção entre as fases da competição.

Excluindo-se os jogos com expulsão e usando variáveis retornadas da binarização do índice Shannon-Wiener em “maior” e “menor” para cada seleção do confronto, notou-se associação entre “maior índice” e “vitórias” na fase de classificação ($p < 0.05$; Tabela 4). A mesma associação não foi observada para a fase de “mata-mata” ($p > 0.05$; Tabela 4).

Tabela 4 – Associação entre *status* do índice Shannon-Wiener e resultado do jogo na Copa do Mundo FIFA 2014™

Fase	Shannon-Wiener (<i>status</i>)	Resultado do jogo		
		derrota	vitória	Total
Grupos	maior	8 (21%)	13 (33%)	21 (54%)
	menor	14 (36%)	4 (10%)	18 (46%)
	Total	22 (56%)	17 (44%)	39 (100%)
Mata-mata	maior	2 (13%)	5 (33%)	7 (47%)
	menor	4 (27%)	4 (27%)	8 (53%)
	Total	6 (40%)	9 (60%)	15 (100%)

Fonte: elaborado pelo autor (2021). Teste do Qui-quadrado de Pearson, $p=0.03$, fase de grupos; Teste exato de Fisher, $p=0.60$, fase de “mata-mata”. Ranqueamento e *status* do índice Shannon-Wiener ordena do menor, mais homogeneidade espaço-temporal, para o maior, maior heterogeneidade espaço-temporal.

Não foi observado associação entre da posse de bola e vitórias (Tabela 5).

Tabela 5 – Associação entre posse de bola e resultado do jogo na Copa do Mundo FIFA 2014™

Fase	Posse de bola (<i>status</i>)	Resultado do jogo		
		derrota	vitória	Total
Grupos	maior	10 (26%)	10 (26%)	20 (51%)
	menor	12 (31%)	7 (18%)	19 (49%)
	Total	22 (56%)	17 (44%)	39 (100%)
Mata-mata	maior	2 (13%)	6 (40%)	8 (53%)
	menor	4 (27%)	3 (20%)	7 (47%)
	Total	6 (40%)	9 (60%)	15 (100%)

Fonte: elaborado pelo autor (2021). Teste do Qui-quadrado de Pearson, $p=0.4$, fase de grupos; Teste exato de Fisher, $p=0.3$, fase de “mata-mata”. Ranqueamento e *status* do índice Shannon-Wiener ordena do menor, mais homogeneidade espaço-temporal, para o maior, maior heterogeneidade espaço-temporal.

Quando foi realizada as análises de correlação linear simples entre o índice de Shannon-Wiener e estatísticas de jogo ofensivo, a única correlação positiva e significativa, com “fraca” magnitude, foi observada para “tentativas de jogo aberto (%)” (Tabela 6). Não foram observadas correlações significativas entre o índice Shannon-Wiener e outras estatísticas ofensivas ou para estatísticas de jogo defensivas (Tabela 7).

Tabela 6 – Média, desvio padrão e matriz de correlação para variáveis ofensivas e índice de Shannon-Wiener na Copa do Mundo FIFA 2014TM

