

Análise do Desempenho do Jogador Influenciado pela Filosofia do Treinador

Felipe Werneck de Oliveira Mendes
Engenharia da Computação - CEFET-MG
CEFET-MG

Divinópolis, Minas Gerais
felipwerneck@gmail.com

Resumo—Este artigo aborda o problema do desempenho de um jogador de futebol diante de diferentes filosofias de treinadores. No futebol, há diversos problemas a serem solucionados com os dados gerados pelos times, e entre esses problemas, o desempenho de um jogador é algo importante, sendo diretamente influenciado pela filosofia do treinador. Para resolver essa questão, existem várias maneiras, e uma das melhores é a aplicação da teoria dos Grafos utilizando o algoritmo BFS. A abordagem descrita neste trabalho busca analisar as características dos jogadores de um time por meio do cálculo de uma matriz de similaridades, especialmente do jogador em análise, montando a BFS sobre este, juntamente com a filosofia que o técnico utiliza, buscando compreender de que forma essa filosofia influencia o desempenho do jogador. Nas equipes e jogadores selecionados, foram identificadas características na filosofia dos treinadores que influenciam o estilo de jogo do jogador.

Palavras-Chave—Futebol, Desempenho, Tática, Treinador, BFS

I. INTRODUÇÃO

O futebol é um dos esportes mais famosos do mundo, no qual o desempenho dos jogadores é fundamental, especialmente aqueles capazes de mudar o rumo de uma partida. Em muitos times, encontramos esses tipos de jogadores, seja um atacante que marca muitos gols, um meio-campista com grande presença ou um defensor que realiza muitos desarmes.

A pesquisa científica no futebol está cada vez mais presente, diversos dados são gerados durante uma partida, ao longo de uma temporada ou mesmo em períodos mais extensos. Esses dados podem ser usados e explorados de várias maneiras, como nas previsões de resultados de partidas, uma outra abordagem será aplicada neste trabalho utilizando a Teoria dos Grafos, juntamente com o algoritmo BFS e a matriz de similaridade.

O objetivo deste trabalho é analisar o desempenho de um jogador frente a um conjunto selecionado de métricas, relacionando-as com a tática empregada pelo time durante a temporada. Esta análise será realizada com base nos dados do jogador e do time, considerando duas temporadas em que o jogador em análise trocou de equipe. O propósito dessa análise é identificar possíveis razões que influenciam o desempenho do jogador diante das filosofias adotadas pelos técnicos.

No artigo descrito aqui, são abordados os tópicos de, contextualização, que têm o objetivo de relatar o funcionamento básico das teorias utilizadas, trabalhos correlatos, que

mostram estudos relacionados à área, metodologia, que determina o passo a passo utilizado para alcançar os resultados, resultados, que relatam os resultados obtidos e análises feitas sobre estes, e as considerações finais, que apresentam os objetivos alcançados e possíveis trabalhos futuros.

II. CONTEXTUALIZAÇÃO

De acordo com, CORMEN et al, 2012, $G = (V, E)$ consiste em um arranjo Adj. de V listas, uma para cada vértice em V . Para cada $u \in V$, a lista de adjacências Adj[u] contém todos os vértices v tais que existe uma aresta $(u, v) \in E$. Isto é, Adj[u] consiste em todos os vértices adjacentes a u em G .

Conforme, CORMEN et al, 2012, A busca em largura é um dos algoritmos mais simples para executar busca em um grafo e é o arquétipo de muitos algoritmos de grafos importantes.

Que e o algoritmo utilizado para resolver o problema abordado.

Segundo, CORMEN et al, 2012, um grafo $G = (V, E)$ e um vértice fonte s , a busca em largura explora sistematicamente as arestas de G para “descobrir” cada vértice que pode ser alcançado a partir de s . O algoritmo calcula a distância (menor número de arestas) de s até cada vértice que pode ser alcançado. Produz também uma “árvore de busca em largura” com raiz s que contém todos os vértices que podem ser alcançados. Para qualquer vértice v que pode ser alcançado de s , o caminho simples na árvore de busca em largura de s até v corresponde a um “caminho mínimo” de s a v em G , isto é, um caminho que contém o menor número de arestas. O algoritmo funciona em grafos dirigidos, bem como em grafos não dirigidos.

Neste artigo a BFS funciona sobre um grafo não dirigido.

No âmbito do futebol, os esquemas táticos exercem grande influência no estilo de jogo. Por isso, é importante compreender que existem diversas estruturas que normalmente seguem os padrões A-B-C ou A-B-C-D. No padrão A-B-C, temos A representando o grupo de defensores, B o grupo de meio-campistas e C o grupo de atacantes. Já no padrão A-B-C-D, temos A para defensores, B e C como variações de meio-campistas e D como o grupo de atacantes. Dentro desses esquemas táticos, os treinadores conseguem expressar suas filosofias, influenciando a forma como cada jogador atua em campo.

III. TRABALHOS CORRELATOS

Concepções e princípios de prática de liderança de treinadores de alta performance do futebol brasileiro. O objetivo deste artigo é analisar as concepções e princípios de prática de liderança de treinadores de alta performance do futebol brasileiro. Os treinadores possuem conhecimento processual tácito instintivo que resulta numa filosofia de liderança desconexa e competências interpessoais mais evidentes. Sugere-se que os treinadores utilizem o modelo trifásico de eficácia de liderança e a prática da reflexão sistematizada para potencializar sua eficácia de liderança.

Filosofia do Treinador e sua Implementação com Eficácia. O objetivo deste artigo é ilustrar como se pode desenvolver um processo de filosofia de treinador e a sua operacionalização em termos efetivos com os atletas. Para alcançar este objetivo, sugere-se uma estratégia de planejamento. Proporciona-se uma periodização anual e um exemplo de um microciclo de uma equipe de futebol juvenil, sugere-se também a utilização de uma ficha de unidade de treino em que se poderá materializar a ação do treinador com a equipe.

