AUTORES:

Vasco Parreiral Simões Vaz ¹

José Ventura Gama ¹

João Valente dos Santos ¹

António José Figueiredo ¹

Gonçalo Figueiredo Dias ¹

¹ CIDADAF, Faculdade de Ciências
do Desporto e de Educação Física,
Universidade de Coimbra,
Coimbra, Portugal

<https://doi.org/10.5628/rpcd.14.01.12>

Network — Análise da interacção e dinâmica do jogo de futebol

PALAVRAS CHAVE:

Futebol. Interacção. *Network*.

SUBMISSÃO: 8 de Março de 2014

ACEITAÇÃO: 3 de Abril de 2014

RESUMO

A metodologia que suporta a análise de redes (*network*) tem sido utilizada no desporto para descrever a dinâmica das relações interpessoais que resultam do desempenho competitivo. O presente estudo teve como objectivo principal verificar em que medida as interacções que ocorrem entre jogadores num jogo de futebol 11 são determinantes para o sucesso da equipa. Para tal, foram analisadas 213 acções colectivas e 237 interacções ofensivas de uma equipa de futebol profissional, observadas durante um jogo da Liga Portuguesa em 2010/ 2011. Foi utilizado o *software Amisco*® para avaliar as acções ofensivas de jogo, tais como: passes, recepções, recuperações de bola, remates, cruzamentos, faltas e desempenho intra-equipa. O registo espacial das condutas comportamentais dos jogadores foi obtido através do campograma que é proposto pelo *software Amisco*®. A sua estrutura permitiu obter automaticamente uma divisão do campo em 24 zonas. A equipa profissional de futebol analisada tende a actuar como uma rede híbrida e dinâmica que emerge de várias relações interpessoais. As ligações desta *network* são maioritariamente controladas pela acção e circulação de “jogadores-chave” que têm grande influência na estrutura coordenativa da equipa.

Network — Analysis of the interaction and dynamics of the game of football

01

ABSTRACT

The methodology that supports networks has been previously used in sport to describe the dynamics of interpersonal interactions occasioned by competitive performance. Therefore, the purpose of the present study is to verify to what extent the interactions that arise between players in a soccer game are crucial to team's success. In that sense, 213 team actions and 237 offensive interactions of the professional Portuguese football team, observed during the premier league match, were analyzed. The *Amisco*® software was used to perform the quantitative analysis of team actions (e.g., passes, ball receptions, shots on goal, crosses, ball rebounds, faults and game collective actions). Behavioral conducts of the players were recorded through a schematic representation (i.e., football pitch divided into 24 zones), proposed by the *Amisco*® software. Perhaps the professional football team analyzed acts as a dynamic network that emerges from several interpersonal interactions. The network that emerges from the football game allow us to decode the purposes of the players and team behavior. Moreover, enables mapping technical and tactical actions that results from the interaction of key-players.

KEY WORDS:

Soccer. Interaction. Network.

INTRODUÇÃO

Nos desportos colectivos, a observação e análise de jogo são essenciais para caracterizar as exigências específicas que são impostas aos jogadores em situação competitiva ^(6, 21). Esta abordagem permite descrever a *performance* a um nível aptitudinal e descodificar as acções realizadas pelos intervenientes no âmbito das respectivas equipas ^(6, 12, 19). Nesta base, a análise do jogo de futebol surge como um meio privilegiado a que os treinadores recorrem para melhorar a qualidade da prestação desportiva das equipas ^(2, 12, 20, 43).

Por seu lado, o conhecimento do jogo, do treino e da competição vai para além da procura de indicadores prospectivos ou retrospectivos de acções de êxito ou fracasso que estão patentes na análise notacional do jogo de futebol ⁽³⁷⁾. No domínio particular da análise deste desporto colectivo, a metodologia observacional e a análise de dados abrem novos horizontes de investigação no domínio das Ciências do Desporto. Todavia, de acordo com Garganta ^(15, 16), para que tal se concretize, importa passar de uma observação passiva, ou seja, sem problema definido e com baixo controlo externo e carente de sistematização, para uma observação activa e sistematizada, balizada por um problema concreto e obedecendo a um controlo externo.

