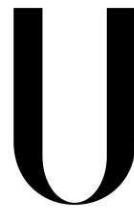


U N I V E R S I D A D E D E L I S B O A

Instituto de Geografia e Ordenamento do Território



LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA

**A Tática de uma equipa de Futebol
Modelação espacial para análise de redes**

Francisco Pires Inocêncio

Dissertação

Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Modelação Territorial Aplicados ao
Ordenamento

2015

U N I V E R S I D A D E D E L I S B O A

Instituto de Geografia e Ordenamento do Território



LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA

**A Tática de uma equipa de Futebol
Modelação espacial para análise de redes**

Francisco Pires Inocêncio

Orientador: Professor Doutor Paulo Alexandre Morgado Sousa

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Sistemas de Informação Geográfica e
Modelação Territorial Aplicados ao Ordenamento

2015

“Na evolução do Futebol, as considerações táticas apareceram quando o resultado dos encontros se tornou mais importante do que o jogo em si.”

Allen Wade

Índice Geral

Índice Geral	i
Índice de Figuras	iii
Índice de Quadros	iv
Resumo	vi
Abstract	viii
Agradecimentos	x
1. Introdução	1
2. Geografia no futebol	3
3. Modelo Geográfico do jogo de futebol	6
3.1 Conceitos fundamentais	6
3.2 Dados	8
3.3 Métodos	12
3.4 Modelo concetual	17
4. Análise dos resultados	19
4.1. Análise das estatísticas descritivas	19
4.2. Análise de redes de jogo	23
4.2.1. Centralidade e Acessibilidade	23
4.2.2. Conetividade e Ligação	41
4.3. Medidas de autocorrelação espacial	43
4.3.1. Análise Hot Spot (Getis-Ord G_i^*)	43
4.3.2. Análise de clusters e outliers (Anselin Local Moran's I)	47
5. Análise comparativa	51
5.1. Análise comparativa entre equipas	51
5.2. Análise comparativa de métodos	52

6. Conclusões	53
Bibliografia	54
Anexos	58

Índice de Figuras

Figura 1 – Formação inicial do FCP	10
Figura 2 – Formação inicial do Bayern Munich	11
Figura 3 – Modelo conceptual do trabalho	18
Figura 4 – Grau de Entrada da equipa do FCP	23
Figura 5 – Grau de Entrada da equipa do Bayern Munich	26
Figura 6 – Grau de Saída da equipa do FCP	28
Figura 7 – Grau de Saída da equipa do Bayern Munich	30
Figura 8 – Grau de Intermediação da equipa do FCP	32
Figura 9 – Grau de Intermediação da equipa do Bayern Munich	34
Figura 10 – Grau de ProximidadeIn da equipa do FCP	35
Figura 11 – Grau de ProximidadeIn da equipa do Bayern Munich	37
Figura 12 – Grau de ProximidadeOut da equipa do FCP	38
Figura 13 – Grau de ProximidadeOut da equipa do Bayern Munich	40
Figura 14 – Análise Hot Spot relativa ao FCP	44
Figura 15 – Análise Hot Spot relativa ao Bayern Munich	45
Figura 16 – Análise Hot Spot relativa ao jogo	46
Figura 17 – Análise de clusters e outliers relativa ao FCP	47
Figura 18 – Análise de clusters e outliers relativa ao Bayern Munich	48
Figura 19 – Análise de clusters e outliers relativa ao jogo	49

Índice de Quadros

Quadro 1 – Estatísticas do jogo	10
Quadro 2 – Onze inicial do FCP	11
Quadro 3 – Substituições do FCP	11
Quadro 4 – Onze inicial do Bayern Munich	11
Quadro 5 – Substituições do Bayern Munich	12
Quadro 6 – Número de passes feitos pelo FCP	17
Quadro 7 – Estatísticas descritivas relativas aos passes feitos pelo FCP	19
Quadro 8 – Tratamento dos dados relativos aos passes feitos pelo FCP	20
Quadro 9 – Número de passes feitos pelo Bayern Munich	21
Quadro 10 – Estatísticas descritivas relativas aos passes feitos pelo Bayern Munich	21
Quadro 11 – Tratamento dos dados relativos aos passes feitos pelo Bayern Munich	22
Quadro 12 – Grau de Entrada da equipa do FCP	24
Quadro 13 – Grau de Entrada da equipa do Bayern Munich	26
Quadro 14 – Grau de Saída da equipa do FCP	28
Quadro 15 – Grau de Saída da equipa do Bayern Munich	30
Quadro 16 – Grau de Intermediação da equipa do FCP	32
Quadro 17 – Grau de Intermediação da equipa do Bayern Munich	34
Quadro 18 – Grau de ProximidadeIn da equipa do FCP	36
Quadro 19 – Grau de ProximidadeIn da equipa do Bayern Munich	37
Quadro 20 – Grau de ProximidadeOut da equipa do FCP	39
Quadro 21 – Grau de ProximidadeOut da equipa do Bayern Munich	40
Quadro 22 – Conetividade e ligação	42

Resumo

Durante uma partida de futebol são efetuados centenas de passes entre os jogadores que se encontram no terreno de jogo de forma a progredirem no terreno, tentando alcançar o objetivo de marcar golos para que a sua equipa seja a vencedora. Considerando cada equipa uma rede, onde cada jogador é um dos seus nós constituintes e assumindo que cada passe realizado é uma ligação estabelecida é possível considerar que estamos na presença de duas redes complexas.

É partindo desta premissa que este trabalho pretende fazer um estudo com base nas ferramentas normalmente utilizadas nos mais diversos estudos de redes complexas geralmente aplicados ao território e aplicá-los ao que se passa durante o tempo regulamentar de jogo, dentro das quatro linhas, o que permitirá uma análise geográfica à partida de futebol.

Foi escolhido um jogo em concreto, que opôs o Futebol Clube do Porto e o Bayern Munich, sendo então feita a recolha dos dados relativos ao número de passes realizados por cada jogador. Para a sua análise são propostos três conjuntos de métodos, sendo eles a análise estatística, a análise de redes e medidas de autocorrelação, sendo assim possível, através dos resultados obtidos, fazer uma análise profunda do jogo.

Os resultados obtidos permitiram não só fazer uma leitura aprofundada das equipas no geral, mas de cada um dos seus elementos em particular. Tal permitiu a quantificação do contributo e do peso que cada jogador teve no fio de jogo da sua equipa, de acordo com os parâmetros utilizados.

O objetivo do trabalho é que estes resultados possam vir a ser utilizados pelos treinadores de futebol como auxílio à tomada de decisões.

Palavras-chave: Futebol; Teoria dos grafos; Redes complexas; Análise de redes; Medidas de autocorrelação espacial.

Abstract

During a football match, hundreds of passes are made between the players that are on the pitch in order to progress on the field, trying to reach their objective of scoring goals, so that their team is victorious. Assuming that each team is a network, where every player is a node and assuming that each pass made is a connection established, it's possible to assume that we are in the presence of two complex networks.

It's from that premise that this essay pretends to make a study based on the tools normally used in the most diverse complex network studies, usually applied to the territory, and apply them to what's happening inside the pitch during those 90 minutes.

The chosen game was between Futebol Clube do Porto and Bayern Munich, and the gathered data referred to the number of passes each player made. To analyze this data this work proposes three kinds of methods, the statistical analysis, the network analysis and autocorrelation measures, and with the results obtained by using these methods it will be possible to produce a deep analysis of the game.

Those results allowed not only to produce a deep analysis of the teams, but also allowed to deeply analyze each player individually. That allowed the quantification of each players contribute and weight in each teams strategy, according to the specified parameters.

The final objective of this study is to produce data that can be used by football coaches to help their decision making.

Keywords: Football; Graph theory; Complex networks; Network analysis; spatial autocorrelation metrics.

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer ao meu orientador, o Professor Paulo Morgado, por todas as dúvidas tiradas e toda a ajuda prestada. Sem ele não seria possível a realização deste trabalho.

Gostaria ainda de agradecer a todos aqueles que me ajudaram em todo o percurso académico, nos bons e maus momentos, em especial ao Carlos Santos, que durante a toda a licenciatura e mestrado foi sempre meu companheiro de mesa, com quem discutia dúvidas e com quem partilhei muitas horas de trabalho. Gostaria também de fazer referência às minhas colegas Cláudia Rosado, Cristina Vasconcelos e Tânia Marques, que com a sua boa disposição trouxeram uma alegria extra a estes dois últimos anos de curso.

Gostaria também de agradecer aos meus amigos mais chegados, com quem muitas ideias troquei, a muitos jogos assisti e muito discuti, sempre prontos a ajudar e a contribuir para que este trabalho fosse concluído com sucesso.

E por fim à minha família, a quem devo aquilo que sou e que me deu a possibilidade para chegar até aqui. É a todos eles que dedico esta dissertação.

1. Introdução

O futebol é um jogo onde 11 jogadores de cada equipa trocam a bola entre si dentro do terreno de jogo com o objetivo de marcarem golo. Esta é a forma como um qualquer adepto da modalidade observa o jogo, mas não é a forma como um geógrafo deveria olhar para este fenómeno. A geografia deveria olhar para o terreno de jogo e ver 22 nós a criarem uma rede de ligações entre eles, com resultados diferentes, tudo isto ocorrendo dentro de um território delimitado por fronteiras físicas e inalteráveis. A geografia sempre foi a disciplina de eleição no que toca ao estudo e análise do território e das ligações nele existentes, o que nos leva a questionar acerca do porquê do aparente desinteresse numa área com tanto potencial para análise espacial e investigação científica aplicada, que tanto dinheiro movimenta e socialmente ubíqua. Existe uma enorme variedade de estudos, das mais diversas áreas do conhecimento tendo como tema de estudo este desporto, mas explorando a componente geográfica, pouco se fez nestes últimos anos.

É neste enquadramento que surge o interesse neste estudo, de forma a contribuir para a redução desse 'vazio' que existe. Um estudo feito sobre este desporto, sobre um jogo em particular, visto com um olhar de geógrafo, com o intuito de o analisar com ferramentas que se encontram ao dispor da geografia.

Os objetivos que corporizam esta dissertação são simples: usar a geografia e as tecnologias, ou seja as Tecnologias de Informação Geográfica (TIG), para analisar a dinâmica de duas equipas num jogo de futebol. Para tal serão utilizados vários métodos frequentemente utilizados em análise de redes geográficas, como a Teoria dos Grafos, a análise de redes complexas, análise Fuzzy e modelos de dados geográficos, para que seja possível fazer uma leitura da forma de jogar de cada equipa, destacando os elementos mais importantes, assim como as jogadas elaboradas, o que funcionou e onde houve falhas, tendo em conta não só os dados estatísticos mas também o posicionamento em campo de cada jogador.

Este trabalho encontra-se organizado em quatro capítulos, sendo que no primeiro capítulo se abordará o conceito teórico da Geografia no Futebol e é feita uma ligeira pesquisa sobre alguns dos trabalhos existentes sobre o tema, feitos no âmbito da geografia sobretudo, mas também pelas ciências sociais mais próximas, do ponto de vista do objeto de estudo. No segundo capítulo, dedica-se atenção ao assunto da Modelação e mais precisamente ao modelo geográfico do jogo de futebol,

em que são discutidos os conceitos fundamentais necessários para este trabalho, os dados recolhidos, os métodos utilizados e apresentado o modelo conceptual desta dissertação. Segue-se o capítulo 3, em que será realizada a análise dos resultados obtidos, através dos diferentes métodos utilizados, e por fim, no último capítulo é feita uma análise comparativa, quer entre as equipas, quer entre os métodos utilizados, afim de justificar a sua pertinência face ao objeto de estudo.

2. Geografia no Futebol

O futebol enquanto desporto sempre gerou muita paixão, sendo por alguma razão chamado de "desporto rei", atraindo milhões de pessoas em todo mundo, colando os seus olhos às televisões ou aos relvados onde se pratica este desporto. Não será então de estranhar, que seja objeto de estudo de académicos e especialistas de diferentes áreas do conhecimento que ambicionam perceber, quer o que se passa dentro daquelas 4 linhas, durante os 90 minutos que constituem o tempo regulamentar de uma partida, quer todo o fenómeno sociológico inerente (Dunning, 2002), ou o impacte na economia regional/nacional (Oppenheimer et al, 2014).

No processo de pesquisa bibliográfica, o único estudo relacionado com geografia do futebol em Portugal, foi publicado por Jorge Gaspar et al (1982), no qual a dimensão geográfica do futebol é analisada de um ponto de vista socioeconómico, com referências ao desenvolvimento urbano-industrial, e identificação dos fatores mais relevantes, quer económicos, quer sociais, com maior contributo para o crescimento, a manutenção ou queda do potencial futebolístico nas diferentes regiões e distritos. É também estudada a mobilidade geográfica existente nos clubes, tendo em conta as diversas proveniências geográficas dos atletas, assim como os seus estratos sociais.

Foram ainda encontrados estudos, que abordam a influência do desporto no território e na população que nele habita, seja através de trabalhos que analisam a evolução da lealdade local e a identidade regional dos clubes em Inglaterra entre 1946 e 1962 (Mellor, 1999), sejam então análises geográficas que tentam determinar o porquê da seleção Inglesa ter vindo a cair em termos de rendimento, tendo em conta a proveniência regional dos jogadores que vão chegando à seleção (Corbridge e Corbridge, 2008). Existem também estudos, com DNA geográfico, mas recorrendo a escalas de observação menos comuns na comunidade académica e profissional respetiva, que abordam um jogo de futebol de uma outra forma, como no estudo de Margaret Trail (2013) onde o campo e os seus intervenientes são vistos pelos olhos da 'Sonic Geography', onde o objeto de estudo passa a ser a geografia do som, inerente ao fenómeno futebol.

Fora da esfera geográfica foi possível encontrar também alguns trabalhos, como a tese de doutoramento de Júlio Garganta (1997), em que se disserta acerca dos conceitos que têm servido o raciocínio lógico, e que suportam os modelos de entendimento do jogo de futebol abrangendo aspetos como o esquema tático, a estratégia de jogo, o equilíbrio da equipa, a estrutura interna e a

comunicação. Ainda sobre o autor e o trabalho referenciado verificou-se uma preocupação em adequar conceitos, que permitam uma melhor leitura e identificação da natureza tática do jogo evidenciando a proficuidade da modelação tática da fase ofensiva do jogo com base na organização das equipas.

A partir destes modelos são definidas categorias e indicadores que traduzam a organização ofensiva das equipas e possibilitam uma recolha de dados sobre o jogo, tais como: vias, formas e métodos preferenciais de ação que configuram a organização ofensiva das equipas.

Fora de Portugal, Peter Gould e Anthony Gatrell (1979) realizaram o primeiro estudo, de que se tem memória bibliográfica, sobre a Geografia do futebol à escala do objeto de estudo, ou seja do campo de futebol. Neste trabalho, os autores analisam a partida de futebol, tendo em conta a complexidade e fluidez das dinâmicas existentes num jogo entre duas equipas profissionais, cujo principal objetivo passa por demonstrar com factos, obtidos através da análise estrutural do jogo, as noções de organização, de equilíbrio e de estratégia utilizadas pelas equipas. O propósito era o de sempre, em modelação geográfica: mostrar realidades, que são para a maioria dos adeptos invisíveis, uma vez que o principal método de análise ao jogo é a observação-emotiva do jogo. Só mediante métodos e técnicas de estatísticas espaciais mais evoluídas são passíveis de serem detetadas e mostradas, as designadas “realidades escondidas”.

Mais recentemente, sobre o Mundial de 2010 decorrido na África do Sul, foram produzidos trabalhos que analisavam a rede de passes entre jogadores da seleção espanhola Cotta et al (2011), com o objetivo de explicar os resultados obtidos através do comportamento dum rede complexa¹. A equipa espanhola é representada formal e graficamente como uma rede, com os jogadores como nós e os passes entre os jogadores, como os ‘vetores’, direcionados, que os unem. Os autores deste estudo fizeram a partir da rede e das métricas de redes, uma análise temporal de passes obtidos, tendo em conta o número de passes, o número de passes seguidos e a “centralidade” dos jogadores no campo. Os resultados da análise dos últimos três jogos indicaram, que o coeficiente de clustering²

¹ Uma equipa de futebol pode e deve ser considerado um sistema complexo, visto se encontrar organizada numa estrutura que pode existir em diversas escalas, desde a equipa no seu todo a setores constituídos por apenas alguns jogadores, passando por diversos processos de transformação não sendo possível de se descreverem utilizando uma única regra (Morgado, 2010).

² Este coeficiente permite medir o grau com que os nós de um grafo, neste caso os jogadores espanhóis, se tendem a agrupar, sendo que normalmente os nós tendem a agrupar-se em grupos caracterizados pela alta densidade de ligações existentes entre eles, sendo que a probabilidade de criação de uma ligação entre dois nós desse grupo tende a ser maior que a probabilidade média de ocorrer uma ligação feita de forma aleatória entre dois nós (Watts e Strogatz, 1998).

da rede de passes aumenta com o tempo, mantendo-se alto, o que se traduz numa maior posse de bola por parte da equipa espanhola, algo que eventualmente acabaria por conduzir à vitória.

Por outro lado, num outro estudo realizado por Narizuka et al (2014), são analisadas as propriedades espaciais das redes de passes, com base no posicionamento dos jogadores em campo, os resultados obtidos permitem concluir, que estas redes possuem propriedades de mundos pequenos³ e que o seu grau de distribuição se enquadra numa função de distribuição, tendo para o efeito sido proposto um modelo baseado numa cadeia de Markov⁴.

Em síntese, após uma revisão pela literatura da especialidade, a pergunta que se coloca é: Como é que num desporto, disputado num terreno de jogo com limites fixos e determinados, onde o posicionamento de cada jogador é cada vez mais importante, existe um vazio de estudos de cariz geográfico, ainda por cima tendo em conta toda a panóplia de ferramentas, métodos e técnicas que se encontram ao dispor dos geógrafos? Foi numa tentativa de fugir ao *status quo* dos objetos de estudo e das escalas de análise, dos trabalhos de investigação da Geografia moderna, e obviamente por paixão pelo tema do futebol, que se propôs e desenvolveu esta dissertação.