Proposta de avaliação do comportamento tático de jogadores de futebol baseada em princípios fundamentais do jogo. Este artigo propõe um modelo de avaliação dos comportamentos táticos de jogadores, com base em princípios táticos fundamentais do jogo. A proposta busca evidenciar a essencialidade tática do jogo e estabelecer um vínculo entre a informação proveniente da avaliação do jogador e suas implicações na transformação positiva do processo de ensino e treino.

Como é evidenciado nos artigos citados, o desempenho do jogador e a análise da filosofia e liderança do técnico são aspectos de grande importância para uma equipe de futebol. Portanto, a abordagem descrita neste artigo analisa, com base na teoria dos grafos, a filosofia do treinador e como ela influencia o desempenho do jogador. Isso propõe uma nova maneira de avaliar o desempenho do jogador e como o time ao seu redor influencia este desempenho.

IV. METODOLOGIA

Para a realização do projeto, foi utilizada, a base de dados FBREF dela foram retiradas as métricas (Table. 1) referente a cada jogador do time selecionado, e o google colab, que permite escrever e executar Python, linguagem utilizada, por meio do navegador.

Para analisar as métricas relativas a cada jogador, foi criado um arquivo CSV para utilização em Python, viabilizando a análise. Inicialmente, para tornar os dados uniformes entre os jogadores, normalizou-se o número de jogos em relação às outras métricas, uma vez que a métrica 'jogos' não é mais necessária, ela é removida dos dados. Em seguida, foi aplicada uma filtragem, visando mostrar apenas os jogadores mais participativos, foram selecionados apenas aqueles com mais de 10 jogos na temporada, uma vez que uma temporada normal tende a ter 38 jogos. Além disso, os goleiros, por serem jogadores com características únicas e não influenciarem na análise, foram excluídos.

TABLE I
ESTATÍSTICAS USADAS DE CADA JOGADOR

Categoria	Descrição
Jogos	Jogos disputados
Gols	Gols feitos
Assistências	Assistências
Passes Concluídos	Passes completados
Passes Tentados	Total de passes tentados
Ações Perigosas	Ações ofensivas ocasionam chute
Botes Defensivos	Botes no terço defensivo
Botes no Centro	Botes no terço central
Botes no Ataque	Botes no terço ofensivo
Posse na Grande Área de Defesa	Toques na área defensiva
Posse na Defesa	Toques no terço defensivo
Posse no Centro	Toques no terço central
Posse no Ataque	Toques no terço ofensivo
Posse na Grande Área de Ataque	Toques na área ofensiva

Os dados foram complementados com o nome de cada jogador correspondente aos seus respectivos dados para a análise, já que essa informação não fazia parte anteriormente, devido à necessidade de dividir as métricas pelo número de jogos. Para garantir a consistência de todos os dados, foi realizada a normalização, visando padronizar as métricas em uma mesma escala.

Após todos esses procedimentos com os dados, o grafo foi criado, tendo os nós como os jogadores. Em seguida, foram estabelecidas as arestas e calculada a matriz de similaridade entre os jogadores com base na distância euclidiana. A colocação das arestas ocorre quando a similaridade entre os jogadores analisados é maior do que 0, um valor limite definido. Essa medida está entre os extremos, já que a similaridade varia entre -1 e 1. Se a similaridade entre os jogadores atender a essa condição, uma aresta é estabelecida entre eles.

Assim, o código gera um grafo para todos os times, seguindo o padrão (Fig. 1), e a matriz de similaridade (Fig. 2).

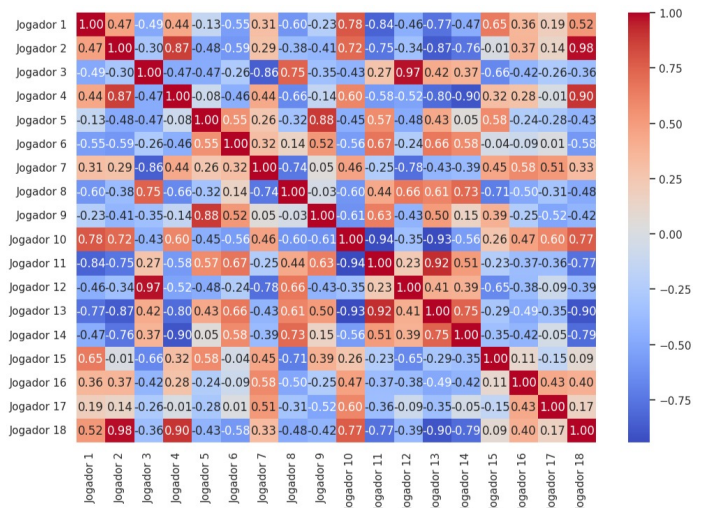


Fig. 1. Matriz de similaridade entre jogadores do respectivo time. A cor vermelha representa jogadores que tem maior similaridade (1) e a Azul representam jogadores que apresentam pouca ou nenhuma similaridade (-1).

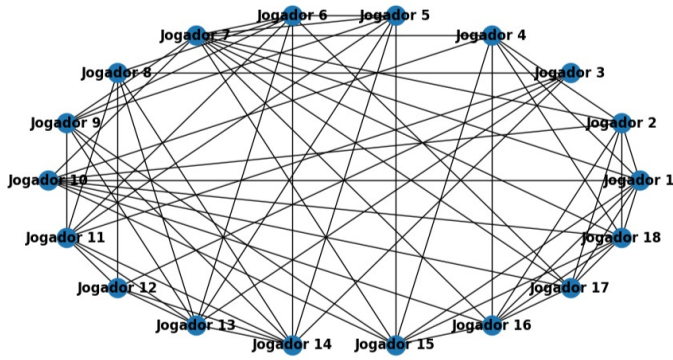


Fig. 2. Padrão de grafo que representa as conexões entre os jogadores do time correspondente.