<i>Variáveis</i>	<i>Média</i>	<i>SD</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Shannon-Wiener (score)	0.893	0.031															
2. Passes (/jogo)	481.65	127.51	0.02														
3. Cruzamentos (/jogo)	20.81	10.33	-0.12	0.44**													
4. Passe tipo assistência (/jogo)	2.00	2.23	0.04	0.28*	0.03												
5. Passes longos (/jogo)	59.89	16.04	-0.15	0.13	0.21	-0.11											
6. Passes curtos (/jogo)	397.31	119.99	0.02	0.98***	0.33*	0.26	0.03										
7. Posse de bola (/jogo)	51.91	10.25	0.11	0.76***	0.42**	0.16	0.11	0.71***									
8. Passes certos (%)	81.78	5.95	0.16	0.77***	0.29*	0.16	-0.17	0.80***	0.64***								
9. Finalização da pequena área (/jogo)	6.37	6.81	0.05	0.06	0.07	-0.20	0.13	0.08	-0.11	-0.05							
10. Finalização da grande área (/jogo)	43.94	17.51	0.03	0.18	0.31*	0.14	0.20	0.12	0.35**	0.05	-0.35*						
11. Finalização de fora da área (/jogo)	49.78	16.72	-0.05	-0.19	-0.30*	-0.13	-0.25	-0.15	-0.26	0.03	0.01	-0.92***					
12. Tentativas totais (/jogo)	14.31	6.52	0.07	0.34*	0.61***	-0.05	-0.03	0.28*	0.35*	0.32*	-0.03	0.11	-0.02				
13. Tentativas de jogo aberto (/jogo)	9.96	5.93	0.13	0.35**	0.46***	-0.04	-0.11	0.31*	0.28*	0.39**	-0.11	0.10	0.03	0.77***			
14. Tentativas de jogo aberto (%)	10.37	8.77	0.33*	-0.18	-0.16	-0.10	-0.20	-0.15	0.03	0.02	-0.03	0.22	-0.20	-0.19	-0.11		
15. Tentativas de bola parada (/jogo)	3.85	2.49	-0.03	0.03	0.40**	-0.18	-0.02	-0.02	0.23	0.03	0.13	0.02	-0.01	0.60***	0.13	-0.08	
16. Tentativas de contra-ataque (/jogo)	0.48	1.00	0.02	-0.12	0.01	-0.05	0.31*	-0.16	-0.20	-0.21	0.02	0.13	-0.18	0.17	-0.03	-0.17	0.13

Fonte: Elaborado pelo autor (2021). Média e SD são utilizados para representar a média e o desvio padrão, respectivamente. * indica $p < 0.05$. ** indica $p < 0.01$.

Tabela 7 – Média, desvio padrão e matriz de correlação para variáveis defensivas e índice de Shannon-Wiener na Copa do Mundo FIFA 2014™

<i>Variáveis</i>	<i>Média</i>	<i>SD</i>	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Shannon-Wiener (score)	0.893	0.031								
2. Perda bola (/jogo)	11.20	4.48	0.04							
3. Faltas (/jogo)	14.44	5.44	0.03	0.09						
4. Desarmes (/jogo)	19.54	5.47	0.20	0.04	0.37**					
5. Tentativas de desarmes (/jogo)	29.15	8.79	0.24	-0.05	0.25	0.90***				
6. Dribles (/jogo)	9.61	4.74	0.20	-0.11	0.01	0.49***	0.80***			
7. Desarmes (%)	68.19	10.66	-0.11	0.19	0.25	0.04	-0.35*	-0.80***		
8. Retiradas (/jogo)	26.00	9.40	0.13	0.01	0.32*	0.33*	0.42**	0.41**	-0.22	
9. Intercepções (/jogo)	13.07	5.28	-0.01	-0.11	0.26	0.09	0.06	-0.01	0.01	0.20

Fonte: Elaborado pelo autor (2021). Média e SD são utilizados para representar a média e o desvio padrão, respectivamente. * indica $p < 0.05$. ** indica $p < 0.01$.

5 DISCUSSÃO

O presente estudo buscou explorar o *status* posicional e métricas de auto-organização e coordenação coletiva entre jogadores das seleções disputantes da Copa do Mundo FIFA 2014™ na perspectiva da homogeneidade espaço-temporal; além disto, sequencialmente, a correlação desta metrificação com importantes indicadores de desempenho em estatísticas de jogo das seleções.

