

# Caracterização dos passes realizados entre jogadores brasileiros no FIFA World Cup 2014: uma abordagem baseada em network

<http://dx.doi.org/10.11606/1807-5509201700040835>

Filipe Manuel CLEMENTE<sup>\*/\*\*</sup>  
Fernando Manuel Lourenço MARTINS<sup>\*/\*\*/\*\*\*</sup>  
Dimitris KALAMARAS<sup>\*\*\*\*</sup>  
Patrícia OLIVEIRA<sup>\*\*\*</sup>  
Joana OLIVEIRA<sup>\*\*\*</sup>  
Rui Sousa MENDES<sup>\*/\*\*</sup>

\*Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Escola Superior de Desporto e Lazer, Melgaço, Portugal.  
\*\*Instituto de Telecomunicações, Delegação da Covilhã, Portugal.  
\*\*\*Instituto de Telecomunicações, Delegação da Covilhã, Lisboa, Portugal.  
\*\*\*\*New Media Network Synapsis S.A., Atenas, Grécia.

## Resumo

Uma das formas possíveis de cooperação entre companheiros de equipa no processo de construção atacante pode ser determinada pelo direcionamento dos passes. Considerando o exposto, este estudo teve como objetivo identificar as propriedades de interação presentes na rede de passes dos jogadores da seleção brasileira que disputaram o torneio *FIFA World Cup 2014*. Para o efeito aplicaram-se métricas para caracterização das propriedades gerais da rede, bem como, para identificação da centralidade do posicionamento tático dos jogadores. *Métodos*: Um total de 2159 passes distribuídos por 611 unidades de ataque em 7 jogos oficiais disputados pela seleção Brasileira de futebol no *FIFA World Cup 2014* foram analisados no presente estudo. Foi possível verificar que os valores mais reduzidos de densidade da rede e total de conexões foram atingidos no 2º jogo (0,673) e os valores mais elevados foram alcançados no 7º jogo (0,791). No caso dos níveis de centralidade (*out-degree*), constatou-se que os maiores valores foram sempre atingidos por defensores ou pelo volante da equipa (médio defensivo). Quanto aos níveis de prestígio (*in-degree*) verificou-se que em 5 dos 7 jogos os maiores valores foram atingidos pelos defensores e nos restantes 2 foi o avançado o alvo da equipa. Resumidamente, o presente estudo identificou que os valores gerais da rede de passes foram relativamente estáveis ao longo dos jogos e que os defensores e médios foram determinante no processo de construção ofensiva, sendo que, o atacante foi o alvo principal da equipa para direcionar os passes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Futebol; Análise de Jogo; Cooperação; Teoria de Grafos; Desempenho.

## Introdução

A cooperação entre companheiros de equipa é uma característica própria e inevitável em jogos desportivos coletivos<sup>1</sup>. Apesar do dinamismo emergente fruto da complexidade do jogo, é sempre possível assistir à construção de uma dinâmica própria que possibilita identificar propriedade gerais de

interação, principalmente nos momentos atacantes<sup>2</sup>. Assim, no caso concreto do futebol, uma das muitas formas de cooperação é o passe entre membros da equipa. Esta identificação sistémica das propriedades de cooperação de uma equipa possibilita adicionar à observação de jogo novas técnicas tendencialmente

computacionais, favorecendo a celeridade e validade externa da recolha de dados<sup>3</sup>.

Globalmente, no que se refere a métodos computacionais aplicados à análise de jogo, poder-se-á agrupar em<sup>4</sup>: i) análise individual cinemática; ii) análise das relações espaço-temporais; iii) métricas táticas de identificação geométrica de comportamentos organizacionais coletivos; iv) métodos baseados em redes neuronais; e v) métodos sociais baseados na teoria de grafos. No caso desta última alternativa, (comumente designado de *Social Network Analysis*) os métodos, apesar de computacionais pelos algoritmos utilizados, são de relativa facilidade de aplicação pela possibilidade de serem semi-computorizadas numa primeira fase de recolha de dado<sup>5</sup>. De facto, a possibilidade de registar notacionalmente a sequência de interações (no caso analisados regularmente pelos passes entre companheiros) e construir subsequentemente a matriz de adjacência (que resulta na rede de cooperações entre companheiros), traduz-se na facilidade com que este método pode ser generalizado para a comunidade científica e prática<sup>6</sup>. Adicionalmente, a existência de diversos *softwares free-user* permitem a generalização desta alternativa de análise.