Diante do grafo já pronto, foi realizada a BFS para verificar as conexões mais próximas do jogador, com o objetivo de identificar quais jogadores possuem características semelhantes e que influenciam na dinâmica de jogo do jogador selecionado.

```

BFS(G, s)
for each u ← V[G] − {s} do
    cor[u] ← BRANCO;
    d[u] ← ∞;
    π[u] ← NULL;
end
cor[s] ← CINZA;
d[s] ← 0;
π[s] ← NULL;
Q ← newQueue( );
Queue(Q, s);
while Q ≠ NULL do
    u ← Dequeue(Q);
    for each v ← Adj[u] do
        if cor[v] = BRANCO then
            cor[v] ← CINZA;
            d[v] ← d[u] + 1;
            π[v] ← u;
            Queue(Q, v);
        end
    end
    cor[u] ← PRETO;
end

```

Fig. 3. Pseudocódigo - busca em largura (BFS).

Na teoria dos grafos, a busca em largura (BFS), (Fig. 3), é o algoritmo que percorre o grafo utilizando de movimentações em forma de ondas. No modelo de ondas, na programação, os vértices são investigados visitando todos os seus adjacentes (i.e., vizinhos) somente após isso, um novo vértice pode ser escolhido e assim repetir o processo. Essa escolha é realizada no conjunto de vértices já visitados porém ainda não explorados. A ordem de escolha é definida pela ordem de descoberta. Nesse processo, vértices são dados como conhecidos e arestas são eliminadas, caso essas estejam conectadas aos vértices conhecidos. Para compreender esse processo, é preciso

considerar um modelo de coloração no grafo que classifica seus vértices.

- Vértice branco: vértice não visitado e não conhecido.
- Vértice cinza: vértice conhecido mas ainda não foi visitado. Seus adjacentes não foram inseridos ainda na fila.
- Vértice preto: vértice conhecido e que já foi visitado. Todos os seus adjacentes foram inseridos na fila e todos já são conhecidos.

Considerando o padrão de cores acima citada, sempre que um vértice é descoberto no curso de varredura do grafo, o vértice e a aresta são adicionados na árvore primeiro na extensão. Nesse contexto, dizemos que é predecessor ou pai de na árvore.

O algoritmo mantém variáveis auxiliares para gerenciar as cores dos vértices, seus predecessores na árvore gerada pela busca e o número de passos (ou distância) até cada vértice.

- cor[u]: vetor utilizado para indicar os vértices atingíveis.
- pi[u]: indica o vértice predecessor do vértice.
- d[u]: representa a distância ou o número de saltos a partir do vértice de origem até o vértice u.
- Q: estrutura de dados do tipo fila, usada para armazenar temporariamente os vértices conhecidos. Sua estrutura é pensada para condicionar os vértices sob uma política FIFO.

(CORMEN et al, 2012).

Ao executar o algoritmo, obtém-se o retorno do grafo plotado, bem como do vetor de predecessores e da distância da origem. O grafo resultante do BFS do jogador selecionado e a matriz de similaridade do time são retornados.

Para a criação e controle do grafo utilizados no código, foi empregada a biblioteca NetworkX (abreviada como nx) usando a classe Graph. Essa classe utiliza uma estrutura de dados conhecida como dict-of-dict-of-dict. O dicionário externo (node_dict) contém informações de adjacência chaveadas por nó. O próximo dicionário (adjlist_dict) representa a informação de adjacência e mantém dados de borda tipados pelos vizinhos. O dicionário interno (edge_attr_dict) representa os dados de borda e mantém os valores dos atributos de borda, chaveados pelos nomes dos atributos (NETWORKX, 2023).

Para adicionar nós, foi utilizada a função add_node_from, e para as arestas, a função add_edge.

Para padronizar os dados, foi utilizada a biblioteca sklearn.preprocessing importando o StandardScaler, uma biblioteca utilizada para normalizar dados para aprendizado de máquina. A função utilizada, fit_transform, foi responsável pela padronização. Quando o parâmetro y é None, como é o caso, a função assume um ajuste não supervisionado. Isso significa que somente o conjunto de dados x é utilizado para o ajuste, e o método fit é chamado com x e quaisquer outros parâmetros opcionais fornecidos (**fit-params). Independentemente do método de ajuste aplicado (fit), ele é imediatamente seguido pelo método transform no conjunto de dados x. Isso retorna os dados transformados, ou seja, x após serem processados de acordo com as propriedades aprendidas durante o ajuste (SCIKIT-LEARN, 2023).

Para calcular a matriz de similaridade, foi utilizada a biblioteca `numpy` importando-a como `np`, e a função `np.corrcoef`. Esta função recebe um conjunto de dados `x`, o qual contém as variáveis e observações. Cada linha de `x` representa uma variável, enquanto cada coluna representa uma observação dessas variáveis. A função calcula a matriz de covariância usando a função `cov`, que serve como base para o cálculo dos coeficientes de correlação. Além disso, utiliza a matriz de covariância para calcular os coeficientes de correlação de Pearson conforme a fórmula(1).

$$R_{ij} = \frac{C_{ij}}{\sqrt{C_{ii} \times C_{jj}}} \quad (1)$$

Onde `R` representa a matriz de coeficientes de correlação e `C` é a matriz de covariância. Para normalizar os valores, cada elemento da matriz é dividido pela raiz quadrada dos produtos dos elementos diagonais correspondentes na matriz de covariância. Esse procedimento garante que os valores estejam na faixa de -1 a 1, que é o intervalo válido para os coeficientes de correlação de Pearson.

Em situações envolvendo números de ponto flutuante, a função trata os problemas de arredondamento, ajustando os valores para estarem dentro do intervalo válido [-1, 1]. Quando `R=1`, indica uma correlação positiva perfeita (quando uma variável aumenta, a outra também aumenta linearmente na mesma proporção), `R= [-1]` indica uma correlação negativa perfeita (quando uma variável aumenta, a outra diminui linearmente na mesma proporção), e se `R=0`, indica ausência de correlação linear entre as variáveis. (NUMPY, 2022)

No entanto, é importante ressaltar que a ausência de correlação linear não implica na ausência de relação de dependência de outras formas. Portanto, a função retorna a matriz de coeficientes de correlação entre as variáveis.