Inicialmente, através de estatísticas descritivas, foi possível notar que a sistema de jogo 4-2-3-1 foi aquela mais utilizado correspondendo a 50% do total de emprego na competição. Tal representatividade de utilização pode ser devido ao fato de que a campeã da então última Copa do Mundo FIFA em 2010, Espanha, utilizava este mesmo sistema de jogo. O futebol de maneira quase que intuitiva segue padrões de outras equipes que obtiveram bons resultados nos anos anteriores, modelando tendências observadas em Copas do Mundo. Em 2010, a Espanha, com o famoso “tiki taka” influenciou seleções e equipes por todo mundo, com jogo apoiado e jogo de aproximação, com maior posse de bola e movimentações *inter* e *entre* linhas para progressão em posse de bola ou para sua recuperação.

Além de o recorte temporário reportar influência espanhola, a própria visão Europeia, de forma ampla como também observada nas principais seleções deste continente, preconiza a pressão forte ao adversário em todos os setores do campo; e em posse de bola, um jogo apoiado e temporizado nas fases de construção, criando uma progressão muito veloz da bola na fase de finalização. Portanto, o futebol no mais alto nível está muito organizado posicionalmente, ainda mais quando se analisa à principal competição de futebol do mundo. Assim, para se ter sucesso o treinador deve ter um sistema de jogo habituado pelos atletas, o que facilitaria os processos perceptual-cognitivos de tomada de decisão nas resoluções das tarefas de jogo. Assim, comportamento coletivo dinâmico organizado, ou até mesmo mais sincrônico, estabelecido estrutural e funcionalmente, poderia retornar menores graus de constrangimentos aos atletas fazendo com que os mesmos se auto-organizem de maneira mais efetiva durante o jogo pela maior capacidade de interação dinâmica e consciente. Ou seja, um certo equilíbrio entre escores de homogeneidade e heterogeneidade espaço-temporal pode ser determinante para dominância das ações em campo, tal qual como acontece, em analogia, na escalada ecológica e predita por índices de dominâncias de espécies como de Shannon-Wiener.

A contextualidade do jogo pode operar diferentes ajustes espaço-temporais nas equipes. Talvez por esta premissa, observamos um aumento no valor reportado pelo índice de Shannon-Wiener para cinco seleções entre as dez melhores colocadas na fase mata-mata, ou seja, menos homogeneidade. Por outro lado, outras cinco seleções obtiveram êxitos competitivos reportando diminuição do índice na fase de mata-mata, possivelmente, em teoria, ao optarem por estilos de jogo menos variados e mais cautelosos, onde detalhes poderiam fazer a diferença e erros deveriam ser minimizados. Em três destas dez melhores classificadas ao final da Copa do Mundo houve mudanças do sistema de jogo de uma fase da competição para a outra. Ao notar que estas mesmas reportaram diminuição do índice na fase de mata-mata, podemos especular que, ao aumentar graus de constrangimentos entre os atletas pelo “fato novo”, o comportamento dos atletas é de mais vigilância posicional. Isto em teoria diminuiria o grau de liberdade de criação, flutuação entre os mesmos, e conseqüentemente, possibilidades interacionais também diminutas entre os jogadores pelos mesmos estarem desabituaados para ações sincronizadas e dinâmicas entre jogadores mais próximos e setores da equipe, e assim constrangidos em maior grau nos processos perceptual-cognitivo para tomada de decisão nas demandas do jogo.

Porém, o aventado aqui é meramente hipotético e mostra a riqueza interativa entre sistema de jogo, características dos jogadores, contexto competitivo e duelo em interatividade dinâmica com o oponente. Por exemplo, dentre as dez melhores colocadas na competição, a que obteve melhor índice de homogeneidade espaço-temporal foi à seleção da Colômbia, ocupando a 3ª colocação do índice, sendo, no entanto, derrotada nas quartas de final da competição. Já a campeã, Alemanha, obteve apenas o 28º melhor índice de homogeneidade (4º em heterogeneidade), o que nos faz refletir sobre a dialética entre o caráter caótico do jogo e capacidade ou competência para gerir o comportamento dos atletas dentro das fases do jogo e reagir adequadamente as investidas do adversário.