³ São redes onde um grande número de ligações são estabelecidas entre os nós, mais próximos, mostrando que a bola pode ir de qualquer nó até qualquer outro nó tendo apenas de passar por alguns nós, ou seja, que é sempre possível levar a bola de um jogador para qualquer outro jogador através de passes curtos (Barabási, 2003), cf. Cap. 3.3.

⁴ É um processo estocástico, visto poderem ser agregadas uma ou mais variáveis aleatórias para o desenvolvimento de um modelo que visa o entendimento de um dado fenómeno. Um processo markoviano tem como objetivo prever o estado do sistema no momento $x+1$, tendo como base o seu estado no momento x , sendo para isso criada uma matriz de probabilidades. Ou seja, a utilização da cadeia de Markov tem como objetivo a modelação do futuro tendo como base o presente.

3. Modelo Geográfico do jogo de futebol

3.1. Conceitos fundamentais

Conhecido e praticado à escala global, tendo milhões de adeptos espalhados por todo o mundo, o Futebol é considerado o desporto mais popular à escala mundial.

O Futebol é um jogo que opõe duas equipas, cada uma constituída por 10 jogadores de campo e 1 guarda-redes. Quando uma delas detém a posse da bola, tenta ultrapassar a oposição dos adversários com o objetivo de se aproximar da baliza adversária, rematar e marcar golos, ou seja introduzir a bola dentro da baliza adversária. A equipa que mais golos marcar, independentemente do número de golos que sofrer, é aquela que no final dos 90 minutos regulamentares de uma partida ganha. Por sua vez, a equipa que não tem a bola em sua posse procura impedir que a equipa adversária progrida no campo de forma a evitar os seus ataques, ao mesmo tempo que tenta recuperar a posse de bola de forma a partir para o ataque (Garganta, 1997).

De acordo com a FIFA, instituição que tutela o futebol a nível mundial, a história do desporto como o conhecemos começou em 1863, em Inglaterra, quando o rugby e a Associação de Futebol se separaram e seguiram diferentes caminhos, nascendo assim a Associação de Futebol de Inglaterra, tornando-se a primeira instituição com tutela sobre este desporto.

Com o passar dos anos este desporto tem vindo a evoluir cada vez mais e a um ritmo mais elevado. Tal é perceptível tendo em conta o aumento do investimento existente por parte dos maiores clubes do mundo. Os valores que são gastos em logística e pessoal têm vindo a aumentar de ano para ano e a diferença existente, de ano para ano, nos valores envolvidos nas transferências de jogadores nos últimos 10 anos dá uma ideia do dinheiro que este desporto movimenta, por exemplo, de acordo com fontes oficiais dos clubes, a transferência mais cara feita até 2008 foi a do Zinedine Zidane que trocou a Juventus pelo Real Madrid por cerca de 75 milhões de Euros [<http://www.realmadrid.com/>]. Desde então esse valor já foi batido em diversas ocasiões, em 2009 pela transferência do Cristiano Ronaldo, do Manchester United para o Real Madrid por um valor a rondar os 94 milhões de Euros [<http://www.manutd.com/>]. Aliás, e tendo a transferência protagonizada pelo Zidane como comparação, só em 2013 houve 2 casos que superaram os valores

envolvidos nessa transferência, sendo que em 2014 foram feitas mais 3 com valores superiores a 75 milhões de Euros.

Também é possível ver a mudança na mentalidade dos clubes no que toca à captação de jogadores e à sua valorização. Atualmente quem tiver aspiração de chegar a um patamar competitivo elevado tem que começar a treinar numa das várias escolinhas dos clubes de futebol espalhadas por todo o País, desde criança. Também é possível ver a evolução no que diz respeito aos treinadores, sendo que as estratégias e táticas têm cada vez mais um peso maior num desporto que com o passar do tempo tem perdido a sua espontaneidade, em prol das formas de jogar mais rígidas e definidas. As táticas e as estratégias definidas pelos treinadores, maioritariamente com cursos de formação específicos, e muitos com formação superior, passou a dominar as ligas profissionais de futebol e as escolas de formação de jovens jogadores.

Esta mudança resulta numa maior influência do treinador no rendimento e prestação da equipa, muito por força das táticas e estratégias utilizadas. Podem ser interpretada como tática e estratégia toda a planificação existente por parte do treinador e que tem como objetivo moldar a equipa de forma a que ela jogue de determinada maneira, explorando o erro e as fraquezas da equipa adversária, contrariando a sua forma de jogar de maneira a chegar ao golo, ou apenas impedir o adversário de marcar.

Parte constituinte dessas táticas é o modelo de jogo, que inclui toda a forma de jogar da equipa, desde movimentações de jogadores, sejam elas defensivas, quando a equipa não tem a bola em seu poder, ou ofensivas, quando progride no campo com a bola controlada e tenta fazer golo, a combinações, formas de ataque preferenciais e linhas de passe que devem ser criadas. Tudo isto é feito para que seja criado espaço para que surjam jogadas de perigo, enquanto ao mesmo tempo se impeça o adversário de conseguir e manter a posse da bola, assim como de avançar no terreno e como tal de criar situações que lhe permitam obter vantagem.

Mas o futebol que se vive nos estádios, nas ruas em dias de jogos importantes, nos cafés onde muitas pessoas se reúnem para ver o seu clube jogar, ou em muitas casas por todo esse mundo fora, é muito mais que o que os 22 jogadores fazem dentro de campo. É um fenómeno cultural e sociológico pouco explorado pelos académicos. É um fenómeno capaz de apaixonar milhões ao ponto de virem para a rua festejar uma vitória ou um título, tanto capaz de incitar atos de violência sem razão aparente, como unir pessoas das mais diversas origens onde a única característica em comum é o amor pelo mesmo clube.

Tudo isto podia ser alvo de estudo, mas neste trabalho em concreto o foco é o que decorre dentro das 4 linhas e durante o tempo regulamentar de jogo, e como a Geografia pode explorar melhor este desporto. Através da utilização das ferramentas que existem atualmente, como os SIG, estatísticas espaciais, redes complexas e ou ciência das redes, proceder-se-á ao estudo deste desporto.

A importância das TIG na Geografia que atualmente se pratica é por muitos designada de “fundamental”, para o seu futuro como ciência (Gaspar, 1998; Hagget, 2001; Longley et al., 2001). Estas tecnologias, que tiveram o seu início aquando do aparecimento dos primeiros computadores, vieram permitir a captação e tratamento, não só de um maior número de dados, como de uma forma mais rápida e eficiente. Com o avançar dos anos e o seu aperfeiçoamento, conseguiram conquistar uma importância no quotidiano do cidadão comum que tornou a geografia em algo utilizado por milhões de pessoas todos os dias, seja através da localização geográfica onde uma foto foi tirada, seja através da visualização de mapas para saber a localização de um lugar em concreto, influenciando a importância atribuída ao espaço (Morgado, 2011).

3.2. Dados utilizados

Os dados utilizados neste trabalho foram recolhidos através da visualização da transmissão televisiva do jogo de futebol entre o Futebol Clube do Porto e o FC Bayern Munchen, a contar para os Quartos-de-Final da edição 2014/2015 da UEFA Champions League.

Foram considerados todos os passes bem-sucedidos feitos durante o jogo, desde que executados com os pés, à exceção do guarda-redes, a quem também foram contabilizados os passes feitos com as mãos. Como tal, os lançamentos feitos a partir da linha lateral não foram tidos em conta. No caso dos cruzamentos, quer resultantes dum lance de jogo corrido, quer dum livre indireto, foram considerados como passes para o jogador que mais perto se encontrava do destino da bola.

Tendo a captação dos dados sido feita com base na transmissão televisiva, e como tal sujeita aos ângulos e repetições providenciados pela estação, estima-se que a margem de erro se situe

abaixo dos 5%, tendo esta sido calculada com base na comparação dos dados obtidos com os dados oficiais, que se encontram disponíveis apenas para alguns jogadores. Tal margem de erro é aceitável tendo em conta que mesmo assim é possível representar o fluxo de jogo de forma correta, como provado pelo confronto dos resultados obtidos e alguns similares, providenciados por algumas empresas que operam no setor das estatísticas do futebol, nomeadamente a Opta e a Prozone.

As tabelas foram organizadas por equipas, cada uma com o número de linhas e colunas correspondentes ao número de jogadores que participaram na partida. A tabela correspondente ao FCP teve 15 linhas e 15 colunas, uma para cada jogador (14 jogadores que participaram na partida) e uma para os nomes. A do Bayern contou com 14 linhas e 14 colunas. Foi feita uma tabela destas para cada parte do encontro, onde eram anotados todos os passes feitos com sucesso, do jogador que fazia o passe para o jogador que o recebia. No final foram somadas as duas tabelas, obtendo o valor correspondente ao total de passes completos feitos por cada jogador.

A captação destes dados levantou alguns problemas, e o possível erro obtido nos dados recolhidos poderá daí originar, nomeadamente nos ângulos da câmara. Tendo os dados sido recolhidos com recurso à transmissão televisiva havia sempre o risco de no seguimento de lances de perigo ou de lances de duvida fossem transmitidas repetições, não sendo possível anotar os caminhos percorridos pela bola durante esses momentos.

Existem também empresas que fazem essa captação de dados, e posterior análise para fornecerem aos clubes que os contratam, de forma bastante precisa e com recurso a equipamento próprio e especializado. Embora tenha sido feito um pedido para que os dados relativos a este jogo fossem fornecidos, tal não aconteceu, não havendo qualquer resposta por parte da empresa contactada, nomeadamente a Opta. A única forma pela qual foi possível obter alguns dados provenientes dessa empresa, relativamente a este jogo, foi através da consulta de jornais ou sítios eletrónicos especializados no assunto, a quem tais dados são fornecidos. De referir que não existe uma explicação disponível ao público acerca das métricas e ou dos algoritmos utilizados na recolha e interpretação desses dados.

Quanto ao jogo propriamente dito, colocou frente-a-frente a equipa do FCP e do Bayern, tendo sido jogado no Estádio do Dragão. Este é um detalhe importante pois tem influência nas táticas utilizadas. O facto de jogar em casa permite à equipa uma maior confiança e segurança no seu jogo, por estar rodeada pelo seu público, no seu campo, o que geralmente se traduz num maior domínio sobre o jogo e num maior número de situações de perigo. Por outro lado as equipas

visitantes tendem a fazer um jogo mais defensivo, tentando defender o empate e explorar o contra-ataque.

O resultado final foi de 3-1 a favor da equipa Portuguesa.

	FCP	BAYERN
POSSE DE BOLA(%)	31.2	68.8
PASSES COMPLETOS	212	551
CANTOS	3	6
REMATES	6	5
FALTAS	16	22

Quadro 1 – Estatísticas do jogo

As formações utilizadas por cada uma das equipas no início do jogo foram estas:

Futebol Clube do Porto

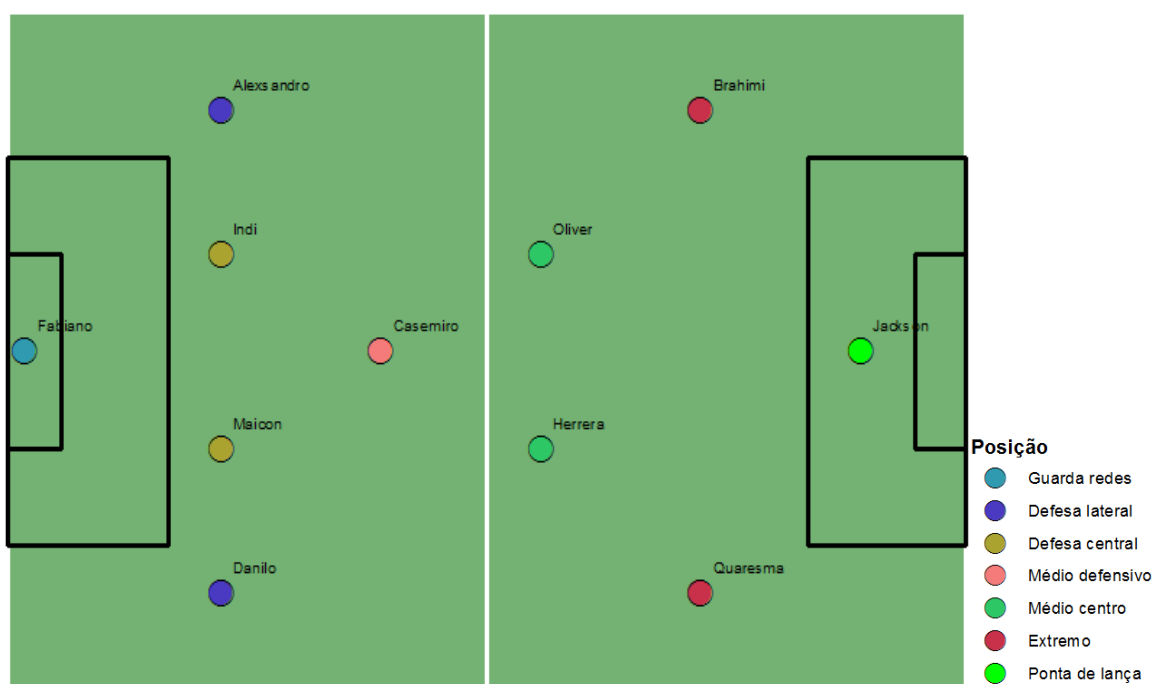


Figura 1 – Formação inicial do FCP

Guarda redes	Defesas	Médios	Avançados
Fabiano	Alexandro	Oliver	Brahimi
	Indi	Casemiro	Jackson
	Maicon		
	Danilo	Herrera	Quaresma

Quadro 2 – Onze inicial do FCP

Com as seguintes substituições:

Tempo	74'	78'	84'
Entrou	Rúben Neves	Hernani	Evandro
Saiu	Oliver	Brahimi	Quaresma

Quadro 3 – Substituições do FCP

Bayern de Munich

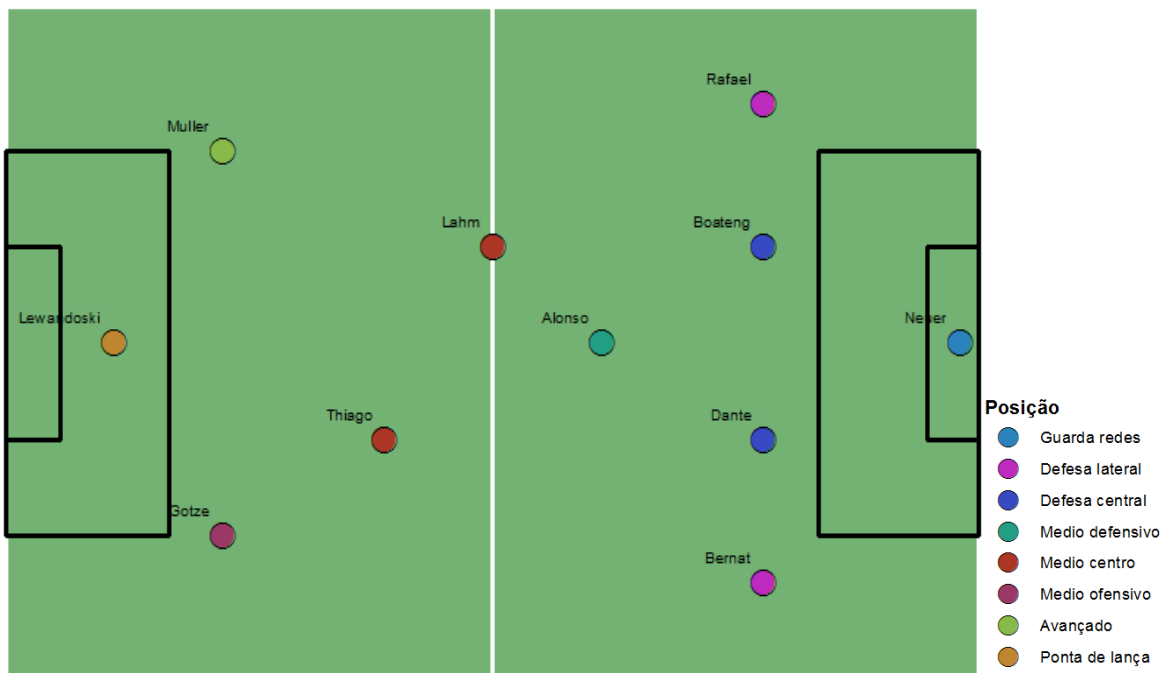


Figura 2 – Formação inicial do Bayern Munich

Avançados	Médios	Defesas	Guarda redes
Muller	Lahm	Rafael	Neuer
	Alonso	Boateng	
Lewandowski	Thiago	Dante	
	Gotze	Bernat	

Quadro 4 – Onze inicial do Bayern Munich

Com as seguintes substituições:

Tempo	56'	73'
Entrou	Rode	Badstuber
Saiu	Götze	Alonso

Quadro 5 – Substituições do Bayern Munich

Para efeitos de representação, o FCP encontrar-se do lado esquerdo do campo, atacando sempre da esquerda para a direita. Por outro lado, o Bayern será sempre representado do lado direito, atacando assim da direita para a esquerda.

3.3. Métodos

Sem nos querermos alongar sobre o tema acerca da relevância dos métodos (e da Matemática) em Geografia fazemos nota da clássica divisão: a facção daqueles que sempre defenderam a quantificação, por via dos métodos matemáticos e estatísticos, para análise espacial (Gaspar, 1998:3-10; Tenedório e Lúcio, 1998:109-116) e a facção, daqueles que sempre acharam que qualquer recurso a métodos matemático-estatísticos nada de positivo traziam para a análise e interpretação de dados espaciais (Cole and King, 1968). Para esta dissertação de Mestrado em SIG e Modelação, colocamo-nos obviamente na facção daqueles que vêm a quantificação da Geografia, e a modelação e análise espacial com recurso a SIG, como um imperativo para melhor se “fazer” Geografia, quer do ponto de vista profissional, quer do ponto de vista da investigação.