Para o tratamento de dados foi usada a biblioteca `pandas` as `pd`. Para plotagem dos grafos e das matrizes foi usada a biblioteca `matplotlib.pyplot` as `plt`. Para a configuração dos grafos plotados foi usada a biblioteca `networkx` as `nx`, com a função `nx.draw`, `nx.circularlayout` para o grafo do time, e `nx.springlayout` para o grafo da BFS. Para acessar os grafos e printá-los, foi usado a `nx.neighbors`, retorna um iterador sobre todos os vizinhos do nó.

Para configurar a matriz de similaridade foi usada a biblioteca `seaborn` as `sns` com a função `heatmap`, para que fosse possível plotá-la.

Para executar o algoritmo descrito no Google Colab, é necessário criar um notebook, acessar o algoritmo presente no GitHub, na seção de resultados deste artigo, em seguida, faça o download dos arquivos CSV. Cole o código do arquivo `main.py` em um novo módulo no seu notebook do Colab. Se necessário, instale as bibliotecas importadas, altere o nome do arquivo CSV e o nome do jogador a ser analisado no código.

V. RESULTADOS

Nesta etapa do artigo, a discussão se concentra nos resultados obtidos e nos testes realizados. Para as análises, foram

selecionados dois jogadores que mudaram de time da temporada 21/22 para a temporada 22/23. Eles são Erling Haaland, que na temporada 21/22 estava no Borussia Dortmund e, na temporada 22/23, foi para o Manchester City, e o jogador Casemiro, que na temporada 21/22 jogava pelo Real Madrid e, na temporada 22/23, transferiu-se para o Manchester United. Utilizando o processo descrito na seção de metodologia, foram realizados todos os passos já mencionados em relação a esses dois jogadores, além de pesquisas externas em sites esportivos, para adquirir conhecimento sobre os jogadores selecionados e os respectivos times. Inicialmente, foram conduzidas para compreender o estilo de jogo de cada time analisado, visando reconhecer a abordagem tática do técnico frente à sua equipe.

O Manchester City, sob o comando de Pep Guardiola durante a temporada 22/23 da Premier League, modificou sua organização defensiva para um formato mais tradicional de 4-4-2. A partir de sua formação adaptada de 3-2-4-1 em posse de bola, um dos pivôs duplos recuava para a linha defensiva, enquanto o outro se posicionava no meio-campo; um dos camisas 10 avançava para pressionar ao lado do atacante, criando o 4-4-2. A linha de meio-campo relativamente compacta de quatro jogadores proporcionou ao City uma sobrecarga central protetora, forçando seus adversários a ampliarem suas ações (THE COACHES VOICE, 2023).

Com um foco maior nas transições e na velocidade da transição ofensiva, Pep Guardiola levou sua abordagem agressiva de defesa a um passo adiante, assegurando que a equipe fosse capaz de se defender contra-ataques por meio do posicionamento correto de seus jogadores, deslocando um dos defensores para uma posição mais avançada no campo (THE COACHES VOICE, 2023).

A estrutura de 3-2 na fase de construção foi frequentemente replicada no terço final do campo, onde um dos camisas 10 - geralmente Ilkay Gündogan ou Kevin De Bruyne - avançava em apoio a Haaland. Isso resultava em uma linha de ataque de três jogadores - o outro camisa 10, juntamente com os dois atacantes largos, frequentemente Jack Grealish e Bernardo Silva - permanecendo atrás. Os adversários enfrentavam aqui a decisão de marcar por zona ou por marcação individual. Se optavam pela marcação por zona, o City era particularmente preciso e agressivo quando o espaço se abria atrás; se o adversário optasse pela marcação individual, havia espaço nas entrelinhas para o inteligente camisa 10 do City explorar. Tudo isso permitia ao City jogar de forma mais direta - uma tática não comum nos times de Guardiola - para superar as pressões adversárias em sua própria metade e atacar na metade adversária com números significativos (THE COACHES VOICE, 2023).

O Borussia Dortmund, sob o comando de Marco Rose durante a temporada 21/22 da Bundesliga, demonstrou uma mentalidade orientada para a criação de transições perigosas, proporcionando oportunidades para que seus jogadores se destacassem (THE COACHES VOICE, 2023).

Normalmente, o Dortmund adota uma posse de bola mais ampla e complementa seu tempo com a bola através de um bloco médio e uma pressão alta, destinada a conter

os adversários em seu meio defensivo. Em situações fora de posse, eles geralmente favorecem um esquema tático 4-2-3-1, onde o atacante procura avançar entre os zagueiros adversários, o camisa 10 retrocede para apoiar no meio-campo, os meio-campistas laterais se aproximam para ajudar ao lado do pivô duplo, e os laterais aplicam uma pressão agressiva. Caso estejam defendendo em um esquema 4-3-3, a linha de ataque mais estreita (acima) trabalha para cobrir o território central e, com o apoio mais próximo fornecido ao redor de Haaland, representa uma ameaça maior de contra-ataque (THE COACHES VOICE, 2023).

O Manchester United, sob o comando de Erik Ten Hag durante a temporada 22/23 da Premier League, adotou a formação 4-2-3-1, que opera com quatro linhas distintas. Na defesa, a equipe utiliza um quarteto composto por dois zagueiros centrais e dois laterais. Dois meio-campistas centrais mais recuados atuam à frente da linha defensiva, frequentemente referidos como um pivô duplo. Mais adiante, um meio-campo ofensivo atua atrás de um centroavante isolado (THE COACHES VOICE, 2023). Seu entendimento de quando adotar posições de número oito simultaneamente e converter a equipe em um 4-3-3 foi muito útil, enquanto Erik ten Hagen também reconhece quando ele é necessário no pivô duplo. Fernandes e Eriksen possuem a capacidade de se conectar em corredores atrás do adversário, tanto quando há espaço para jogar quanto quando cruzam de uma posição estreita contra um bloco inferior. (THE COACHES VOICE, 2023). Ten Hag claramente solicitou mais movimentação de seus jogadores atrás da linha defensiva adversária, principalmente de jogadores que não sejam o centroavante. Seus laterais, meio-campistas e até mesmo seus zagueiros avançam consistentemente além da posição do centroavante (THE COACHES VOICE, 2023).