Há aspectos aleatórios no futebol, o que leva o resultado a depender muito de obras do acaso (DICK *et al.*, 2021). Ou seja, se uma equipe apresentar predominância ao *status* de homogeneidade ou à heterogeneidade (baixo e alto escore no índice de Shannon-Wiener) não indica que seja de pouca competitividade dentro do campo de jogo. Associação entre *status* de maior e menor índice, em confronto direto por cada jogo e o resultado final foi observada na fase de grupos, com a equipe com *status* posicional resultante em maior índice conseguindo sagrar-se mais frequentemente vitoriosa. O mesmo não se repetiu na fase mata-mata, onde a

ausência de associação pode ser devida ao fato do contexto que a fase mata-mata oferece. Por serem jogos únicos e de eliminação, as equipes tendem a ser mais cautelosas em suas ações ofensivas e defensivas, ocupando menos espaços, e assim permitindo menor grau de distanciamento intersetores ou blocos de seus jogadores. Já na fase de grupos muitas equipes com classificação garantida para a próxima fase fazem uso de peças e sistemas de jogo diferentes, seja para dar minutagem para jogadores pouco utilizados, ou para testar novas estratégias já pensando em um adversário futuro. De qualquer forma a categorização binária do índice de Shannon-Wiener retornou mais sensibilidade de associação com o resultado do jogo do que o mesmo quando considerou a posse de bola. Parece então, que uma equipe que combina um certo grau de organização tempo-espacial, com liberdade de movimentação, parece autogerir comportamentos mais vantagens para a disputa esportiva.

Chegando à uma outra condição exploratória do estudo, foi encontrada correlação significativa entre o índice Shannon-Wiener e apenas uma estatística ofensiva, o “percentual de tentativas de jogo aberto”; não foi encontrada nenhuma correlação significativa para estatísticas defensivas. Apesar de utilizarem diferentes abordagens metodológicas, e colocada aqui apenas para propósito de discussão, Duarte *et al.* (2013) observaram que a dimensão longitudinal do campo, comparativamente a lateral, culminou com altos níveis de sincronia espaço-temporal para criar e evitar instabilidades de ataque/defesa em atacar e proteger o gol. Este achado vai de encontro as premissas do índice de Shannon-Wiener, onde maiores habitats nos sentidos verticais colaboram para índices com característica de heterogeneidade. Ao mesmo tempo, pelo fato de equipes tentarem flutuar mais pelas “beiradas” de campo em busca de espaço, ocupando quadrantes que normalmente ficam desocupados na maior parte dos jogos, há reporte no presente estudo para associação entre maiores índices (i.e., heterogeneidade) e taxa de aproveitamento de tentativas de gols considerando o jogo aberto.

Uma limitação do estudo é a utilização de métricas do *status* de posicionamento vetorizados usando ponto médio com recorte de 15 minutos entre eles, e ao mesmo tempo estatísticas de jogo com recorte de jogo completo. Como os dados eram aqueles disponíveis para nossas tentativas de estudo empíricos, sendo públicos e disponibilizados no site da FIFA, restaria saber qual o sentido de movimentação destes pontos médios na constituição/computo final de cada vetor representando cada jogador e o efeito causal mais imediato nas estatísticas de jogo. Esta informação poderia ser necessária para uma melhor sensibilidade para caracterização da ocupação futura ou sistêmica dos atletas, podendo prever com maior precisão

padrões de movimentação e então, melhores correlações com estatísticas de jogo. Com os resultados encontrados no presente estudo, pode ser feita uma análise de que apenas os vetores médios de posicionamento limitam a compreensão, uma vez que o jogo de futebol propõe criação de espaços vazios onde podem ocorrer jogadas de profundidade e que favorecem características individuais dos atletas, como a velocidade. Link *et al.* (2016) buscaram descrever o desempenho do ataque no futebol usando alguns parâmetros através de probabilidade de um gol ser marcado. Esses parâmetros alinhados com o índice e as estatísticas de jogo podem futuramente serem usados em outros estudos para investigar uma possível melhor correlação entre os dados apresentados pelo índice Shannon-Wiener e as estatísticas de jogo.