Assumida a nossa preferência, e dado o enfoque desta dissertação centrar-se na modelação espacial, considerou-se pertinente um capítulo dedicado a explicar quais os métodos adotados e o porquê destes e não de outros, por explicação daquilo que são as suas principais características, no quadro dos objetivos a atingir neste trabalho. São 3, os tipos de métodos utilizados nesta dissertação: i) Análise estatística descritiva e simples, com base em contagens; ii) Análise de redes, por recurso à Teoria dos Grafos e às Redes complexas (medidas de centralidade e de conectividade), e por fim iii) a análise estatística de dados espaciais ou análise de estatísticas espaciais (medidas de concentração/distribuição). Vejamos cada um, de uma forma mais detalhada e explicativa.

A estatística descritiva tem como principal objetivo a descrição dos dados, podendo incluir ordenação de dados, criação de tabelas e gráficos com esses dados e ainda o cálculo de medidas de tendência central.

O objetivo desta análise é que através da observação dos dados relativos aos passes efetuados por cada jogador seja possível tirar algumas conclusões relativas à importância de cada elemento na forma de jogar da equipa. Para tal serão utilizados o total de passes efetuados e recebidos por cada jogador, resultantes da soma dos passes feitos e recebidos, para todos os seus

colegas. Será também utilizada a média, moda e desvio-padrão de forma a ser possível facilitar a comparação dos resultados obtidos em cada uma das equipas.

A Análise de redes permitirá obter resultados e chegar a conclusões às quais dificilmente seria possível chegar sem a sua utilização. Tal método tornará possível que feita uma análise às propriedades topológicas dos grafos constituintes desta rede, nomeadamente as medidas de acessibilidade e de centralidade, que permitem classificar e diferenciar os nós que pertencentes à rede quanto à sua importância e capacidade de ligação, através do cálculo do Grau de Centralidade, Grau de Intermediação e Grau de Proximidade.

Quanto aos métodos utilizados para o cálculo dos valores referentes a cada um dos Graus utilizados, serão explicados em seguida.

Grau de Centralidade (*Degree*)

O Grau de Centralidade é o número de atores aos quais um ator está diretamente ligado. Este divide-se em Grau de Entrada e Grau de Saída, dependendo da direção dos fluxos.

No Grau de Entrada, é feita a soma das interações que os outros nós têm com o ator. Por outro lado, no Grau de Saída é somado o número de interações que os atores têm com os outros.

Os resultados obtidos estão divididos por entrada e saída, sendo que em cada um deles existe um resultado referente ao fluxo, que traduz o número total de ligações feitas com o jogador em questão, ou seja, o número de passes que este recebeu/efetuou, e referente ao número de ligações diferentes, que reflete o número de jogadores diferentes que lhe passaram, ou aos quais ele passou, a bola.

No que diz respeito ao fluxo, traduzido no número de ligações recebidas por cada jogador, o que aplicado a este estudo se traduz no número de passes que cada jogador recebeu. Quanto maior o número de passes recebidos maior o peso desse jogador nas manobras da equipa, como tal será lógico atribuir uma maior importância aqueles que são mais solicitados pelos seus companheiros.

Quanto ao número de ligações diferentes, os valores representam o número de ligações que cada um dos jogadores tem com os restantes colegas de equipa, o que permitirá perceber a

capacidade desse jogador de fornecer linhas de passe a um maior número de companheiros. Poderá também representar a mobilidade e a importância que este tem nas manobras das equipas.

O cruzamento destes dados permitirá ter noção da disponibilidade do jogador em relação à equipa durante o jogo. Em teoria a importância do jogador perante o coletivo aumenta consoante o número de passes recebidos e efetuados, assim como o número de ligações existentes entre ele e os seus colegas.

Grau de Intermediação (*Betweenness*)

Uma razão para considerar a importância de um ator recai na propriedade intermediação, isto é na capacidade de estabelecer “pontes” entre todos os atores fabricando caminhos-mais-curtos ou mais eficientes, na rede. Isto expressa o “controlo da comunicação” e interpreta-se como a possibilidade que um nó tem para intermediar as comunicações entre pares de nós. Esta propriedade é revelada na análise à rede, a partir do grau de intermediação.

Nesta análise podemos ainda encontrar caminhos geodésicos entre todos os pares possíveis.

Convém referir que, para que um nó tenha um Grau de Intermediação numa rede, deve ter pelo menos um Grau de Entrada e de Saída e estar nos caminhos geodésicos entre os pares de nós que se querem ligar.

O número de pares de nós que um ator é capaz de ligar é dado pela fórmula:

$$C_b(i) = \sum_{j < k} (g_{jk}(i) / g_{jh})$$

Onde g_{jk} é o número de geodésicos (passes) que ligam j e k
 $g_{jk}(i)$ é o número de geodésicos (passes) aos quais o ator i pertence (passes onde participou)

Grau de Proximidade (*Closeness*)

É a capacidade de um nó se ligar a todos os atores de uma Rede. Calcula-se contando todas as distâncias geodésicas de um ator para se ligar aos restantes.

Esta medida permitirá perceber quais os jogadores que estão mais perto de todos os seus colegas, sendo que quanto menor o valor obtido maior a proximidade dele em relação a todos os outros. Tal resultado poderá indicar, só por si, a importância que o jogador tem na estratégia montada para a equipa para este jogo, e através do cruzamento destes resultados com os anteriormente obtidos, permitir conclusões mais profundas quanto à importância que cada um destes jogadores tem nas movimentações e estratégias da equipa, informação essa que uma vez identificada pelo adversário faz com que esta equipa, e a rede montada ou fio de jogo, ou tática, possa mais facilmente ser anulada, através do condicionamento da ação destes jogadores.

Começará por ser feita a análise da sua proximidade utilizando os passes recebidos pelo jogador em questão, *ProximidadeIn*, sendo depois feita também a análise para a sua proximidade utilizando os passes efetuados por ele para os seus colegas, *ProximidadeOut*.

Tais valores são obtidos através da fórmula:

$$C_c(i) = \left[\sum_{j=1}^N d(i,j) \right]^{-1}$$

Onde $d(i,j)$ é a distância entre o ator i e o ator j

Foram ainda utilizadas medidas de autocorrelação para uma análise mais completa, permitindo demonstrar visualmente as áreas do campo onde existiu um maior fluxo de passes. Para tal recorreu-se à análise de Hot-Spot de Getis Ord e à análise de clusters e outliers de Anselin Local Moran's I.

Dentro das chamadas estatísticas de dados espaciais ou estatísticas de análise espacial, temos os métodos para estudo das dinâmicas espaciais de concentração e de distribuição. Temos ainda indicadores globais e indicadores locais. Para o fenómeno em análise, dado tratar-se de um comportamento que é supervisionado, ou seja sujeito a um rigor de tática e estratégia

superiormente comandado, recorreu-se aos chamados indicadores locais, mais propriamente à estatística de Hot-Spot de Getis e Ord e Anselin Local Moran's I.

A principal diferença entre estes indicadores espaciais locais e os indicadores espaciais globais, é que os primeiros são bons a identificar a localização de cluster's, enquanto os segundos são bons em identificar cluster's simplesmente. Ora, num jogo de futebol, a concentração/distribuição dos jogadores por diferentes partes do campo de jogo é um indicador fundamental, para qualquer treinador ou comentador, porque permite aferir acerca da estratégia adotada pela equipa e da tática implementada.

De uma forma simplificada, é possível dizer que apesar de a estatística de Anselin Local Moran's I e a estatística de Hot-Spot de Getis e Ord serem ambas estatísticas de análise espacial local, isto é boas para identificar e denunciar visualmente a existência de padrões locais e medir as suas intensidades, elas são entre si, estatísticas distintas. A estatística de Anselin identifica a localização dos cluster's de elevado e de baixo valor, bem como os outliers espaciais, isto é os valores mais afastados da série ou atípicos. A estatística Hot-Spot identifica a localização dos cluster's com elevados valores (hot spot) e confronta com os cluster's de baixos valores (cold spot) (O'Sullivan e Unwin, 2010; Pereira, 2014).

Análise Hot Spot (Getis-Ord G_i^*)

No que diz respeito à Análise de Hot Spot (Getis-Ord G_i^*), o valor é obtido através da utilização da seguinte fórmula:

$$G_i(d) = \frac{\sum_{j=1}^n w_{i,j}(d)x_j}{\sum_{j=1}^n x_j}, j \neq i$$

Onde x_j É o valor do elemento j
 $w_{i,j}$ É o peso espacial entre as localizações i e j
 n é o número total de elementos

Análise de clusters e outliers (Anselin Local Moran's I)

Quanto à análise de clusters e outliers (Anselin Local Moran's I) a formula utilizada para a obtenção dos resultados foi esta:

$$I_i = z_i \sum_j w_{ij} z_j$$

Onde z_i e z_j Correspondem a desvios de média
 \sum_j Só inclui valores de vizinhos $j \in J_i$

3.4. Modelo concetual

O modelo para a execução deste trabalho passa pela recolha dos dados relativos aos passes completos feitos por cada jogador, tratando em seguida esses dados utilizando uma variedade de ferramentas geográficas.

Começará por ser feita uma análise unicamente estatística, sendo que a etapa seguinte passa pela análise das redes criadas com esses passes. Seguindo-se uma análise à correlação espacial existente. Por fim será feita uma análise comparativa entre as duas equipas e os diferentes métodos utilizados.

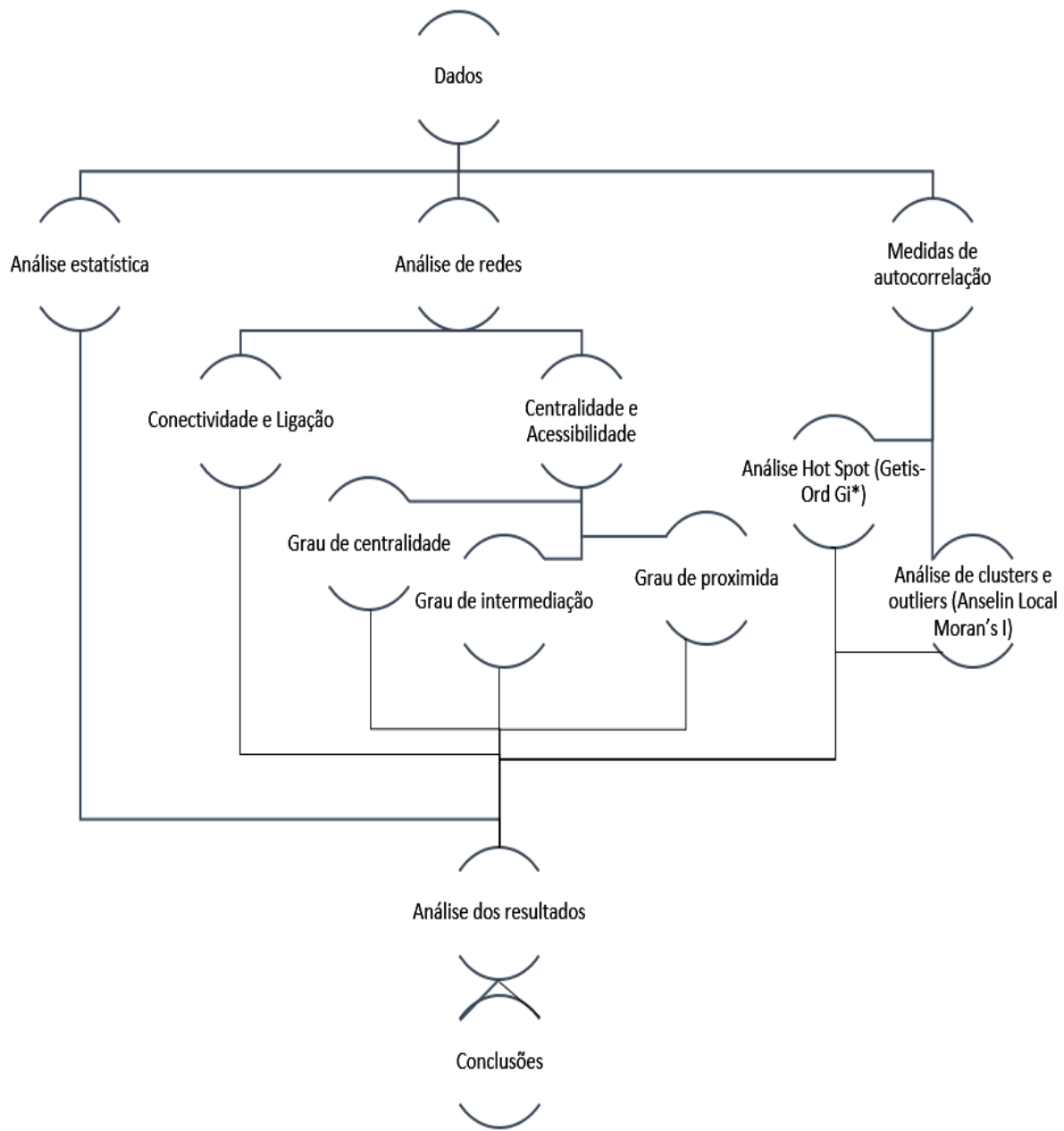


Figura 3 – Modelo conceitual do trabalho

4. Análise de resultados

4.1. Análise das estatísticas descritivas

Nas tabelas abaixo estão representados os jogadores que participaram no jogo em cada uma das equipas. Cada linha representa o jogador que fez o passe e cada coluna representa para quem foi feito o passe. À direita encontra-se representado o total de passes concluídos por cada jogador e o número de *LigaçõesOut*, ou seja, o número de colegas de equipa a quem ele passou a bola. No fundo da tabela encontra-se representado o total de passes recebidos por cada coluna, ou seja, por cada jogador, assim como número de companheiros que lhe passaram a bola, *LigaçõesIn*.

FCP

	Fabiano	Alexsandro	Indi	Maicon	Danilo	Oliver	Casemiro	Herrera	Brahimi	Jackson	Quaresma	Rúben Neves	Hernâni	Evandro	Total	LigaçõesOut
Fabiano	0	1	0	3	3	0	0	1	1	2	0	0	1	0	12	7
Alexsandro	0	0	3	1	0	2	1	2	6	6	0	0	0	0	21	7
Indi	9	5	0	2	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	19	5
Maicon	2	4	4	0	3	1	1	0	0	1	1	0	1	0	18	9
Danilo	1	0	1	4	0	4	0	4	0	1	7	0	0	0	22	7
Oliver	0	4	4	0	5	0	4	2	6	4	5	0	0	0	34	8
Casemiro	1	4	3	1	2	2	0	0	0	2	3	0	0	0	18	8
Herrera	0	1	0	2	3	2	3	0	0	2	3	0	1	0	17	8
Brahimi	0	0	0	0	0	5	5	3	0	1	2	0	0	0	16	5
Jackson	0	1	0	0	1	4	0	3	1	0	1	0	0	0	11	6
Quaresma	0	2	1	2	7	3	0	2	0	0	0	0	0	0	17	6
Rúben Neves	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
Hernâni	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	1
Evandro	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Total	13	22	16	15	24	24	17	20	14	20	22	0	3	0		
LigaçõesIn	4	8	6	7	7	9	7	8	4	9	7	0	2	0		

Quadro 6 – Número de passes feitos pelo FCP

Total de passes	Média	Moda	Desvio-Padrão
210	15	18;17	9

Quadro 7 – Estatísticas descritivas relativas aos passes feitos pelo FCP

Passes feitos:	Passes recebidos:	LigaçõesOut:	LigaçõesIn:
Oliver	Oliver/Danilo	Maicon	Oliver/Jackson
Danilo	Alexsandro/Quaresma	Oliver/Herrera/Casemiro	Alexsandro/Herrera
Alexsandro	Herrera/Jackson	Danilo/Alexsandro/Fabiano	Maicon/Danilo/ Quaresma/Casemiro
Indi	Casemiro	Jackson/Quaresma	Indi
Maicon/Casemiro	Indi	Brahimi/Indi	Fabiano/Brahimi

Quadro 8 – Tratamento dos dados relativos aos passes feitos pelo FCP

Através da análise aos resultados obtidos a partir das estatísticas descritivas é possível tirar desde logo algumas conclusões, a saber: o jogador com mais passes realizados foi o Oliver, com alguma diferença em relação aos seus companheiros. Tal é compreensível tendo em conta tanto a sua posição em campo como a função que desempenha na equipa, que é a de médio de ligação entre a defesa e o ataque, com responsabilidade em fazer chegar a bola jogável aos colegas mais dianteiros.

Em seguida, relativamente aos passes recebidos, é possível constatar que tanto o Oliver como o Danilo, que foi o 2º jogador com mais passes realizados, foram aqueles que mais receberam a bola proveniente de colegas de equipa.

Quanto às ligações de saída, ou seja, à quantidade de jogadores diferentes a quem passaram a bola, aquele que passou a bola a uma maior variedade de jogadores foi o Maicon, sendo seguido pelo trio que ocupava o meio campo.

Por fim os jogadores que receberam a bola proveniente de um maior número de colegas de equipa foram o Oliver e o Jackson.

Através desta análise puramente estatística é possível inferir, que o Oliver é o jogador chave da equipa, aquele com maior número de *LigaçõesIn*, de passes feitos e recebidos, o que em combinação mostra que não só recebe a bola como distribuí o jogo para os restantes colegas de equipa. Outro dado que reforça a sua importância é ele ter sido o 2º jogador que distribuiu a bola, por uma maior diversidade de colegas e também aquele que a recebeu de um maior número de jogadores. Quanto aos dados relativos ao jogador com maior número de passes feitos (*LigaçõesOut*), o facto do Maicon ser aquele que passou a bola a um maior número de colegas demonstra que a

equipa saiu muitas vezes a jogar aquando de transições defesa ataque, de forma lenta, o que requereu que um maior número de colegas lhe viesse oferecer linhas de passe.

É também de destacar que a presença de muitos defesas no topo da tabela leva-nos a especular sobre o facto de a equipa ter jogado muito tempo no seu meio campo, um jogo mais defensivo, que juntamente com o facto de o Jackson ser, juntamente com o Oliver, o jogador que mais recebeu a bola proveniente de um maior número de jogadores, demonstra que a equipa jogou muito em contra-ataque, com um futebol mais direto.