A aplicação da teoria de grafos à análise de jogo é relativamente recente, tendo vindo a aumentar nos últimos 4 anos. De facto, um dos primeiros estudos com maior impacto na comunidade internacional foi desenvolvido no contexto do *FIFA World Cup 2010*, onde se identificaram os jogadores preponderantes na ação coletiva da equipa espanhola<sup>7</sup>. Mais tarde, a análise deixou de ser basear exclusivamente no perfil individual de proeminência na equipa, para se basear nas características gerais de interação das equipas<sup>5,8</sup>. De facto, em ambos os casos o contributo

para o conhecimento científico e para a prática é relativamente elevada, visto as diferentes métricas existentes de *social network analysis* permitirem identificar padrões de interação e estilos de jogo das equipas<sup>9</sup>.

Para além dos estudos de caso que identificam as características gerais e individuais de interações, alguns estudos têm vindo a associar a influência de comportamentos de interação na performance coletiva<sup>10</sup>. No caso de um estudo desenvolvido na liga inglesa foi possível identificar que a maior densidade de interações e a menor centralização em determinados jogadores estão associados com uma maior performance no número de golos marcados<sup>10</sup>.

As diferentes abordagens recentes demonstram uma clara tendência para o aumento e potencial das técnicas de observação de jogo baseadas em análise quantitativa<sup>11</sup>. Considerando o exposto, a possibilidade da teoria de grafos ser aplicada de forma relativamente generalizada e em regime *user-friendly* poderá ser determinante para a sua massificação pela comunidade científica e prática<sup>12</sup>. No entanto, a escassez de estudos sobre o seu potencial e aplicabilidade, bem como, a diversidade de métricas possíveis de aplicação tem vindo a constranger a massificação da aplicação desta metodologia.

Desta forma, o presente estudo tem como objetivo aplicar métricas de network gerais e de centralidade no caso específico da seleção Brasileira de futebol no contexto do *FIFA World Cup 2014*. Pretende-se com este caso estudo identificar a variação das propriedades gerais da rede, bem como, a centralidade dos posicionamentos táticos tentando conferir informações determinantes que permitam caracterizar o direcionamento dos passes entre jogadores ao longo do torneio.

## Método

### Amostra

Um total de 2159 passes distribuídos por 611 unidades de ataque em 7 jogos oficiais disputados pela seleção Brasileira de futebol no *FIFA World Cup 2014* foram analisados no presente estudo. Por cada jogo disputado foi construída uma matriz de adjacência que estabeleceu as relações entre companheiros, o seu direcionamento e a sua

ponderação. O presente estudo foi elaborado através de observação indireta dos jogos disputados não envolvendo contacto direto com qualquer um dos participantes.

### Observação e codificação dos dados

Para desenvolver uma análise do network da equipa é necessária uma matriz de adjacência. Tal matriz

representa as conexões (arestas) entre um jogador (vértice  $n$ ) e os companheiros de equipa (vértices  $x$ ). Para gerar uma qualquer matriz de adjacência é necessário definir um critério de conexão entre vértices<sup>13</sup>. No caso do presente estudo os passes concretizados com eficácia entre companheiros foram definidos como o critério de relacionamento entre vértices seguindo estudos anteriores<sup>5</sup>.

De forma a analisar o processo atacante da equipa no momento de circulação da bola, estabeleceu-se que cada unidade de ataque correspondeu a uma matriz de adjacência. A unidade de ataque

definiu-se pela sequência em que a equipa, após recuperar a bola, estabeleceu o primeiro passe até ao último passe efetuado corretamente antes da perda de posse de bola<sup>13</sup>. Durante cada unidade de ataque foram registados os passes entre companheiros de equipa, fornecendo um código de 1 para passes realizados entre dois jogadores e 0 para inexistência de passes entre pares de jogadores. No caso de mais de um passe, o código assumiu o valor do número de passes entre o par analisado. Considere-se o exemplo da seguinte FIGURA 1, onde os jogadores se encontram numerados de 1 a 11.

1. Sequência de passes



2. Matriz de adjacência da unidade de ataque

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0
3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FIGURA 1 – Sequência de passes entre jogadores e correspondente matriz de adjacência para uma unidade de ataque.

Como é possível observar na FIGURA 1 o jogador 2 realizou 2 passes para o jogador 3, pelo que, na matriz de adjacência o valor de relação é 2 e não 1. No caso de 0 define a não existência de relação entre pares de companheiros. Este procedimento foi realizado para cada unidade de ataque ao longo dos 7 jogos observados. No final de cada jogo, gerou-se uma matriz de adjacência total que procedeu ao somatório de todas as matrizes de adjacência de unidades de ataque realizadas. Desta forma, o grafo final criou-se a partir da matriz de adjacência total.