Uma metodologia recente que analisou as acções dos jogadores para além da abordagem notacional foi usada por Passos et al. ⁽³²⁾. Estes autores observaram o desempenho de executantes de pólo aquático peritos em contexto de jogo, estabelecendo uma *network* de interacções através dos contactos intra-equipa (e.g., 1x1; 2x1; 3x2). Os resultados e as conclusões do estudo indicam que esta forma de analisar o jogo é útil não só para mapear as interacções estabelecidas entre jogadores, mas também para caracterizar a dinâmica colectiva e os “graus de liberdade” da equipa.

A metodologia que suporta as *networks* em contexto desportivo permite obter informação qualitativa sobre a “estrutura coordenativa” dos jogadores e das equipas ⁽³⁰⁾. Este tipo de nomenclatura e método de observação do jogo têm vindo a obter suporte teórico nas ciências sociais, por exemplo, através da análise das redes dos sistemas sociais ^(26, 41, 42), assim como na área da biologia, onde os seus proponentes descrevem o mundo que nos rodeia através de uma *network* global de contactos e interacções de organismos vivos ^(1, 24). Perante o exposto, tendo em conta as características dinâmicas do jogo de futebol, a acção das equipas e dos seus intervenientes pode ser investigada através de uma *network* que é suportada em várias decisões e estratégias individuais ⁽³²⁾. Deste modo, urge aprofundar a dinâmica colectiva deste desporto colectivo que emerge de inúmeros episódios e ocorrências de cooperação e oposição entre jogadores, aumentando assim o conhecimento produzido nesta área de investigação ^(6, 11, 31, 36).

Com efeito, a literatura mostra um enorme vazio sobre o estudo desta temática em contexto desportivo, sobretudo ao nível da observação e análise do jogo de futebol. Tal constatação não deixa de ser surpreendente, na medida em que este jogo assenta preferencialmente no desenvolvimento de acções colectivas, de carácter caótico e dinâmico ^(6, 15, 16). Assim, ao verificar-se que a metodologia que suporta a análise de redes começa a dar os “primeiros passos” no desporto para descrever a estrutura e a dinâmica das interacções que resultam do desempenho competitivo ^(32, 37), o presente estudo teve como objectivo principal verificar em que medida as interacções que surgem entre jogadores num jogo de futebol ⁽¹¹⁾ se revelam determinantes para o sucesso da equipa. Deste modo, para além da análise notacional, pretende-se aferir se este jogo desportivo colectivo pode ser caracterizado como uma *network*, onde os praticantes actuam de forma estruturada e dinâmica.

METODOLOGIA

Foram analisadas 213 acções colectivas e 237 interacções ofensivas de uma equipa de futebol profissional, observadas durante um jogo da Liga de Futebol Profissional Portuguesa na época desportiva de 2010/ 2011. Deste modo, por ser relevante não só conhecer o momento da própria finalização, mas também todo o processo que lhe deu origem ^(13, 18), contemplámos no presente trabalho as acções intencionais que emergiram da fase ofensiva de jogo (e.g., passes e cruzamentos concretizados com “sucesso”), pois, face à literatura, consideramos que esta é fulcral para contextualizar a dinâmica e interacção da equipa ^(22, 25). Tal como refere Castelo ⁽⁷⁾ “só o processo ofensivo contém em si uma acção positiva”, falando mesmo em “conclusão lógica – o golo” (p.36).

Os dados deste estudo foram fornecidos por uma empresa especialista em automação de *playout* no mercado da televisão. Optámos por este método na medida em que esta empresa, em parceria com a *Amisco*®, disponibilizou para a Liga Portuguesa de Futebol Profissional um serviço de estatísticas que inclui um *software* de análise para todos os jogos da temporada. Os procedimentos utilizados respeitaram as normas internacionais em pesquisa com humanos (Declaração de Helsínquia de 1975). A filmagem e a codificação das acções dos jogadores foram analisadas por uma equipa de operadores especializados. Os vídeos dos jogos e os ficheiros que permitiram a codificação das acções foram posteriormente fornecidos em suporte informático pela mesma empresa. O registo espacial das condutas comportamentais dos jogadores foi obtido através do campograma que é disponibilizado pela *Amisco*® (Figura 1).