Bayern

	Neuer	Rafael	Boateng	Dante	Bernat	Lahm	Alonso	Thiago	Götze	Müller	Lewandowski	Rode	Badstuber	Total	LigaçõesOut
Neuer	0	4	8	9	0	1	2	1	1	0	1	0	2	29	9
Rafael	1	0	16	3	0	8	3	4	2	4	0	1	4	46	10
Boateng	5	11	0	19	1	3	5	6	2	0	3	4	1	60	11
Dante	13	2	7	0	14	6	9	11	9	1	2	4	6	84	12
Bernat	1	0	3	19	0	2	4	14	2	1	2	8	0	56	10
Lahm	1	9	9	5	0	0	3	6	3	2	1	4	0	43	10
Alonso	4	1	5	6	4	5	0	12	13	1	1	2	0	54	11
Thiago	0	7	2	6	15	6	8	0	8	3	2	4	1	62	11
Götze	0	4	1	5	4	0	3	9	0	5	4	0	0	35	8
Müller	0	0	0	0	0	1	0	4	2	0	5	0	1	13	5
Lewandowski	0	0	1	0	3	4	0	2	0	0	0	0	1	11	5
Rode	0	1	2	3	6	0	2	6	0	1	3	0	3	27	9
Badstuber	2	6	1	1	1	4	0	4	0	0	0	3	0	22	8
Total	27	45	55	76	48	40	39	79	42	18	24	30	19		
LigaçõesIn	7	9	11	10	8	10	9	12	9	8	10	8	8		

Quadro 9 – Número de passes feitos pelo Bayern Munich

Total de passes	Média	Moda	Desvio-Padrão
542	42	---	21,39

Quadro 10 – Estatísticas descritivas relativas aos passes feitos pelo Bayern Munich

Passes feitos:	Passes recebidos:	LigaçõesOut:	LigaçõesIn:
Dante	Thiago	Dante	Thiago
Thiago	Dante	Thiago/Boateng/Alonso	Boateng
Boateng	Boateng	Bernat/Rafael/Lahm	Dante/Lahm/Lewandoski
Bernat	Bernat	Neuer/Rode	Rafael/Alonso/Götze
Alonso	Rafael	Badstuber/Götze	Bernat/Müller/ Rode/Badstuber

Quadro 11 - Tratamento dos dados relativos aos passes feitos pelo Bayern Munich

Por seu lado a análise estatística aos dados relativos à equipa do Bayern permitem desde logo tirar algumas conclusões. A primeira é que o número de passes efetuados pela equipa alemã foi muito superior à realizada pelos portistas, a média de passes feitos por cada alemão foi de 42 contra os 15 da equipa do FCP.

Quanto à análise individual de cada jogador, aqueles com mais passes feitos foram o Dante, também ele com o 2º maior número de passes recebidos e aquele entregou a bola a um maior número de colegas, e o Thiago, o 2º jogador com mais passes feitos mas aquele que mais passes recebeu de um maior número de colegas assim como o 2º jogador que passou a uma maior variedade de companheiros. De salientar, que tanto o Dante, como o Thiago são jogadores com posições e tarefas mais defensivas do que ofensivas.

Através destes dados podemos concluir que esta equipa tem um jogo muito baseado em passes, começando desde a defesa, onde é possível ver que os 2 centrais estão nos 3 jogadores com mais passes efetuados, onde a bola tende a passar por quase todos os jogadores, e em que os avançados, nomeadamente o Lewandoski e o Müller são aqueles que menos passes fizeram.

No caso do Dante, o seu peso no jogo demonstra que a equipa trocou muito a bola mas numa zona mais defensiva, o que do ponto de vista ofensivo é pouco produtivo, enquanto o Thiago surge em 2º lugar, o que dá a entender que foi ele o jogador que mais carregou o jogo para o ataque, assumindo assim a tarefa de distribuidor de jogo.

Destaque ainda para o número de *LigaçõesOut* dos 3 jogadores com mais passes, no caso do Dante ele fez pelo menos 1 passe a todos os restantes colegas de equipa, incluindo suplentes que entraram a meio da partida, enquanto o Thiago e o Boateng, o outro defesa central, passaram a bola a 11 companheiros diferentes, o que reforça ainda mais o facto da troca de bola do Bayern

ter sido feita numa zona muito defensiva, longe da baliza adversária. Tal poderá ser resultado da estratégia da equipa, que como já foi frisado, jogou fora e como tal é possível que tenha adotado uma forma de jogar menos exposta ao risco.

4.2. Análise de redes de jogo

4.2.1. Medidas de Centralidade e Acessibilidade

Degree

Será então feita a análise aos resultados obtidos através do cálculo do Grau de Centralidade de cada jogador

FCP

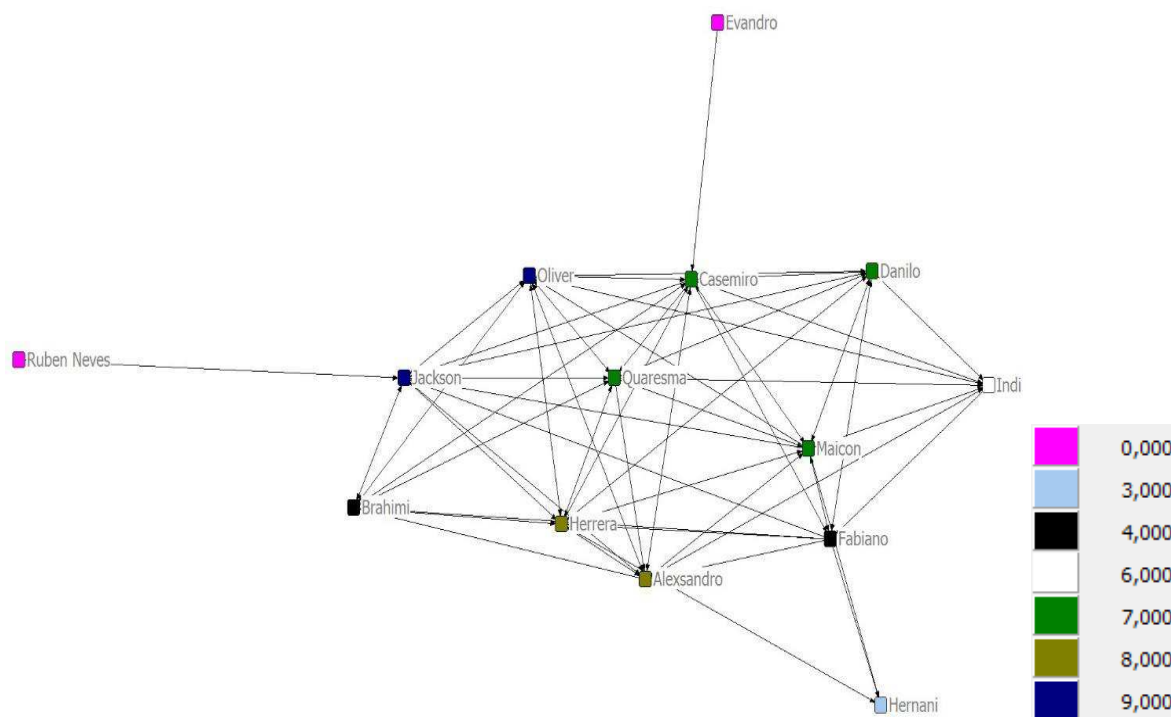


Figura 4 – Grau de Entrada da equipa do FCP

	Grau de Entrada (fluxo)	Grau de Entrada (fluxo) normalizado	Grau de Entrada (ligações)	Grau de Entrada (ligações) normalizado
Fabiano	13	1	4	0,308
Alexsandro	22	1,692	8	0,615
Indi	16	1,231	6	0,462
Maicon	15	1,154	7	0,538
Danilo	24	1,846	7	0,538
Oliver	24	1,846	9	0,692
Casemiro	17	1,308	7	0,538
Herrera	20	1,538	8	0,615
Brahimi	14	1,077	4	0,308
Jackson	20	1,538	9	0,692
Quaresma	22	1,692	7	0,538
Rúben Neves	0	0	0	0
Hernâni	3	0,231	3	0,231
Evandro	0	0	0	0

Quadro 12 – Grau de Entrada da equipa do FCP

Analisando a tabela acima representada, é possível constatar que no topo da mesma podemos encontrar o Oliver e o Danilo, ocupando posições distintas no campo, sendo um médio e o outro lateral. O facto de receberem tantos passes permite perceber que fornecem linhas de passe aos seus companheiros, permitindo assim à equipa progredir no campo. Em seguida estão o Quaresma e o Alexsandro, sendo que é possível perceber um padrão, nos 4 jogadores com mais passes recebidos, 3 atuam nas alas, sendo 2 deles defesas laterais, permitindo assim sair da defesa a jogar e apoiando o ataque, 1 extremo, que joga no lado direito do ataque, mesmo corredor do Danilo, e um médio. Por outro lado, os jogadores com menos passes recebidos foram o Evandro e Rúben Neves, jogadores que entraram já na segunda parte, e o Hernâni, que apesar de ter também ele entrado como suplente, ainda foi solicitado pelos colegas. Quanto aos que começaram o jogo como titulares, destaque para o Brahimi, que apenas recebeu mais um passe que o seu guarda-redes o que poderá representar uma menor participação nas manobras da equipa.

Quanto ao número de ligações é de destacar o caso do Oliver e do Jackson, que ao possuírem 9 ligações cada um, são os jogadores mais procurados por um maior número de companheiros. Tendo em conta o seu posicionamento em campo é possível perceber tais

resultados, sendo eles as principais escolhas aquando da transição defesa-ataque. No extremo oposto encontra-se o Evandro e Rúben Neves, suplentes que entraram no decorrer da segunda parte e que pouco ou nenhum impacto tiveram nas manobras da equipa quando esta tinha a bola em seu poder. Aliás o único suplente que foi solicitado pelos seus companheiros foi o Hernâni, possuindo 3 ligações. No caso dos jogadores titulares, os mais limitados em termos de ligações foram o Brahimi e o Fabiano. Enquanto no caso do guarda-redes é natural que este receba a bola de um número reduzido de colegas, no caso do extremo pode ser sinal de que este não esteve muito entrosado nas movimentações da equipa, oferecendo poucas linhas de passe.

Cruzando estes dados é possível constatar a importância do Oliver aquando da execução dum passe por parte dos seus colegas, sendo aquele que mais passes recebeu de um maior número de companheiros, algo que se espera de um jogador que atue naquela posição. Por outro lado o Brahimi foi o jogador de campo, que tendo sido titular, menos passes recebeu e com o qual menos colegas estabeleceram ligação. Este resultado merece ainda maior destaque tendo em conta que o Quaresma, que ocupa uma posição semelhante no campo mas do lado oposto, recebeu mais passes e de uma maior variedade de companheiros. É possível ainda perceber que o problema não se encontrava no lado esquerdo, onde o Brahimi atua, visto o Alexandro, seu companheiro de flanco, possuir mais passes recebidos e um maior número de ligações que o Danilo, lateral direito e companheiro de flanco do Quaresma.

Bayern

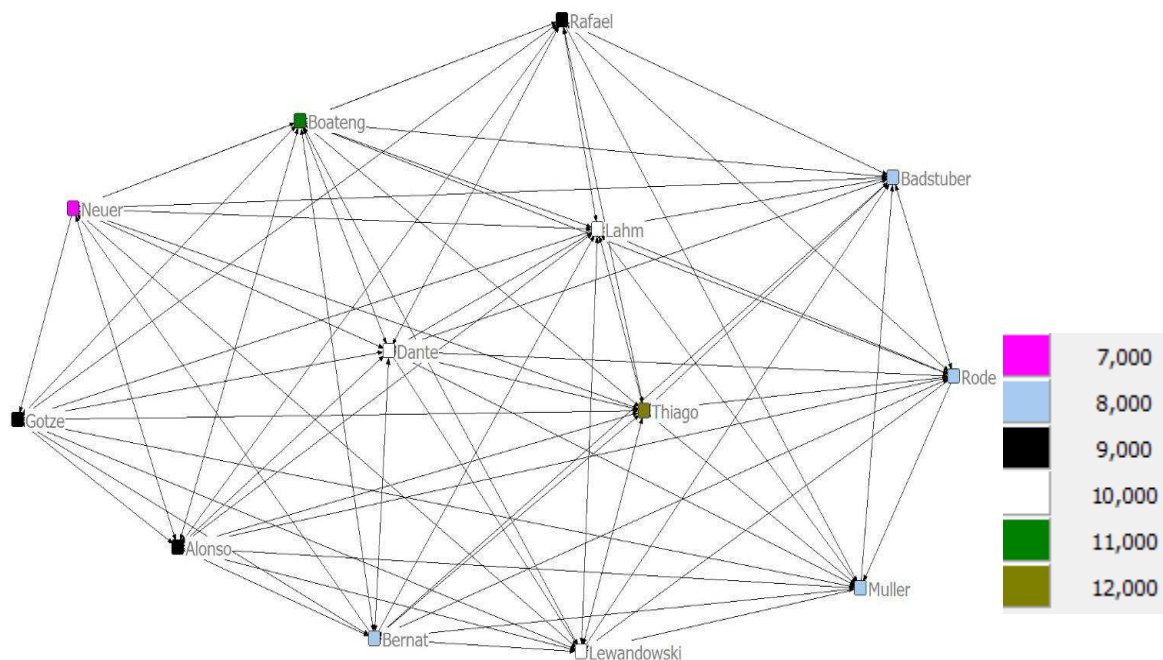


Figura 5 – Grau de Entrada da equipa do Bayern Munich

	Grau de Entrada (fluxo)	Grau de Entrada (fluxo) normalizado	Grau de Entrada (ligações)	Grau de Entrada (ligações) normalizado
Neuer	27	2,25	7	0,583
Rafael	45	3,75	9	0,75
Boateng	55	4,583	11	0,917
Dante	76	6,333	10	0,833
Bernat	48	4	8	0,667
Lahm	40	3,333	10	0,833
Alonso	39	3,25	9	0,75
Thiago	79	6,583	12	1
Götze	42	3,5	9	0,75
Müller	18	1,5	8	0,667
Lewandowski	24	2	10	0,833
Rode	30	2,5	8	0,667
Badstuber	19	1,583	8	0,667

Quadro 13 – Grau de Entrada da equipa do Bayern Munich

No caso da equipa alemã, o jogador que se destaca com mais passes recebidos é o Thiago, centro campista que, é possível assumir, forneceu bastantes linhas de passe, permitindo à equipa manter a posse de bola e progredir no terreno. Tendo em conta a diferença de passes recebidos deste jogador para os restantes colegas, salvo uma exceção, é possível concluir que de todos estes jogadores, Thiago era o condutor de jogo da equipa. A exceção foi o Dante, que tendo em conta que é um defesa central pode indicar que muita da troca de bola ocorreu no meio campo do Bayern, tendo a bola circulado entre o defesa e os elementos mais próximos, passando sempre por ele antes de seguir para terrenos mais avançados. De destacar ainda que o jogador com menos passes recebidos foi o Müller, um jogador que começou no 11 inicial, tendo recebido menos vezes a bola que os suplentes que entraram posteriormente. Aliás, este jogador recebeu menos passes que o guarda-redes, o que reforça a ideia de que muito do jogo alemão passou pelos pés dos seus defesas e médios, distanciado dos seus avançados.

Analisando agora o número de ligações existentes entre os jogadores, o destaque vai para o Thiago, que com 12 ligações, durante todo o tempo que esteve em campo, só não recebeu a bola de 1 jogador. Aliás toda a restante equipa recebeu a bola, pelo menos uma vez, da grande maioria dos seus companheiros. Quando o guarda-redes possui 7 ligações, sendo o jogador com menor número, é sinal de que a equipa se encontrava praticamente toda ligada, existindo sempre linhas de passe disponíveis. Com base nestes valores é possível assumir que as manobras da equipa incluem um grande número de jogadores, resultando num jogo mais trabalhado, onde a bola passa por um maior número de jogadores até chegar ao destino.

Tendo em conta todos estes dados o jogador que mais vezes recebeu a bola e de um maior número de companheiros foi o Thiago, assumindo-se como transportador de jogo da equipa, o que seria expectável tendo em conta a posição que ocupa no campo. Destaque ainda para o Dante, o segundo jogador com mais passes recebidos embora com um número de ligações ligeiramente mais baixo, ainda assim números surpreendentes tendo em conta que se trata de um defesa central. Aliás toda a equipa do Bayern tem um número de passes recebidos bastante elevado, assim como um alto número de ligações, o que demonstra a forma de jogar mais trabalhada da equipa, tentando que a bola passe pelo maior número de jogadores, vindo das mais diversas origens. Até no caso dos avançados, sendo aqueles que dos que começaram o jogo a titulares menos vezes receberam a bola, o número de ligações é bastante elevado, significando que podem não receber a bola tantas vezes como os companheiros, mas o passe pode partir dum grande leque de colegas.