No que se refere ao procedimento de registo de interação, não se considerou o jogador em particular (dando o nome) mas sim o seu posicionamento

tático em campo. Este método procurou acrescentar maior valor tático à análise efetuada, seguindo a realização de estudos recentes<sup>6</sup>. O posicionamento tático efetuou-se considerando o referencial de distribuição posicional no futebol sugerido por SALVO et al.<sup>14</sup> que classifica genericamente os posicionamentos em: *i*) guarda-redes (goleiro); *ii*) defensores externos (laterais); *iii*) defensores centrais (zagueiros); *iv*) médios-centro; *v*) médios externos (alas); e *vi*) atacante. Em casos em que um jogador alterou permanentemente a sua posição foi-lhe atribuída a sua nova codificação posicional.

O procedimento de recolha de dados, principalmente o registo das sequências de passe e a codificação do posicionamento tático, foi

realizado pelo mesmo investigador com mais de 5 anos de experiência em análise de jogo. De forma a assegurar a fiabilidade dos dados, realizou-se o teste de Kappa de Cohen com distanciamento de 20 dias de intervalo entre a primeira e a segunda recolha de 10% dos dados<sup>15</sup>. O valor de Kappa obtido foi de 0,76. Este valor assegurou a margem recomendada para o tipo de procedimento realizado<sup>15</sup>.

### Métricas de network

Obtidas as 7 matrizes de adjacências totais dos jogos observados da seleção Brasileira de futebol, procedeu-se ao tratamento de dados utilizando para o efeito o *software* de utilização livre *SocNetV* versão 1.4<sup>16</sup>. Este software é uma aplicação gráfica para a análise e visualização de redes sociais e computação de métricas gerais de caracterização da rede e identificação de centralidades nos vértices. Considerando as métricas disponíveis e a sua utilidade para a interpretação dos presentes dados, procedeu-se a uma análise geral e individual dos dados obtidos pela seleção brasileira. As referidas métricas serão de seguida apresentadas e descritas.

### Métricas gerais para caracterização das propriedades da rede

No que se refere às métricas gerais para caracterização das propriedades da rede, procedeu-se à execução da análise da densidade da rede, total de conexões e coeficiente de agrupamento.

#### Total de conexões

O somatório dos elementos de cada linha da matriz de adjacência  $\sum_{j \neq i}^{11} (i, j)$  foi o total de número de passes do jogador para os restantes companheiros. A soma total de cada linha da matriz de adjacência  $L = \sum_i^{11} \sum_{j \neq i}^{11} (i, j)$  foi a primeira métrica utilizada no presente estudo, nomeadamente o total de conexões (passes) entre os companheiros de equipa<sup>17</sup>. No caso do grafo correspondente, tal número é o total de arestas entre todos os vértices. Tal métrica foi verificada para atestar o nível de conectividade geral do grafo gerado pelas interações entre jogadores.

### Densidade da rede

Se no caso do total de conexões é apenas computado o número total de ligações entre todos os jogadores, na densidade da rede é gerada um índice relativo que também mensura a afetação geral entre os companheiros<sup>18</sup>. No caso de relações ordenadas (como nas interações entre jogadores estudadas neste artigo), a possibilidade de conexões direcionadas num diágrafo de vértices  $n$  é  $n(n-1)$  logo a densidade é calculada como<sup>17</sup>:

$$D = \frac{L}{n(n-1)} \quad (1)$$

Desta forma, a densidade é a fração tendo um mínimo de zero (sem arestas presentes) e um máximo de 1 (com todas as arestas presentes). Densidades próximas de 1 sugerem, portanto, uma maior conexão geral entre companheiros e densidades menores determinam menor cooperação entre jogadores.

### Coeficiente de agrupamento

O presente coeficiente quantifica quão perto se entra um vértice dos seus vizinhos num grafo ou subgrafo<sup>19</sup>. No presente estudo utilizou-se uma variante deste coeficiente que representa a média do coeficiente de agrupamento local segundo KALAMARAS<sup>16</sup>:

$$\bar{c} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_i \quad (2)$$

Uma rede com um valor elevado de coeficiente de agrupamento significa que os seus vértices tendem a formar conexões agrupadas podendo sugerir uma reduzida cooperação geral e baixa interconectividade.

