
ANÁLISE DA PERFORMANCE DOS TIMES DO CAMPEONATO BRASILEIRO DE FUTEBOL MASCULINO DE 2019 ATRAVÉS DO NETWORK DEAYuri Lima Torres¹, Bruno Guimarães Torres¹, Anibal Alberto Vilcapoma Ignacio¹**RESUMO**

Analisando a situação dos clubes de futebol do Brasil e do mundo, nota-se a alta competitividade que o esporte vem apresentando ao longo dos anos. É possível observar uma grande preocupação dos clubes em obter melhor desempenho, garantir maior rentabilidade e administrar seus gastos. Diante desse cenário, o trabalho visa utilizar o método Análise Envoltória de Dados (DEA) para traçar a eficiência dos clubes do campeonato brasileiro. DEA é uma técnica que utiliza programação linear para avaliar a eficiência de unidades produtivas denominadas DMUs (Decision Making Units ou unidades tomadoras de decisão). Dessa forma é possível utilizá-la para comparar a eficiência entre os times de futebol. No estudo será aplicada uma variação do DEA tradicional que é o NDEA (Network Data Envelopment Analysis) utilizando o modelo relacional multiplicativo de dois estágios a fim de obter uma maior precisão na eficiência dos resultados que os modelos tradicionais oferecem. O estudo foi capaz de obter a eficiência dos clubes do campeonato no primeiro e segundo estágios e no estágio global, além de traçar a representação da fronteira para cada estágio. Por fim, foi feita uma análise que compara os times em pares. Em adição a isso, uma comparação entre os seis primeiros colocados também foi feita. Apenas os times do Fortaleza e do Goiás foram eficientes no estágio global, além deles, apenas Flamengo e Atlético Mineiro se apresentaram eficientes em um dos estágios.

Palavras-chave: Campeonato Brasileiro. Futebol. DEA.

ABSTRACT

Performance analysis of teams participating in the Brazilian championship of men's football 2019 through the dea network

Analyzing the situation of football teams in Brazil and in the world, we note the high competitiveness that the sport has shown over the years. It is possible to observe a great concern of the clubs in obtaining better performance, guaranteeing greater profitability, and managing their expenses. That said, this work aims to use the Data Envelopment Analysis (DEA) method to trace the efficiency of the clubs in the Brazilian championship. DEA is a technique that uses linear programming to evaluate the efficiency of productive units called DMUs (Decision Making Units or decision-making units). In this way it is possible to use it to compare the efficiency between football teams. In the study, a variation of the traditional DEA will be applied, which is the NDEA (Network Data Envelopment Analysis) using the two-stage relational multiplicative model to obtain greater precision in the efficiency of the results than the traditional models offer. This study was able to obtain the efficiency of the championship clubs in the first, second and overall stage, in addition to drawing the graphic representation for each stage. Finally, a comparative analysis was made between one team and another separately. In addition, a comparison was also made between the top six teams. Only Fortaleza and Goiás were efficient in the overall stage, beyond them, Flamengo and Atlético Mineiro were the only efficient in any of the stages.

Key words: Brazilian Football. Football. DEA.

1 - Universidade Federal Fluminense, Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil.

E-mail dos autores:
yurilt123@gmail.com
brunotorres@id.uff.br
anibalvilcapoma@gmail.com

Autor correspondente
Bruno Guimarães Torres.
brunotorres@id.uff.br
Rua Domingos Silvério 135.
Quitandinha, Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil.
Tel: +55 24 30641490.

INTRODUÇÃO

O futebol é o esporte que mais atrai a atenção de pessoas do mundo inteiro. Segundo o site de estatísticas esportivas Totalsportek, 4,5 bilhões de pessoas ao redor do mundo assistem ou praticam o esporte.

De acordo com o Datafolha (2019), as dez maiores torcidas de clubes de futebol do Brasil somam mais de 130 milhões de pessoas, o equivalente a mais da metade de toda a população nacional.

Além de ser muito popular, o esporte também movimenta muito dinheiro.

Em um estudo feito pela Ernst & Young (2020), os 20 primeiros clubes do ranking da CBF somaram uma receita de cerca de R\$ 6,00 bilhões naquele mesmo ano.

Esse ranking de receita total, está incluindo até as deduções, como impostos, e três indicadores segmentados, com receitas de transmissão, venda de atletas e bilheteria.

A cada ano que passa há um crescimento na receita financeira dos clubes, oriunda de venda de ingressos para jogos, direitos de transmissão na TV, patrocínios, venda de produtos, venda de atletas etc.

Entretanto, o volume dos recursos utilizados pelos clubes de futebol, seja na contratação de novos jogadores, no investimento em centros de treinamento, investimento em marketing, entre outros, também vem crescendo.

Conforme a mesma pesquisa da Ernst & Young (2020), a soma das dívidas dos 20 primeiros clubes do ranking da CBF chega a R\$ 8,35 bilhões.

Devido a esta grande quantia envolvida no esporte, o futebol passou por grandes reformulações na sua gestão financeira e com isso os clubes estão se transformando em empresas.

De acordo com Rodrigues e Silva (2009), o futebol parece estar migrando de uma organização baseada em valores e tradições para uma organização que enfatiza critérios de eficiência, rentabilidade e contabilidade.

Seguindo o viés empresarial, os clubes tendem a estar mais atentos à performance dos times dentro de campo.

Assim, está cada vez mais comum o uso de estatísticas para comparação de resultados, análise de times e de jogadores. Muitos dados como chutes a gol, roubadas de

bola, posse de bola, passes decisivos, entre outros, são utilizados por clubes e treinadores para estudar o andamento da equipe dentro de campo e, também, para avaliar individualmente determinado jogador.

Diante desse cenário discute-se a relação entre a gestão financeira e o desempenho das equipes de futebol. A partir disso, surgem questionamentos, como: Os investimentos que um clube fez no início da temporada trouxeram resultados? O time apresentou um bom desempenho utilizando aqueles recursos?

Partindo da conjectura que os clubes que realizam altos investimentos tendem a ocupar as primeiras posições da tabela, torna-se pouco aceitável o fato dessa equipe apresentar um desempenho abaixo da média.

Um time de futebol, assim como uma empresa convencional, possui stakeholders. No caso dos clubes, os torcedores são os principais interessados no desempenho da equipe dentro de campo e os sócios que, além da performance em campo, estão preocupados com a infraestrutura oferecida nos espaços físicos dos clubes.

Os patrocinadores também são importantes e influenciam bastante, pois buscam um retorno financeiro das parcerias feitas com os clubes, diante disso, eles têm o desejo de que a equipe ocupe os primeiros lugares da tabela para que suas marcas sejam valorizadas.

Desta forma, é possível observar que um time de futebol possui uma cobrança para apresentar resultados dentro de campo.

Contudo, esses resultados nem sempre ficam explícitos quando uma equipe deixa de ganhar algum título. Para isso, a pesquisa em questão visa, então, utilizar o modelo de Análise Envoltória de Dados.

Essa análise conhecida como DEA (Data Envelopment Analysis) foi desenvolvida por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e é uma técnica que utiliza programação linear para avaliar a eficiência de unidades produtivas denominadas DMUs (Decision Making Units ou unidades tomadoras de decisão).

Dessa forma, utilizou-se, no presente estudo, DEA para comparar a eficiência entre os times de futebol masculino do campeonato brasileiro de 2019, sendo cada um deles uma DMU que será analisada.