FCP

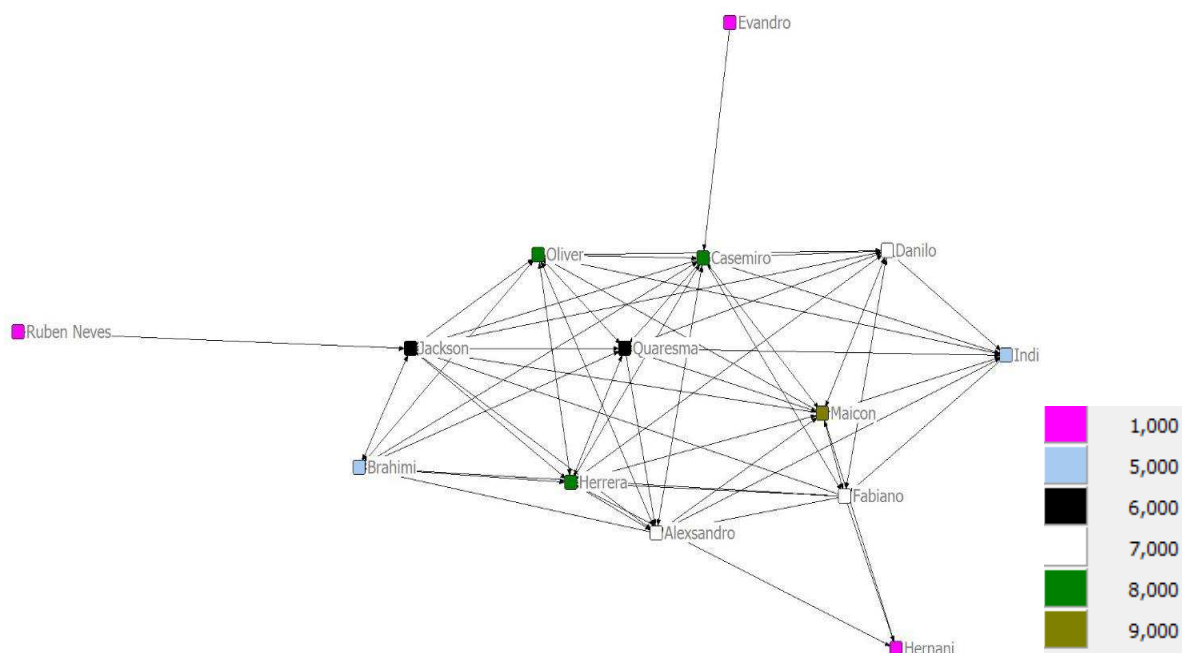


Figura 6 – Grau de Saída da equipa do FCP

	Grau de Saída (fluxo)	Grau de Saída (fluxo) normalizado	Grau de Saída (ligações)	Grau de Saída (ligações) normalizado
Fabiano	12	0,923	7	0,538
Alexsandro	21	1,615	7	0,538
Indi	19	1,462	5	0,385
Maicon	18	1,385	9	0,692
Danilo	22	1,692	7	0,538
Oliver	34	2,615	8	0,615
Casemiro	18	1,385	8	0,615
Herrera	17	1,308	8	0,615
Brahimi	16	1,231	5	0,385
Jackson	11	0,846	6	0,462
Quaresma	17	1,308	6	0,462
Rúben Neves	1	0,077	1	0,077
Hernâni	3	0,231	1	0,077
Evandro	1	0,077	1	0,077

Quadro 14 – Grau de Saída da equipa do FCP

Tendo agora em conta o fluxo de saída há um claro destaque para o Oliver, com bastantes mais passes realizados que os restantes colegas, assumindo o papel de distribuidor de jogo da equipa, o que vai de encontro com as características da sua posição. Por outro lado, no caso dos três suplentes, Evandro, Rúben Neves e Hernâni, o número de passes efetuados foi entre 1 e 3, o que demonstra a fraca influência que tiveram na troca de bola da equipa. Destaque ainda para aqueles que, começando o jogo a titulares, possuem o menor número de passes realizados: caso do Jackson e do Fabiano. Algo compreensível tendo em conta que jogam a ponta de lança e a guarda-redes, respetivamente, não sendo essas as posições de jogadores com maior expressividade na troca de bola das equipas.

Analisando a rede quanto ao número de ligações entre jogadores, é necessário salientar o facto de o Maicon ter sido o jogador com o valor mais elevado, seguido pelos três colegas do meio campo, Oliver, Casemiro e Herrera. Com os valores mais baixos encontram-se os 3 suplentes, Evandro, Hernâni e Rúben Neves, cada um deles com apenas uma ligação. Quanto aos jogadores que começaram a titulares, não há nenhum motivo de destaque, embora o Brahimi seja aquele com menor número de ligações, muito embora o seu valor não se diferencia muito dos restantes colegas do ataque.

Cruzando estes dados é possível constatar que o Oliver foi o jogador que mais passes efetuou e dos jogadores que mais ligações estabeleceu, o que conjugado com a posição que ocupa em campo, faz dele o distribuidor de jogo da equipa portista. No caso do Maicon, que foi aquele que passou a bola a uma maior variedade de colegas, o número total de passes feitos não foi muito elevado, encontrando-se perto dos valores verificados para a maior parte dos seus companheiros. Tal pode querer dizer que era este o defesa que saía com a bola controlada e que seguia com a jogada aquando do início das manobras ofensivas da equipa. Destaque ainda para os suplentes, apenas com uma ligação cada um, embora no caso do Hernâni tenham sido feitos 3 passes, o que também demonstra o pequeno peso que estes jogadores tiveram no jogo.

Bayern

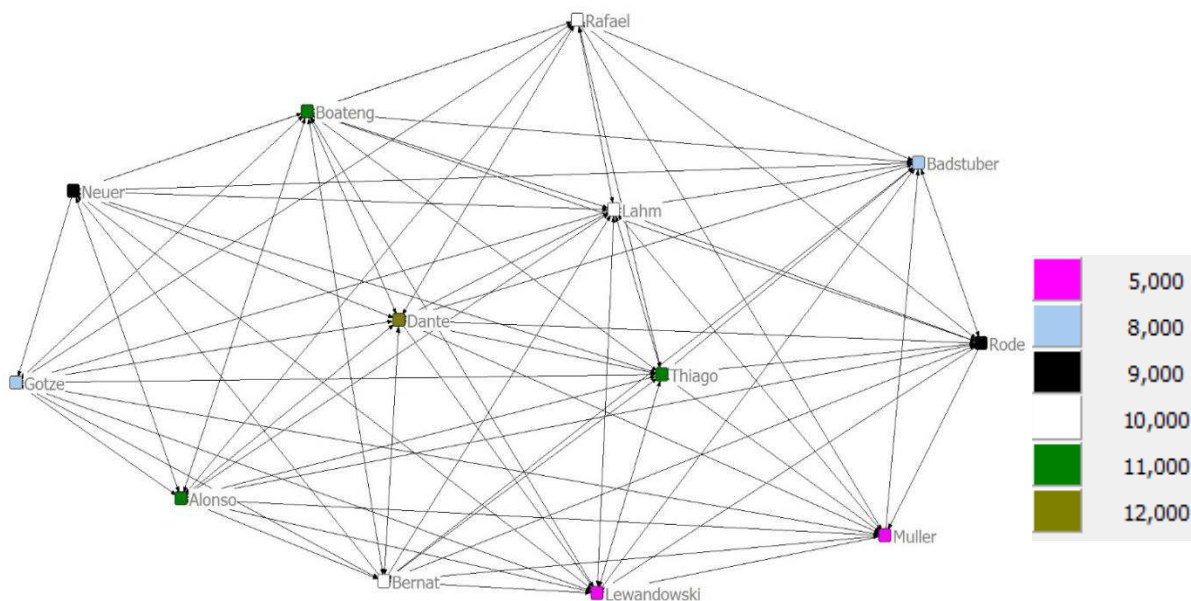


Figura 7 – Grau de Saída da equipa do Bayern Munich

	Grau de Saída (fluxo)	Grau de Saída (fluxo) normalizado	Grau de Saída (ligações)	Grau de Saída (ligações) normalizado
Neuer	29	2,417	9	0,75
Rafael	46	3,833	10	0,833
Boateng	60	5	11	0,917
Dante	84	7	12	1
Bernat	56	4,667	10	0,833
Lahm	43	3,583	10	0,833
Alonso	54	4,5	11	0,917
Thiago	62	5,167	11	0,917
Götze	35	2,917	8	0,667
Müller	13	1,083	5	0,417
Lewandowski	11	0,917	5	0,417
Rode	27	2,25	9	0,75
Badstuber	22	1,833	8	0,667

Quadro 15 – Grau de Saída da equipa do Bayern Munich

Começando por analisar o número de passes feitos por cada jogador há logo um caso que se destaca: o do Dante, com 84 passes realizados com sucesso. Um número muito superior ao dos restantes colegas, ainda para mais tendo em conta que se trata de um defesa central. Tal apenas pode ser explicado por uma enorme troca de bola feita pela equipa na sua zona defensiva. Em seguida temos o Thiago, o médio com funções de distribuidor de jogo da equipa e logo a seguir o Boateng, mais um central, o que vem reforçar ainda mais a ideia de que a troca de bola foi feita em grande parte no meio campo da equipa alemã, numa zona mais “segura”. Os jogadores com menor número de passes realizados foram os avançados, com números muito inferiores ao dos restantes colegas de equipa, o que é mais um dado que vem confirmar a troca de bola feita em zona mais defensiva.

Quanto ao número de ligações de saída dos jogadores, aquele que passou a bola a um maior número de companheiros foi o Dante, tendo passado a bola pelo menos 1 vez a todos os restantes jogadores da equipa, titulares e suplentes. De resto todos os jogadores, à exceção dos avançados Müller e Lewandowski, com apenas 5 passes cada um, possuem valores bastante elevados, tendo trocado a bola com grande parte da equipa. Tal pode ser traduzido num jogo mais trabalhado, onde a bola passa por um grande número de jogadores até chegar ao destino, sendo que as manobras da equipa envolvem muitos jogadores.

Mesmo após o cruzamento dos dados o grande destaque vai para o Dante, sendo o jogador com maior número de passes e tendo trocado a bola com todos os jogadores da sua equipa. É de salientar que a maioria dos jogadores do Bayern realizaram um elevado número de passes para um conjunto bastante diverso de jogadores, sendo mesmo as únicas exceções os dois avançados, Lewandoski e Müller, o que se deve à posição que ocupam em campo e às suas funções na equipa. O jogo é trabalhado pelos restantes colegas, progredindo no campo, chegando até eles para que possam finalizar a jogada, sendo que as opções de passe que têm são mais reduzidas que aquelas que estão ao dispor dos seus companheiros ao longo de toda a jogada.

Betweenness

Seguem-se os resultados dos cálculos relativos ao Grau de Intermediação, o que permitirá perceber a importância de cada jogador no estabelecimento de ligações entre os restantes colegas.

FCP

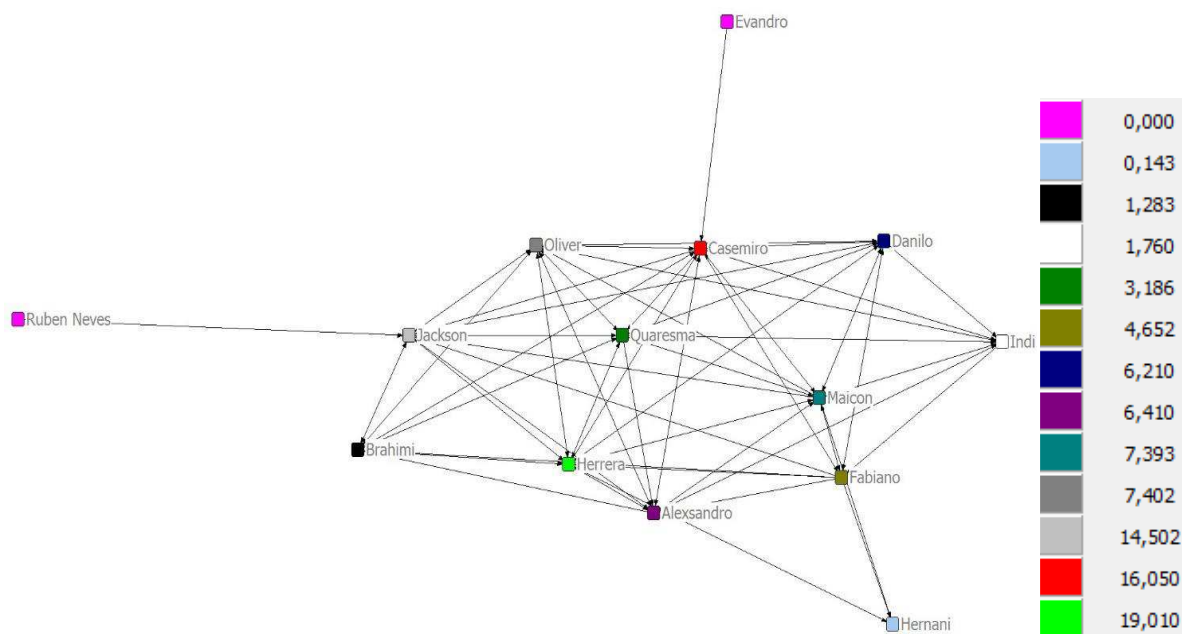


Figura 8 – Grau de Intermediação da equipa do FCP

	Grau de Intermediação	Grau de Intermediação normalizado
Herrera	19.010	12.186
Casemiro	16.050	10.288
Jackson	14.502	9.296
Oliver	7.402	4.745
Maicon	7.393	4.739
Alexsandro	6.410	4.109
Danilo	6.210	3.980
Fabiano	4.652	2.982
Quaresma	3.186	2.042
Indi	1.760	1.128
Brahimi	1.283	0.823
Hernâni	0.143	0.092
Rúben Neves	0.000	0.000
Evandro	0.000	0.000

Quadro 16 – Grau de Intermediação da equipa do FCP

Através dos resultados obtidos é interessante constatar, que o jogador com maior grau de intermediação é o Herrera, seguido de perto pelo Casemiro e pelo Jackson. Enquanto no caso do Herrera e do Casemiro já seria expectável, visto serem dois dos três jogadores do meio campo, o que só por si pressupõe que a bola passará por eles na maioria das vezes, que ocorram transições defesa-ataque no decurso do jogo, já no caso do Jackson é um pouco surpreendente tendo em conta a posição em que joga, ou seja no ataque. Em 4º lugar, e com uma distância significativa, encontra-se o Oliver, o que também causa alguma surpresa tendo em conta que os seus parceiros de meio campo têm mais do dobro do valor. Quanto aos que obtiveram os valores mais baixos, encontram-se os 3 suplentes. De destacar o caso do Brahimi, que dos que começou o jogo a titular foi aquele que obteve o resultado mais baixo, o que leva a concluir que teve pouca presença no jogo, numa primeira análise estatística.

Em resumo pode-se dizer que a partir destas medidas de análise é possível atribuir uma maior importância àqueles 3 jogadores com os valores mais altos, e pressupor que possuem uma maior influência na ligação do jogo da equipa. Acresce ainda, a discrepância de valores entre eles e os restantes colegas, é caso para questionar os efeitos no fio de jogo da equipa portista caso o adversário consiga anular algum ou alguns destes 3 jogadores. Efetivamente, uma discrepância de valores desta ordem, com destaque para apenas 3 dos 14 jogadores da equipa permite-nos afirmar que se trata de uma equipa que tem um esquema tático mais centralizado, do que em bloco, o que se pode traduzir numa maior vulnerabilidade da equipa e conseqüentemente da eficácia do seu esquema de jogo, caso esses jogadores mais influentes sejam condicionados nas suas ações.

Bayern

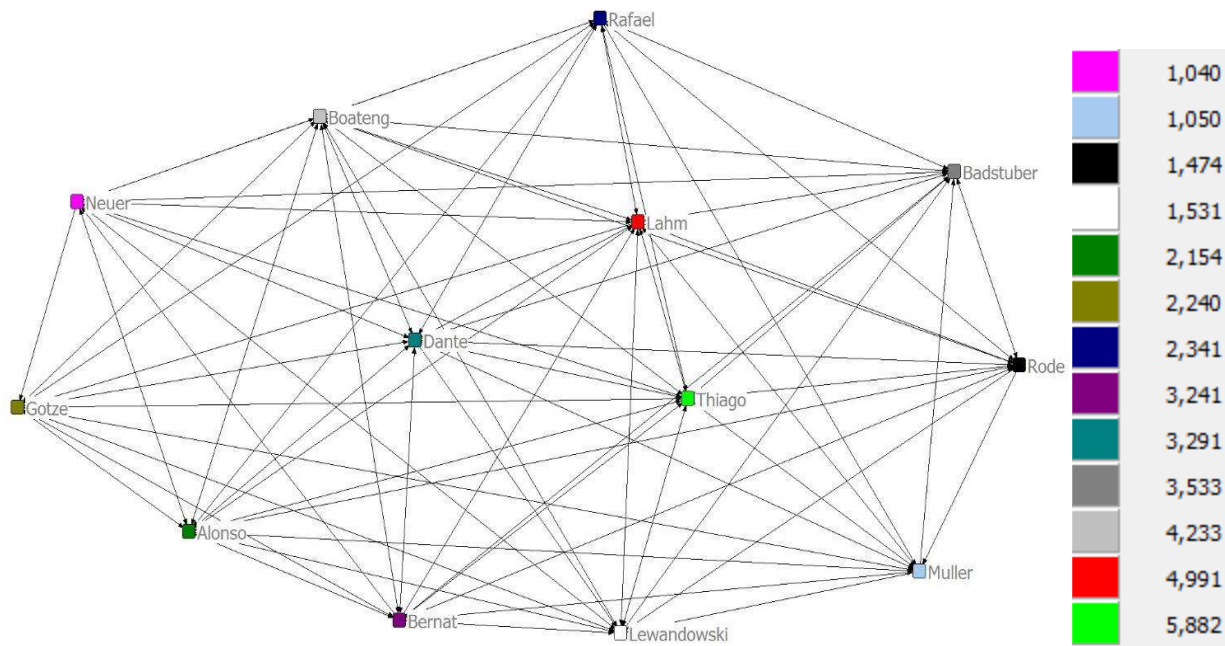


Figura 9 – Grau de Intermediação da equipa do Bayern Munich

	Grau de Intermediação	Grau de Intermediação normalizado
Thiago	5.882	4.456
Lahm	4.991	3.781
Boateng	4.233	3.207
Badstuber	3.533	2.676
Dante	3.291	2.493
Bernat	3.241	2.455
Rafael	2.341	1.773
Götze	2.240	1.697
Alonso	2.154	1.632
Lewandowski	1.531	1.160
Rode	1.474	1.117
Müller	1.050	0.795
Neuer	1.040	0.788

Quadro 17 – Grau de Intermediação da equipa do Bayern Munich

Quanto ao grau de intermediação referente aos jogadores da equipa alemã é possível constatar desde logo que não existe uma grande discrepância de valores. Thiago possui o valor mais alto, intermediando assim o maior número de ligações da equipa. Mas a diferença do seu valor para com os restantes colegas é relativamente baixo, o que permite concluir que a equipa se encontra toda ela muito bem interligada, e que no caso de um jogador ser anulado pela equipa adversária, existem muitas outras alternativas para a continuação da jogada, ou seja caminhos ou linhas de passe alternativos. Os dois jogadores com os valores mais elevados ocupam o meio campo, seguindo-se jogadores que atuam em zonas mais defensivas, o que demonstra que a troca de bola é feita para que esta passe pelos pés do maior número possível de jogadores.