### Centralidade dos posicionamentos tácticos

No presente estudo investigou-se ainda o nível de centralidade de cada posicionamento táctico para a cooperação geral da equipa. Para tal, utilizaram-se duas métricas:  $i$ ) grau de centralidade (*out-degree*); e  $ii$ ) grau de prestígio (*in-degree*).

### Grau de centralidade

O grau de centralidade do vértice  $G(V, E)$  num grafo direcionado  $V$  com um conjunto de vértices e um conjunto de arestas é o simples cálculo da extremidade de arestas desse vértice para os restantes vértices com que ele se conecta (vizinhos). Esse cálculo é designado de *out-degree* de um vértice<sup>16,17</sup>:

$$ODC_u = \sum_{v=1, u \neq v}^g e_{uv} \quad (3)$$

onde  $e_{uv} = 1$  se  $e_{uv} \in E$  caso contrário  $e_{uv} = 0$

Para um valor estandardizado, o índice  $ODC'$  pode ser calculado como<sup>16,17</sup>:

$$ODC'_u = \frac{\sum_{v=1, u \neq v}^g e_{uv}}{g-1} \quad (4)$$

O valor de  $ODC'$  para o presente estudo representa a proeminência do jogador para os passes originados pela equipa. Valores superiores do índice representam que o jogador contribui de forma mais elevada para a construção ofensiva da equipa.

### Grau de prestígio

O grau de prestígio é comumente designado de centralidade *in-degree*. Esta métrica considerada as conexões direcionadas para determinado jogador. O grau de prestígio do jogador é o número total de arestas internas dos vizinhos que se conectam a si<sup>16,17</sup>:

$$IDC'_u = \sum_{v=1, u \neq v}^g e_{vu} \quad (5)$$

onde  $e_{uv} \in E$ .

No caso do presente estudo, foi considerado o índice relativo  $IDC'$  calculado como<sup>16,17</sup>:

$$IDC'_u = \frac{\sum_{v=1, u \neq v}^g e_{vu}}{g-1} \quad (6)$$

O valor de  $IDC'$  para o jogador  $u$  representa a sua proeminência na equipa como jogador alvo na circulação de bola. Assim, valores superiores de  $IDC'$  significam que o jogador foi de forma mais consistente o jogador solicitado pela equipa para passar e direcionar a bola.

## Resultados

Os resultados da interação entre companheiros de equipa nos jogos da seleção Brasileira encontram-se apresentados nas TABELAS 1 e 2. No caso da

TABELA 1 é possível verificar os níveis gerais de cooperação que caracterizaram as propriedades da rede em cada jogo.

TABELA 1 – Estatística descritiva dos valores gerais da rede durante os 7 jogos da seleção Brasileira no *FIFA World Cup 2014*.

Jogo	Total de Conexões	Densidade	Coefficiente de Agrupamento
Jogo 1	82	0,745	0,744
Jogo 2	74	0,673	0,751
Jogo 3	81	0,736	0,756
Jogo 4	75	0,682	0,736
Jogo 5	81	0,736	0,750
Jogo 6	86	0,782	0,774
Jogo 7	87	0,791	0,811
Média	80,857	0,735	0,760
Desvio-Padrão	4,947	0,045	0,025

Foi possível verificar que o valor mais reduzido de densidade da rede foi atingido no 2º jogo (0,673) e o valor mais elevado foi alcançado no 7º jogo (0,791). Em média o valor de densidade da rede foi de 0,735. No caso do total de conexões o maior valor foi, à semelhança da densidade, encontrado no 7º jogo (87) e o menor atingiu-se no 2º jogo (74), sendo a média geral de 80 conexões. Finalmente, no caso do coeficiente de agrupamento verificou-se que o valor superior foi atingido no 7º jogo (0,811)

e o menor valor no 4º jogo. Interessante constatar que o 2º jogo do Brasil correspondeu a um empate a zero com a seleção do México e o 7º jogo a uma derrota por 3-0 com a seleção da Holanda.

Para além dos resultados referentes às propriedades gerais da rede de interações, analisou-se ainda neste estudo o nível de centralidade e proeminência dos jogadores na conectividade geral. Os resultados referentes a cada posicionamento tático encontram-se disponíveis para visualização na TABELA 2.

TABELA 2 – Valores de centralidade dos posicionamentos táticos nos 7 jogos disputados pela seleção Brasileira no *FIFA World Cup 2014*.