Tendo em vista o problema de mensuração do desempenho de uma equipe de futebol, o presente estudo tem como o objetivo geral analisar a eficiência dos clubes participantes da série A do campeonato brasileiro de futebol masculino de 2019 a partir da Análise Envolvória de Dados (DEA). A fim de traçar o objetivo geral proposto, são traçados os seguintes objetivos específicos:

- Discutir os principais conceitos de eficiência dentro de campo;
- Caracterizar o melhor modelo de DEA aplicável no estudo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Desenvolvida em 1978 por Charnes, Cooper e Rhodes, a Análise Envolvória de Dados, em inglês Data Envelopment Analysis (DEA), é uma técnica não-paramétrica que se utiliza da programação matemática para avaliar a eficiência multidimensional através de uma fronteira de produção.

Para calcular essa fronteira, é utilizado o cálculo a partir de um Problema de Programação Linear (PPL) que avalia a eficiência das denominadas DMUs (Decision Making Units ou unidades tomadoras de decisão). Essa eficiência é obtida através da comparação da relação de inputs e outputs de cada DMU.

De acordo com Lins e Angulo Meza (2000), na resolução de um problema com DEA, é importante que essas DMUs que serão comparadas sejam homogêneas para que não haja nenhuma DMU destacada por obter valores que não sejam possíveis de outra obter.

Existem dois modelos clássicos de DEA que são o modelo CCR (Charnes, Cooper e Rhodes) e o modelo BCC (Banker, Charnes e Cooper, 1984).

O primeiro modelo Clássico de DEA foi o modelo formulado por Charnes, Cooper e Rhodes (1979) que também é conhecido como CRS (Constant Returns to Scale) devido a sua característica. O CCR possui proporcionalidade entre os inputs e outputs, ou seja, uma variação entre as entradas de uma DMU irá resultar em uma alteração proporcional nas saídas.

Em 1984 foi apresentado o modelo proposto por Banker, Charnes e Cooper (BCC), que também ficou conhecido como VRS (Variable Returns to Scale), pois tal modelo considera os retornos variáveis de escala.

DEA já foi utilizado para análises relativas ao futebol. Wakin (2019) analisou a eficiência dos times do campeonato brasileiro de 2017 utilizando DEA e propondo uma nova classificação para o campeonato. O artigo usou como inputs o inverso dos gols marcados, gols sofridos, finalizações certas e como outputs o total de pontos obtidos por cada equipe nesse campeonato. O autor utilizou o modelo DEA CCR para alcançar seu objetivo.

Por fim, constatou-se que houve uma mudança significativa na classificação final da competição o que poderia impactar financeiramente na premiação de cada equipe.

Barbosa e Fuchigami (2018) também fizeram uma análise de eficiência das equipes do campeonato brasileiro de 2017. O objetivo desse estudo foi o de avaliar a capacidade técnica dos clubes de futebol.

Foi utilizado o modelo DEA CCR para dois cenários diferentes: o primeiro cenário teve como inputs a média de roubadas de bola, a média de assistências e a média de finalizações por partida e no segundo cenários os inputs foram a média de defesas difíceis e finalizações certas por partida.

Em ambos, os outputs foram o número de gols marcados e o inverso do número de gols sofridos.

No fim do estudo, concluiu-se que os resultados apresentados pelas equipes estão relacionados ao desempenho das equipes em campo e que apesar de ter sido encontrado uma variação entre os clubes de classificação intermediária, o modelo foi preciso nos dois extremos da tabela.

Seguindo o viés de análise focada nos processos produtivos de uma partida de futebol, Carmichael, Thomas e Wars (2000), Espitia-Escuer e García-Cebrián (2004, 2016) e Torres-Dávila e García-Cebrián (2012) estimaram a eficiência esportiva dos clubes de futebol usando estatísticas do jogo como entradas, e a classificação final ou pontos na liga como saídas dos modelos apresentados.

Há, também, trabalhos que examinaram a eficiência financeira dos times de futebol como os apresentados por Gerrard (2010) e Ribeiro e Lima (2012) que usaram despesas financeiras (salários, gastos do clube etc.) como inputs e os resultados das competições como os outputs.

Já Giner-Vicente e Muñoz-Porcar (2008) empregaram diferentes tipos de

indicadores financeiros como entradas e usaram a receita e classificação final do clube como as saídas.

Os modelos clássicos de DEA (CCR e BCC) consideram os processos internos das DMUs como uma “caixa preta”. Contudo, em algumas situações é necessário olhar dentro das “caixas pretas” para avaliar melhor a eficiência das unidades produtivas (Färe e Grosskopf, 2000).

Sendo assim surgiu o Network DEA (NDEA) com a ideia inicial de observar os processos internos de cada DMU onde cada um possui inputs e outputs que são relacionados entre si.

Os modelos de NDEA ou DEA em redes consideram que a eficiência global de um sistema consiste em uma composição dos diferentes processos (subDMUs ou SDMUs) conectados por produtos intermediários consumidos internamente ao sistema (Lozano, 2017).

Utilizando essa abordagem, é possível calcular a eficiência de cada etapa, além da eficiência global das DMUs. Nesse modelo, os outputs de uma etapa serão considerados como inputs da etapa seguinte, e esses serão os produtos intermediários consumidos pela rede.

Foi realizada uma pesquisa sobre os principais modelos de Network DEA e, de acordo com a review de Kao (2014), o modelo multiplicativo (Kao e Hwang, 2008) e o modelo aditivo (Chen e colaboradores, 2009) são os mais populares na literatura.

O primeiro calcula a eficiência global através do produto das eficiências das etapas internas enquanto o aditivo calcula a eficiência global através da soma ponderada dessas etapas.

Outra diferença entre os modelos é em relação aos retornos de escala de cada um, o modelo multiplicativo adota os retornos constantes de escala, que é baseado no modelo CCR DEA, já no modelo aditivo é possível encontrar os dois tipos de retorno: variável, ou seja, baseado no modelo BCC DEA ou constante de escala.

Na literatura é possível encontrar algumas aplicações de Network DEA em esportes. Yang, Lin e Chen (2014) propuseram um estudo com um NDEA de dois estágios para mensurar a eficiência dos times da NBA usando os salários dos jogadores de cada time como

inputs, os jogos vencidos e a receita desses jogos como outputs e um agregado de índices individuais dos jogadores como produto intermediário.

Lewis, Lock e Sexton (2009) fizeram um estudo na Major League Baseball onde consideravam que cada time possuía três processos durante uma partida: ofensivo (que considera as medidas de ataques com sucesso), o defensivo (que considera as medidas de defesas com sucesso) e o processo integrado (que considera as saídas dos estágios anteriores e produz a saída final).

Moreno e Lozano (2014) propuseram um modelo mais complexo com uma abordagem de cinco processos na NBA: time principal e time reserva, nível de ataque/defesa e geração de vitórias. Mais um modelo de dois estágios que considerava a preparação dos atletas e a competitividade deles.

De acordo com Villa e Lozano (2016) não há muitas aplicações de NDEA no futebol e por isso os autores propuseram um estudo avaliando a eficiência dos times da liga espanhola de futebol masculino. No artigo, foi usado o modelo aditivo proposto por Chen e colaboradores (2009) onde se usa o retorno variável de escala.

Zambom-Ferraresi, García-Cebrián e Lera-López (2016) apresentaram um modelo de dois estágios para avaliar a eficiência dos times participantes da UEFA Champions League, no entanto, calcularam apenas a eficiência do segundo estágio.

No primeiro estágio do modelo foi avaliado o que o autor chamou de estágio “pré-partida”, onde os inputs foram as estatísticas em campo, tanto defensivas quanto ofensivas e os outputs foram os gols marcados, vitórias, pontuação final, classificação e partidas jogadas.