Closeness

Será agora feita a análise aos resultados relativos ao Grau de Proximidade, representante da capacidade do jogador de se ligar aos restantes colegas.

FCP

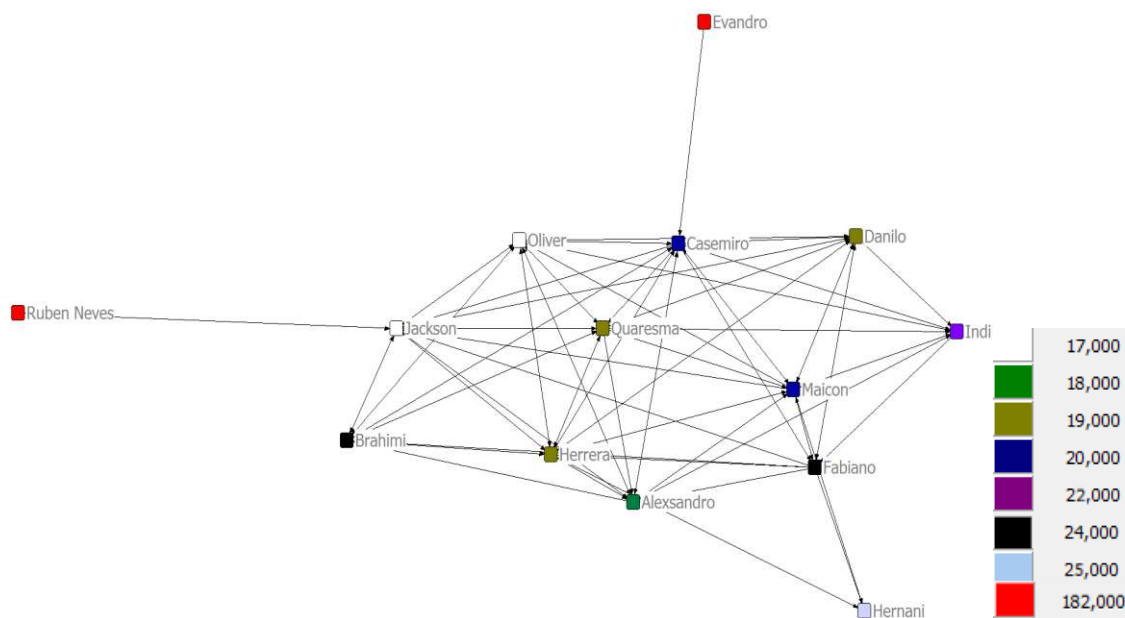


Figura 10 – Grau de Proximidade da equipa do FCP

ProximidadeIn	
Fabiano	24
Alexsandro	18
Indi	22
Maicon	20
Danilo	19
Oliver	17
Casemiro	20
Herrera	19
Brahimi	24
Jackson	17
Quaresma	19
Rúben Neves	182
Hernâni	25
Evandro	182

Quadro 18 – Grau de ProximidadeIn da equipa do FCP

Através da análise da tabela é possível perceber que os jogadores com maior proximidade para com os seus colegas são o Oliver e o Jackson, jogadores extremamente importantes na forma de jogar que a equipa adotou neste jogo, permitindo um jogo mais rápido e direto, seguidos pelo Alexsandro, Danilo, Herrera e Quaresma, ou seja, os 2 defesas laterais, 1 médio centro e o extremo direito, o que se pode traduzir em ataques rápidos pelos flancos com o objetivo de cruzar a bola para o ponta-de-lança ou a um dos elementos do meio campo, nomeadamente aos médios centro, para que seja feita uma tentativa de finalização. Com os piores resultados estão os suplentes, nomeadamente Evandro, Rúben Neves e Hernâni, embora este último com um resultado bastante mais próximo dos restantes colegas. Quanto aos jogadores titulares, destaque para o Brahimi, que tendo em conta os melhores resultados pertencerem em grande parte a jogadores que atuam nos flancos, como é o caso do Danilo, Alexsandro e Quaresma, teve um resultado bastante fraco, o pior da equipa titular, a par do Fabiano, o que no caso do guarda-redes seria de esperar visto não ser uma posição que receba muitas vezes a bola vinda dos colegas.

Bayern

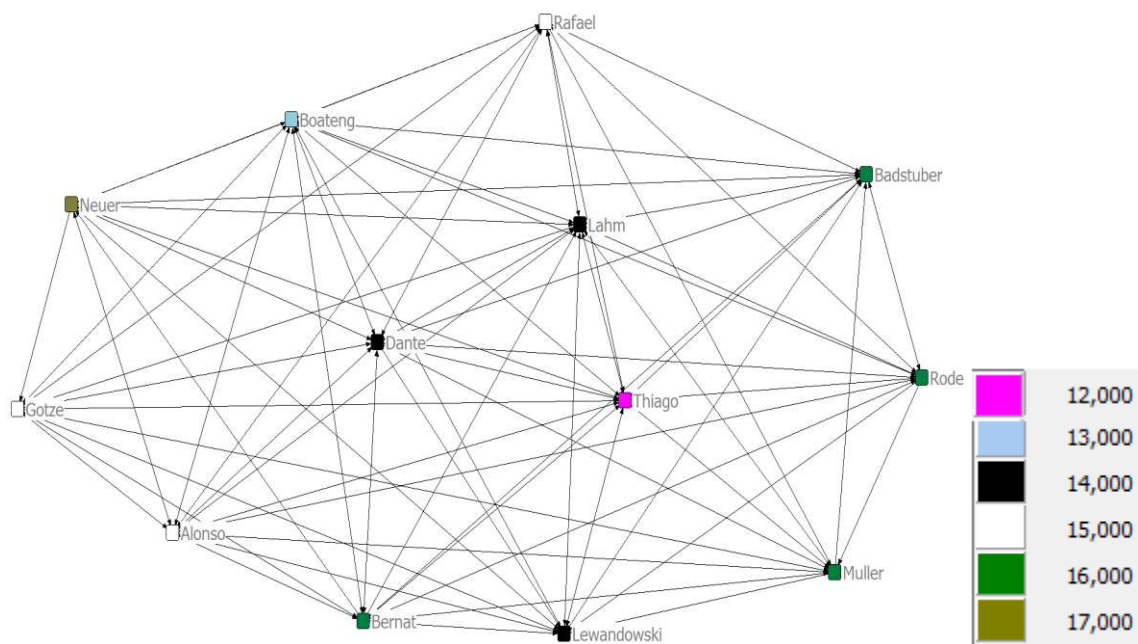


Figura 11 – Grau de ProximadeIn da equipa do Bayern Munich

ProximadeIn	
Neuer	17
Rafael	15
Boateng	13
Dante	14
Bernat	16
Lahm	14
Alonso	15
Thiago	12
Götze	15
Müller	16
Lewandowski	14
Rode	16
Badstuber	16

Quadro 19 – Grau de ProximadeIn da equipa do Bayern Munich

Quanto aos resultados obtidos pela equipa alemã, desde logo destaque para a pequena variação dos resultados, o que demonstra que toda a equipa jogou de forma muito compacta, muito próximos uns dos outros. Mesmo desta forma há que destacar o Thiago, que apesar dos baixos valores de toda a equipa, consegue ser aquele com a maior *ProximidadeIn* dos seus colegas, assumindo assim um papel de destaque. O jogador com menor proximidade foi o Neuer, o que é natural tendo em conta que joga a guarda-redes, e como tal mais distante do resto da equipa. Mesmo assim apresenta um resultado bastante bom. Destaque ainda para os suplentes, que de acordo com estes resultados, entraram bem no jogo, dando seguimento à estratégia do treinador, tendo com menos tempo de jogo resultados muito semelhantes ao do resto da equipa.

FCP

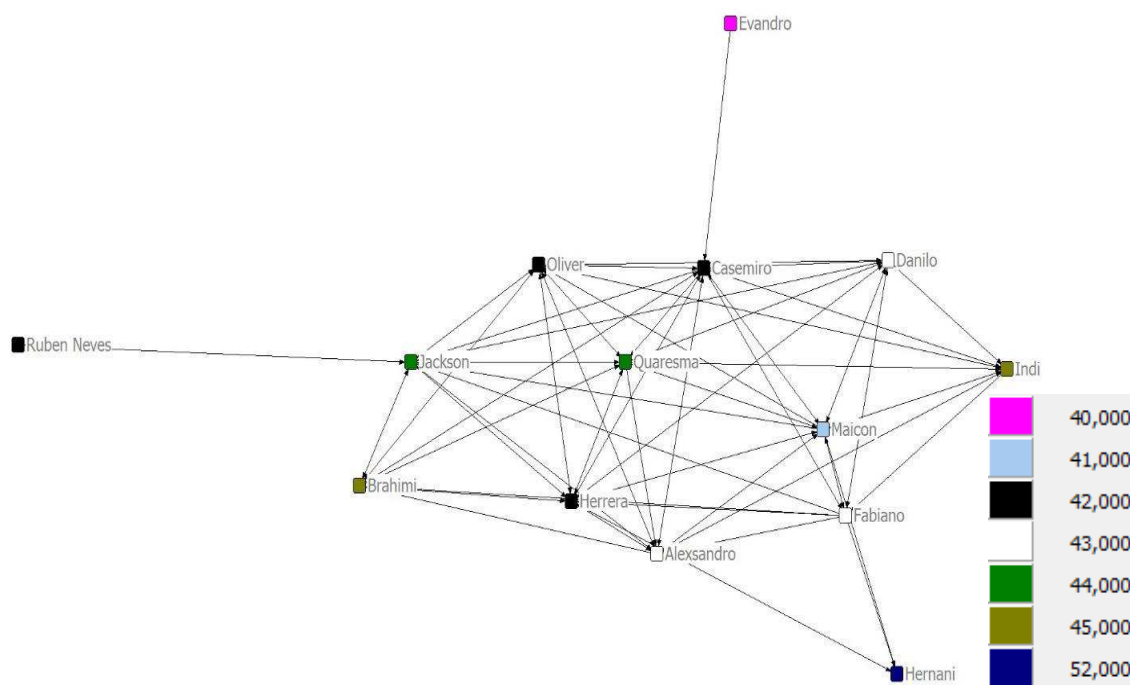


Figura 12 – Grau de ProximidadeOut da equipa do FCP

ProximidadeOut	
Fabiano	43
Alexsandro	43
Indi	45
Maicon	41
Danilo	43
Oliver	42
Casemiro	42
Herrera	42
Brahimi	45
Jackson	44
Quaresma	44
Rúben Neves	42
Hernâni	52
Evandro	40

Quadro 20 – Grau de ProximidadeOut da equipa do FCP

Quanto à *ProximidadeOut* os resultados oferecem algumas surpresas, nomeadamente no caso do Evandro e do Rúben Neves, jogadores que até agora têm obtido os piores resultados da equipa em todas as análises feitas, surgem aqui com alguns dos melhores resultados da equipa, nomeadamente o Evandro que possui a maior proximidade no que toca a passes efetuados para colegas de equipa. Por outro lado o Hernâni, também ele suplente, e que estatisticamente até foi o jogador portista mais produtivo daqueles que entraram no decorrer da partida, obteve o pior resultado. De resto os resultados obtidos para a equipa que começou o jogo demonstram que o Maicon foi aquele que esteve mais próximo dos colegas aquando da execução do passe, seguindo-se do trio de centro-campistas, Oliver, Herrera e Casemiro. Uma possível interpretação destes dados é a que as manobras da equipa iniciaram-se no central Maicon ou nos elementos do meio-campo.

Bayern

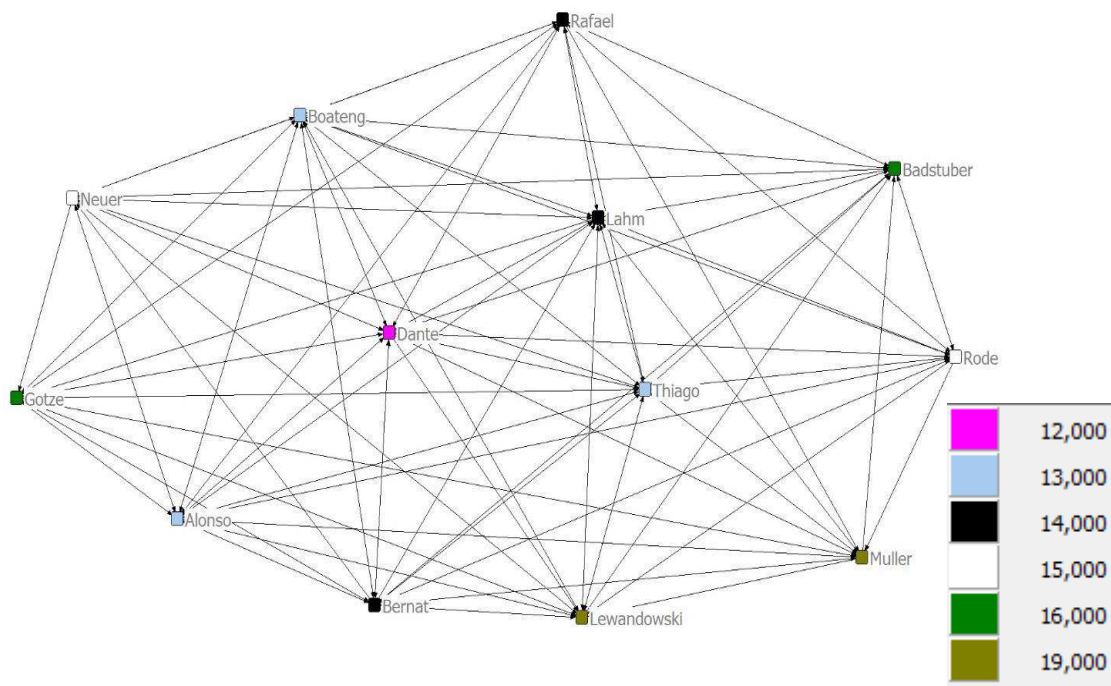


Figura 13 – Grau de ProximidadeOut da equipa do Bayern Munich

ProximidadeOut	
Neuer	15
Rafael	14
Boateng	13
Dante	12
Bernat	14
Lahm	14
Alonso	13
Thiago	13
Götze	16
Müller	19
Lewandowski	19
Rode	15
Badstuber	16

Quadro 21 – Grau de ProximidadeOut da equipa do Bayern Munich

No caso do Bayern, os resultados demonstram que, assim como na *ProximidadeIn*, a variação de valores é muito pequena, sendo que o jogador que quando tinha a bola se encontrava mais próximo de todos os seus colegas de equipa era o Dante, um defesa-central, seguido pelo Boateng, outro defesa-central, e pelos médios Alonso e Thiago. Com os piores resultados encontram-se os avançados, Lewandoski e Müller, o que é esperado tendo em conta as suas funções. Destaque ainda para os jogadores que entraram no decorrer da partida, que obtiveram resultados melhores do que alguns dos jogares que atuaram os 90 minutos, demonstrando que entraram bem no jogo e que contribuíram para o esquema de jogo montado pelo treinador.

4.2.2. Medidas de Conetividade e Ligação

Para estudo e análise da rede como um todo recorre-se às métricas de conetividade e ligação, que permitem aferir acerca do grau de estruturação da rede, da sua resiliência e ou vulnerabilidade, a saber:

- Proximidade média: O valor médio de proximidade para cada uma das equipas.
- Densidade: número de ligações divididas pelo máximo número possível.
- Componentes: número de componentes fracos.
- Fragmentação: número de pares de vértices que estão inalcançáveis
- Distância média: distância geodésica medida entre pares alcançáveis
- Distância DP: desvio padrão da distância geodésica entre pares alcançáveis
- Diâmetro: maior comprimento geodésico

	<i>FCP</i>	<i>Bayern</i>
<i>Proximidade média</i>	5,643	9,154
<i>Densidade</i>	0,434	0,763
<i>Componentes</i>	3	1
<i>Fragmentação</i>	0,143	0
<i>Distância média</i>	1,564	1,237
<i>Distância DP</i>	0,622	0,425
<i>Diâmetro</i>	3	2

Quadro 22 – Conetividade e ligação

Analisando os dados relativos à rede criada para cada uma das equipas e comparando-as é possível verificar que a Proximidade média dos jogadores da equipa alemã é muito superior à dos jogadores da equipa Portista, o que demonstra que a capacidade que os jogadores do Bayern têm de se ligar aos seus companheiros, e como tal oferecer soluções para o seguimento da jogada em forma de linhas de passe, é bastante superior.

Na questão da Densidade é possível perceber que o número de ligações entre jogadores da equipa portista não chega a metade do número máximo de ligações possíveis, o que pode ser interpretado como sendo resultado dum jogo mais direto, menos trabalhado e como tal cada jogador apenas estabelece ligações com um número reduzido de colegas, ao contrário do que acontece no Bayern, onde a elevada densidade dá a entender que existe um jogo mais trabalhado em que a bola passa por um maior número de jogadores proveniente de uma maior variedade de colegas.

Nos dados relativos ao número de componentes fracos, enquanto que a equipa portista possui 3 elementos com um rendimento negativo, a equipa do Bayern apenas possui 1 elemento com um rendimento inferior aos restantes.

Na fragmentação é possível ver que enquanto que na formação alemã não houve nenhum vértice inalcançável, ou seja, jogadores que não tenham recebido a bola proveniente de colegas de equipa. No caso do clube português tal não se verifica, existindo mesmo dois jogadores,

nomeadamente o Rúben Neves e o Evandro, que não chegam a receber a bola dos pés de um colega de equipa, sendo como tal considerados inalcançáveis.

Quanto às distâncias, quer no caso da média como no caso do desvio-padrão, é possível ver que a distância que a bola tinha de percorrer quando partia dos pés de um jogador duma equipa até chegar aos pés do seu companheiro, é superior na formação portista, recorrendo a passes mais longos, enquanto que a equipa do Bayern trocou a bola de forma mais curta, entre distâncias mais reduzidas.

