



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

ALAN RODRIGUES DA SILVA

A EFICIÊNCIA DOS CLUBES BRASILEIROS DE FUTEBOL: 2014 A 2018

JOÃO PESSOA

2021

ALAN RODRIGUES DA SILVA

A EFICIÊNCIA DOS CLUBES BRASILEIROS DE FUTEBOL: 2014 A 2018

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas pela Universidade Federal da Paraíba.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Henrique Norões Viana

JOÃO PESSOA

2021

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586e Silva, Alan Rodrigues da.

A eficiência dos clubes brasileiros de futebol: 2014

a

2018 / Alan Rodrigues da Silva. - João Pessoa, 2021.
80 f. : il.

Orientação: Jorge Henrique Norões Viana.
TCC (Graduação) - UFPB/CCSA.

1. Eficiência esportiva. 2. Eficiência combinada. 3. Clubes de futebol. 4. Análise envoltória de dados - DEA. 5. Análise de componente principal - PCA. I. Viana, Jorge Henrique Norões. II. Título.

UFPB/CCSA

CDU 33

ALAN RODRIGUES DA SILVA

A EFICIÊNCIA DOS CLUBES BRASILEIROS DE FUTEBOL: 2014 A 2018

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Econômicas do Centro de Ciências Sociais Aplicadas (CCSA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

Aprovado em: 09 de dezembro de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jorge Henrique Norões Viana (Orientador)
Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Ignácio Tavares de Araújo Júnior (Examinador)
Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Paulo Aguiar do Monte (Examinador)
Universidade Federal da Paraíba

Emitido em 09/12/2021

FOLHA Nº 01/2021 - CCSA - DE (11.01.13.02)
(Nº do Documento: 1)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 13/12/2021 10:52)
IGNACIO TAVARES DE ARAUJO JUNIOR
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
1487310

(Assinado digitalmente em 14/12/2021 19:51)
PAULO AGUIAR DO MONTE
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
1524258

(Assinado digitalmente em 10/12/2021 08:38)
JORGE HENRIQUE NOROES VIANA
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
1114927

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ufpb.br/documentos/> informando seu número: **1**, ano: **2021**, documento (espécie): **FOLHA**, data de emissão: **10/12/2021** e o código de verificação: **84b74455dc**

*Aos meus pais, Antonio e Rita, por
sempre terem acreditado em mim.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a minha família, aos meus pais Antonio e Rita, simplesmente não há palavras que possam expressar todo a gratidão e o amor que eu sinto por vocês, vocês são e sempre serão a minha grande inspiração. Aos meus irmãos Alex e Layane, por estarem presentes nas alegrias e tristezas que tive nesta longa jornada e pelo apoio incondicional. E aos familiares que me apoiaram nessa trajetória.

Aos meus amigos que me acompanharam nesses últimos anos, sei que foi uma jornada difícil, foram diversas as situações que enfrentamos. Desde comemorações simples por causa de uma boa nota, digna de tomar um café no fim de tarde. Até momentos mais difíceis e dolorosos, como a perda de um de nós. Apesar de tudo, de uma forma ou de outra, sempre estamos juntos.

Ao meu orientador, Prof. Jorge Norões, pela paciência de ouvir e compreender as minhas ideias, pela amizade demonstrada, por todo conhecimento que foi passado e por acreditar que este trabalho poderia ser feito.

A todos os professores do Departamento de Economia da UFPB, pois, apesar da diversidade de ideias e fundamentos que há no nosso curso, me ensinaram a questionar, a duvidar e a pensar, não como as pessoas normais mas sim como economista.

"I want to hear the best versions of the arguments that run counter to mine, because I'd like to figure out where I'm wrong and I'd like to make what I'm doing better."

Jordan Peterson

RESUMO

Nos últimos anos, a indústria do futebol mudou significativamente, os clubes de futebol deixaram de ser simples organizações esportivas para tornar-se grandes instituições com enormes receitas. Diante disso, a eficiência vem se tornando cada vez mais importante para essas instituições, o equilíbrio financeiro alinhado a uma boa equipe, são fatores importantes para poder manter os clubes em operação e ser competitivo frente aos seus adversários. Desta forma, este artigo objetiva analisar as eficiências esportiva e combinadas das equipes de futebol do Brasil que disputaram o Campeonato Brasileiro da Série A de 2014 a 2018 e verificar a relação entre as eficiências e o aproveitamento dos clubes ao longo da competição. A análise foi realizada a partir de informações financeiras e esportivas de 29 clubes que participaram do Campeonato Brasileiro da Série A de 2014 a 2018. A metodologia usada para construir os indicadores de eficiência, a Análise Envoltória de Dados (DEA), calcula o desempenho de uma determinada unidade de produção comparando as unidades que usam um grupo de insumos para produzir uma quantidade específica de produto. Como principal resultado, notou-se que, os clubes do futebol brasileiro, com pontuação mais elevada foram, em linhas gerais, eficientes, seja em termos puramente esportivos ou combinados (esportivo e financeiro), porém nem sempre a relação entre a eficiência e o aproveitamento foi expressiva.

Palavras-chave: *Eficiência Esportiva, Eficiência Combinada, Clubes de Futebol, Análise Envoltória de Dados, Análise de Componente Principal.*

ABSTRACT

In recent years, the football industry has changed significantly, football clubs have gone from being simple sports organizations to becoming big institutions with huge revenues. Therefore, efficiency is becoming more and more important for these institutions, financial balance aligned with a good team, are important factors to be able to keep clubs in operation and be competitive against their opponents. Thus, this article aims to analyze the sports and combined efficiencies of the Brazilian soccer teams that competed in the Brazilian Championship of Serie A from 2014 to 2018 and to verify the relationship between the efficiencies and the clubs' performance throughout the competition. The analysis was performed using financial and sports information from 29 clubs that participated in the Brazilian Championship of Serie A from 2014 to 2018. The methodology used to build the efficiency indicators, the Data Envelopment Analysis (DEA), calculates the performance of a given unit of production by comparing the units that use a group of inputs to produce a specific quantity of output. As a main result, it was noted that Brazilian football clubs with higher scores were, in general, efficient, either in purely sporting terms or combined (sports and financial), but not always the relationship between efficiency and point was expressive.