Fica claro que o índice pode ser um parâmetro de uso para comissões técnicas. No entanto, carece mais camadas de estratificações e filtros nas análises. Correlações mais fortes poderão ser notadas em estratégias metodológicas com recortes tempo-espaciais mais curtos, com maior ajustamento entre o ponto de amostragem do *status* posicional e desfecho das ações de jogo. Dividir as ações entre defesa, meio-campo e ataque nos parece dar uma perspectiva melhor de sensibilidade dos dados para entender melhor as regiões de ocupação e dominância das equipes, sabendo que cada faixa de campo propõe demandas individuais e coletivas diferentes.

Uma equipe pode ser bem sucedida possuindo dominância setorial, por exemplo; e não necessariamente do campo todo como colocado em análise pelo campograma e transposição para o índice Shannon-Wiener. Da mesma forma, o futebol apresenta uma grande variabilidade de estilos de jogo, estratégias e demandas individuais e coletivas. Por exemplo, na aplicabilidade do índice, o setor de análise pode detectar padrões e orientar que a equipe se comporte de maneira homogênea ou heterogênea de acordo com o jogo e adversário. Comparações destas métricas frente aos adversários, prioritariamente por recurso computacional *online*, poderão permitir identificar estratégias a fim de explorar pontos fracos adversários. Perceber manobras de transições entre as fases do jogo e efetividade das mesmas, suas flutuações e espaços cedidos ou criados, gatilhos para aumentar os constrangimentos no adversário que levem ao erro poderão ser importantes questões colocadas em proposição prática e aplicada de estudos sobre auto-organização sistêmica-ecológica no transcórre do jogo.

A análise efetiva de uma equipe não é tarefa fácil, seja ela mais ou menos organizada e com padrões facilmente detectáveis. No entanto, buscar entender as movimentações e ocupação

espaço-temporais dos atletas de forma coletiva ou individual tem se mostrado cada vez mais necessária para montagem de processos de treinamentos mais representativos e estabelecimento de estratégias de jogo mais efetivas.

O ponto de partida para esta exploração empírica no presente trabalho foi quantificar a frequência e equitabilidade correspondente ocupação espaço-temporal de jogadores no campograma utilizando métricas de homogeneidade de Shannon-Wiener. Futuros estudos poderão estabelecer linha metodológicas visando melhores compreensões do auto ajustamento tático dos jogadores usando estatísticas computacionais ou engenharia esportiva com aparato mais robustos. Por exemplo, Brefeld *et al.* (2019) propôs estimar modelos de movimento individuais a partir de dados posicionais como posições, direções e velocidades de atletas, ocasionando em uma distribuição de todas as posições alcançáveis em um determinado momento, seguindo a premissa de dominância espacial dinâmica proposta no presente estudo.

6 Conclusão

O presente estudo demonstrou de forma empírica que índices de dominância ecológica podem representar comportamentos de auto-gestão ou organização espacial no campo durante jogos de futebol. Através da métrica de Shannon-Wiener foi possível notar que diversidades no índice ocorreram para seleções que implementaram um mesmo sistema de jogo demarcando que interações dinâmicas entre jogadores são fenômenos complexos. As fases da competição também parecem ditar *status* posicionais das seleções e sensíveis à diferenciação no índice, sendo os mesmos mais heterógenos na fase de grupo, e mais homogêneos na fase de mata-mata. Não foi observado correlação entre as principais estatísticas de jogo, havendo somente correlação com taxa de aproveitamento de finalizações advinda de jogo aberto.