Por fim, e relativamente ao Diâmetro, os resultados vêm reforçar a preferência dada pelo FCP aos passes mais longos, ao contrário do Bayern que privilegiou uma troca de bola mais curta. Nestes resultados é possível ver que o passe mais longo feito pela equipa portista foi de 3, o que se pode interpretar como uma bola bombeada da defesa para o ataque, enquanto que no caso da equipa alemã foi de 2, um passe feito do guarda-redes para um médio.

4.3. Medidas de autocorrelação espacial

4.3.1. Análise Hot Spot (Getis-Ord G_i^*)

Para análise ao jogo, por via das estatísticas espaciais de autocorrelação, o campo foi dividido em retângulos, com medidas correspondentes aos tapetes existentes no relvado do campo, sendo posteriormente atribuído uma área de influência a cada jogador, consoante a sua posição e função em campo. Os resultados a seguir representados mostram em que zonas do campo o jogo foi mais jogado tendo em conta o volume de passes recebidos pelos jogadores de cada equipa.

FCP

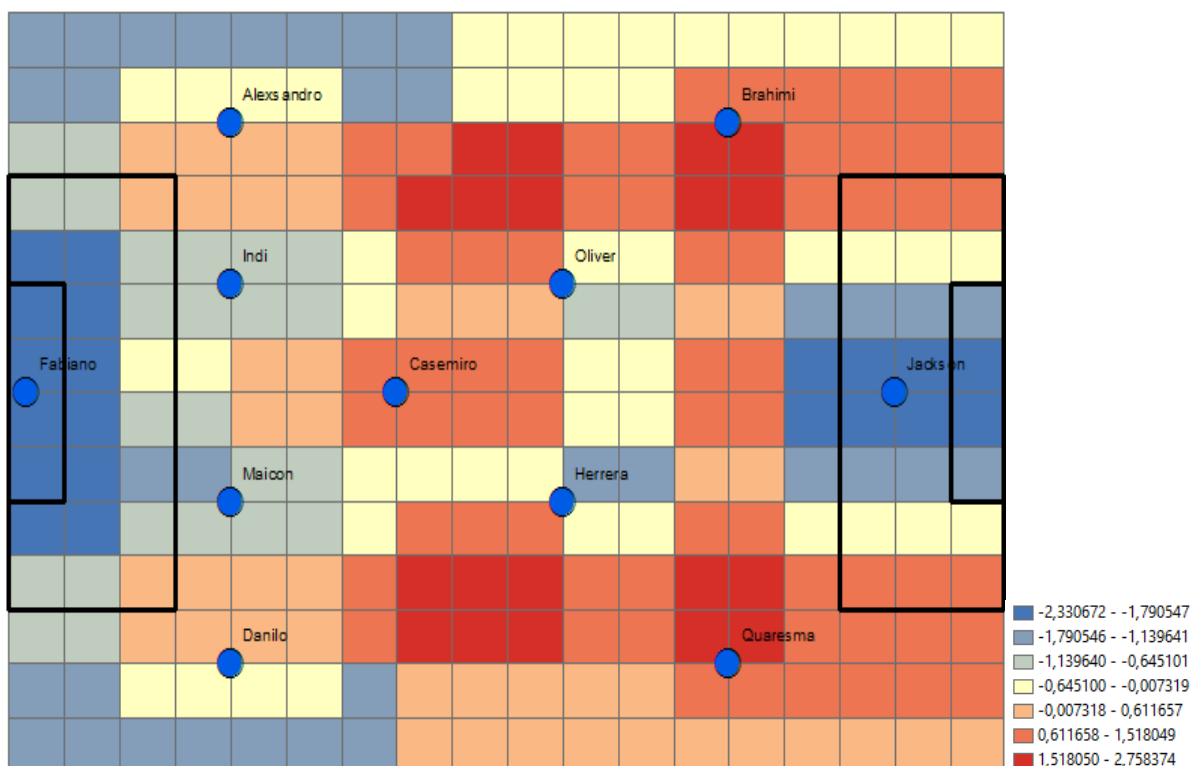


Figura 14 – Análise Hot Spot relativa ao FCP

No caso do FCP é possível ver a clara preferência dada às manobras que passem pelo centro do terreno e avancem no terreno de jogo pelos flancos. De acordo com o mapa é possível perceber o peso do trio do meio campo, constituído pelo Casemiro, Herrera e Oliver, na circulação de bola. É também possível perceber que o peso que as movimentações e trocas de bola pelos flancos, manobras essas que envolvem não só os extremos como os defesas laterais. Embora exista uma clara preferência pela circulação de bola pelas zonas laterais do campo, foi dada preferência à lateral direita, ocupada pelo Danilo e Quaresma, em relação à lateral esquerda. Uma possível interpretação deste mapa, e tendo em conta que a grande maioria da troca de bola foi feita do centro do terreno para as laterais, existindo um claro défice na zona referente ao ponta de lança, que foi um jogo disputado a meio campo, sendo a bola lançada em velocidade para os extremos ou elementos mais avançados do meio campo, com o apoio dos defesas laterais, visto haver um ligeiro espaçamento entre as zonas com maior incidência, o que indica um estilo de jogo mais direto.

Bayern

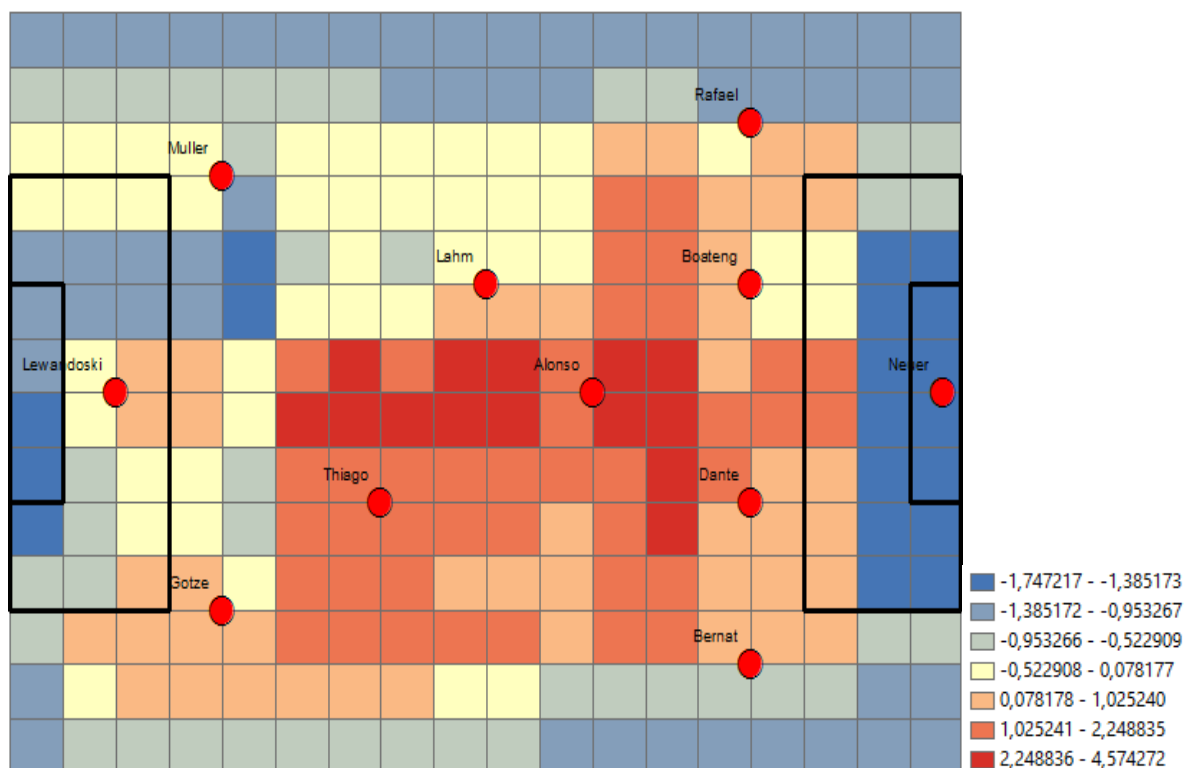


Figura 15 – Análise Hot Spot relativa ao Bayern Munich

No caso do Bayern existe uma clara preferência por um jogo mais lento, mais trabalhado, com maior troca de bola. De referir que a grande maioria das trocas de bola da equipa alemã ocorreu na zona do meio campo, havendo uma alta concentração junto ao centro do terreno de jogo. É também possível ver que a equipa pouco utiliza as faixas laterais, levando o seu jogo da entrada da sua área até à entrada da área adversária. Também é de referir que muitas das zonas onde houve maior troca de bola se encontram dentro do seu meio campo, o que indica uma troca de bola mais resguardada e defensiva. Pela análise do mapa é possível destacar os centrais Dante e Boateng, assim como os 3 elementos do meio campo, Alonso, Lahm e Thiago, como os jogadores que maior peso tiveram na troca de bola, sendo que as suas zonas de ação foram aquelas onde mais vezes a bola circulou entre jogadores do Bayern.

Total

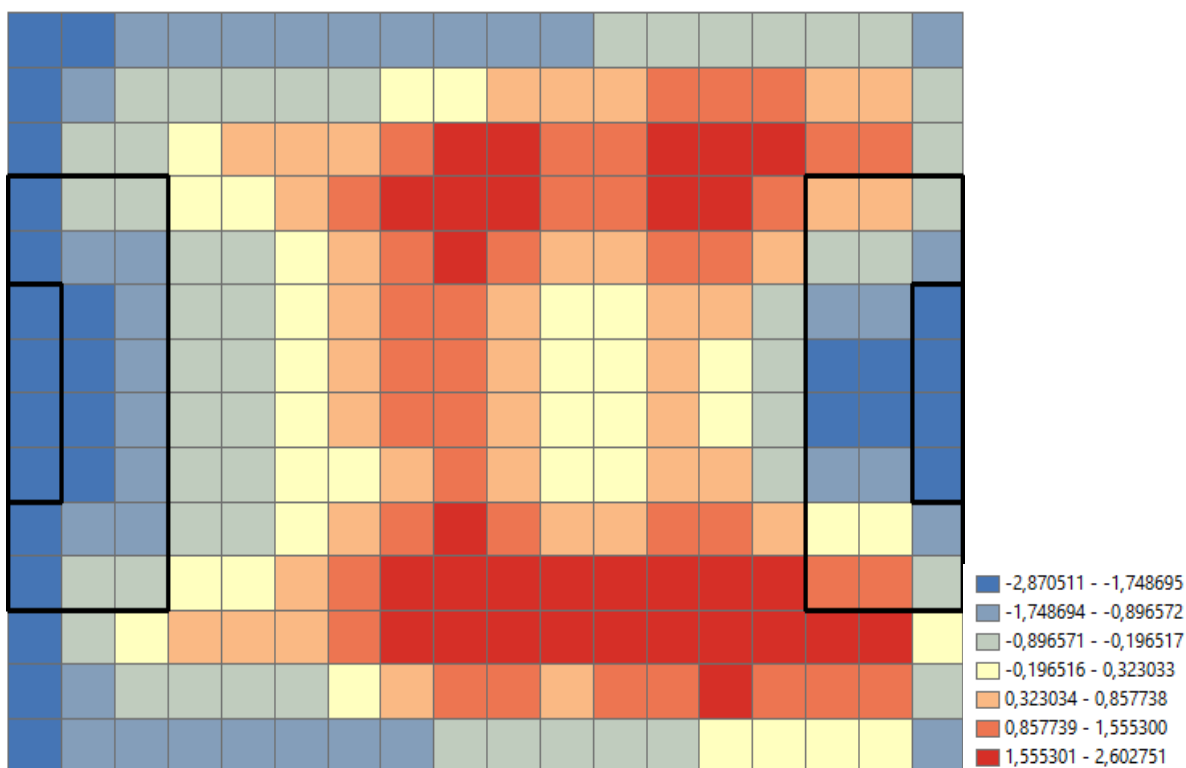


Figura 16 – Análise Hot Spot relativa ao jogo

Este mapa representa a totalidade de passes feitos das duas equipas e onde o jogo foi mais jogado. Há uma superioridade de número de trocas de bola no meio campo do Bayern, num mapa que tem algumas semelhanças com o do FCP. Tal poderá querer dizer que, tendo em conta o número de passes, 212 feitos pelos portistas contra os 551 feitos pelos alemães, e a percentagem de posse da bola de cada equipa, 31.2% para o FCP e 68.8% para a equipa bávara, o Bayern preferiu guardar a bola no seu meio campo, na zonas pela qual o FCP mais atacava. O que juntamente com o facto de a equipa alemã trabalhar mais a bola, fazendo-a passar por um maior número de jogadores antes de progredir com ela no terreno, faça com que onde houve um maior número de trocas de bola durante todo o jogo foi nas partes do campo por onde o FCP atacava e o Bayern recuperava a posse de bola.

4.3.2. Análise de clusters e outliers (Anselin Local Moran's I)

À semelhança do que foi feito para o ponto anterior, também aqui o campo foi dividido em retângulos, com medidas correspondentes aos tapetes existentes no relvado do campo, sendo posteriormente atribuído uma área de influência a cada jogador, consoante a sua posição e função em campo. Os resultados a seguir representados mostram as zonas do campo se encontram as maiores e menores concentrações de passes de cada equipa.

FCP

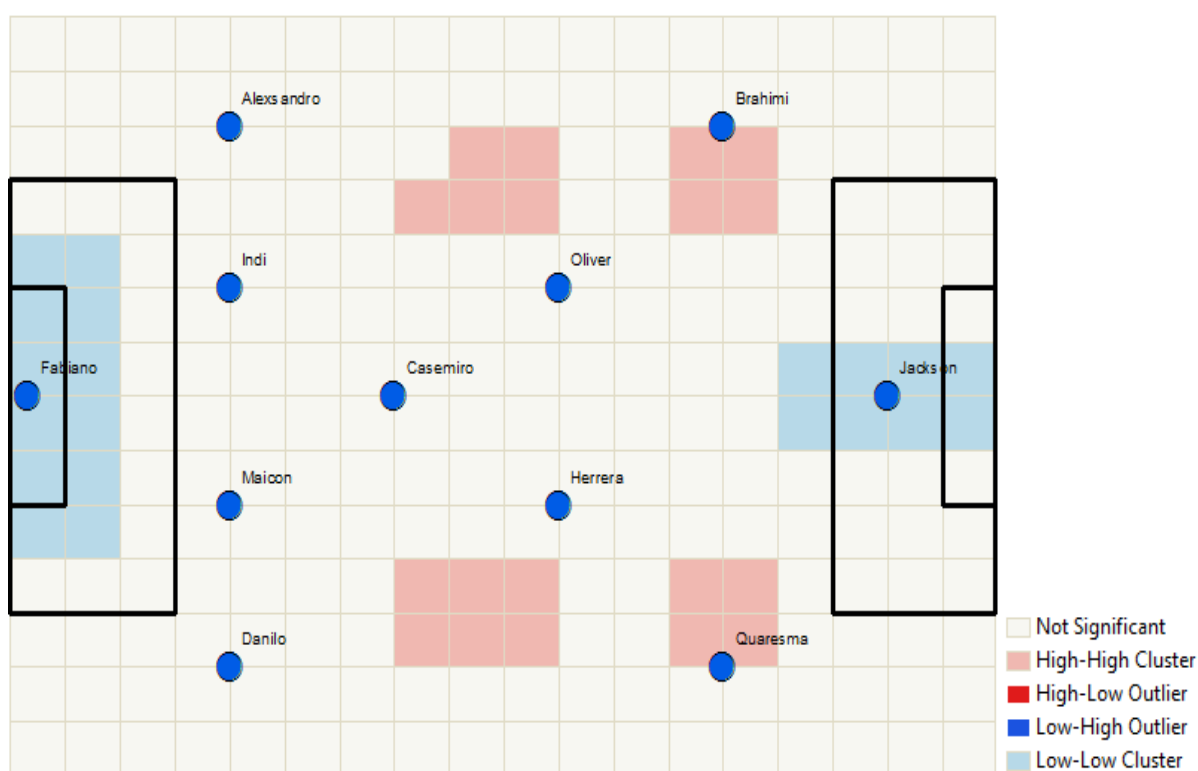


Figura 17 – Análise de clusters e outliers relativa ao FCP

Aqui encontram-se representados as principais zonas de ação da equipa do FCP. Com os resultados mais elevados, e como tal, maior concentração do número de passes feitos para jogadores portistas, encontram-se quatro zonas, duas junto a cada faixa, onde normalmente atuam os laterais e os médios centro, nomeadamente Danilo e Herrera assim do lado direito, com Alessandro e Oliver do lado esquerdo. As outras zonas com maior tráfego de passes corresponde à zona de ação dos extremos, Brahimi do lado esquerdo e Quaresma do lado direito. As zonas com

menor número de passes recebidos foi na grande área da baliza portista, guardada pelo Fabiano, e na grande área contrária, terreno ocupado pelo Jackson. A análise a este mapa permite concluir que a ideia de jogo utilizada pelo treinador portista pretendia tirar partido do ataque rápido pelos flancos e do contra-ataque.