Keywords: *Sports Efficiency, Combined Efficiency, Football Clubs, Data Envelopment Analysis, Principal Component Analysis.*

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Matriz de correlação entre as variáveis do modelo | 37 |
| Figura 2: <i>Scree plot</i> dos componentes principais a partir de todas as variáveis positivamente relacionados aos produtos | 38 |
| Figura 3: Mapa percentual das variáveis positivas do PCA..... | 39 |
| Figura 4: Contribuição das variáveis do modelo em cada componente..... | 40 |
| Figura 5: Escores de eficiência da DEA-Correlação, antes e depois do <i>bootstrap</i> | 41 |
| Figura 6: DEA-Correlação - Eficiência Esportiva e o Aproveitamento Geral dos clubes em 2017 | 44 |
| Figura 7: DEA-Correlação - Eficiência Esportiva e o Aproveitamento Geral dos clubes em 2018 | 45 |
| Figura 8: DEA-Correlação - Eficiência e Intervalos de Confiança dos clubes em 2017 | 46 |
| Figura 9: DEA-Correlação - Eficiência e Intervalos de Confiança dos clubes em 2018 | 46 |
| Figura 10: DEA-Correlação - Eficiência Esportiva e o Aproveitamento em Casa dos clubes, 2014 a 2018 | 49 |
| Figura 11: DEA-Correlação - Eficiência Esportiva e o Aproveitamento Fora de Casa dos clubes, 2014 a 2018 | 50 |
| Figura 12: Escores de Eficiência da DEA-PCA, antes e depois do <i>bootstrap</i> | 51 |
| Figura 13: Eficiência DEA-Correlação e Eficiência DEA-PCA, 2014 a 2018..... | 52 |
| Figura 14: DEA-PCA - Eficiência Esportiva e o Aproveitamento Geral dos clubes em 2017 | 53 |
| Figura 15: DEA-PCA - Eficiência Esportiva e o Aproveitamento Geral dos clubes em 2018 | 54 |
| Figura 16: DEA-PCA - Eficiência Esportiva e o Aproveitamento em Casa dos clubes, 2014 a 2018 | 56 |
| Figura 17: DEA-PCA - Eficiência Esportiva e o Aproveitamento Fora de Casa dos clubes, 2014 a 2018 | 56 |
| Figura 18: <i>Scree plot</i> dos componentes principais a partir das variáveis de insumo.... | 57 |
| Figura 19: Mapa percentual das variáveis do PCA | 58 |

| | |
|---|----|
| Figura 20: Escores de Eficiência Combinada da DEA-PCA, antes e depois do <i>bootstrap</i> | 59 |
| Figura 21: Eficiência Combinada e o Aproveitamento Geral dos clubes em 2017 | 62 |
| Figura 22: Eficiência Combinada e o Aproveitamento Geral dos clubes em 2018 | 62 |
| Figura 23: Eficiência Combinada e o Aproveitamento em Casa dos clubes, 2014 a 2018 | 64 |
| Figura 24: Eficiência Combinada e o Aproveitamento Fora de Casa dos clubes, 2014 a 2018 | 65 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Estatística Descritiva das Variáveis de 2014 a 2018 | 35 |
| Tabela 2: Estatística dos Escores de Eficiência Esportiva da DEA-Correlação | 42 |
| Tabela 3: Escores de Eficiência Esportiva da DEA-Correlação | 43 |
| Tabela 4: DEA-Correlação - Escores de Eficiência Esportiva dos clubes que disputaram todas as temporadas (2014-2018) em Casa e Fora de Casa..... | 48 |
| Tabela 5: Estatística dos Escores de Eficiência Esportiva da DEA-PCA | 51 |
| Tabela 6: DEA-PCA - Escores de Eficiência Esportiva dos clubes que disputaram todas as temporadas (2014-2018) em Casa e Fora de Casa | 55 |
| Tabela 7: Estatística dos Escores de Eficiência Combinada | 59 |
| Tabela 8: Escores de Eficiência Combinada | 60 |
| Tabela 9: Escores de Eficiência Combinada dos clubes que disputaram todas as temporadas (2014-2018) em Casa e Fora de Casa | 63 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|-----|---------------------------------|
| CRS | Retornos Constantes de Escala |
| DEA | Análise Envoltória de Dados |
| DMU | Unidades Tomadoras de Decisão |
| PCA | Análise de Componente Principal |
| VRS | Retornos Variáveis de Escala |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 16 |
| 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DE LITERATURA..... | 18 |
| 2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 18 |
| 2.2 EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS | 21 |
| 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS | 24 |
| 3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA..... | 24 |
| 3.2 ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA) | 25 |
| 3.3 ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA) | 27 |
| 3.4 POPULAÇÃO | 29 |
| 3.5 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS | 30 |
| 3.6 COLETA E TRATAMENTO DOS DADOS..... | 32 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES | 33 |
| 4.1 DESCRIÇÃO DA POPULAÇÃO..... | 33 |
| 4.2 ESTATÍSTICA DESCRITIVA | 34 |
| 4.3 ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ESPORTIVA | 36 |
| 4.3.1 DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS..... | 36 |
| 4.3.1.1 ANÁLISE DE CORRELAÇÃO..... | 37 |
| 4.3.1.2 ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA) | 37 |
| 4.3.2 ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA) | 40 |
| 4.3.2.1 DEA-CORRELAÇÃO | 41 |
| 4.3.2.1.1 EFICIÊNCIA GERAL..... | 41 |
| 4.3.2.1.2 EFICIÊNCIA EM CASA E FORA DE CASA | 47 |
| 4.3.2.2 DEA-PCA..... | 50 |
| 4.3.2.2.1 EFICIÊNCIA GERAL..... | 50 |
| 4.3.2.2.2 EFICIÊNCIA EM CASA E FORA DE CASA | 54 |
| 4.4 ANÁLISE DA EFICIÊNCIA COMBINADA | 57 |
| 4.4.1 DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS..... | 57 |
| 4.4.1.1 ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA) | 57 |
| 4.4.2 ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA) | 58 |
| 4.4.2.1 EFICIÊNCIA GERAL..... | 58 |
| 4.4.2.2 EFICIÊNCIA EM CASA E FORA DE CASA | 63 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 65 |
| 6 REFERÊNCIAS | 68 |
| APÊNDICE A - EFICIÊNCIA ESPORTIVA: DEA-CORRELAÇÃO..... | 74 |

| | |
|--|-----------|
| APÊNDICE B – EFICIÊNCIA ESPORTIVA: DEA-PCA..... | 75 |
| APÊNDICE C – EFICIÊNCIA COMBINADA..... | 78 |

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos 20 anos, os clubes de futebol deixaram de ser simples organizações esportivas para tornar-se grandes corporações com volumosas receitas procedentes, principalmente, de patrocínios, transferência de jogadores, dos preços de ingressos, cotas de televisão, entre outras fontes (RIBEIRO; LIMA, 2012). E neste período, a indústria do futebol mudou significativamente e a sobrevivência econômica tornou-se cada vez mais proeminente (ZAMBOM-FERRARESI et al., 2017).