No modelo de dois estágios, esses outputs, citados anteriormente, são considerados os inputs do segundo estágio, o qual o autor chamou de “durante a partida”. Nesse segundo estágio, os outputs foram trabalho em equipe e habilidades e características técnicas.

Por fim, o autor comparou o desempenho dos times de nove temporadas de Champions League e fez um ranking com as melhores equipes de acordo com o modelo.

Considerando essa lacuna na literatura, o presente estudo utiliza o modelo

NDEA relacional multiplicativo de dois estágios para calcular a eficiência de times de futebol no campeonato brasileiro masculino de 2019.

No modelo multiplicativo de dois estágios a eficiência global é dada por E_o . u_r , v_i , w_d , são os multiplicadores das variáveis x (inputs), y (outputs) e z (variáveis intermediárias) respectivamente. n é relativo ao número de DMUs, m ao número de inputs, s ao

número de outputs e D ao número de variáveis intermediárias.

As eficiências dos estágios internos são obtidas através da divisão do somatório dos respectivos produtos dos inputs e seus multiplicadores pelo produto dos outputs e seus multiplicadores. O modelo orientado a inputs está apresentado no modelo 1.

$$\begin{aligned} E_o &= \max \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \\ \text{s. t. } \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} &\leq 1, j = 1, 2, \dots, n \\ \frac{\sum_{d=1}^D w_d z_{dj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} &\leq 1, j = 1, 2, \dots, n \\ \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{d=1}^D w_d z_{dj}} &\leq 1, j = 1, 2, \dots, n \\ u_r, v_i, w_d &\geq 0, i = 1, 2, \dots, m, r = 1, 2, \dots, s, d = 1, 2, \dots, D \end{aligned} \quad (1)$$

O modelo 1 é não-linear, no entanto, é possível linearizá-lo através da Transformação C-C (Charnes, Cooper e Rhodes, 1979) e

resolvê-lo utilizando as técnicas de programação linear como é descrito no modelo 2.

$$\begin{aligned} E_o &= \max \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} \\ \text{s. t. } \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} &= 1 \\ \sum_{d=1}^D w_d z_{dj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} &\leq 0, j = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{d=1}^D w_d z_{dj} &\leq 0, j = 1, 2, \dots, n \\ u_r, v_i, w_d &\geq 0, i = 1, 2, \dots, m, r = 1, 2, \dots, s, d = 1, 2, \dots, D \end{aligned} \quad (2)$$

Também pode-se representar o modelo NDEA multiplicativo relacional para dois estágios orientados a outputs.

Para que se obtenham as eficiências de cada estágio deve-se dividir a soma da

multiplicação dos inputs e seus respectivos multiplicadores pela soma da multiplicação dos outputs e seus respectivos multiplicadores. As equações dos estágios são demonstradas nas equações 3 e 4.

$$E_o^1 = \frac{\sum_{d=1}^D w_d z_{dj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \quad (3)$$

$$E_o^2 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{d=1}^D w_d z_{dj}} \quad (4)$$

De acordo com a definição de Kao e Hwang (2008), a eficiência global é obtida pela

multiplicação das eficiências dos estágios internos, representada pela Equação 5.

$$E_o = E_o^1 \times E_o^2 = \frac{\sum_{d=1}^D w_d z_{dj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \times \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{d=1}^D w_d z_{dj}} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} = E_o \quad (5)$$

A modelagem em DEA exige a definição das DMUs, das variáveis de avaliação (inputs e outputs) e do modelo DEA que será

usado (Soares de Mello e colaboradores, 2005).

O modelo NDEA multiplicativo relacional de dois estágios será aplicado no estudo que irá analisar os vinte clubes participantes da primeira divisão do campeonato brasileiro de futebol masculino de 2019. Os clubes serão as DMUs a serem analisadas.

Os dados dos times foram coletados do site da SofaScore, que é uma empresa croata especialista em análise de dados de futebol.

O modelo terá dois inputs exógenos que são: o valor do elenco (VE - somatório do

valor de mercado dos jogadores do clube) e o orçamento (CDN - valores de cota de televisão, folha de pagamento, direitos de imagem, aquisição de jogadores e patrocínios).

Os gols marcados, assistências, jogos sem sofrer gols e oportunidades de gols serão as quatro variáveis intermediárias.

O número de vitórias e o número de pontos conquistado no campeonato (cada vitória soma 3 pontos, empate 1 ponto e derrota 0 pontos) serão os outputs exógenos, conforme mostra a Figura 1.



Figura 1 - Modelo Network DEA adotado no estudo de caso.

O primeiro estágio irá fazer uma comparação entre as medidas financeiras do clube (valor do elenco e orçamento) com as medidas de campo. Essas medidas financeiras foram escolhidas pelo fato de representarem a equipe dentro de campo.

Uma medida financeira como o EBITA (Lucros antes de juros, impostos, depreciação e amortização) pode não ser tão interessante para o modelo visto que um clube pode se endividar para montar um elenco muito forte, ou seja, terá um EBITDA negativo e outro clube com um valor alto de EBITDA também pode montar um time forte, então não teria uma relação proporcional nos resultados apresentados dentro de campo.

Por outro lado, uma equipe que tem os valores de elenco e orçamento altos, é vista como uma potência na disputa de títulos e a outra com os valores baixos tem menor potencial de alcançar os primeiros lugares da tabela, nesse caso a relacional é proporcional.

As medidas de dentro de campo escolhidas foram: gols marcados (GM), assistências (A), jogos sem sofrer gols (JSG) e oportunidades de gols (OG). A primeira foi escolhida pelo fato que para um time ganhar um jogo é necessário fazer gol, então quanto

mais gols um time faz maior é a probabilidade desse time ganhar a partida.

As assistências foram escolhidas por serem uma estatística que faz parte de um futebol jogado coletivamente que possui mais chances de ganhar uma partida. O dado de JSG entrou por ser uma outra medida importante de avaliação defensiva, pois o GS sozinho não garante bons resultados.

Por exemplo: um time que sofre sempre um gol por jogo pode ser considerado um time com uma boa defesa, porém esse time ao entrar em campo tem a obrigação de fazer no mínimo dois gols por jogo para sair com a vitória, já um time que tem muitos jogos sem sofrer gols é mais regular, e precisa se esforçar menos no ataque.

A última medida (OG) é utilizada pois uma equipe que cria mais chances está mais próxima de ganhar uma partida.

Por fim, tem-se as medidas finais que são número de pontos e vitórias. O mais importante para um time no final do campeonato é terminar com o maior número de pontos possível para ser campeão por isso essa é uma das variáveis utilizadas.

Porém, o número de vitórias é um fator de desempate, ou seja, caso duas equipes terminem com o mesmo número de pontos, a

que possui mais vitórias estará mais bem colocada na tabela.

Dessa forma, o campeonato dá mais reconhecimento para a equipe que ganha mais, por isso essa variável também é utilizada no modelo.

Nesse modelo, a eficiência do primeiro estágio apresentará os times que melhor aproveitaram as medidas financeiras apresentando bons números dentro de campo.

O segundo estágio fará a comparação das medidas de campo com as medidas de resultado de partida (vitórias e total de pontos). Receber um alto valor de eficiência nesse caso significa que a DMU obteve um alto número de vitórias e pontos de acordo com os indicadores de campo. O modelo escolhido será orientado a inputs, pois as medidas financeiras são aquelas que os tomadores de decisão conseguem modificar.

O presente estudo irá desenvolver também uma representação bidimensional da fronteira de eficiência para auxiliar a análise dos resultados. Essa representação foi baseada nos estudos de Torres (2017), que generalizou a representação proposta para o DEA clássico de Bana e Costa, Soares de Mello e Angulo Meza (2016) para o DEA clássico.