	Jogo 1	Jogo 2	Jogo 3	Jogo 4	Jogo 5	Jogo 6	Jogo 7	Média	Desvio-padrão	
Grau de Prestígio	Goleiro	1,31	0,64	2,68	2,62	1,88	3,34	1,24	1,96	0,96
	Lateral Direito	12,57	15,34	9,40	11,52	9,86	6,69	11,41	10,97	2,71
	Zagueiro Direito	13,61	9,58	9,73	7,85	9,86	13,65	7,94	10,32	2,41
	Zagueiro Esquerdo	12,83	9,58	14,09	9,42	6,10	10,86	10,92	10,54	2,58
	Lateral Esquerdo	12,04	13,74	8,39	14,66	11,74	11,42	5,71	11,10	3,09
	Volante	12,57	6,39	10,74	9,95	7,04	11,42	12,66	10,11	2,51
	Ala Direito	9,69	8,31	8,05	7,85	10,33	7,80	5,96	8,28	1,42
	Médio-centro	7,85	7,99	10,74	5,24	7,98	8,36	7,94	8,01	1,60
	Centroavante	2,62	6,07	5,03	6,28	9,39	4,74	6,45	5,80	2,06
	Avançado	8,90	10,86	12,08	13,61	14,55	9,19	17,12	12,33	2,98
	Ala Esquerdo	6,02	11,50	9,06	10,99	11,27	12,53	12,66	10,58	2,34
	Jogo 1	Jogo 2	Jogo 3	Jogo 4	Jogo 5	Jogo 6	Jogo 7	Média	Desvio-padrão	
Grau de Centralidade	Goleiro	3,40	2,56	6,38	7,33	4,23	5,01	2,98	4,55	1,79
	Lateral Direito	14,40	15,97	13,76	14,66	12,21	8,36	13,40	13,25	2,45
	Zagueiro Direito	14,66	11,18	10,40	9,95	11,74	12,53	9,43	11,41	1,78
	Zagueiro Esquerdo	13,61	12,46	13,76	8,90	7,04	12,53	9,93	11,18	2,58
	Lateral Esquerdo	13,09	15,02	10,40	18,32	12,68	13,93	8,44	13,12	3,18
	Volante	14,14	9,58	12,08	12,04	12,21	12,53	13,65	12,32	1,46
	Ala Direito	5,76	6,71	4,36	6,81	10,33	6,96	3,23	6,31	2,26
	Médio-centro	7,07	6,71	9,40	4,71	7,04	7,24	7,69	7,12	1,38
	Centroavante	2,36	2,24	3,02	4,71	6,10	4,46	5,96	4,12	1,61
	Avançado	6,81	8,95	9,06	8,38	8,92	8,36	13,15	9,09	1,95
	Ala Esquerdo	4,71	8,63	7,38	4,19	7,51	8,08	12,16	7,52	2,65

Quanto aos níveis de prestígio (*in-degree*) verificou-se que em 5 dos 7 jogos os maiores valores foram atingidos pelos defensores. No caso, o zagueiro do lado direito foi por duas vezes o maior alvo da equipa para a circulação da posse de bola (1º jogo – 13,61%; 6º jogo – 13,65%) seguido com o mesmo número de jogos de maior predominância pelo

avançado (5º jogo – 14,55%; 7º jogo – 17,12%). Na média dos 7 jogos o avançado obteve o maior valor de prestígio (12,33%). Excluindo o goleiro (1,96%), o valor médio mais reduzido de prestígio foi registado no centroavante (5,80%).

No caso dos níveis de centralidade (*out-degree*), constatou-se que os maiores valores foram sempre



atingidos por defensores ou pelo volante da equipa (médio defensivo). No caso de três jogos consecutivos (4º, 5º e 6º jogos) o lateral esquerdo obteve os maiores valores de centralidade (18,32%; 12,68%; 13,93%, respetivamente). No caso do 2º e 3º jogos os maiores valores de centralidade foram atingidos pelo lateral

direito com 15,97% e 13,76%, respetivamente. Na média dos 7 jogos o jogador que atingiu maiores valores de centralidade foi o lateral direito com 13,25%. Inversamente, o valor médio mais reduzido de centralidade foi registado no centroavante (4,12%) ultrapassando o goleiro (4,55%).

## Discussão

O presente estudo teve como objetivo caracterizar o direcionamento dos passes da seleção brasileira durante os 7 jogos disputados no torneio *FIFA World Cup 2014*. Para o efeito, utilizaram-se métricas baseadas na teoria de grafos que permitiram identificar as propriedades gerais da rede de interações, bem como, os níveis de centralidade alcançados pelos posicionamentos táticos dos futebolistas.