O objetivo de uma instituição esportiva é o seu sucesso esportivo, alcançado através de vitórias e conquistas de títulos, porém, estes possuem uma meta paralela: a sua continuidade operacional. Dessa forma, um clube de futebol, assim como uma empresa, necessita ter equilíbrio financeiro para poder manter-se em operação e ser competitivo frente aos seus adversários (ESPITIA-ESCUER; GARCÍA-CEBRIÁN, 2010). Assim, os clubes de futebol sobrevivem condicionalmente para alcançar o sucesso na busca de resultados financeiros satisfatórios e estes são naturalmente aumentados pelo êxito esportivo - com as conquistas de campeonatos, os direitos de transmissão de jogos, bilheteria, licenciamentos, *royalties*, entre outras fontes são consideravelmente incrementadas (HAAS, 2003). Nesse ponto, a eficiência das agremiações pode e deve ser mensurada pelo desempenho em ambas as perspectivas (ESPITIA-ESCUER; GARCÍA-CEBRIÁN, 2010).

Neste contexto, este trabalho objetiva analisar a eficiência esportiva e combinada (esportiva e gerencial) das equipes de futebol do Brasil que disputaram o Campeonato Brasileiro da Série A de 2014 a 2018. Com o objetivo central de verificar a relação entre as eficiências e o aproveitamento dos clubes¹ ao longo da competição. A amostra está definida em vinte nove equipes sendo América FC, C. Athletico Paranaense, Atlético C. Goianiense, C. Atlético Mineiro, Avaí FC, EC Bahia, Botafogo FR, Ceará SC, A. Chapecoense F., SC Corinthians P., Coritiba FC, Criciúma EC, Cruzeiro EC, Figueirense FC, CR Flamengo, Fluminense FC, Goiás EC, Grêmio FBPA, SC Internacional, Joinville EC, SE Palmeiras, Paraná C., AA Ponte Preta, Santa Cruz FC, Santos FC, São Paulo FC, Sport CR, CR Vasco da Gama e EC Vitória, fazendo uma análise com os resultados

¹ Porcentagem dos pontos conquistados na competição

obtidos no Campeonato Brasileiro da Série A de 2014 a 2018 e com os demonstrativos financeiros das equipes, disponíveis em seus respectivos portais de transparência.

Além das receitas provindas da arrecadação de bilheteria, o futebol apresenta ainda externalidades financeiras em diversos setores da economia, como por exemplo: nos serviços (alimentação, hotelaria, transporte, contratos de agências de marketing) na indústria (camisas dos clubes, artigos esportivos, faixas comemorativas, empresas que patrocinam os clubes) e no entretenimento (transmissão dos jogos, programas de debates esportivos, jogos virtuais, entre outros), exercendo, nesse ponto, um papel social relevante ao gerar entretenimento, renda e emprego (NASCIMENTO et al., 2015).

Pestana Barros et al. (2010) argumentam que, a eficiência está indiretamente relacionada aos resultados esportivos, de forma que as áreas operacionais e financeiras sejam impulsionadas pelo sucesso do clube. Os autores ainda enfatizam a importância da eficiência, já que ela apresenta um indicador de desempenho que pode determinar com maior precisão os pontos que precisam ser corrigidos ou revistos.

Visto o possível impacto que as variáveis econômicas podem causar no desempenho esportivo, que é a atividade fim de um clube de futebol, o uso eficiente dos recursos econômicos pode fornecer suporte para os objetivos estratégicos a serem alcançados. Neste ponto, estudos como o de Kounetas (2014) analisam a eficiência levando em consideração conceitos defendidos pela Vantagem Baseada em Recursos, a qual afirma que para obter vantagem competitiva sustentável, uma organização necessita possuir recursos heterogêneos e imóveis (BARNEY, 1991). O estudo de Kounetas (2014), assim como o de Barros e Leach (2006), o de Barros, Garcia-Del-Barrio e Leach (2009) e o de Barros, Peypoch e Tainsky (2014) apontam para isso, afirmando que devido à heterogeneidade os clubes possuem recursos e estratégias distintas para atingir objetivos semelhantes. A posse de recursos, porém, não é garantia de eficiência, é preciso ter a capacidade de utilizá-los de forma eficiente (BARNEY, 1991; PRAHALAD; HAMEL, 1990).

Desta forma, a utilização da eficiência auxilia na preparação de um ambiente favorável ao *benchmarking* entre os clubes concorrentes. A Análise Envoltória de Dados, ou DEA (*Data Envelopment Analysis*), é um método não paramétrico, utilizado para calcular a eficiência relativa de instituições que sejam comparáveis e também para apoiar um *benchmarking* na gestão de operações (EL-DEMERDASH et al., 2016). As

instituições, ou entidades comparáveis, são chamadas de *Decision Making Units* (DMU's), transformando inúmeros inputs em vários outputs. O objetivo do DEA é avaliar a eficiência de cada DMU em relação aos seus pares, resultando em DMU's classificadas como eficientes ou ineficientes e também apontando a causa da ineficiência, se houver, e o nível necessário para corrigir o desempenho e melhorá-lo (EL-DEMERDASH; EL-KHODARY; THARWAT, 2013).

A eficiência pode ser definida como uma unidade produtiva em aproximar o melhor rendimento com o mínimo de erros e/ou de desperdícios de recursos. Essa medida de forma isolada pode não oferecer uma avaliação de eficiência adequada, pois o desejável é poder comparar diversas organizações ou unidades produtivas entre si. Outro ponto que vale destacar é de que, a eficiência dos clubes deste estudo está limitada a este campeonato, isso ocorre pois, os clubes ao longo da temporada podem priorizar outras competições e definir quais são os seus objetivos esportivos no ano, tal decisão pode ser determinante no nível de eficiência que a equipe terá ao final da temporada.