Para o desenvolvimento da representação bidimensional, as DMUs serão traçadas no gráfico de acordo com sua eficiência. O eixo X representará o valor do input virtual e o eixo Y representará o output virtual.

Segundo Torres (2017), esses valores, tanto dos inputs virtuais quanto dos outputs virtuais podem ser modificados para a geração do gráfico a fim de que a soma dos multiplicadores dos inputs ou outputs obtidos seja igual a 1, dependendo da orientação. O

que determinará se os multiplicadores serão modificados ou não será o estágio analisado.

Para representar a fronteira de eficiência será traçada uma reta de 45 graus, nas quais as DMUs que estiverem nessa reta possuem a eficiência igual a 1.

Quanto mais distante da fronteira de eficiência, significa que menos eficiente a DMU é.

O resultado do campeonato brasileiro de futebol masculino de 2019, está representado na Tabela 1, com os emblemas dos respectivos times. Onde o primeiro colocado foi o campeão daquele ano, os seis primeiros colocados garantiram vaga para disputar a fase de grupos da Copa Libertadores da América, o sétimo e oitavo se classificaram para disputar a fase eliminatória da Libertadores, do nono ao décimo quarto os times conquistaram vaga para a Copa Sul-Americana e os quatro últimos colocados foram rebaixados para a segunda divisão.

RESULTADOS

Foram analisados 17 dos 20 clubes participantes da primeira divisão do campeonato brasileiro de futebol masculino, referente ao ano de 2019.

Os dados foram extraídos de três fontes diferentes: o valor do elenco dos clubes foi retirado do site Transfermarkt, (<https://www.transfermarkt.com.br/>) a variável custos e despesas nominais tem como fonte o relatório anual de análise econômico-financeira feita pelo Itaú BBA (2020) e as demais variáveis de gols marcados, gols sofridos, assistências, jogos sem sofrer gols, oportunidades de gols, pontos e vitórias, foram extraídas do site SofaScore (<https://www.sofascore.com/pt/>).

RBFF
Revista Brasileira de Futsal e Futebol

Tabela 1 - Classificação Final da Série A do Campeonato Brasileiro de Futebol Masculino de 2019.

Posição	Emblema	Time	Pontos
1º		Flamengo	90
2º		Santos	74
3º		Palmeiras	74
4º		Grêmio	65
5º		Athletico-PR	64
6º		São Paulo	63
7º		Internacional	57
8º		Corinthians	56
9º		Fortaleza	53
10º		Goiás	52
11º		Bahia	49
12º		Vasco	49
13º		Atlético-MG	48
14º		Fluminense	46
15º		Botafogo	43
16º		Ceará	39
17º		Cruzeiro	36
18º		CSA	32
19º		Chapecoense	32
20º		Avaí	20

Três clubes do campeonato não divulgaram os balanços financeiros e ficaram de fora da análise do presente trabalho, que foram: CSA, Avaí e Chapecoense. Como os

clubes ocuparam as três últimas posições, a ordem de classificação não será alterada.

A Tabela 2 apresenta os dados do modelo que será calculado no presente estudo.

RBFF
Revista Brasileira de Futsal e Futebol

Tabela 2 - Dados NDEA.

Inputs			Intermediárias				Outputs	
Times	VE (mi. €)	CDN (mi R\$)	GM	A	JSG	OG	Pontos	Vitorias
Flamengo	96,25	567	86	63	14	125	90	28
Santos	94	254,5	60	39	17	87	74	22
Palmeiras	112,7	455,6	61	44	15	87	74	21
Grêmio	78,4	279,5	64	48	14	80	65	19
Athlético Paranaense	37	229,4	51	35	15	95	64	18
São Paulo	74,6	346,2	39	32	15	53	63	17
Internacional	62,45	298	44	26	12	61	57	16
Corinthians	73,65	380,7	42	26	17	53	56	14
Fortaleza	17,85	99	50	32	8	68	53	15
Goiás	22,4	71,9	41	21	10	46	52	15
Bahia	33,1	134,7	44	24	14	65	49	12
Vasco	34,6	173,9	39	20	10	76	49	12
Atlético Mineiro	46,8	230,7	45	26	7	80	48	13
Fluminense	42,05	159	38	20	11	72	46	12
Botafogo	32,2	136	31	22	10	53	43	13
Ceará	20,15	85,7	36	24	8	61	39	10
Cruzeiro	52,5	346,3	27	17	13	68	36	7

A partir da resolução do Problema de Programação Linear presente no modelo NDEA multiplicativo de dois estágios orientado a

inputs, encontraram-se os valores da eficiência global e da eficiência de cada estágio apresentados na tabela 3.

RBFF
Revista Brasileira de Futsal e Futebol

Tabela 3 - Resultados NDEA.

Multiplicadores								Eficiências			
DMU	v1	v2	w1	w2	w3	w4	u1	u2	E1	E2	Eficiência Geral
Goiás	0,000	0,014	0,013	0,022	0,000	0,000	0,019	0,000	1,0000	1,0000	1,0000
Fortaleza	0,029	0,005	0,000	0,011	0,071	0,001	0,004	0,054	1,0000	1,0000	1,0000
Ceará	0,027	0,005	0,000	0,000	0,067	0,007	0,019	0,000	0,9589	0,7732	0,7414
Athlético PR	0,027	0,000	0,000	0,000	0,054	0,001	0,009	0,000	0,8812	0,6611	0,5825
Bahia	0,017	0,003	0,007	0,000	0,031	0,001	0,012	0,000	0,7673	0,7537	0,5783
Botafogo	0,017	0,003	0,000	0,008	0,044	0,000	0,000	0,042	0,6324	0,8532	0,5396
Vasco	0,015	0,003	0,006	0,000	0,027	0,000	0,010	0,000	0,5335	0,9397	0,5014
Fluminense	0,014	0,003	0,006	0,000	0,025	0,000	0,010	0,000	0,5177	0,8520	0,4411
Santos	0,000	0,004	0,000	0,004	0,020	0,000	0,000	0,019	0,4935	0,8396	0,4144
Atlético MG	0,011	0,002	0,004	0,000	0,020	0,000	0,008	0,000	0,3666	1,0000	0,3665
Grêmio	0,008	0,001	0,000	0,004	0,019	0,000	0,000	0,018	0,4533	0,7668	0,3476
Flamengo	0,010	0,000	0,000	0,002	0,013	0,000	0,000	0,012	0,3419	1,0000	0,3419
Internacional	0,008	0,002	0,000	0,003	0,021	0,001	0,006	0,000	0,3693	0,8972	0,3313
São Paulo	0,007	0,001	0,000	0,000	0,017	0,002	0,005	0,000	0,3559	0,8732	0,3107
Corinthians	0,007	0,001	0,000	0,002	0,017	0,001	0,005	0,000	0,3814	0,6961	0,2655
Palmeiras	0,005	0,001	0,002	0,000	0,009	0,000	0,003	0,000	0,2729	0,9427	0,2573
Cruzeiro	0,019	0,000	0,000	0,000	0,023	0,002	0,006	0,000	0,4529	0,5099	0,2309

Após o cálculo dos pesos originais, foram calculados os inputs e outputs virtuais para cada estágio e gerado gráficos da fronteira de eficiência.

No primeiro estágio e no estágio global houve a necessidade de uma normalização dos multiplicadores obtidos, conforme apontado em Torres (2017), fazendo com que a somatória dos multiplicadores dos inputs fosse igual a um.