Num estudo recente verificou-se que valores superiores de densidade da rede se encontram associados à melhor performance no número de golos marcados<sup>10</sup>. No presente estudo, os valores de densidade oscilaram com reduzida magnitude para além do facto de o maior valor de densidade e total de conexões ter sido atingido num jogo perdido contra a seleção do Holanda por 3-0. Assim, os resultados obtidos neste estudo não se encontram em linha com os obtidos numa base de recolha superior em todo o campeonato inglês<sup>10</sup>. Adicionalmente, verificou-se reduzida oscilação nos valores de coeficiente de agrupamento, apesar do valor superior ter sido novamente atingido no último jogo disputado com a seleção holandesa. Considere-se, no entanto, que os presentes resultados apenas são representativos para os momentos de situação atacante, não se associando portanto com lacunas defensivas que poderão influenciar associações finais com resultados obtidos e desempenho cooperativo.

De facto, os valores gerais que caracterizam as propriedades da rede são indicadores gerais do nível conexão entre membros<sup>20</sup>. Como valor interpretativo, equipas que construam o processo atacante com muitos passes e em ataque posicional, tendem a assumir valores elevados de densidade e de agrupamento, visto estarem todos os membros aproximadamente relacionados<sup>10</sup>. Num estudo realizado sobre a atuação das equipas no *FIFA World Cup 2014*, revelou que a equipa da Alemanha foi a que apresentou maiores valores de densidade e agrupamento, tendo como base o seu estilo de jogo

assente em circulação de bola e posse de bola<sup>21</sup>. Contrariamente, equipas que tendem a jogar centradas em jogadores particulares ou adotando estilos de jogo de contra-ataque, tendem a assumir valores de densidade e agrupamento reduzidos, visto o direcionamento de passes não ser homogêneo, e existir tendências claras para colocar a bola em jogadores referência<sup>6</sup>.

Para além dos valores gerais obtidos, o que parece ser mais interessante para identificação de estilos de jogo e padrões de interação são os valores de centralidade<sup>6,8</sup>. No caso do estudo desenvolvido por PEÑA e TOUCHETTE<sup>8</sup> verificou-se que no jogo da final do *FIFA World Cup 2010* os maiores valores de *page rank* (“popularidade” – jogador que recebe mais passes de outros jogadores “populares” do que os restantes) foram atingidos por Xavi (médio-centro da seleção espanhola) e Van Bommel (médio-centro da seleção holandesa). Igualmente, no estudo de MALTA e TRAVASSOS<sup>6</sup> verificou-se que o posicionamento tático que recebeu mais passes e se verificou ser o principal elemento para receber bolas foi o volante (médio defensivo). Recentemente, no estudo de CLEMENTE et al.<sup>5</sup> verificou-se, através da escala de conectividade, que os defensores e os médios-centro foram os jogadores que mais interagirem com os restantes membros da equipa.

Considerando os valores de centralidade dos posicionamentos táticos dos jogadores brasileiros, foi possível verificar que os resultados se encontram em linha com estudos anteriores<sup>5,6,8</sup>. No caso, os laterais, os zagueiros e o volante assumiram um papel de destaque na circulação de bola afigurando-se como determinantes no processo de construção atacante da equipa. Por outro lado, no caso dos jogadores alvo da circulação de bola os resultados destacaram proeminência dos defensores e do atacante. De facto, em equipas que circulam a bola e jogam em construção sustentada em passes curtos afigura-se natural que os defensores se assumam pela sua maior intervenção regular no processo cooperativo. Já no

caso de equipas que tendencialmente jogam em contra-ataque procurando o espaço longitudinal do campo, os atacantes assumem-se como o alvo da equipa<sup>6</sup>. Assim, a proeminência de cada posicionamento tático varia na dependência do estilo de jogo assumido pela equipa, bem como, pela preponderância técnica e tática que cada jogador assume no jogo.