A fim de verificar a relação entre as eficiências e os desempenhos dos clubes ao longo da competição, o modelo DEA usado para estimar as eficiências permitiu verificar que os escores obtidos das equipes são semelhantes em alguns aspectos e diferente em outros. Onde os resultados apontam que, os clubes do futebol brasileiro para obterem bons resultados esportivos, em linhas gerais, precisam ser eficientes, seja em termos puramente esportivos ou combinados (esportivo e financeiro).

Este trabalho está dividido em cinco seções, sendo iniciado pela introdução, seguida da fundamentação teórica e das evidências empíricas. Na sequência, são abordados os procedimentos metodológicos, os resultados e discussões, finalizando com as considerações finais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DE LITERATURA

2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os estudos relacionados a eficiência nos esportes, especialmente em clubes de futebol tem se tornado objeto de pesquisas no início deste século conforme apontam Barros, Wanke e Figueiredo (2015). Os negócios no mundo futebolístico cresceram consideravelmente nos últimos 20 anos, fazendo com que os clubes se tornassem grandes empresas sendo necessário a existência de um melhor controle de eficiência, para que os

negócios sejam lucrativo e bem-sucedidos, dentro e fora do campo (PYATUNIN et al., 2016).

Diante desta crescente financeira dos clubes de futebol no mundo, os clubes brasileiros também obtiveram um aumento em suas receitas nos últimos anos, contudo, continuam apresentando balanços negativos e, como consequência, se torna importante avaliar a eficiência dessas organizações. Segundo Dantas, Macedo e Machado (2016) a eficiência consiste em mecanismos pelos quais as organizações utilizam seus recursos, buscando alcançar determinados objetivos, otimizando-os ao máximo e não desperdiçando os seus recursos. Para aprimorar o processo de gestão, valorizar a marca e o negócio, reduzir o desperdício de fontes de receita e a garantir a profissionalização da gestão administrativa, as organizações em geral adotam cada vez mais mecanismos de governança corporativa.

Guzmán e Morrow (2007), afirmam que os clubes de futebol profissional são empresas anômalas, visto que seu desempenho é julgado dentro e fora do campo. A presença de metas não financeiras levanta a questão de como medir o desempenho desses clubes. Hoje, apesar da possibilidade de uma entidade desportiva brasileira tornar-se uma entidade com fins lucrativos, nos termos da Lei nº 10.672/03 (BRASIL, 2003), ela terá que adotar medidas específicas da gestão empresarial conjunta para alcançar a estabilidade, tanto financeira quanto esportiva, esta última, é claro, antecipando e conhecendo os riscos associados às organizações esportivas. É a partir desse momento, com todas as mudanças ocorrendo no futebol brasileiro, que se torna necessário a mensuração da eficiência destas novas gestões, nos aspectos financeiros e esportivos, para encontrar um equilíbrio entre eles (DANTAS; BOENTE, 2012).

Uma vez que, diferente de outros setores da economia movidos pela lei da oferta e da demanda, o futebol é movido mais pela paixão (principalmente de seus torcedores) do que pela razão. O futebol apresenta características diferentes de outras atividades, fatores psicológicos e emocionais fazem com que os dirigentes tomem decisões que não conduzem à racionalidade ao considerar as emoções. Portanto, os clubes precisam cada vez mais adotar sistemas de informação que possam fornecer subsídios e auxiliar na tomada de decisões. Contratar um jogador sem respeitar o orçamento e sem saber se seus salários poderão ser pagos é um exemplo característico de decisão emocional, e medidas como esta, podem interferir diretamente na eficiência de um clube (AIDAR, 2000).

A eficiência dos gastos dos clubes será observada apenas com organização financeira aliada ao bom trabalho da equipe dentro de campo, somente a combinação desses dois fatores torna o clube de futebol um negócio lucrativo. Cada vez mais as instituições esportivas procuram possibilidades para aumentar as receitas e o lucro, através da exploração da marca e da inserção de ações de marketing. Para os gestores de clubes de futebol, a escolha dos melhores atletas é crucial, pois eles estão relacionados aos custos e ao desempenho da equipe (ARABZAD; GHORBANI; SHAHIN, 2013), quanto maior for o recurso gasto, maior será a probabilidade de contratação de grandes atletas.

Os recursos adquiridos são investidos nos melhores jogadores possíveis para aquele montante a eles destinado, e, através deles, o clube obterá uma maior capacidade de conquistar títulos, pois, o principal objetivo das equipes de futebol é desenvolver uma equipe competitiva, visando conquistar as competições disputadas (DANTAS; MACEDO; MACHADO, 2016). Isso se deve ao fato dos jogadores serem considerados os principais ativos dessas organizações, refletindo no alcance de outros objetivos e potencializando a arrecadação de receitas como patrocínios, bilheteria, direitos televisivos, entre outros (DANTAS; BOENTE, 2011). Portanto, a gestão estratégica do clube de futebol procura administrar de forma eficiente os recursos para maximizar as receitas e o controle de custos simultaneamente à obtenção de títulos (PEREIRA et al., 2004).

Entretanto, o mercado do futebol não se comporta dessa forma, o risco neste setor é considerável, pois os ativos em questão são pessoas. Ao contrário das máquinas que produzem uma quantidade x de um produto em determinado tempo, no futebol nunca se pode dizer exatamente se algum investimento será bem-sucedido. Precisamente por se tratar de atletas, algo inesperado pode acontecer, por qualquer motivo, seja ele físico, acomodação ou mesmo psicológico, por exemplo, podem ser determinantes para que esses atletas não consigam corresponder com às expectativas do clube (HANIN, 2000, 2007). Na história do esporte, existem alguns casos de equipes montadas com grandes investimentos que não conseguiram atingir os seus objetivos esportivos.