Conforme demonstrado pelo autor, essa modificação não altera as eficiências originais calculadas pelo modelo original.

A Figura 2 apresenta a representação bidimensional da fronteira do primeiro estágio que facilita a visualização da eficiência das DMUs. Os emblemas dos clubes são utilizados no gráfico para a identificação de cada DMU.

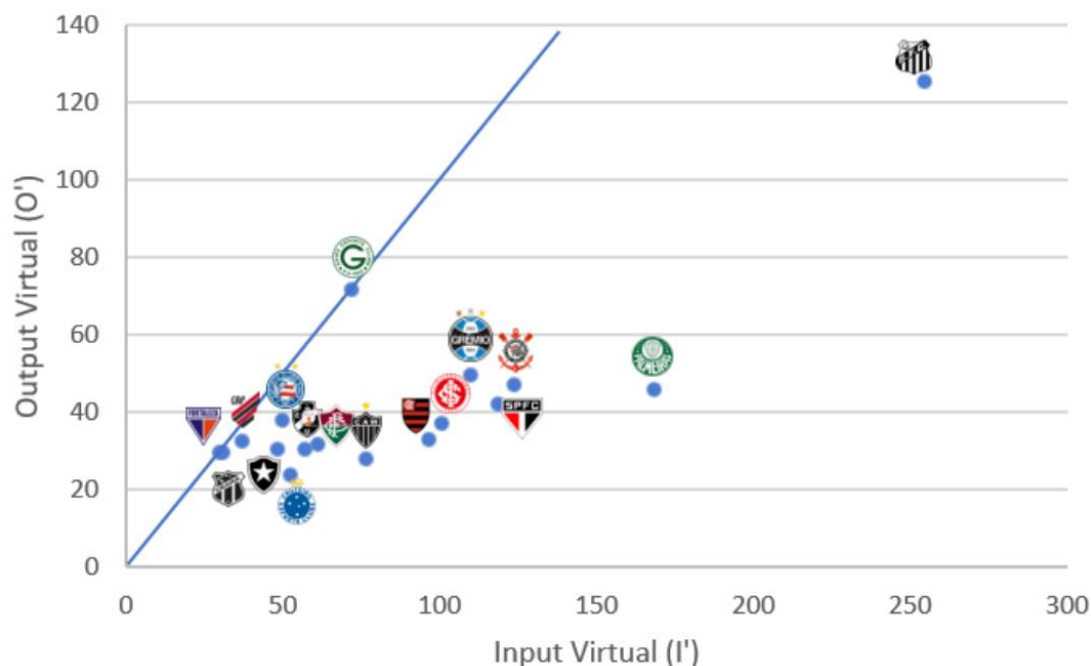


Figura 2 - Representação bidimensional da fronteira de eficiência para o primeiro estágio.

Quando uma DMU está muito afastada das demais, dá a impressão que essa é a menos eficiente como é o caso do Santos. Contudo, a tabela 3 mostra que esse clube não é o menos eficiente.

Para acabar com a dúvida basta traçar uma reta da origem até o ponto da DMU a ser analisada, os pontos acima da reta são DMUs mais eficientes e os abaixo são as menos eficientes.

Como é possível observar na Figura 3, há outros clubes menos eficientes que o Santos no estágio 1, essa falsa impressão ocorre por conta do output e input virtual serem altos.

Conforme já apontado anteriormente, no segundo estágio precisaram apenas ser calculados os inputs e outputs virtuais para a elaboração da representação bidimensional da fronteira de eficiência.

Esse gráfico está representado pela figura 4.

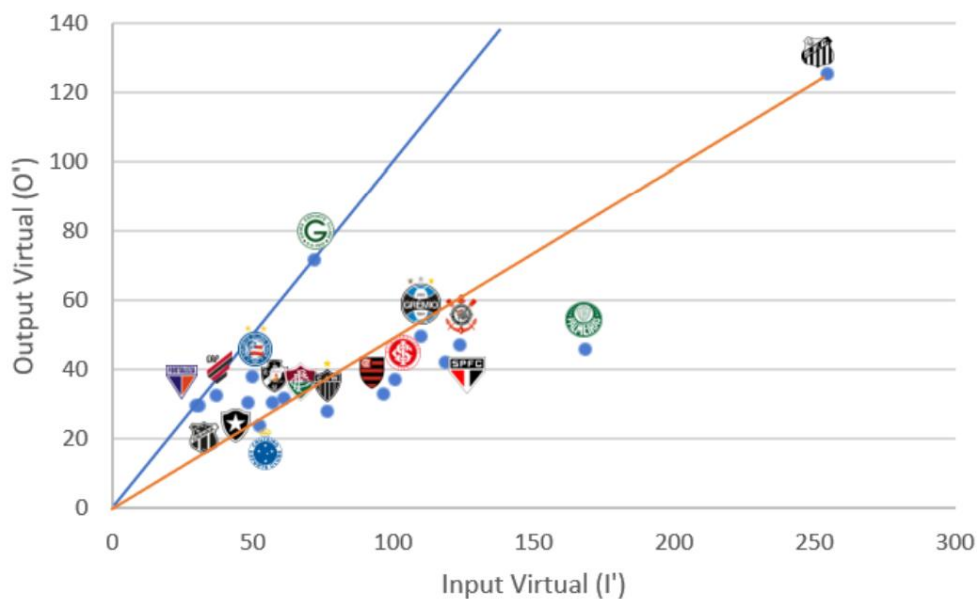


Figura 3 - Representação bidimensional da fronteira para o primeiro estágio com DMU comparativa.

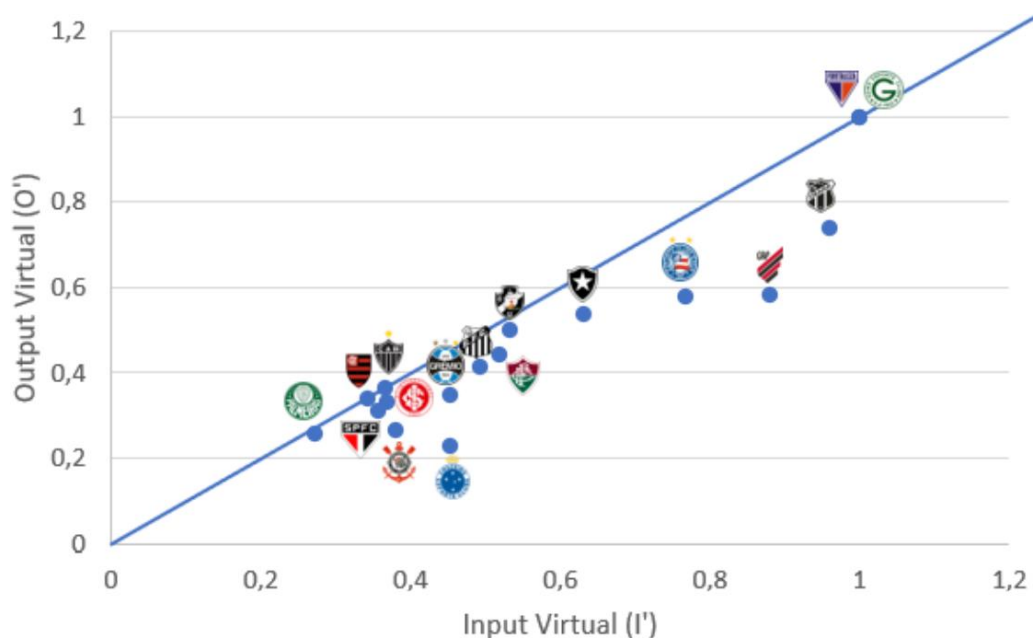


Figura 4 - Representação bidimensional da fronteira de eficiência para o segundo estágio.