O Real Madrid, sob o comando de Carlo Ancelotti durante a temporada 21/22 da La Liga, preferiu utilizar o esquema tático 4-3-3 durante a posse de bola, visando maximizar a capacidade de dribles dos atacantes (THE COACHES VOICE, 2023). A ênfase principal da versão do Real Madrid na temporada 2021/22, sob Ancelotti, foi ser o mais eficiente possível com a posse de bola e as oportunidades criadas (THE COACHES VOICE, 2023).

Apesar de haver poucos jogos em que o Real Madrid teve menos posse de bola do que seus adversários na liga doméstica, a equipe não pressionava muito alto em comparação com outras equipes da La Liga. Durante a temporada 2021/22, o Real Madrid frequentemente adotou um bloco médio, e em alguns jogos das competições europeias contra equipes fortes, utilizou bloqueios baixos. Eles buscavam agressivamente recuperar a bola somente quando o adversário avançava para o terço médio do campo, especialmente em áreas centrais. Do contrário, estavam satisfeitos em permitir que o adversário tivesse a posse de bola em áreas onde não oferecesse muitos riscos ou ameaçasse o gol do Real (THE COACHES VOICE, 2023).

Através dessas análises, é possível observar as características básicas de cada um dos times analisados em relação ao estilo de jogo de cada técnico. O objetivo é identificar

possíveis aspectos no time que influenciam a jogabilidade dos jogadores analisados.

A. Erling Haaland: Manchester City - Borussia Dortmund

Para analisar os resultados, foi gerado um grafo com base nos dados do time do Manchester City e do Borussia Dortmund, utilizando o padrão proposto na seção de metodologia para examinar as conexões de cada time. Além disso, para aprofundar a análise das similaridades entre os jogadores, também foi produzida uma matriz de similaridade para ambas as equipes. Após a avaliação desses dados, com o objetivo de verificar as conexões dos jogadores selecionados, foi realizada a busca em largura (BFS) a partir do jogador, neste caso, Erling Haaland.

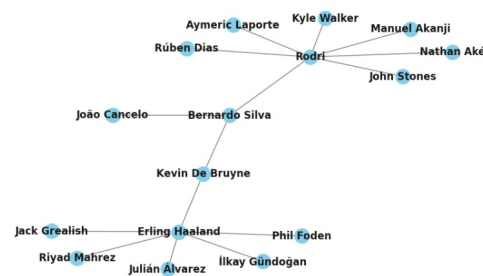


Fig. 4. BFS - Manchester City.

A busca em largura realizada a partir do jogador Erling Haaland (Fig. 4), fundamental para a equipe na temporada, registrando um total de 36 gols, quebrando o recorde de gols em uma única temporada na Premier League, apresenta várias características que podem ter influenciado esse incrível desempenho do jogador.

O impacto de Haaland não se limita apenas à fase de posse de bola. A intensa pressão exercida pela equipe no campo adversário só foi possível graças à sua capacidade de manter um ritmo tão elevado na linha de frente ao longo dos jogos. Além disso, ele demonstra inteligência tática ao direcionar sua pressão e aproveitar seu posicionamento após uma recuperação. A partir daí, sua combinação de velocidade, força e habilidade de finalização muitas vezes se mostrou fatal para os adversários que estavam sob pressão. (THE COACHES VOICE, 2023).

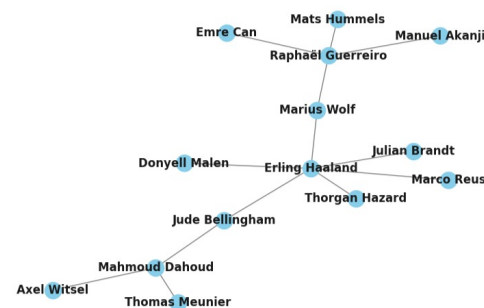


Fig. 5. BFS - Borussia Dortmund

A busca em largura realizada a partir do jogador Erling Haaland (Fig. 5), fundamental para a equipe na temporada, marcando um total de 22 gols, apresenta diversas características que podem ter influenciado esse bom desempenho do jogador.

Sua rapidez ao finalizar proporciona aos defensores pouco tempo para reagir, e ele demonstra um poder impressionante em seus chutes, mesmo com pouco recuo. Além disso, raramente hesita quando está dentro da área. A combinação de sua determinação diante do gol, sua técnica e sua notável confiança o tornam um goleador verdadeiramente excepcional (THE COACHES VOICE, 2023).

TABLE II
INDICATIVO DE DISTÂNCIA DESDE A ORIGEM - MANCHESTER CITY

Jogador	Distância
Rodri	3
Erling Haaland	0
Kevin De Bruyne	1
İlkay Gündoğan	1
Manuel Akanji	4
Bernardo Silva	2
Jack Grealish	1
Rúben Dias	4
Kyle Walker	4
Riyad Mahrez	1
Nathan Aké	4
Phil Foden	1
John Stones	4
João Cancelo	3
Julián Álvarez	1
Aymeric Laporte	4

TABLE III
INDICATIVO DE DISTÂNCIA DESDE A ORIGEM - BORUSSIA DORTMUND

Jogador	Distância
Jude Bellingham	1
Marco Reus	1
Manuel Akanji	3
Julian Brandt	1
Axel Witsel	3
Erling Haaland	0
Raphaël Guerreiro	2
Mats Hummels	3
Donyell Malen	1
Mahmoud Dahoud	2
Emre Can	3
Thomas Meunier	3
Marius Wolf	1
Thorgan Hazard	1

De forma geral, na análise do Manchester City, a busca em largura (BFS) de Haaland (0), conforme a distancia,(Table. 2), está diretamente conectada a jogadores como Kevin De Bruyne (1), İlkay Gündoğan (1), Jack Grealish (1), Riyad Mahrez (1), Phil Foden (1), Julián Álvarez (1), e outros com distâncias um pouco maiores, como Rodri (3) e João Cancelo (3). Isso mostra que esses jogadores têm uma relação próxima em campo, compartilhando conexões diretas ou indiretas com Haaland. Ao analisar as posições dos jogadores, é possível notar que aqueles com menor distância na BFS incluem meio-campistas como De Bruyne e Gündoğan, refletindo a ênfase da

filosofia de Guardiola na construção de jogadas e no controle do meio-campo, além de pontas como Grealish e Foden, que desempenham papéis cruciais na criação e transição do jogo entre o meio-campo, as alas e o ataque.