Para os objetivos propostos neste estudo, é relevante enfatizar os principais elementos que são considerados auxiliares do bom desempenho da organização esportiva e dos resultados desse desempenho. Se todos os fatores possíveis forem considerados,

mesmo os que menos impactam o desempenho dessas organizações, essa lista de fatores será bastante extensa. Portanto, é importante encontrar os elementos mais significativos para o desempenho, de forma a respeitar a escolha das variáveis mais relevantes nesta avaliação, o que tem sido apoiado por alguns autores na área de avaliação e medição de desempenho (MARR, 2012; PARMENTER, 2015).

Além da precaução com indicadores específicos, é importante entender que a observação deve considerar as dimensões associadas a um tipo específico de organização. Conforme mencionado anteriormente, uma organização não pode ser avaliada apenas pelos aspectos financeiros e contábeis, portanto, é importante que as organizações esportivas entendam seu desempenho financeiro e esportivo. No que se refere ao esporte e sua produção, devem ser analisados os fatores que determinam o sucesso de um clube de futebol, sendo que a sua eficiência produtiva é mensurada pela quantidade produzida durante um período que abrange uma ou mais temporadas de competições (CARMICHAEL; THOMAS, 1995; HAAS, 2003).

2.2 EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS

Em setores como o esporte, em especial o futebol, que vem crescendo a necessidade de utilizar de forma economicamente eficiente o grande montante de recursos que movimenta, é necessário determinar quais variáveis têm impacto significativo na eficiência e quais precisam ser maximizadas ou minimizadas. Essas variáveis podem ser combinadas de forma ótima para ajudar os clubes de futebol a atingirem a eficiência econômica (BENIN, 2017). Assim, Barros e Martins (2010) sugerem que do mesmo modo que na gestão de empresas de outros setores, os clubes de futebol devem saber lidar com a escassez de recursos, o que os leva a buscar cada vez mais a maximização e gestão eficiente de seus resultados.

De acordo com Villa e Lozano (2016), a Análise de Envoltória de Dados (DEA) tem sido amplamente utilizada para avaliar a eficiência em vários tipos de esporte, especialmente no futebol. A principal vantagem da metodologia DEA em relação a outras formas de se avaliar a eficiência, como a análise de fronteira estocástica, é que a primeira permite avaliar a eficiência considerando questões esportivas e financeiras ao mesmo tempo, sem assumir quaisquer suposições sobre a função objetiva do gestor de clube.

Zambom-Ferraresi et al. (2017) argumentam que uma simples observação do resultado é a maneira mais comum para avaliar o desempenho no esporte, sendo está uma avaliação realizada a partir da perspectiva da eficácia. Porém, é de fato necessário e importante a avaliação pela perspectiva da eficiência, assim como é para grande parte das organizações. Djordjevic, Vujosevic e Martic (2015) afirmam que os valores reais obtidos das partidas de futebol devem ser levados em consideração pelos modelos de DEA, a fim de identificar as fragilidades de um time de futebol, baseado em táticas de ataque e defesa. Haas (2003) declara que na eficiência produtiva em clubes de futebol, a transformação de insumos em resultados é um processo de produção.

Segundo Lins, Meza e Antunes (2000), a DEA sugere analisar a relação insumos/produtos (*inputs/outputs*) envolvida na avaliação do desempenho das organizações, sinalizando as variáveis que influenciam (positiva ou negativamente) na eficiência do processo produtivo e estabelecendo o conjunto de unidades que são utilizados como referências (*benchmarking*) na otimização do desempenho das unidades menos eficientes. Esses *benchmarks* apresentam o que precisa ser alterado nos *inputs* e *outputs* de forma a transformar as unidades ineficientes em eficientes (DA SILVA MACEDO; ALMEIDA, 2009). Nesse ponto, pode-se notar que a DEA é uma das ferramentas mais adequadas para avaliar a eficiência organizacional (ZHU, 2000).

Alguns aspectos da metodologia devem ser apresentados resumidamente antes da sua efetiva aplicação. Assim, inicialmente é preciso decidir sobre o modelo de Retornos de Escala, o qual reflete o grau de relacionamento entre *inputs* e *outputs*, e para esta pesquisa, poderá assumir duas possibilidades: *Constant Returns to Scale* (CRS) ou Retornos Constantes de Escala, e *Variable Return to Scale* (VRS) ou Retornos Variáveis de Escala, consistindo em metodologia não paramétrica para mensuração comparativa da eficiência de unidades tomadoras de decisão (*Decision Making Units* - DMUs), com base nas melhores práticas (COELLI et al., 2005).

O modelo CRS ou CCR é utilizado quando um aumento no *input* é sequenciado por um incremento proporcional no *output*. Já o modelo VRS também conhecido como BCC é utilizado quando um aumento de *input* não é seguido necessariamente por uma adição proporcional no *output*. Os resultados tendem a se diferenciar quando se adota o modelo CCR e BCC devido à eficiência ou ineficiência de uma DMU que é, em parte,

explicada pela escala na qual a unidade opera (DAWSON; DOBSON; GERRARD, 2000).

No modelo CCR, as unidades ineficientes são determinadas por meio da comparação desta DMU frente às demais de mesmo tamanho de operação. Em contrapartida, no modelo BCC as DMUs são confrontadas umas com as outras independentes do tamanho na qual cada uma opera, logo, o modelo CCR parte do pressuposto que todas as DMUs operam em uma escala ótima (HAAS, 2003). Da escolha entre CCR e BCC, é necessário determinar a forma de orientação da modelagem, isto é, se será dirigido aos *inputs* ou *outputs*. Segundo Da Silva Macedo e Almeida (2009) a abordagem dirigida aos *inputs* busca minimizar as quantidades de produtos, isto é, minimizar uma combinação linear das quantidades dos vários produtos da empresa. Já acerca da abordagem baseada nos *outputs*, almeja-se maximizar a quantidade de insumos necessários à produção.

Para a análise de eficiência esportiva dos clubes de futebol, Escuer e Cebrián (2005) investigaram se existe relação entre a eficiência dos clubes em fundamentos como: jogadas de ataque, número de jogadores, posse de bola e tentativas de gol com o desempenho na *La Liga* (campeonato espanhol). Os autores identificaram que existe uma relação forte entre ambos, tornando a eficiência parte importante no objetivo de vencer a competição.