Bayern

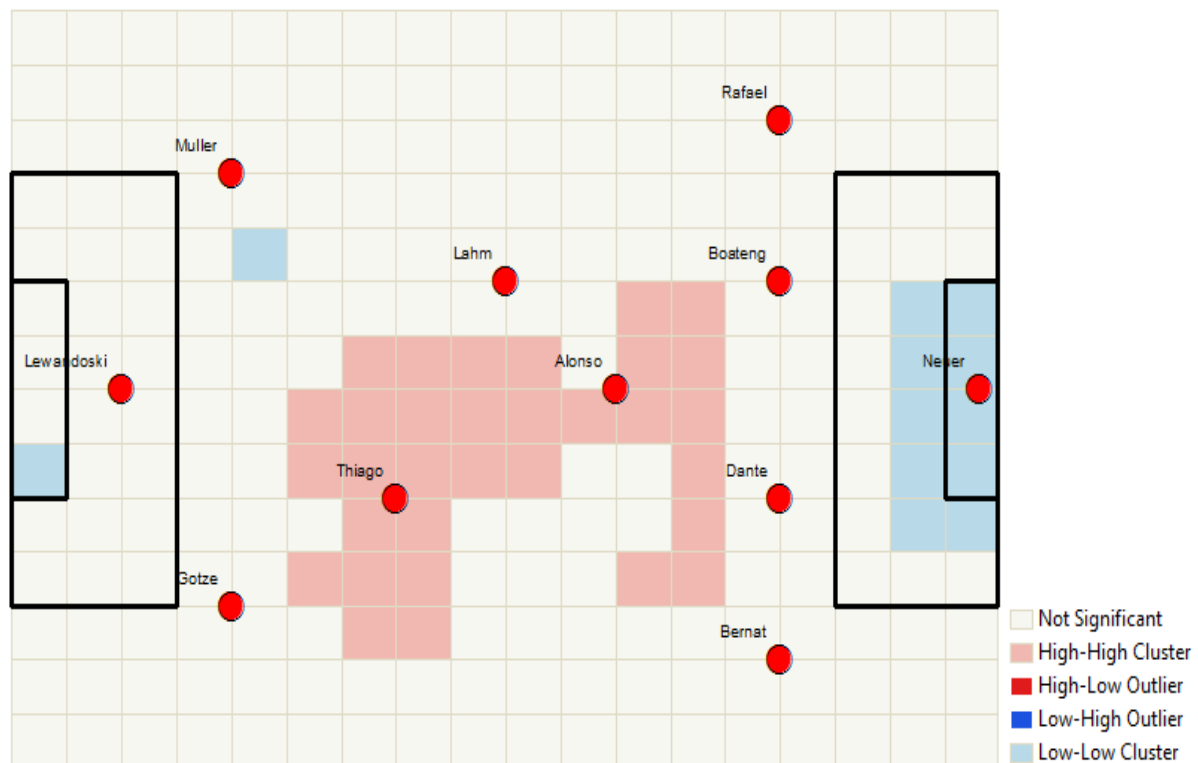


Figura 18 – Análise de clusters e outliers relativa ao Bayern Munich

Quanto aos resultados relativos à equipa alemã é possível ver que o seu jogo se baseou numa troca de bola feita de forma segura e controlada, passando por um grande número de jogadores. O maior fluxo de trocas de bola ocorreu no centro do campo, estendendo-se desde a zona junto à entrada grande da área defendida por Neuer até à grande área portista. Tal ideia de jogo colocou em evidência os jogadores que ocupam posições mais junto ao centro do terreno, caso dos defesas centrais Dante e Boateng e dos 3 médios desta equipa, Alonso, Lahm e principalmente Thiago, sendo que toda a área à sua volta está marcada como sendo aquela onde existiu um maior

número de passes recebidos. Por outro lado, as zonas onde existiu um menor volume de trocas de bola foi dentro da grande área alemã, o que é natural, tendo em conta que trocas de bola dentro da grande área representam um perigo bastante elevado do ponto de vista defensivo.

Total

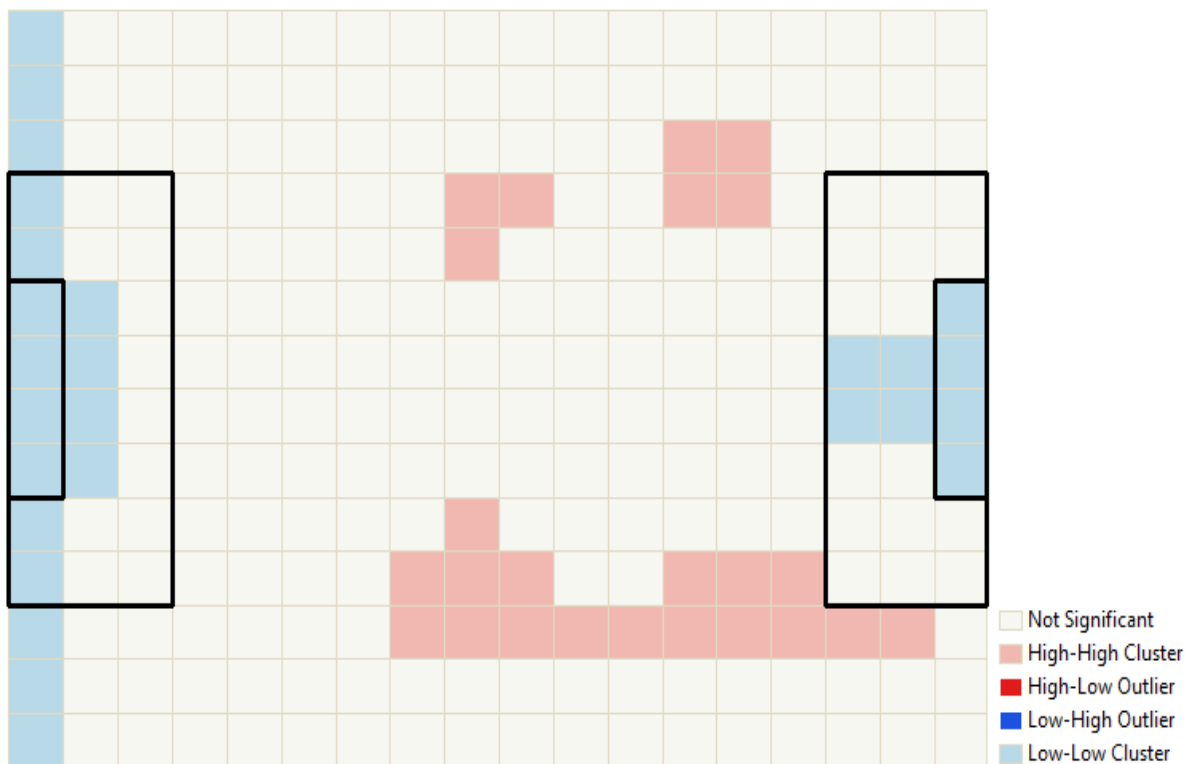


Figura 19 – Análise de clusters e outliers relativa ao jogo

Analisando o mapa referente a todos os passes recebidos pelos jogadores pertencentes às duas equipas há que referir desde logo o facto das grande áreas terem sido os terrenos de jogo onde menos trocas de bola houve, o que demonstra desde logo que foi um jogo disputado na sua maioria na zona do meio campo. Quanto às zonas com maior fluxo de passes e onde houve uma maior incidência de jogo, estas coincidem em grande parte com o mapa referente ao FCP, o que pode ser interpretado como um domínio do jogo por parte da equipa portista. Se com um menor número total de passes realizados, 212 contra os 551 dos alemães, obrigou o adversário a jogar nos terrenos preferenciais por onde pretendia atacar, limitou muito do jogo do Bayern, o que resultou numa

troca de bola mais defensiva, ocupando espaços onde os ataques do FCP causariam maior perigo. De destacar ainda que houve uma preferência na troca de bola do lado esquerdo defesa do Bayern, e consequente flanco direito do ataque portista.

5. Análise comparativa

5.1 Análise comparativa entre equipas

Tendo analisado todos os resultados obtidos para ambas as equipas é agora possível fazer uma comparação entre a forma como disputaram este jogo.

A equipa do FCP, jogou de forma rápida e direta, tendo nos seus laterais e nos jogadores com vocação mais ofensiva a sua principal arma. Por seu lado, equipa do Bayern fez um jogo mais apoiado, construído de trás para a frente, fazendo a bola passar por um grande número de jogadores. Tais características estão espelhadas nos dados da partida, nos quais a equipa alemã domina no campo da posse de bola, com 68.8% contra os 31.2% dos portistas, e no número de passes feitos, 551 contra os 212 feitos pela equipa portuguesa.

Apesar desse aparente domínio, a equipa visitante não só perdeu por 3-1 como teve menos remates feitos, 5 remates do Bayern contra 6 do FCP, o que é fácil de perceber tendo em mãos os resultados das análises feitas neste trabalho. Enquanto a equipa alemã, com a sua superioridade no número de passes e posse de bola, construía o seu jogo desde a entrada da sua área até à área adversária, de forma lenta e preferencialmente pelo centro do terreno, o que dava tempo e oportunidade dos jogadores do FCP de se posicionarem de acordo com a estratégia montada para este jogo, a equipa portista atacava de forma rápida e pelos flancos, explorando o espaço existente da melhor forma. É também possível ver nestas últimas análises, que embora o Bayern tenha sido a equipa com maior número de passes realizados e de preferir o ataque pela zona central do terreno, onde houve maior troca de bola no total das duas equipas foi nas zonas privilegiadas pelo ataque portista.

Após todas estas análises e seguro dizer que todo o aparente domínio que existiu por parte da equipa alemã, não só foi consentido de forma voluntária pela equipa do FCP, como foi controlado, esperando pela perda de bola da equipa adversária para lançar um ataque rápido.

5.2 Análise comparativa entre métodos

Com os resultados obtidos através dos diferentes métodos já disponíveis e analisados é então possível fazer uma comparação baseada nestes resultados. A análise estatística permitiu ter a noção do número de passes realizados pela equipa, por e para cada jogador assim como o número de ligações estabelecidas por e para cada jogador. Estes são dados interessantes e que permitem fazer uma leitura, embora que ligeira, da forma como funcionaram as equipas. Mas pouco mais permite que isso.

Por outro lado as análises de redes e medidas de autocorrelação permitiram não só fazer a leitura que a análise estatística havia permitido, como possibilitaram perceber relações que não seriam perceptíveis sem elas. Permitiu analisar detalhadamente como funcionaram as relações entre jogadores, os elos mais fortes, os mais fracos e os elementos com maior proximidade dos colegas. Por outro lado, as medidas de autocorrelação permitiram a representação do fluxo de passes que existiu durante o jogo, sendo possível representar as zonas do campo onde houve maior e menor troca de bola, permitindo visualizar as a forma como jogaram ambas as equipas.

6. Conclusões

Após a realização deste trabalho é necessário voltar à questão inicial, se a geografia era capaz de oferecer algo de único ao estudo deste desporto, e a resposta obtida é que sim. Mesmo tendo em conta que este é um estudo bastante limitado em termos de abrangência e do uso das inúmeras ferramentas existentes ao dispor dos geógrafos, foi possível analisar os dados de uma forma que não seria possível através dos meios puramente estatísticos. Este trabalho teve como objeto de estudo apenas um encontro entre estas duas equipas e foi possível obter estes resultados, um próximo passo interessante seria analisar o jogo da 2ª mão e fazer uma comparação entre os resultados obtidos relativos a cada partida, possibilitando assim uma comparação entre a postura adotada por cada equipa dependendo de se jogam em casa ou se jogam fora. Outra possibilidade, que necessitaria de muitos mais dados, seria fazer um estudo semelhante a este mas para uma equipa ao longo de toda uma época futebolística, comparando não só as oscilações existentes na forma de jogar ao longo da época, mas também entre as diversas competições onde o clube se encontra inserido. Este trabalho apenas trabalhou com um pequeno universo e utilizando um número reduzido de métodos, mas o potencial para os estudos geográficos neste desporto está lá, havendo ainda uma enorme variedade de outros estudos de cariz geográfico passíveis de serem realizados.

Quanto aos resultados obtidos, estes permitiram fazer uma leitura aprofundada de como decorreu o jogo, baseando-se apenas na troca de bola entre jogadores da mesma equipa, leitura essa que possivelmente permitiria ao treinador identificar problemas e lacunas na sua tática e modelo de jogo, de forma realizar as alterações necessárias de forma a melhorar o rendimento da equipa. Agora falta saber se os treinadores das equipas profissionais de futebol têm em seu poder tal conhecimento ou se desconhecem tudo aquilo que a geografia lhes pode oferecer. Seja qual for a resposta, cabe a nós geógrafos, explorar este possível mercado, dando a conhecer tudo aquilo de que a geografia no geral, e das TIG em particular, são capazes.

Bibliografia

Anselin, L. (1998). Exploratory spatial data analysis in a geocomputational environment. *Proceedings of the 3rd International Conference on Geocomputation'98*, Bristol, UK.

Anselin, L. and Rey, S. J., (2012). *Perspectives on Spatial Data Analysis*. Springer. Arizona. USA.

Barnes, J.; Harary, F. (1983) – Graph Theory in Network Analysis. *Social Networks*, vol. 5(2):235-244.

BARABÁSI, Albert-László (2003). *Linked. How everything is connected to everything else and what it means for business, science, and everyday life*. New York, Plume.

Berry, B.; Marble, D. (1968) - *Spatial Analysis. A Reader in Statistical Geography*. Prentice-Hall Inc., New Jersey.

Chorley, R.; Hagget, P. (1967) - Models, Paradigms and the New Geography. *In* Chorley, R.; Hagget, P. (ed.) *Models in Geography*. Methuen & Co., Ltd. London: 19-4.

Chorley, R.; Hagget, P. (1969) - *Network Analysis in Geography*. Edward Arnold, London.

Cole, J. P. and King, C. A. (1968). *Quantitative Geography. Techniques and Theories in Geography*.

Corbridge, S., & Corbridge, J. (2008). Why is the England football team doing so poorly? : a geographical analysis. Other. Unspecified, UK. (Unpublished)

Cotta, C., Mora, A. M., Merelo-Molina, C., & Merelo, J. J. (2011). FIFA World Cup 2010: A Network Analysis of the Champion Team Play, (2004). Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1108.0261>

Fisher, M. (2003) - GIS and Network Analysis. *In* Hensher D., et al (eds.) *Handbook of Transport Geography and Spatial Systems*. Pergamon, Oxford, vol. 5: 391-408.

Fotheringham, A. S.; Brundson, C.; Charlton, M. (2002) - *Quantitative Geography. Perspectives on Spatial Data Analysis*. SAGE Publications Inc., California.

Freeman, L. C. (1977) – A Set of Measures of Centrality Based on Betweenness. *Sociometry*, vol. 40 (1):35-41.

Garganta, J. (1997). Modelação táctica do jogo de futebol. Estudo da organização da fase ofensiva em equipas de alto rendimento. Dissertação de Doutoramento. FCDEF-UP

Gaspar, J. (1998). Nós e os Outros. In A Interdisciplinariedade na Geografia Portuguesa: Novos e Velhos Desafios. Actas do III Congresso da Geografia Portuguesa. Associação Portuguesa de Geógrafos. Inforgéo 12&13. ISSN: 0872-6825. Lisboa.

Gaspar, J., Honório, F., Honório, J. & Simões, J. (1982) Transformações recentes na geografia do futebol em Portugal. *Finisterra XVII*, 34: 301-324

Getis, A. and Ord, J. K. (1992). The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics. In *Geographical Analysis*, 24(3).

Gould, P., & Gatrell, A. (1979). A structural analysis of a game: The Liverpool v Manchester united cup final of 1977. *Social Networks*, 2(3), 253–273.

Granovetter, M. (1983) - The Strength of Weak Ties. A Network Theory Revisited *in American Sociological Association*, vol. 1:201-233.

Haggett, P. (2001) - *Geography. A global synthesis*. Prentice Hall, Harlow.

Karen, D., & Dunning, E. (2002). *Sport Matters: Sociological Studies of Sport, Violence, and Civilization. Contemporary Sociology* (Vol. 31).

Kotzbek, G., & Kainz, W. (2014). FOOTBALL GAME ANALYSIS : A NEW APPLICATION AREA FOR CARTOGRAPHERS AND GI-SCIENTISTS ?, 5th International Conference on Cartography and GIS, 299–306.

Longley, P.; Goodchild, M.; Maguire, D.; Rhind, D. (2001) - *Geographic information systems and science*. John Wiley & Sons, Ltd., West Sussex.

Lusher, D., Robins, G., & Kremer, P. (2010). The Application of Social Network Analysis to Team Sports. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 14(4), 211–224.

Mellor, G. (1999). The Social and Geographical Make-Up of Football Crowds in the North-West of England, 1946–1962: “Super-Clubs”, Local Loyalty and Regional Identities. *The Sports Historian*, 19(2), 25–42.

Morgado, P. (2010). *Efeito Estruturante das Redes de Transporte no Ordenamento do Território. Modelo de Análise*. Tese de doutoramento em Geografia Humana. IGOT-UL. capítulos 2, 3 e 6. Lisboa.

Morgado, P. (2011) Geografia 2.0: Para lá da tecnologia. Actas do 8 Congresso da Geografia Portuguesa. https://www.academia.edu/1073738/Geografia_2.0 [Acedido a 20 de Abril de 2015]

Oppenheimer, P., Akiba, T., Kwon, G., & Stuart K. (2014). The World Cup and Economics 2014. Goldman Sachs. <http://www.goldmansachs.com/our-thinking/outlook/world-cup-and-economics-2014-folder/world-cup-economics-report.pdf> [Acedido em 17 de Abril de 2015]

O'Sullivan, D. and Unwin, D. J. (2010). *Geographic Information Analysis*. 2ª Ed. John Willey & Sons. New Jersey.

Narizuka, T., Yamamoto, K., & Yamazaki, Y. (2013). Statistical properties of position-dependent ball-passing networks in football games, 1–19. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1311.0641v2>

Rocha, J. (2012). *Sistemas Complexos, Modelação e Geosimulação de Padrões de Uso e Ocupação do Solo*. Doutoramento em Geografia. Ciências da Informação Geográfica. IGOT-UL. Lisboa.

Strogatz, S. (2001) - Exploring complex networks. *Nature*, 410: 268-276.

Trail, M. (2013). “ And she flies ! Beautiful ”: the dislocating geography of football sound 1 The grounded and the ungrounded, *Observatori: Centre d'Estudis Australians*, Australian Studies Centre, Universitat de Barcelona, (11), 315–322.

Tenedório, J.A.; Júlio, J.M.R.. 1998. "Algumas reflexões sobre as modalidades recentes de desempenho profissional do jovem geógrafo português", *Inforgeo*, 12-13: 109 - 116.

Watts, D. (2004) - *Six degrees. The science of a connected age*. Vintage, London.

Watts, D.; Strogatz, S. (1998) - Collective Dynamics of ‘Small-world’ networks. *Nature*, 393: 440-442.

Y. Yamamoto, K. Yokoyama (2011), Common and unique network dynamics in football games, PLoS one, 6(12).

Anexos