Por fim, a eficiência global foi calculada da mesma forma que a eficiência do primeiro

estágio e o seu gráfico bidimensional está apresentado na figura 5.

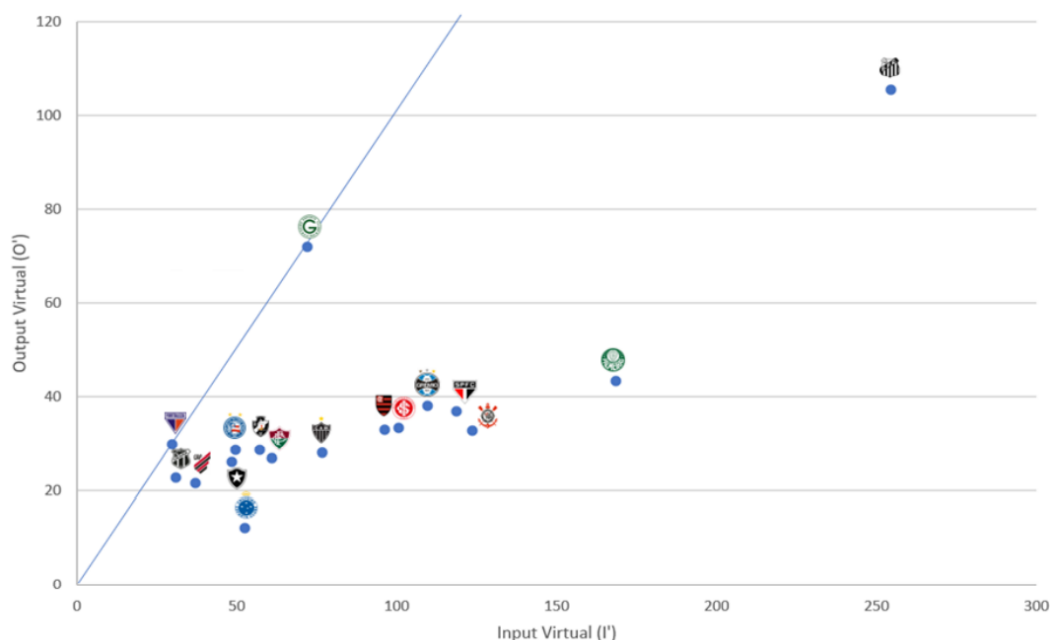


Figura 5 - Representação bidimensional da fronteira de eficiência para o estágio global.

DISCUSSÃO

No primeiro estágio, o Fortaleza e o Goiás foram os únicos clubes eficientes, e, portanto, são os únicos representados na fronteira de eficiência da figura 2.

Isso se deve ao fato de os times possuírem um orçamento bem abaixo dos outros clubes e ainda assim, conseguirem um desempenho razoável dentro de campo.

Nessa etapa, o Palmeiras foi a DMU que obteve a menor eficiência, visto que foi o time com o maior valor de elenco do campeonato, porém não teve as melhores estatísticas dentro de campo. Percebe-se graficamente que o Palmeiras está bem distante da fronteira de eficiência apresentada na figura 2.

Nessa etapa, a comparação que está sendo feita é entre as variáveis financeiras e as estatísticas produzidas em campo, mas não está sendo analisado a quantidade de pontos e vitórias. Os times que foram líderes do campeonato foram também os que mais gastaram com elenco e com despesas, mas como nessa etapa do modelo a quantidade de pontos não está sendo comparada, esses times ocupam posições menos eficientes como o Palmeiras, São Paulo, Flamengo, Grêmio e Santos.

No segundo estágio, os times foram bem mais eficientes do que comparados ao primeiro, visto que a maioria dos times se encontram mais próximos a fronteira de eficiência apresentada na figura 3.

Ao observar esse estágio do NDEA, quatro DMUs se mostraram eficientes e estão representadas na fronteira de eficiência.

O Flamengo foi eficiente nessa etapa por apresentar o maior número de pontos e de vitórias do campeonato com uma boa diferença para os demais times.

Por outro lado, o Atlético Mineiro, Fortaleza e Goiás se mostraram eficientes por conseguirem uma pontuação razoável sem ter tantos indicadores favoráveis. Por exemplo: O Goiás teve um dos menores números de oportunidades de gols, o Atlético Mineiro e o Fortaleza tiveram os menores números de jogos sem sofrer gols, apesar disso, conquistaram pontos satisfatórios comparados aos demais clubes.

Pensando em uma partida de futebol, muitas vezes um time A domina o jogo e cria muitas oportunidades de gols, porém por algum motivo não consegue marcar.

Do outro lado, o time B com apenas uma oportunidade faz o gol e garante a vitória. O time B nessa situação foi mais eficiente visto que aproveitou a única oportunidade que teve.

Nessa segunda etapa a maioria dos times mais bem colocados na tabela conseguiram alcançar uma eficiência melhor enquanto os piores colocados ficaram com a eficiência pior, justamente pelo fato da comparação nessa etapa ser em relação ao número de pontos e vitórias, o que dá vantagem a esses times.

Analisando a eficiência global do modelo, através da figura 5 e da tabela 3, identifica-se que apenas dois times atingiram a eficiência máxima: Goiás e Fortaleza.

Por outro lado, alguns times tiveram uma boa eficiência em um dos estágios, porém uma baixa eficiência global, como é o caso do Flamengo.

O time foi o campeão brasileiro, apresentou os melhores resultados dentro de campo e mesmo assim teve apenas a 12ª melhor eficiência de acordo com o modelo. A principal explicação para essa situação é que a equipe flamenguista teve o maior orçamento e um dos elencos mais valiosos do campeonato. Proporcionalmente falando, o Flamengo possui um time que vale cinco vezes mais que o elenco do Fortaleza, por exemplo.

Então mesmo com os números em campo bem acima, a performance não foi suficientemente proporcional às despesas, quando comparado com um time de menor investimento.

A DMU de menor eficiência foi o Cruzeiro que também foi o pior classificado dessa análise. O ano de 2019 foi o ano em que deu início a crise no clube, justamente por

conta de possuir um elenco caro, muitas despesas, acúmulo de dívidas e no final ainda apresentar um desempenho em campo menor que todos os outros clubes.

É possível observar que os times com os melhores índices dentro de campo, são os que possuem os maiores valores de elenco do campeonato e estão entre os maiores custos diretos. Isso mostra que há uma relação direta entre o investimento feito com os resultados.

Apesar disso, no futebol não há uma garantia que um time que investe pesado irá ocupar o topo da tabela, como é o exemplo do Cruzeiro que possuía um dos maiores custos nominais e um valor de elenco mediano, porém terminou a competição na zona de rebaixamento, com o menor número de gols marcados.

A fim de se realizar uma comparação mais equilibrada e homogênea, analisou-se separadamente os seis primeiros colocados que foram os clubes classificados para a libertadores. Os times do topo da tabela apresentaram maior homogeneidade em relação as variáveis, principalmente financeiras, que foram as que tiveram maiores diferenças. A eficiência calculada nessa nova comparação irá mudar porque ela é relativa ao conjunto de DMUs analisados, visto que DEA é um modelo não-paramétrico.

Utilizando as mesmas variáveis usados para calcular a eficiência de todos os times, foi aplicado o modelo de NDEA apresentado anteriormente. O resultado foi o encontrado na tabela 4.

Tabela 4 - Eficiência dos seis primeiros colocados.