Dawson e Dobson, Gerrard (2000) efetuaram uma revisão da literatura sobre a função produção aplicada aos esportes com ênfase na diferença de especificações de *input* e *output* através de procedimentos alternativos de estimação, analisando a eficiência do treinador na definição do desempenho da equipe com base na entrada de jogadores talentosos. Nesse seguimento, os autores testaram alguns procedimentos de avaliação através de dados empíricos da *The Football Association* (Associação Inglesa de Futebol), desenvolvendo uma medida de qualidade dos jogadores com base nos valores de transferência previstos para o início da temporada.

Haas (2003) se propôs a investigar a eficiência produtiva das equipes da *Premier League* (campeonato inglês), uma das mais importantes ligas profissionais de futebol no mundo e a mais forte do ano de 2019 segundo a IFFHS (*International Federation of Football for History & Statistics*) (2020). Adicionalmente o autor buscou evidenciar os pontos fracos das equipes ineficientes e discutir até que ponto poderia ser propostas

melhorias. Haas (2003) estimou a fronteira de eficiência da produção das equipes e calculou os desvios das equipes ineficientes utilizando como *inputs* os salários dos jogadores e a remuneração dos treinadores e como *output* a receita total de cada clube.

Analisando os resultados globais de eficiência técnica, Haas (2003) notou que as equipes europeias compreendidas no estudo operaram na escala ótima de eficiência ou bem próxima desta. O autor conclui que a DEA é um instrumento adequado para medição da eficiência de equipes de futebol, embora as variáveis utilizadas no estudo necessitem ser tratadas com precaução. Complementarmente, Guzmán (2006) notou ainda que, utilizando o modelo DEA BCC, a eficiência técnica das equipes espanholas atinge um índice médio de 0,80 enquanto no modelo CCR, os desempenhos médios de eficiência são muito baixos, isto é, cerca de 40%. Nessa perspectiva Guzmán (2006) conclui que o modelo BCC apresenta resultados mais robustos à mensuração da eficiência de clubes de futebol.

As evidências obtidas na pesquisa de Ribeiro e Lima (2012), onde os autores utilizaram o DEA para medir a eficiência dos clubes de futebol portugueses na Primeira Liga nas temporadas de 2002/03 a 2008/09, permitiram concluir que vários clubes estavam gastando mais dinheiro do que, de fato, necessitavam, comprando jogadores apenas com o objetivo de vendê-los no futuro (e obter benefícios financeiro com a operação), prejudicando seriamente a eficiência dos clubes. Em relação ao objetivo secundário, isto é, a relação entre a distribuição de salários dos jogadores e a eficiência dos clubes, os autores notaram evidências de que salários maiores tendem a ser relacionados ao aumento na eficiência do clube. A implicação é que os clubes devem estruturar os salários, de modo a ter a composição de pagamento ideal para induzir maiores esforços dos jogadores. Dado os recursos escassos disponíveis e os produtos que podem ser produzidos utilizando esses mesmos recursos, assim, o conceito relaciona-se à *performance* (MELLO et al., 2005).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Conforme Guzmán (2006) e Carmichael, Thomas e Ward (2000), existem três perspectivas distintas à estimação da eficiência no esporte. A primeira na eficiência esportiva, ou seja, do jogo em si, onde as entradas são, por exemplo, número de chutes

ao gol, passes certos, posse de bola, entre outros e a saída é o resultado obtido em uma única partida. A segunda, é a abordagem gerencial, que utiliza variáveis financeiras e econômicas (GUZMÁN, 2006; HAAS, 2003; RIBEIRO; LIMA, 2012). Por fim, a terceira é avaliar o desempenho de um ponto de vista misto, isto é, considerando as abordagens gerencial e esportiva (HAAS, 2003). Neste trabalho teremos duas análises, uma com a eficiência esportiva e outra com a eficiência combinada (mista).

A técnica de coleta de dados utilizada foi a de levantamento, por meio de dados gerenciais divulgados pelos clubes de futebol e esportivos obtidos no Campeonato Brasileiro da Série A de 2014 a 2018, com o objetivo de medir a eficiência combinada e esportiva através da Análise Envoltória de Dados (CRESWELL, 2010).

3.2 ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)

Para análise dos dados, será aplicado o método de Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis*, DEA), com todos os modelos orientados aos produtos (*outputs*) em decorrência da necessidade de buscar maximizar o resultado decorrente dos gastos com o departamento de futebol, isto é, maximizar a obtenção de bons resultados esportivos. Adicionalmente, ressalta-se que a DEA é um método não paramétrico utilizado para medir a eficiência relativa, aplicando unidades tomadoras de decisão na estimativa das fronteiras de melhor produção (GUZMÁN, 2006). O objetivo central do modelo é comparar cada unidade produtiva, ou DMU's (*Decision Making Units*), diferenciando as quantidades consumidas de insumos (*inputs*) para a quantidade de produtos (*outputs*) que produzem.

Por se tratar de um método não paramétrico, o DEA permite a análise com poucas observações e a inexistência de restrições quanto ao formato da função de produção. Ao contrário da Análise de Fronteira Estocástica (*Stochastic Frontier Analysis*, SFA), que é um modelo paramétrico e que depende das hipóteses adotadas sobre o formato da função de produção (MOREIRA; FONSECA, 2005). O SFA compara o desempenho técnico das unidades de produção, mas apresenta fragilidades em termos de tamanho da amostra (FALCÃO; CORREIA, 2012). Em amostras muito pequenas ou com pouca informação sobre as entradas e saídas, não é possível distinguir as distribuições de ruído de uma distribuição de probabilidade. Porém, o SFA permite adicionar informações sobre os

determinantes da produtividade e o tempo de processamento é proporcional ao tamanho da amostra (MOREIRA; FONSECA, 2005).

Portanto, utilizaremos o DEA neste trabalho, aplicando o modo de estabelecimento da fronteira classificado como VRS (*Variable Return to Scale*), também conhecido como BCC (BANKER; CHARNES; COOPER, 1984), utilizado quando um aumento de insumos não é seguido necessariamente por uma adição proporcional no produto. A escolha do modelo deve-se a robustez com relação à mensuração da eficiência de clubes de futebol (GUZMÁN, 2006). Além disso, o modelo VRS/BCC será utilizado em decorrência de terem sido analisadas entidades de portes distintos e, principalmente, de que o incremento marginal nos insumos das agremiações não acarreta necessariamente em um incremento homogêneo no produto (DAWSON; DOBSON; GERRARD, 2000).