FIGURA 1 — Campograma e zonas de jogo (adaptado da *Amisco*)¹

Este campograma foi validado pela *Amisco*® para a análise de jogos de futebol de alto rendimento. A sua estrutura permitiu obter automaticamente uma divisão do campo em 24 zonas que eram compostas por 4 corredores e 6 sectores.

Além disso, usámos ainda o método de Probabilidades de Frequência Relativa ^(23, 33) para analisar o nível de interacção que emergia entre jogadores, sendo adoptada a seguinte fórmula:

$$p = \Pr (A) = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ de interacções do jogador "X" com jogador "Y"}}{\text{n}^{\circ} \text{ total de interacções do jogador X}}$$

Note-se que a probabilidade de uma interacção ocorrer, i.e., tal como está a ser definida, resulta na frequência relativa da ocorrência A. Logo, a probabilidade é um número tal que: $0 \leq \text{Probabilidade da interacção de A} \leq 1$. Neste sentido, a probabilidade de ocorrência de uma interacção que não é passível de ser concretizada é 0, sendo que a probabilidade de ocorrência de uma interacção concretizável é 1.

As *networks* obtidas retratam o número máximo de interações efectuadas e recebidas entre os jogadores da mesma equipa mediante a sua distribuição no campo ⁽³²⁾. Deste modo, para cada jogador, i.e., individualmente, foi atribuída uma seta que uniu o interveniente da equipa a quem realizou a respectiva interacção, sendo que esse número aparece assinalado nas figuras a preto através de um esquema representativo. A posição exacta em que o jogador se encontrava no campo na apresentação da *network* foi obtida através do posicionamento médio do jogador durante o jogo, que resultou do número total de contactos com bola efectuado por cada jogador. Para uma melhor leitura das *networks*, o valor da interacção é apresentado ao centro da interacção.

NETWORK (REDE INTRA-EQUIPA)

A Figura 2 apresenta a *network* representativa dos jogadores que foi obtida através do máximo de interações efectuadas no jogo.

FIGURA 2 — *Network* representativa do n.º máximo de interações efectuadas pelos jogadores no jogo.

Os dados indicam que as preferências de interacção efectuadas ocorrem entre os jogadores 13 e 12 (12 interacções); 8 e 13; 5 e 17 (8 interacções); jogador 12 e 13; 17 e 8 (6 interacções); jogador 9 e 12; 25 e 8 (5 interacções); jogador 14 e 13; 1 e 5 (4 interacções); jogador 7 e 13; 6 e 17; 30 e 5 (3 interacções); jogador 10 e 12; 4 e 1 (1 interacção).

A Figura 3 mostra a *network* representativa dos jogadores que foi obtida através do máximo de interacções recebidas no jogo.

FIGURA 3 — *Network* representativa do n.º máximo de interacções recebidas pelos jogadores no jogo.

Os dados indicam as seguintes preferências de interacções recebidas: jogador 12 do 13 (12 interacções); jogador 17 do 5; 13 do 8 (8 interacções); jogador 25 do 8 (7 interacções); jogador 8 do 17 (6 interacções); jogador 9 do 5; 30 do 1; 5 do 1; 6 do 8 (4 interacções); jogador 10 do 5; 7 do 8; 14 do 1; 1 do 14 (3 interacções); jogador 4 do 5 (1 interacção).

A Figura 4 apresenta a *network* representativa dos jogadores que foi obtida através do total de interacções no jogo.

FIGURA 4 — *Network* representativa do total de interações dos jogadores no jogo.