A filosofia de Guardiola, conhecida por enfatizar a posse de bola e as jogadas elaboradas, foi complementada pela presença de Haaland, oferecendo uma nova dimensão ao jogo do Manchester City. Isso inclui a capacidade de um jogo mais direto e a exploração de oportunidades de contra-ataque, ajustando o sistema de jogo para tirar o máximo proveito das habilidades do jogador norueguês.

Analisando o Borussia Dortmund, na busca em largura (BFS) de Haaland (0), conforme a distancia,(Table. 3), notamos conexões diretas com jogadores como Jude Bellingham (1), Marco Reus (1), Julian Brandt (1), Donyell Malen (1), Marius Wolf (1), Thorgan Hazard (1), e outros como Mahmoud Dahoud (2) e Raphaël Guerreiro (2). Isso evidencia a proximidade desses jogadores em campo, compartilhando conexões diretas ou indiretas com Haaland. Ao analisar as posições dos jogadores, aqueles com menor distância na BFS em relação a Haaland incluem meio-campistas ofensivos como Bellingham, Dahoud e Guerreiro, além de atacantes como Reus, Brandt e Malen.

A proximidade de Haaland com jogadores defensivos/ofensivos como Marius Wolf e Thorgan Hazard sugere a importância desses atletas na estratégia de pressão e rápida transição para o ataque, conforme a filosofia de Marco Rose. Embora Haaland seja conhecido por seu impacto no ataque, a influência de Rose também molda sua abordagem defensiva e seu papel na transição rápida para o ataque. Sua capacidade de pressionar, criar armadilhas e posicionar-se estrategicamente durante as transições reflete a mentalidade defensiva e ofensiva incentivada pela filosofia de jogo de Marco Rose no Borussia Dortmund.

A análise comparativa revela que, no Manchester City, Erling Haaland parece estar integrado a um sistema mais dinâmico e interconectado. Por outro lado, no Borussia Dortmund, sua conexão direta com jogadores ilustra uma dependência maior de seu papel ofensivo. Essas diferenças nas dinâmicas das equipes podem influenciar o estilo de jogo e a eficácia de Haaland em cada contexto.

No Manchester City, suas conexões diretas com jogadores ofensivos e habilidosos permitiram alcançar a marca de 36 gols, evidenciando que o estilo de jogo da equipe favorece muito suas características e habilidades. Por outro lado, no Borussia Dortmund, mesmo sendo o principal jogador ofensivo da equipe e marcando 22 gols, seu desempenho foi relativamente inferior. Ele apresentou conexões com jogadores ofensivos, bem como com jogadores de características ofensivas/defensivas, mostrando que o estilo de jogo da equipe favorece suas habilidades, embora não tanto quanto no Manchester City.

B. Casemiro: Manchester United - Real Madrid

Para analisar os resultados, foi gerado um grafo com base nos dados das equipes do Manchester United e do Real

Madrid, utilizando o padrão proposto na seção de metodologias para analisar as conexões de cada time. Também foi gerada uma matriz de similaridade para ambas as equipes, a fim de examinar mais detalhadamente as semelhanças entre os jogadores. Após a análise desses dados, foi realizada a busca em largura (BFS) a partir do jogador selecionado, no caso, Casemiro.

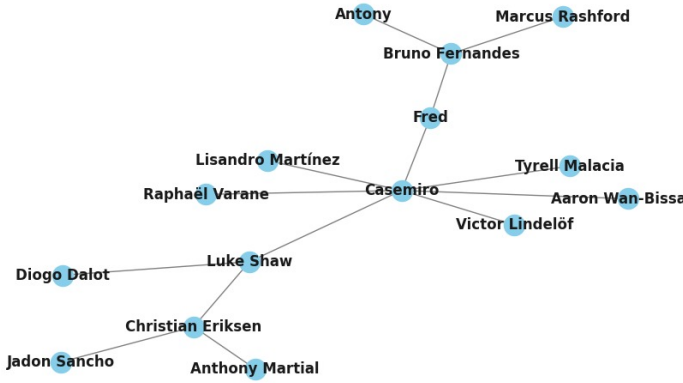


Fig. 6. BFS - Manchester United

A busca em largura realizada a partir do jogador Casemiro (Fig. 6), peça fundamental no meio de campo da equipe durante a temporada, sendo o jogador com mais duelos ganhos (89), apresenta diversas características que podem ter influenciado seu desempenho.

A capacidade de Casemiro de interromper o jogo, conter os adversários, retardar seu avanço, proteger o centro do campo, deter contra-ataques, realizar faltas táticas e recuperar a posse de bola fez uma enorme diferença para o United na recuperação da posse de bola. Ele possui vasta experiência no mais alto nível e demonstra isso em suas decisões ao posicionar-se para cobrir os corredores internos e proteger o espaço à frente de seus laterais. (THE COACHES VOICE, 2023).