Como em todos os estudos, a opção por determinada metodologia assume limitações. No caso, o facto de não terem sido identificados os jogadores mas apenas assumidos os posicionamentos táticos poderá ter sido uma limitação do estudo. No entanto, considera-se que a informação tática obtida foi superior através da metodologia utilizada. Outra limitação do presente estudo refere-se à reduzida dimensão dos dados recolhidos em comparação com estudos que caracterizam campeonatos nacionais. Apesar do exposto, importa considerar que o torneio do *FIFA World Cup* é o mais importante na competição de seleções afigurando-se como de fundamental relevância para a caracterização científica do comportamento coletivo em alta competição. Outra limitação poderá associar-se ao facto de apenas a seleção brasileira ter sido analisada. Apesar de reduzir o volume de dados, importa considerar que a centralização da análise num caso de estudo permite aumentar a capacidade de identificar e destacar as propriedades específicas das equipas. A interpretação do posicionamento tático poderá ainda ser alvo de limitação, considerando que para esta análise considerou-se o posicionamento que perdurou durante a maioria do tempo de jogo e não considerou alterações pontuais no esquema tático da equipa. Por fim, importa destacar que a análise baseada em network encontra-se associada à recorrente análise notacional sendo condicionada pelo sua capacidade explicativa do fenómeno observado. Assim, complementarmente à análise de network, dever-se-á utilizar medidas qualitativas que procurem estabelecer uma relação entre o processo e o produto.

Como aplicações práticas do presente estudo importa considerar o contributo que esta metodologia baseada na teoria de grafos pode oferecer para o futuro da análise de jogo. A capacidade de, a partir de algoritmos matemáticos determinar o processo cooperativo das equipas, será um passo fundamental para aumentar a validade externa e fiabilidade dos dados no processo metodológico de análise de jogo. Adicionalmente, a simplicidade e possibilidade de esta metodologia ser utilizada em qualquer clube, independentemente do seu nível competitivo ou situação financeira, deixa antever a massificação da aplicação deste processo para ampliar a informação disponível para técnicos esportivos. Para tal efeito, um software/aplicação de análise designado de *Performance Analysis Tool*<sup>22</sup> foi proposto recentemente para a recolha de dados em tempo real, facilitando o processo e permitindo a coleta de dados de forma rápida e específica ao contexto esportivo. Tal software possibilitará a coleta de dados de acordo com os critérios próprios do observador. De facto, parece importante manter uma amplitude de observação relativamente larga de forma a maximizar a aplicabilidade e especificidade a cada observador. Critérios rígidos poderão reduzir a possibilidade de utilizar tais recursos, condicionando a evolução de sistemas observacionais que, por defeito, introduzem sempre um campo de subjetividade próprio ao olhar e interpretação do observador<sup>23</sup>. Por último, importa destacar que a utilização das presentes medidas poderão servir de fator determinante para a seleção de tarefas e jogos reduzidos e condicionados nas sessões de treinamento. Para tal, bastará comparar o nível de proeminência dos praticantes ou os níveis de organização coletiva em diferentes formatos e perante distintos condicionalismos da tarefa. Ao conhecer os diferentes efeitos dos jogos e das tarefas na proeminência dos praticantes ou no desempenho coletivo, poderá ser possível ao treinador identificar quais as tarefas mais recomendadas para o desenvolvimento da sua forma de jogo ou para a exercitação de determinadas capacidades técnicas ou táticas.

## Abstract

Characterization of Brazilian teammates' passes on FIFA World Cup 2014: a network approach

One the possibilities to analyse the cooperation between teammates in the attacking moments can be defined by the passes direction. Thus, this study aimed to identify the interaction properties of Brazilian players network in FIFA World Cup 2014 tournament. To do that, general network metrics were applied to analyse the overall connection of the network and centrality metrics to identify the prominence of tactical roles,



as well. A total of 2159 passes distributed by 611 units of attack in 7 matches of the Brazilian team were analysed. It was possible to verify that the lowest values of network density and total links were achieved in the 2<sup>nd</sup> match (0.673) and the highest values were recorded in 7<sup>th</sup> match (0.791). In the case of centrality metrics, the out-degree centrality showed that defenders and defensive midfielder always achieved the highest values. The forward and defenders achieved the greatest values of in-degree centrality. In summary, this study showed that the general network properties do not change with great intensity from match-to-match. Moreover, it was also found that the defenders and midfielders assume a prominent role to build the passing sequence and the forward is the main target to put the ball.

KEYWORDS: Soccer; Match Analysis; Cooperation; Graph Theory; Performance.