Multiplicadores									Eficiências		
DMU	v1	v2	w1	w2	w3	w4	u1	u2	E1	E2	EficiênciaGeral
Santos	0,0003	0,002	0,003	0,003	0,009	0,000	0,000	0,021	1,000	1,000	1,000
Athlético PR	0,0003	0,004	0,000	0,014	0,033	0,000	0,015	0,000	1,000	0,972	0,972
Grêmio	0,0002	0,004	0,000	0,012	0,027	0,000	0,012	0,000	0,939	0,857	0,804
São Paulo	0,0002	0,003	0,000	0,009	0,022	0,000	0,010	0,000	0,632	1,000	0,632
Flamengo	0,0000	0,004	0,004	0,007	0,020	0,001	0,000	0,046	0,571	1,000	0,571
Palmeiras	0,0001	0,002	0,000	0,007	0,017	0,000	0,008	0,000	0,565	0,996	0,563

Observando o primeiro estágio, o Santos e o Atlético Paranaense foram eficientes, ou seja, dentre os primeiros colocados, esses foram os que tiveram o melhor aproveitamento financeiro em relação aos dados produzidos dentro de campo.

No segundo estágio quase todas as DMUs estão como eficientes ou bem próximas da fronteira, isso acontece porque o output dessa etapa está diretamente ligado a posição final da equipe na tabela e esses foram os mais bem colocados.

Apesar disso, o Grêmio apresentou a menor eficiência dentre os times do G-6. A menor eficiência do Grêmio nesse estágio é porque o time obteve boas estatísticas dentro de campo, mas não soube transformá-los em bons resultados.

Por exemplo: o time teve o segundo maior número de gols marcados e de assistências, mas não fez tantos pontos comparado aos outros times que não precisaram marcar tantos gols.

Em suma, no estágio global, o Santos foi a única DMU eficiente dos clubes classificados para a copa Libertadores da América. É importante ressaltar que no futebol, nem sempre é interessante ser eficiente, visto que o mais importante no final da temporada para os clubes é o título.

Por outro lado, a saúde financeira do clube também deve ser levada em consideração, principalmente no longo prazo. O Cruzeiro, por exemplo, esteve anos nas primeiras colocações do Campeonato Brasileiro, no entanto, não se atentou às dívidas e no ano de 2019 teve seu pior resultado da história e o primeiro rebaixamento para a Série B.

Tendo em vista que alguns times, apesar de não serem eficientes, garantiram uma posição na tabela satisfatória, foi realizada uma outra análise entre os clubes, desta vez comparando apenas um clube com o outro, separadamente, para analisar a dominância entre os clubes.

A tabela 5 mostra essa nova comparação, onde a pontuação foi feita da seguinte forma: o time que obteve melhor classificação geral e melhor eficiência no campeonato comparado ao outro, recebeu um ponto, caso cada equipe tenha se saído melhor em apenas um desses critérios, não recebeu nenhum ponto.

Essa relação foi escolhida porque entende-se que um time teve uma performance claramente melhor que de outro time, ou seja, o dominou, caso tenha tido melhor classificação e melhor eficiência no campeonato.

No entanto, caso um time tenha uma classificação melhor, e uma eficiência pior que outro, não é possível dizer que ele teve uma performance geral melhor, o mesmo acontece caso um time tenha uma classificação pior e uma eficiência melhor que outro.

Um exemplo para essa pontuação é: o Goiás teve melhor eficiência e maior pontuação que o Cruzeiro, então recebeu 1 ponto, contudo se comparado com o Palmeiras, o Goiás ganha na eficiência, porém ficou atrás na classificação, ou seja, não somou ponto comparado ao Palmeiras. Esses pontos dizem quantas vezes um time dominou os outros times do campeonato em relação a eficiência e a classificação (linha horizontal) e quantas vezes ele foi dominado (linha vertical).

RBFF
Revista Brasileira de Futsal e Futebol

Tabela 5 - Comparação entre clubes.

	Goiás	Fortaleza	Ceará	Athletico PR	Bahia	Botafogo	Vasco	Fluminense	Santos	Atlético MG	Grêmio	Flamengo	Internacional	São Paulo	Corinthians	Palmeiras	Cruzeiro	Soma Dom.
Goiás	x	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	7
Fortaleza		x	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	7
Ceará			x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
AthleticoPR				x	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	9
Bahia					x	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	5
Botafogo						x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Vasco							x	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3
Flumi-nense								x	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Santos									x	1	1	0	1	1	1	1	1	7
Atlético MG										x	0	0	0	0	0	0	1	1
Grêmio											x	0	1	1	1	0	1	4
Flamengo												x	1	1	1	1	1	5
Interna-cional													x	0	1	0	1	2
São Paulo														x	1	0	1	2
Corinthi-ans															x	0	1	1
Palmeiras																x	1	1
Cruzeiro																	x	0
SomaDom.0	0	0	2	0	3	4	4	5	0	6	1	0	4	4	6	2	16	

A partir dessa tabela é possível fazer duas análises.

Somando os pontos horizontalmente encontra-se o time que teve melhor desempenho individualmente comparado aos restantes, ou seja, o que apareceu mais vezes como mais bem classificado e melhor eficiência.

Nesse caso, foi o Athletico Paranaense que obteve o melhor resultado somando 9 pontos de dominância. Na segunda colocação ficaram empatados Santos, Fortaleza e Goiás com 7 pontos.

A segunda análise a ser feita é a vertical que mostra os piores desempenhos, que são os times que foram mais dominados nas comparações individuais, perdendo tanto em pontos quanto na eficiência.

O pior dos clubes foi o Cruzeiro que foi o menos eficiente e o com classificação final mais baixa. Empatados em segundo com os piores desempenhos estão: Atlético Mineiro e Corinthians que tiveram 6 pontos negativos. Ambos os clubes tiveram gastos muito elevados e um desempenho bem abaixo do esperado, tendo assim uma eficiência bem baixa.

CONCLUSÃO

Esse trabalho concluiu seus objetivos previstos, visto que, através do modelo de Network DEA, foi possível fazer uma comparação de eficiência entre os clubes do campeonato brasileiro de futebol masculino de 2019.

Apenas duas DMUs foram eficientes nos dois estágios, ou seja, tiveram a eficiência igual a 1, que foram o Fortaleza e o Goiás.

Vale destacar que ambas as equipes tiveram um campeonato bem regular, porém com orçamentos mais modestos comparados aos outros times.

Outra equipe que teve uma boa eficiência foi o Atlético Paranaense que com um baixo valor de elenco, ainda conseguiu conquistar uma vaga na Libertadores, tendo o melhor desempenho na comparação entre times.

É importante entender que cada clube tinha um objetivo diferente antes do campeonato, os times com menor orçamento não começam a competição com o foco total no título, alguns almejam apenas garantir a permanência na Série A, então para essa equipe uma classificação no meio da tabela já é satisfatória.

Para esses times é muito interessante fazer uma análise nos principais aspectos que podem ser melhorados, se os gastos estão de acordo com os resultados etc.

Por outro lado, clubes com maior investimento buscam sempre a disputa do título ou ao menos garantir uma vaga na Copa Libertadores que é garantida para os seis primeiros colocados. Diante disso, um clube com altos investimentos que acaba ocupando posições medianas, além de ser ineficiente, tem o desempenho insatisfatório. Para esse clube também é interessante analisar os pontos de melhoria.

A Análise Envoltória de Dados é uma metodologia que deve se ter muito cuidado ao interpretar os resultados obtidos em um modelo criado. Nesse estudo, o Palmeiras e Flamengo que foram os dois primeiros colocados do campeonato brasileiro, tiveram o grau de eficiência bem abaixo da média geral comparado aos outros clubes. Foi visto que o principal motivo dessa eficiência abaixo da média é porque ambas as equipes possuem um valor de elenco e despesas desproporcionais

aos outros clubes. Foi observado que no Campeonato Brasileiro de Futebol Masculino há uma desproporção muito grande em relação ao financeiro dos clubes, o que gera uma análise mais complexa.