Verifica-se que a equipa observada privilegiou o contra-ataque e “ataque rápido”, explorando a construção de jogo através de transições rápidas, o que tornou o seu “estilo” de jogo mais directo. Nesta base, constata-se que os defesas centrais foram fundamentais no processo de construção de jogo, pois eram os primeiros a definir as saídas rápidas da equipa. Além disso, os médios centros da equipa também assumiram um papel relevante nas acções ofensivas colectivas da equipa, isto devido ao elevado número de interações, recebidas e efectuadas. Estes jogadores efectuaram interações maioritariamente para os extremos que estavam posicionados nos corredores laterais. Os dados mostram ainda que a equipa privilegiou um maior número de interações em função dos corredores laterais. Neste sentido, verifica-se também que, ofensivamente, a equipa jogou em toda a “largura do campo”, especialmente no último terço do terreno de jogo.

No plano individual, constata-se que o jogador 8, posicionado a médio centro, foi o jogador que mais interveio no jogo, perfazendo um total de 70 intervenções, resultantes de 38 interações efectuadas e 32 interações recebidas. Também aqui podemos aferir as principais ligações de conectividade entre todos os jogadores (i.e., as principais linhas de passe), privilegiando assim as interligações dos jogadores-chave e jogadores mais influentes da equipa. Assim, relativamente ao jogador-chave do jogo (jogador 8), observamos que este atleta interagiu preferencialmente com os seguintes jogadores: jogador 13 (8 interações);

jogador 25 (7 interações); jogador 17 (5 interações); jogador 5 e 6 (4 interações); jogador 9, 12 e 7 (3 interações); e jogador 1 (1 interação).

Finalmente, no que diz respeito aos jogadores mais influentes no jogo, as suas preferências de interação foram as seguintes: jogador 12 – jogador 13 (6 interações); jogador 8 (5 interações); jogador 6 (4 interações); jogador 9 (3 interações); e jogador 1, 5 e 7 (1 interação); jogador 6 – jogador 17 (3 interações); jogador 5, 30 e 25 (2 interações); e jogador 14, 9 e 12 (1 interação).

POSICIONAMENTO MÉDIO DA EQUIPA EM POSSE DE BOLA E ZONAS PREFERENCIAIS DOS JOGADORES-CHAVE E JOGADORES MAIS INFLUENTES DA EQUIPA

A Figura 6 ilustra o posicionamento médio da equipa em posse de bola, assim como as zonas preferenciais dos jogadores-chave e mais influentes da equipa no jogo.

FIGURA 6 — Posicionamento médio da equipa em posse de bola e zonas preferências dos jogadores-chave e mais influentes da equipa no jogo.

Constata-se que a equipa apresentou um esquema tático 1-4-3-3, procurando assim ocupar todas as zonas do campo. Ao nível defensivo, a equipa mostrou dois centrais "mais posicionais" e dois laterais ofensivos, estando o lateral direito mais avançado no terreno de

jogo. Relativamente ao meio campo, o mesmo foi formado por três jogadores, i.e., um médio defensivo (jogador 25) e dois médios mais centrais (jogador 6 e 8), que se distribuíram no campo sob a forma de triângulo invertido. Os dois médios “mais centrais” ocuparam espaços paralelos e encontravam-se muito próximos um do outro, estando ligeiramente mais avançados em relação ao médio “mais defensivo”.

Já na fase de ataque, a equipa apresentou dois extremos “bem abertos” a dar “largura” à equipa. Contudo, o extremo direito (jogador 12) adoptou uma posição “mais interior” face ao extremo esquerdo (jogador 17), assim como um ponta-de-lança a dar profundidade à equipa. Por último, os dados mostram que o jogador chave da equipa, ou seja, o atleta 8 (médio centro), ocupava preferencialmente as zonas: 4CD, 4CE, 3CD e 3CE. Além disso, no que diz respeito aos jogadores mais influentes da equipa, os mesmos ocupavam preferencialmente as seguintes zonas de terreno de jogo: jogador 12 (extremo direito): 3D, 3CD, 4D, 4CD, 5D e 5CD; jogador 6 (médio centro): 5CD, 4CD e 3CD.

O Quadro 1 representa as probabilidades de ocorrência de interacção entre jogadores.