Deste modo, a eficiência pode ser definida como uma unidade produtiva em aproximar o melhor rendimento com o mínimo de erros e/ou de desperdícios de recursos. Essa medida de forma isolada pode não oferecer uma avaliação de eficiência adequada, pois o desejável é poder comparar diversas organizações ou unidades produtivas entre si. A eficiência é representada pela função objetivo na qual se estima o valor que deve multiplicar todos os produtos para colocar as DMU's sobre a fronteira eficiente. As duas restrições garantem que cada aumento dos produtos não ultrapasse a fronteira definida pelas DMU's eficientes e também que não seja modificado o atual nível dos insumos da DMU (CRUZ; MOTTA; MARINHO, 2019).

Assim, o modelo VRS/BCC para maximizar a produção dos níveis de insumos (orientação ao produto), onde E_j é a eficiência da unidade produtiva j ; i e r são os índices para cada insumo e produto, respectivamente; n é quantidade total de unidades produtivas; u e v representam os respectivos pesos para produtos e insumos; e y_{rj} e x_{ij} representam as quantidades de cada produto r e insumo i , respectivamente, produzido e utilizados pela unidade j . Sendo descrito, segundo Casado (2007), da seguinte forma:

$$\text{Max } E_j = \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} + u_j \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} = 1 \quad (2)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - u_j \leq 0; \quad j = 1, \dots, n \quad (3)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad r = 1, \dots, m; \quad i = 1, \dots, n \quad (4)$$

Na equação 1, a eficiência E é maximizada pela soma de cada um dos produtos y , ponderada pelos pesos u atribuídos a cada um dos produtos, com u_j podendo assumir qualquer valor, sujeitos a restrição de que a soma ponderada dos insumos x pelos pesos v deve ser menor ou igual a 1, conforme a equação 2. A equação 3 mostra que a condição para que a eficiência máxima é alcançada quando a diferença entre a soma ponderada dos produtos e a soma ponderada dos insumos for menor ou igual a zero. A equação 4 demonstra que cada um dos pesos associados aos insumos e produtos deve ser maior ou igual a zero (CASADO, 2007).

Por se tratar de um modelo não paramétrico, é utilizada a técnica *bootstrap*, elaborada por Efron (1979), para corrigir o viés dos escores e estimar intervalos de confiança. Segundo Bogetoft e Otto (2013), o estimador com o viés dos escores corrigido é dado por:

$$\tilde{\theta}^k = 2\hat{\theta}^k - \bar{\theta}^{k*}$$

Em que:

- $\tilde{\theta}^k$ é o estimador da eficiência θ^k com o viés corrigido, θ^k é a eficiência baseada na tecnologia verdadeira, mas desconhecida, T ;
- $\hat{\theta}^k$ é o estimador de eficiência obtido a partir da tecnologia \hat{T} , estimada pela DEA;
- $\bar{\theta}^{k*}$ é a média de θ^k , que é a eficiência estimada por *bootstrap* de θ^k .

3.3 ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA)

Outra análise que será realizada neste trabalho é a técnica de Análise de Componentes Principais (*Principal Components Analysis*, PCA), a qual tem como objetivo descrever a estrutura de variância e covariância de um conjunto de variáveis, por

meio de combinações lineares dos elementos desse conjunto. Aplicado às amostras de medição em um determinado sistema, o PCA nos mostra como e com que importância essas dimensões afetam as mudanças nos valores de medição, geralmente revelando as relações ocultas entre elas. Além disso, o PCA é uma ferramenta usada para reduzir a redundância e reduzir a dimensionalidade do conjunto de variáveis usado na observação do sistema, criando uma nova base a partir dos componentes principais indicados pelo PCA. Os componentes desta base são linearmente independentes e possuem um pequeno número, os quais são ordenados de modo a manter a maior parcela da variância original nos primeiros componentes (ROSSI, 2017). Sendo assim, pode ser possível reduzir os dados a alguns componentes principais, que geralmente descrevem de 80 a 90% da variação dos dados. Se a maioria da variação da população pode ser atribuída aos primeiros componentes, então eles podem substituir as variáveis originais com perda mínima de informação (ADLER; GOLANY, 2007).

Matematicamente, segundo Rossi (2017), o PCA pode ser descrito da seguinte forma:

Seja o vetor $X' = [X_1, X_2, \dots, X_p]$ com matriz de covariância Σ , cujos autovalores são $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$ e os autovetores associados e_1, e_2, \dots, e_p .

Seja $a = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_p \end{bmatrix}$, então $Y = a^t X = a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_p X_p$ é uma combinação

linear dos elementos do vetor X .

Considerando as combinações lineares:

$$Y_1 = a_1^t X = a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1p} X_p$$

$$Y_2 = a_2^t X = a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2p} X_p$$

⋮

$$Y_p = a_p^t X = a_{p1} X_1 + a_{p2} X_2 + \dots + a_{pp} X_p$$

Temos que:

$$Var(Y_i) = a_i^t \Sigma a_i \quad i = 1, 2, \dots, p$$

$$\text{Covar}(Y_i, Y_k) = a_i^t \Sigma_{ak} \quad i, k = 1, 2, \dots, p$$

Os componentes principais são as combinações lineares não correlacionadas de Y_1, Y_2, \dots, Y_p para as quais a variância é a maior possível, decrescendo de Y_1 a Y_p .

$$Y_i = e_i^t X = e_{i1}X_1 + e_{i2}X_2 + \dots + e_{ip}X_p \quad i = 1, 2, \dots, p$$