## Referências

1. Gréhaigne JF, Bouthier D, David B. Dynamic-system analysis of opponent relationship in collective actions in football. *J Sports Sci.* 1997;15(2):137-49.
2. Davids K, Araújo D, Shuttleworth R. Applications of dynamical systems theory to football. In: Reilly T, Cabri J, Araújo D, editores. *Science and football 5*. Oxon: Routledge Taylor & Francis Group; 2005. p. 556-69.
3. Travassos B, Davids K, Araújo D, Esteves PT. Performance analysis in team sports: advances from an ecological dynamics approach. *Int J Perform Anal Sport.* 2013;13(1):83-95.
4. Clemente FM, Couceiro MS, Martins FML, Mendes RS, Figueiredo AJ. Practical implementation of computational tactical metrics for the football game: towards an augmenting perception of coaches and sport analysts. In: Murgante B, Misra S, Rocha AMAC, Torre CM, Rocha JG, Falcão MI, et al., editores. *Computational science and its applications*. Springer; 2014. p. 712-27.
5. Clemente FM, Couceiro MS, Martins FML, Mendes RS. Using network metrics to investigate football team players' connections: a pilot study. *Motriz.* 2014;20(3):262-71.
6. Malta P, Travassos B. Characterization of the defense-attack transition of a soccer team. *Motricidade.* 2014;10(1):27-37.
7. Duch J, Waitzman JS, Amaral LA. Quantifying the performance of individual players in a team activity. *PLoS One.* 2010;5(6):[7 p.].
8. Peña JL, Touchette H. A network theory analysis of football strategies. *Euromech Physics of Sports Conference*; 2012. Palaiseau: Editions de l'Ecole Polytechnique; 2013.
9. Cotta C, Mora AM, Merelo JJ, Merelo-Molina C. A network analysis of the 2010 FIFA World Cup champion team play. *J Syst Sci Complex.* 2013;26(1):21-42.
10. Grund TU. Network structure and team performance: the case of English Premier League soccer teams. *Soc Networks.* 2012;34(4):682-90.
11. Mackenzie R, Cushion C. Performance analysis in football: a critical review and implications for future research. *J Sports Sci.* 2013;31(6):639-76.
12. Lusher D, Robins G, Kremer P. The application of social network analysis to team sports. *Meas Phys Educ Exerc Sci.* 2010;14(4):211-24.
13. Passos P, Davids K, Araújo D, Paz N, Minguéns J, Mendes J. Networks as a novel tool for studying team ball sports as complex social systems. *J Sci Med Sport.* 2011;14(2):170-6.
14. Salvo V, Baron R, Tschan H, Montero FJC, Bachl N, Pigozzi F. Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *Int J Sport Med.* 2007;28(3):222-7.
15. Robinson G, O'Donoghue P. A weighted kappa statistic for reliability testing in performance analysis of sport. *Int J Perform Anal Sport.* 2007;7(1):12-9.
16. Kalamaras D. Social Network Visualizer (SocNetV): social network analysis and visualization software [Homepage na Internet]. [local desconhecido]: Social Network Visualizer; c2018 [citado em 2018 mar 15]. Disponível em: <<https://goo.gl/LSBTKg>>.
17. Wasserman S, Faust K. *Social network analysis: methods and applications*. New York: Cambridge University Press; 1994.
18. Horvath S. *Weighted network analysis: applications in genomics and systems biology*. New York: Springer; 2011.
19. Watts DJ, Strogatz SH. Collective dynamics of "small-world" networks. *Nature.* 1998 jun;393:440-2.

20. Clemente FM, Couceiro MS, Martins FML, Mendes RS. Using network metrics in soccer: a macro-analysis. *J Hum Kinet.* 2015 mar;45:123-34.
21. Clemente FM, Martins FML, Kalamaras D, Wong DP, Mendes RS. General network analysis of national soccer teams in FIFA World Cup 2014. *Int J Perform Anal Sport [Internet].* 2015;15(1):80-96.
22. Clemente FM, Silva F, Martins FML, Kalamaras D, Mendes RS. Performance analysis tool for network analysis on team sports: a case study of FIFA Soccer World Cup 2014. *Proc Inst Mech Eng Part P J Sport Eng Technol.* 2015;203(3):158-70.
23. Franks IM, McGarry T. The science of match analysis. In: Reilly T, editor. *Science and football.* Oxon: Spon Press Taylor & Francis Group; 1996. p. 363-75.

ENDEREÇO

Filipe Manuel Clemente  
Complexo Desportivo e Lazer  
de Melgaço Monte de Prado  
4960-320 – Melgaço – Portugal  
e-mail: filipe.clemente5@gmail.com

Recebido para publicação: 29/09/2014  
1ª Revisão: 27/04/2015  
2ª Revisão: 21/03/2016  
Aceito: 27/01/2017