Questões como características dos atletas, grau de pré-contemplado de habituação entre os jogadores e capacidade para auto-organização sistêmica e adaptação dinâmica as circunstâncias do jogo parecem ditar o desempenho e orientar o sucesso das melhores equipes. A análise de dados posicionais individuais de cada jogador e o *status* global da equipe durante o confronto permite entender as movimentações, comportamento sincrônico e ocupação espaço-temporais de forma coletiva. Futuros estudos poderão estabelecer linhas metodológicas de colaboração entre ecologia, estatística computacional e ciência do esporte para o investigar parâmetros avaliativos sobre comportamento dos atletas, correção e regularidade de padrões frente as diferentes as interações dinâmicas do jogo. Tal demanda tem se mostrado cada vez mais necessária visando maiores compreensões do jogo a fim de proposições cada vez mais representativas para os treinamentos no futebol.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, D.; DAVIDS, K. Team synergies in sport: theory and measures. **Frontiers Psychologic**, v. 7, p. 1449, 2016.
- BELLI, R.; DIAS, G.N.F.; GAMA, J.M.T.V.; SILVA, C. D. Network e comportamento coletivo em equipes profissionais de futebol. **Revista Brasileira de Futebol e Futsal**, v. 9, n. 32, p. 84-94, 2017.
- BENITO SANTOS, A.; THERON, R.; LOSADA, A. ET AL. Data-driven visual performance analysis in soccer: an exploratory prototype. **Frontiers Psychologic**, v. 9, p. 2416, 2018.
- BREFELD, U.; LASEK, J.; MAIR, S. Probabilistic movement models and zones of control. **Machine Learning**, v. 108, n. 1, p. 127-147, 2019.
- DICK, U.; TAVAKOL, M.; BREFELD, U. Rating player actions in soccer. **Frontiers in Sports and Active Living**, p. 174, 2021.
- DICK, U.; TAVAKOL, M.; BREFELD, U. Avaliação das ações do jogador no futebol. **Fronteiras em Esportes e Vida Ativa**, p. 174, 2021.
- DUARTE, R.; ARAUJO, D.; CORREIA, V. *et al.* Competing together: assessing the dynamics of team-team and player-team synchrony in professional association football. **Human Movement Science**, v. 32, n. 4, p. 555-66, 2013.
- DUARTE, R. *et al.* Competing together: Assessing the dynamics of team–team and player–team synchrony in professional association football. **Human Movement Science**, v. 32, n. 4, p. 555-566, 2013.
- GONÇALVES, B.; COUTINHO, D.; SANTOS, S. *et al.* Exploring team passing networks and player movement dynamics in youth association football. **PLoS One**, v. 12, n. 1, p. e0171156, 2017.
- LINK, D.; LANG, S.; SEIDENSCHWARZ, P. Real time quantification of dangerousity in football using spatiotemporal tracking data. **PloS One**, v. 11, n. 12, p. e0168768, 2016.

LUDWIG, J.A.; QUARTET, L.; REYNOLDS, J. *et al.* **Statistical ecology: a primer in methods and computing.** John Wiley & Sons, 1988.

GARGANTA, J.; GRÉHAIGNE, J. F. Abordagem sistêmica do jogo de futebol: moda ou necessidade? **Movimento (ESEFID/UFRGS)**, v. 5, n. 10, p. 40-50, 1999.

MORROW, J.R.; JACKSON, A.W.; DISCH, J.G. *et al.* **Measurement and evaluation in human performance.** 3 ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2005.

MORROW, J.R.; JACKSON, A.W.; DISCH, J.G. *et al.* **Measurement and evaluation in human performance.** 3 ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2005. 397 p.

SAMPAIO, J.; MACAS, V. Measuring tactical behaviour in football. **International Journal of Sports Medicine**, v. 33, n. 5, p. 395-401, 2012.

SEIDENSCHWARZ, Philipp. Real time quantification of dangerousity in football using spatiotemporal tracking data. **PloS One**, v. 11, n. 12, p. e0168768, 2016.

THOMAS, J.R.; NELSON, J.K.; SILVERMAN, S.J. **Métodos de pesquisa em atividade física.** 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. 396 p.

VILAR, L.; ARAUJO, D.; DAVIDS, K. *et al.* The role of ecological dynamics in analysing performance in team sports. **Sports Medicine**, v. 42, n. 1, p. 1-10, 2012.