QUADRO 1 — Probabilidades de ocorrência de interacção entre jogadores.

PARA/DE	1	5	13	14	30	6	8	25	9	12	17	7	4	10
1	-	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.33	0.00
5	0.22	-	0.00	0.00	0.38	0.17	0.11	0.14	0.08	0.05	0.08	0.14	0.33	0.00
13	0.06	0.00	-	0.31	0.00	0.00	0.21	0.14	0.08	0.29	0.00	0.43	0.00	0.00
14	0.17	0.04	0.09	-	0.00	0.08	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.22	0.07	0.00	0.00	-	0.17	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.06	0.11	0.06	0.00	0.25	-	0.11	0.10	0.15	0.19	0.15	0.00	0.00	0.00
8	0.06	0.14	0.16	0.00	0.13	0.00	-	0.17	0.23	0.24	0.46	0.29	0.00	0.00
25	0.06	0.04	0.06	0.08	0.00	0.17	0.18	-	0.08	0.00	0.23	0.00	0.33	0.00
9	0.00	0.14	0.13	0.15	0.00	0.08	0.08	0.07	-	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.11	0.00	0.38	0.15	0.13	0.08	0.08	0.10	0.38	-	0.08	0.14	0.00	0.50
17	0.00	0.29	0.03	0.08	0.13	0.25	0.13	0.10	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
07	0.06	0.04	0.06	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.05	0.00	-	0.00	0.00
04	0.00	0.04	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.50
10	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-

Os resultados mostram uma maior probabilidade de ocorrência de interacção entre os seguintes jogadores: jogador 10 e 12; 10 e 4 (0.50); jogador 17 e 8 (0.46); jogador 7 e 13 (0.43); jogador 13 e 12; 30 e 5; 9 e 12 (0.38), jogador 4 e 1; 4 e 5 (0.33), jogador 14 e 13 (0.31); jogador 5 e 17; 12 e 13 (0.29).

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Este estudo teve como objectivo principal verificar se a acção das equipas e dos seus intervenientes no âmbito de um jogo de futebol podia ser caracterizada com uma *network* suportada em várias decisões individuais e estratégias colectivas ^(27, 32). Deste modo, ao analisar-se o nível de interacção e dinâmica que emerge deste desporto colectivo, está patente a multiplicidade de comportamentos individuais que estão associados a este desporto colectivo ^(6, 44), os quais podem ter emergido não só das acções e estratégias dos jogadores, mas também da decisão táctica do treinador que pode ter influenciado o desempenho dos intervenientes no jogo ^(32, 34, 35). Neste sentido, tal como em outros estudos ^(30, 31, 32), os dados obtidos através da *network* que resulta das acções dos jogadores indicam que estamos perante um jogo “híbrido” que actua num sistema afastado do equilíbrio, o qual apresenta estratégias e regras próprias, sendo regulado por jogadores que operam de forma autónoma ^(3, 8, 16, 28). Além disso, tal como indicam os dados, as probabilidades de interacção entre jogadores são voláteis e moldáveis ao contexto de jogo ^(4, 30, 36). Este aspecto é relevante, pois permite entender melhor o mapeamento das acções técnicas e tácticas que decorrem não só da informação fornecida pelos treinadores aos jogadores ⁽¹⁰⁾, mas também da informação contextual que é obtida pelos mesmos através das possibilidades de jogo (i.e., *affordances*), aferindo-se assim em que medida essa informação (e.g., jogador-chave, colegas e envolvimento) pode influenciar a movimentação dos intervenientes no terreno de jogo ^(5, 9, 17, 29, 38). Neste seguimento, face aos dados do posicionamento médio da equipa em posse de bola e zonas preferências dos jogadores-chave e mais influentes da equipa, considera-se que os atletas tiveram que tomar decisões e actuar para além da “cognição”, uma vez que esta parece ter sido guiada pela acção que é intrínseca à variabilidade e dinâmica que caracteriza o jogo de futebol ^(3, 4, 15, 16). Isto é algo que vai para além da usual abordagem notacional de análise de jogo, na medida em que, a partir da performance dos jogadores, é possível traçar o “padrão” dinâmico de jogo das equipas que assenta na estrutura coordenativa observável ^(27, 32, 44).