No futebol, a eficiência e a satisfação nem sempre andam lado a lado. No caso de Flamengo e Palmeiras por exemplo, foi visto que os clubes não foram eficientes de acordo com o modelo, contudo tiveram resultados satisfatórios. Um foi campeão brasileiro e o outro pelo menos garantiu uma vaga na Libertadores. Consequentemente, é importante ter cuidado com o tipo de análise feita a partir dos resultados do modelo DEA.

Por outro lado, foram encontradas DMUs que, além de ineficientes, tiveram o desempenho insatisfatório, como foi o caso do Cruzeiro, Atlético Mineiro e Corinthians. Essas três equipes possuíam um elenco e um orçamento para brigar no topo da tabela, porém tiveram uma performance muito abaixo do esperado tanto com números em campo quanto nos resultados.

Como estudos futuros sugere-se analisar todas as competições disputadas no ano, visto que o presente estudo se limitou apenas no Campeonato Brasileiro, e algumas equipes renunciam a alguns jogos para focar em outros campeonatos. Outra sugestão é a adição de novas variáveis como gols sofridos, que pode receber o tratamento de um output indesejável. É válido, também, comparar com o resultado obtido os resultados de campeonatos dos anos anteriores para que se realize uma avaliação do histórico de eficiência de cada DMU.

REFERÊNCIAS

- 1-Bana e Costa, C.A.; Soares de Mello, J.C.C.B.; Angulo Meza, L. A new approach to the bi-dimensional representation of the DEA efficient frontier with multiple inputs and outputs. European Journal of Operational Research. Vol. 255. Num. 1. 2016. p. 175-186.
- 2-Banker, R.D.; Charnes, A.; Cooper, W.W. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. Management Science. Vol. 30. Num. 9. 1984. p.1078-1092.

-
- 3-Barbosa, F.C.; Fuchigami, H.Y. Aplicação da análise envoltória de dados para mensuração do desempenho de clubes de futebol. XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Maceió. 2018.
- 4-Carmichael, F.; Thomas, D.; Ward, R. Team performance: the case of English premiership football. Managerial and Decision Economics. Vol. 21. Num. 1. 2000. p. 31-45.
- 5-Charnes, A.; Cooper, W.W.; Rhodes, E. Measuring the efficiency of decision making units. European journal of operational research. Vol. 2. Num. 1. 1978. p. 429-444.
- 6-Chen, Y.; Cook, W.D.; Li, N.; Zhu, J. Additive efficiency decomposition in twostage DEA. European Journal of Operational Research. Vol. 196. Num. 3. 2009. p. 1170-1176.
- 7-Datafolha. Time de preferência / VAR. São Paulo. 2019.
- 8-Ernst & Young. Análise Financeira Clubes Brasileiros 2019. São Paulo. 2020.
- 9-Espitia-Escuer, M.; García-Cebrián, L.I.; Measuring the Efficiency of Spanish First-Division Soccer Teams. Journal of Sports Economics. Vol. 5. Num. 4. 2004. p. 329-346.
- 10-Espitia-Escuer, M.; García-Cebrián, L.I.; Team improvement in the UEFA Champions League: an application of data envelopment analysis. International Journal of Sport Management and Marketing. Vol. 16. Num. 3. 2016. p. 172-197.
- 11-Färe, R.; Grosskopf, S.; Network DEA. Socio-Economic Planning Sciences. Vol. 34. Num. 1. 2000. p. 35-49.
- 12-Gerrard, B.; Analysing Sporting Efficiency Using Standardised Win Cost: Evidence from the FA Premier League, 1995-2007. International Journal of Sports Science & Coaching. Vol. 5. Num. 1. 2010. p. 13-35.
- 13-Giner-Vicente, C.; Muñoz Porcar, A. ¿Son los clubes de fútbol eficientes? Aplicación del análisis DEA a los equipos de la liga profesional de fútbol de España. Universia Business Review. Vol. 2. Num. 17. 2008. p. 12-25.
- 14-Itaú BBA. Análise Econômico-Financeira dos Clubes Brasileiros de Futebol. 11ª Edição. São Paulo. 2020.
- 15-Kao, C. Network data envelopment analysis: A review. European Journal of Operational Research. Vol. 239. Num. 1. 2014. p. 1-16.
- 16-Kao, C.; Hwang, S.-N. Efficiency decomposition in two-stage data envelopment analysis: An application to non-life insurance companies in Taiwan. European Journal of Operational Research. Vol. 185. Num. 1. 2008. p. 418-429.
- 17-Lewis, H.F.; Lock, K.A.; Sexton, T.R. Organizational capability, efficiency, and effectiveness in Major League Baseball: 1901-2002. European Journal of Operational Research. Vol. 197. Num. 2. 2009. p. 731-740.
- 18-Lins, M.P.E.; Angulo Meza, L. Análise envoltória de dados: perspectivas de integração no ambiente do Apoio à Decisão. Editora da COPPE-UFRJ. Rio de Janeiro. 2000.
- 19-Lozano, S. Technical and environmental efficiency of a two-stage production and abatement system. Annals of Operations Research. Vol. 255. Num. 1. 2017. p.199- 219.
- 20-Moreno, P.; Lozano, S. A network DEA assessment of team efficiency in the NBA. Annals of Operations Research. Vol. 214. Num. 1. 2014. p. 99-124.
- 21-Ribeiro, A.S.; Lima, F. Portuguese football league efficiency and players' wages, Applied Economics Letters. Vol. 19. Num. 6. 2012. p. 599-602.
- 22-Rodrigues, M.S.; Silva, M.C. A estrutura empresarial nos clubes de futebol. Organizações & Sociedade. Vol. 16. Num. 48. 2009. p. 17-37.
- 23-Soares de Mello, J.C.C.B.; Angulo Meza, L.; Gomes, E.G.; Biondi Neto, L. Curso de Análise de Envoltória de Dados. In: Anais do XXXVII SBPO - Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Gramado. 2005.
- 24-Torres, B. G. Representação bidimensional da fronteira de eficiência para o Network DEA
-

relacional multiplicativo de dois estágios. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Fluminense. 2017.

25-Torres-Dávila, C.; García-Cebrián, L. Eficiencia y resultados deportivos: aplicación a la liga mexicana de fútbol. *Movimiento Humano*. Vol. 3. 2012. p. 61-76.

26-Villa, G.; Lozano, S. Assessing the scoring efficiency of a football match. *European Journal of Operational Research*. Vol. 255. Num. 2. 2016. p. 559-569.

27-Wakin, V. R. Campeonato Brasileiro de Futebol de 2017: uma análise sob a ótica da análise envoltória de dados. *Revista Brasileira de Futsal e Futebol*. São Paulo. Vol. 11. Num. 42. 2019. p. 23-30.

28-Yang, C-H.; Lin, H-Y.; Chen, C-P. Measuring the efficiency of NBA teams: additive efficiency decomposition in two-stage DEA. *Annals of Operations Research*. Vol. 217. Num. 1. 2014. p. 565-589.

29-Zambom-Ferraresi, F.; García-Cebrián, L.I.; Lera-López, F. Performance evaluation in the UEFA Champions League. *Journal of Sports Economics*. Vol. 18. Num. 5. 2017. p. 448-470.

Recebido para publicação em 26/01/2022
Aceito em 04/03/2022