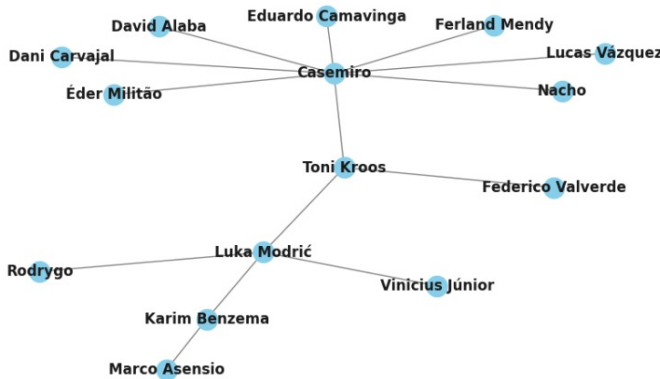


Fig. 7. BFS - Real Madrid

A busca em largura realizada a partir do jogador Casemiro (Fig. 7), fundamental no meio de campo para a equipe durante

a temporada, sendo o jogador com mais duelos ganhos (79), apresenta diversas características que podem ter influenciado seu desempenho.

Casemiro é um volante destro que passou a maior parte de sua carreira atuando como pivô. Seus principais pontos fortes residem na capacidade de interromper o jogo nas áreas centrais, seja por meio de intercepções e duelos individuais, ou ao oferecer cobertura aos zagueiros de sua equipe. Ele consistentemente recupera a posse de bola para seu time, liderando a La Liga em intercepções por temporadas consecutivas em 2019/20 e 2020/21. (THE COACHES VOICE, 2022).

TABLE IV
INDICATIVO DE DISTÂNCIA DESDE A ORIGEM - MANCHESTER UNITED

Jogador	Distância
Bruno Fernandes	2
Marcus Rashford	3
Luke Shaw	1
Christian Eriksen	2
Diogo Dalot	2
Casemiro	0
Lisandro Martínez	1
Antony	3
Raphaël Varane	1
Jadon Sancho	3
Aaron Wan-Bissaka	1
Tyrell Malacia	1
Victor Lindelöf	1
Fred	1
Anthony Martial	3

TABLE V
INDICATIVO DE DISTÂNCIA DESDE A ORIGEM - REAL MADRID

Jogador	Distância
Eder Militão	1
Karim Benzema	3
Casemiro	0
Vinicius Júnior	3
David Alaba	1
Toni Kroos	1
Luka Modrić	2
Lucas Vázquez	1
Ferland Mendy	1
Federico Valverde	2
Marco Asensio	4
Nacho	1
Dani Carvajal	1
Rodrygo	3
Eduardo Camavinga	1

No geral, a análise obtida a partir da busca em largura (BFS) de Casemiro (0), conforme a distancia, (Table. 4) no Manchester United demonstra conexões diretas com jogadores como Luke Shaw (1), Lisandro Martínez (1), Raphaël Varane (1), Fred (1) e outros, alguns com distâncias um pouco maiores, como Jadon Sancho (3) e Marcus Rashford (3). Esses jogadores estão intimamente interligados em campo, compartilhando conexões diretas ou indiretas com Casemiro. Ao analisar as posições dos jogadores, observa-se que aqueles com menor distância de Casemiro na BFS incluem meio-campistas como Fred e laterais como Luke Shaw. Essas conexões diretas com Casemiro sugerem que ele é responsável

por interligar os setores do campo e assumir a responsabilidade defensiva no meio-campo, evidenciado também pela ligação com zagueiros como Lisandro Martínez e Raphaël Varane.

Sob a liderança e filosofia de Erik ten Hag, Casemiro desempenha um papel central, influenciando não apenas na defesa, mas também na transição para o ataque e na organização tática do Manchester United. Ele se torna um jogador crucial na bem-sucedida implementação do estilo de jogo proposto pelo treinador.

É válido ressaltar que sua chegada ao Manchester United abriu possibilidades táticas para o time. Eriksen geralmente avança a partir do pivô duplo quando o United ataca, e Casemiro desempenha um papel importante ao ajudá-lo a recuperar a bola e a se posicionar no lado do gol. A presença de Casemiro também permite que os laterais do United avancem com mais frequência. Na esquerda, Luke Shaw ou Tyrell Malacia se sobrepõem em posições de ataque, enquanto o lateral-direito Diogo Dalot inverte com mais frequência. Os laterais de ambos os lados mostraram melhorias com a chegada de Casemiro (THE COACHES VOICE, 2023).

Por outro lado, ao analisar o Real Madrid, a BFS demonstrou que Casemiro (0), conforme a distancia, (Table. 5), está diretamente conectado a Eder Militao (1), David Alaba (1), Ferland Mendy (1), Dani Carvajal (1), Eduardo Camavinga (1), Toni Kroos (1) e outros, com distâncias um pouco maiores, como Karim Benzema (3) e Marco Asensio (4). Isso evidencia que esses jogadores estão intimamente relacionados em campo, compartilhando conexões diretas ou indiretas com ele. Analisando as posições dos jogadores, nota-se que aqueles mais próximos de Casemiro na BFS incluem o meio-campista Toni Kroos, que tem conexões com Luka Modric (2). Isso sugere que Casemiro é responsável por interligar os setores do campo e assumir o papel defensivo no meio-campo, especialmente devido à sua ligação com zagueiros como Eder Militao e David Alaba.

Assim, a filosofia de jogo de Carlo Ancelotti valoriza a defesa sólida, a adaptabilidade tática e a eficiência na transição. Casemiro se destaca e se beneficia desses aspectos. Sua capacidade defensiva, visão de jogo e versatilidade fazem dele um jogador crucial no esquema tático de Ancelotti no Real Madrid.

Portanto, a análise comparativa mostra que tanto no Manchester United quanto no Real Madrid, apesar de os times apresentarem possíveis táticas diferentes, as ligações analisadas com o BFS retornam à mesma ideia. Em ambos os casos, é evidente que Casemiro é responsável por dominar o setor defensivo do meio-campo e por interligar os setores do time, como observado na análise de dados onde, em ambos os times, ele é o jogador com o maior número de dividas. Dessa forma, mesmo após mudar de time, o jogador manteve seu estilo de jogo e suas características frente aos diferentes esquemas táticos, desempenhando em alto nível sua função.