Conclui-se assim que as *networks* obtidas neste estudo permitiram qualificar a dinâmica do jogo futebol e obter os “graus de liberdade” da equipa. Neste sentido, confirma-se que a *performance* dos jogadores no âmbito dos jogos desportivos colectivos é suportada em

várias decisões e estratégias individuais que são determinantes para o sucesso da equipa. Em termos de aplicações práticas, a metodologia de análise de *networks* utilizada neste estudo permite aos treinadores ajustar o seu modelo de jogo e estabelecer novos métodos de treino que são passíveis de responder às necessidades técnicas e táticas da equipa, assim como conhecer melhor a movimentação da equipa no terreno de jogo.

REFERÊNCIAS

1. Alberts B (2002). *Biologia molecular da célula*. Porto Alegre: Artmed.
2. Anguera MT, Blanco A (2003). Registro y codificación en el comportamiento deportivo. *Psico. del Deport*, 2: 6-34.
3. Araújo D (2003). A auto-organização da acção táctica: comentário a Costa, Garganta, Fonseca e Botelho (2002). *Revi. Portu. de Ciências do Desp.* 3: 87-93.
4. Araújo D (2006). *Tomada de decisão no desporto*. Lisboa: Edições FMH.
5. Araújo D, Davids K, Hristovski R (2006). The ecological dynamics of decision making in sport. *Psychol of Sport and Exe.* 7: 653-676.
6. Carling C (2005). Applying match analysis to improve defending performance. *Insight Live*, 15, 3-2.
7. Castelo J (1996). *Futebol: A organização do jogo*. Lisboa: Edição do autor.
8. Davids K (2003). Constraints-led perspectives in football: consequences for coaches. *Book of Abstracts, Science and Football V.* (p. 15). Madrid: Editorial Gymnos.
9. Davids K, Bennett SJ, Newell KM (2006). *Movement system variability*. Champaign. Illinois: Human Kinetics Publishers.
10. Davids K, Button C, Bennett S (2008). *Dynamics of skill acquisition. A constraints-led approach*. Champaign: Human Kinetics
11. Duch J, Waitzman JS, Amaral LAN (2010). Quantifying the performance of individual players in a team activity. *PLoS ONE* 5: e10937.
12. Franks I, McGarry T (1996). The science of match analysis. In Reilly T (Eds.). *Science and Soccer*. London: E & FN Spon, 363-375.
13. Garganta J (1995). Para uma teoria dos jogos desportivos colectivos. In Graça A, Oliveira J (Eds.). *O ensino dos jogos desportivos*. Porto: FCDEF.UP,11-25.
14. Garganta J (1997). *Modelação táctica do jogo de futebol. Estudo da organização da fase ofensiva em equipas de alto rendimento*. Tese de Doutoramento. Universidade do Porto, Porto.
15. Garganta J (2001). A análise da performance nos jogos desportivos: revisão acerca da análise do jogo. *Revi. Portu. de Ciências do Desp* 1: 57-64.
16. Garganta J (2005). Dos constrangimentos da acção à liberdade de (inter)acção, para um futebol com pés... e cabeça. In Araújo D (Eds.). *O contexto da decisão — A acção táctica no desporto*. Lisboa: Visão e Contextos, 179-190.
17. Gibson J (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston, MA: Houghton Mifflin.
18. Gréhaigne JF, Goudbout P, Bouthier D (1997). Performance assessment in team sports. *J Teach Phys Edu* 16: 500-516.
19. Hughes M, Bartlett R (2002). Performance analysis. *J Sport Sci* 20: 735-737.
20. Hughes M, Franks I (2004). *Notational analysis of sport: systems for better coaching and performance*. London: Routledge.
21. Janeira M (1999). *A análise de tempo e movimento no basquetebol: perspectivas. Estudos dos jogos desportivos: concepções, metodologias e instrumentos*. Universidade do Porto, Centro de Estudos dos Jogos Desportivos.
22. Jones PD, James N, Mellalieu SD (2004). Possession as a performance indicator in soccer. *Int J Perform Anal Sport* 4(1): 98-102.
23. Keirrich JE (1946). *An experimental introduction to the theory of probability*. Copenhagen: Einar Munksgaard.
24. Klipp E, Herwig R, Kowald A, Wierling C, Lehrach H (2005). *Systems Biology in Practice*. Berlin: Wiley-VCH.
25. Lago-Peñas C, Dellal A (2010). Ball possession wstrategies in elite soccer according to the evolution of the match-score: the influence of situational variables. *Journ of Hum. Kinetics* 25: 93-100.
26. Martins P, Fontes B (2004). *Redes sociais e saúde: novas possibilidades teóricas*. Recife: Editora Universitária da Universidade Federal de Pernambuco.
27. McGarry T, Anderson D, Wallace S, Hughes M, Franks I (2002). Sport competition as a dynamical self-organizing system. *J Sport Sci* 20: 771-781.
28. Mendo AH, Argilaga MT (2002). Behavioral structure in sociomotor sports: roller-hockey. *Qual Quant* 36:347-378.

29. Newel K (1986). Constraints on the development of coordination. In Hade M, Whiting H (Eds.). *Motor development in children: Aspects of coordination and control*. Dordrecht, the Netherlands: Martinus Nijhoff, 341-360.
30. Passos P, Araújo D, Davids K, Gouveia LF, Milho J, Serpa S (2008). Information-governing dynamics of attacker defender interactions in youth rugby union. *J Sport Sci* 26: 1421-1429.
31. Passos P, Araújo D, Davids K, Milho J, Gouveia L (2009). Power law distributions in pattern dynamics of attacker-defender Dyads in Rugby Union: Phenomena in a region of self-organized criticality? *E:CO Emergence: Complexity and Organization*, 11: 37-45.
32. 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. *J Sci Med Sport* 14: 170-176.
33. Peebles PZ (2001). *Probability, random variables, and random signal principles*. McGraw-Hill.
34. Perl J, Dauscher P (2006). Dynamic pattern recognition in sport by means of artificial neural networks. In Begg R, Palaniswami M (Eds.). *Computational Intelligence for Movement Science*. Idea Group Publishing: Hershey London-Melbourne-Singapore, 299-318.
35. Perl J, Weber K (2004). A neural network approach to pattern learning in sport. *Inter. Journ. of Comp. Scie. in Sport* 3: 67-70.
36. Raab M (2007). Think Smart, not hard, a review of teaching decision making in sport from an ecological rationality perspective. *Phys. Educa. & Sport Pedag.* 12: 1-15.
37. Reilly T, Gilbourne D (2003). Science and football: a review of applied research in the football codes. *J Sport Sci* 21: 693- 705.
38. Summers J (2004). A historical perspective on skill acquisition. In Williams A, Hodges N (Eds.). *Skill acquisition in sport - Research theory and practice*. Routledge, 1-26.
39. Vales A (1998). *Propuesta de indicadores tácticos para la optimización de los Sistemas de Juego en Fútbol*. Tesis Doctoral. Universidad de La Coruña.
40. Vaz V (2011). *Especialização desportiva em jovens hoquistas masculinos. Estudo do jovem atleta, do processo de selecção e da estrutura do rendimento*. Tese de Doutoramento. Universidade de Coimbra: FCDEF.UC.
41. Wasserman S, Faust K (1999). Social network analysis: methods and applications. In: *Structural analysis in social the social sciences series*. Cambridge: Cambridge University Press.
42. Wellman B (1985). *Studying personal communities. Social structure and network analysis*. Beverly Hills: Sage.
43. Williams M, Reilly T (2006) *Handbook of soccer match analysis: a systematic approach to improving performance*. London: Routledge.
44. Williams M, Davids K, Williams G (1999). *Visual perception and action in sport*. London: Routledge.