Assim sendo, ao realizar a BFS juntamente com o entendimento da filosofia aplicada pelo treinador, é possível verificar a relação dessa filosofia com o jogador e como ela influencia seu desempenho, utilizando o código explicado

na seção de metodologia, que está disponível no endereço: <https://github.com/wernecksp/BFS-grafo-futebol.git>.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa conseguiu atingir o objetivo, a BFS ajuda na análise em relação à filosofia dos treinadores e ao desempenho dos jogadores, pois, mapeando as conexões entre os jogadores, revela não apenas os relacionamentos diretos, mas também os indiretos. Isso ajuda a identificar padrões de jogo, como quais jogadores estão mais interligados e como eles se posicionam no campo em relação à estratégia do treinador, sendo possível compreender como se conectam nos diferentes setores do campo, possibilitando identificar os atletas importantes para a estratégia do treinador, seja na construção do jogo, na transição defensiva ou no ataque. Ao relacionar as conexões da BFS com o desempenho do jogador, é possível compreender como o sistema tático influencia a eficácia e a produtividade individual de um jogador específico dentro da equipe.

Para uma análise mais aprofundada da influência sobre o jogador, seria interessante realizar estudos mais detalhados sobre a filosofia de cada treinador, analisando confrontos contra cada time da liga, em vez de ter uma visão geral da temporada. Poderia ser feito utilizando a BFS como método para analisar as interações entre os jogadores e a influência da filosofia do treinador. Além disso, buscar, quando necessário, a aplicação de outros algoritmos que possam auxiliar nas análises. O objetivo seria verificar, antes de alguma partida, se existe a necessidade do técnico adotar uma abordagem diferente para o jogador, considerando suas características, considerando a filosofia de jogo do adversário.

REFERENCES

- [1] CORMEN, Thomas H. Algoritmos: Teoria e Prática. 3rd ed. São Paulo: GEN LTC, 2012. 944 p. ISBN 8535236996.
- [2] BUSSINGER, Gabriel Henrique de Lucena. Concepções e princípios de prática de liderança de treinadores: um estudo com treinadores de alta performance no futebol brasileiro. Orientador: Mateus Araújo Silva. 2019. 118 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.
- [3] Resende, Rui. (2018). Filosofia do Treinador e sua Implementação com Eficácia. 51-59.
- [4] SILVA, A. C. et al. Proposta de avaliação do comportamento tático de jogadores de futebol baseada em princípios fundamentais do jogo. Motriz: Revista de Educação Física, Rio Claro, v. 17, n. 3, p. 424-435, jul./set. 2011.
- [5] FBREF. Estatísticas e histórico do futebol. Disponível em: <https://fbref.com/pt/>. Acesso em: 30 nov. 2023.
- [6] Tutorial — NetworkX 2.5 documentation. Disponível em: <https://networkx.org/documentation/stable/tutorial.html>. Acessado em: 18 de novembro, 2023.
- [7] SCIKIT-LEARN. StandardScaler. Disponível em: <https://bitlybr.com/bBJ>. Acesso em: 18 nov. 2023.
- [8] NUMPY. corrcoeff. Disponível em: <https://numpy.org/doc/stable/reference/generated/numpy.corrcoeff.html>. Acesso em: 19 nov. 2023.
- [9] NETWORKX. neighbors. Disponível em: <https://bitlybr.com/tUe>. Acesso em: 19 nov. 2023.
- [10] SEABORN. heatmap. Disponível em: <https://seaborn.pydata.org/generated/seaborn.heatmap.html>. Acesso em: 18 nov. 2023.

- [11] PYPLT tutorial. Matplotlib, 2021. Disponível em: <https://matplotlib.org/stable/tutorials/pyplot.html>. Acesso em: 18 nov. 2023.
- [12] COACHES VOICE. Manchester City: Pep Guardiola's treble tactics and Haaland. Disponível em: <https://www.coachesvoice.com/cv/manchester-city-pep-guardiola-treble-tactics-haaland/>. Acesso em: 24 nov. 2023.
- [13] COACHES VOICE. Marco Rose: Borussia Dortmund and Jurgen Klopp. Disponível em: <https://www.coachesvoice.com/cv/marco-rose-borussia-dortmund-jurgen-klopp/>. Acesso em: 24 nov. 2023.
- [14] COACHES VOICE. The 4-2-3-1: football tactics of Pochettino, Guardiola, Flick and Southgate. Disponível em: <https://www.coachesvoice.com/cv/the-4-2-3-1-football-tactics-pochettino-guardiola-flick-southgate/>. Acesso em: 24 nov. 2023.
- [15] COACHES VOICE. Erik ten Hag: Manchester United's improvements and tactics in 2022/23. Disponível em: <https://www.coachesvoice.com/cv/erik-ten-hag-manchester-united-improvements-tactics-2022-23/>. Acesso em: 24 nov. 2023.
- [16] COACHES VOICE. Carlo Ancelotti: Real Madrid. Disponível em: <https://www.coachesvoice.com/cv/carlo-ancelotti-real-madrid/>. Acesso em: 24 nov. 2023.
- [17] COACHES VOICE. Big Data: Carlo Ancelotti's Real Madrid and Jude Bellingham. Disponível em: <https://www.coachesvoice.com/cv/big-data-carlo-ancelotti-real-madrid-jude-bellingham/>. Acesso em: 24 nov. 2023.
- [18] COACHES VOICE. Erling Haaland: Manchester City and Borussia Dortmund. Disponível em: <https://www.coachesvoice.com/cv/erling-haaland-manchester-city-borussia-dortmund/>. Acesso em: 24 nov. 2023.
- [19] COACHES VOICE. Casemiro: Manchester United and Real Madrid scout report. Disponível em: <https://www.coachesvoice.com/cv/casemiro-manchester-united-real-madrid-scout-report/>. Acesso em: 24 nov. 2023.