E então,

$$\text{Var}(Y_i) = e_i^t \Sigma_{ei} = \lambda_i \quad i = 1, 2, \dots, p$$

$$\text{Covar}(Y_i, Y_k) = e_i^t \Sigma_{ek} = 0 \quad i, k = 1, 2, \dots, p$$

Para escolher as componentes principais de modo a manter a proporção P_v de variância original dos dados, deve-se escolher os componentes Y_1, \dots, Y_k tais que:

$$\frac{\sum_{i=1}^k \lambda_i}{\sum_{i=1}^p \lambda_i} \geq P_v$$

Ou seja, cada componente principal Y_k representa uma proporção da variância de:

$$\frac{\lambda_k}{\sum_{i=1}^p \lambda_i}$$

3.4 POPULAÇÃO

A escolha do setor se deu de forma intencional ou seleção racional (BARROS; LEHFELD, 2012), pois corrobora com o objetivo de determinar a eficiência combinada e esportiva dos clubes de futebol brasileiro. A população é composta por 29 equipes, sendo elas América FC, C. Athletico Paranaense, Atlético C. Goianiense, C. Atlético Mineiro, Avaí FC, EC Bahia, Botafogo FR, Ceará SC, A. Chapecoense F., SC Corinthians P., Coritiba FC, Criciúma EC, Cruzeiro EC, Figueirense FC, CR Flamengo, Fluminense FC, Goiás EC, Grêmio FBPA, SC Internacional, Joinville EC, SE Palmeiras, Paraná C., AA Ponte Preta, Santa Cruz FC, Santos FC, São Paulo FC, Sport CR, CR Vasco da Gama e EC Vitória que disputaram o Campeonato Brasileiro da Série A de 2014 a 2018.

Os dados foram coletados dos resultados obtidos no Campeonato Brasileiro da Série A de 2014 a 2018 (CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE FUTEBOL, 2021) e com

os Demonstrativos Financeiros das equipes, disponíveis em seus respectivos portais de transparência.

3.5 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS

As variáveis de produtos² para as análises de eficiência esportiva e combinada foram determinadas de acordo com o regulamento da Confederação Brasileira de Futebol (2021), isso porque os critérios adotados pela instituição são determinantes para a escolha da equipe campeã, a qual deve acumular o maior número de pontos ganhos em toda a disputa. E em caso de empate em pontos ganhos entre dois ou mais clubes ao final da competição, o desempate, para efeito de classificação final, será efetuado observando-se os critérios: 1º) maior número de vitórias; 2º) maior saldo de gols; 3º) maior número de gols pró. Há mais outros quatro critérios descritos em sequência, porém a utilização dos pontos ganhos, vitórias, saldo de gols e gols pró, são suficientes para as análises.

Desta forma, as variáveis de produtos para as eficiências esportivas e eficiências combinadas dos clubes, podem ser descritas como:

Produtos (*Outputs*):

- Pontos Ganhos: relacionado a quantidade de pontos obtidos na competição, esta variável permite observar quais equipes obtiveram as melhores qualificações ao final do campeonato sendo este um indicador importante para a análise de eficiência. A pontuação pode não apenas manter a ideia de ordenamento dos clubes ao final do campeonato, como pode também mensurar de forma mais clara a diferença de eficiência entre eles.
- Vitórias: o primeiro critério de desempate tem um peso importante na análise de eficiência de uma equipe, pois trata-se do resultado final de uma partida, o número de vitórias é determinante para que um clube obtenha o máximo de pontos possíveis na competição e assim consiga alcançar o seu objetivo esportivo.
- Saldo de Gols: trata-se de uma medida que pode ser utilizada para avaliar a eficiência de um clube de futebol, uma vez que está atrelada diretamente ao

² A escolha dessas variáveis impacta diretamente na eficiência dos clubes, foi realizado um ensaio onde foi removido uma das variáveis e a remoção de qualquer uma delas na análise alterará as eficiências previamente calculadas

resultado do jogo, tanto em termos de eficiência ofensiva (gols marcados) quanto em eficiência defensiva (gols sofridos).

- Gols Pró: além de ser um dos critérios de desempate no campeonato, também pode ser utilizada para uma análise do setor ofensivo de uma equipe, além de que, é preciso fazer gols para ter vitórias e assim obter pontos no campeonato.

Descritos os produtos que utilizaremos, podemos falar agora sobre os insumos. Para a análise de eficiência esportiva, utilizaremos seis insumos, dentre os quais serão determinados na seção resultados e discussões. As variáveis dos insumos utilizadas são *proxys* de variáveis que não dispomos, já que não se têm uma medida quantitativa ou qualitativa direta das habilidades dos jogadores (capital humano) de cada equipe. Desta forma temos:

Insumos (*Inputs*):

- Chutes (pró e contra): variável ligada diretamente aos gols (variável produto), esta é uma medida razoável para capturar os dados ofensivos (chutes pró) e defensivos (chutes contra) dos clubes de futebol.
- Desarmes: o desarme é uma variável importante para retomada do jogo, onde não apenas se resume a interceptação de um passe do adversário, mas sim a retomada da posse de bola e da sequência do jogo.
- Dribles: o drible tem o objetivo de livrar do adversário por meio de movimentos corporais, de modo a ultrapassá-lo com a bola. Esta variável é importante para a manutenção da posse de bola e conseqüentemente para o andamento da partida
- Faltas Sofridas: uma infração causada pelo adversário. O resultado das faltas sofridas é a retomada da posse de bola.
- Passes Certos: relacionada a construção do jogo, o passe no futebol consiste em possibilitar o jogo em conjunto e facilita enormemente a progressão das jogadas.
- Posse de Bola: ligada diretamente aos passes certos, com a posse de bola é possível construir jogadas, tanto ofensivas quanto defensivas. Porém, a simples troca de passes sem objetivos e ou ofensividade, podem fazer com que essa variável não seja tão significativa.

Já para a eficiência combinada serão utilizados três variáveis de insumos, as variáveis utilizadas foram escolhidas com base na literatura, de acordo com citações na

seção 2.2, tornando-se importantes para o desenvolvimento do trabalho, sendo assim, as variáveis são:

Insumos (*Inputs*):

- Custo da folha salarial do Departamento Profissional de Futebol: as despesas com a folha salarial das equipes representam quanto foi gasto no principal setor de um clube de futebol para a disputa de competições. Como afirmado por Arabzad, Ghorbani e Shahin (2013), quanto maior for o recurso gasto, maior será a probabilidade de contratação de grandes atletas.
- Valor da Marca: trata-se do valor que um clube obteve durante o tempo que esteve no mercado, de acordo com a percepção de seus torcedores. Tendo relação com a proposta de valor da equipe e, conseqüentemente, com a experiência dos consumidores com os itens oferecidos. Além da força da torcida, segundo os relatórios da BDO Brazil (2021), o valor da marca considera outras variáveis como as receitas derivadas da sua marca, hábitos do torcedor e características do mercado local, fazendo com que o crescimento ou queda do valor da marca não seja atribuído a um aspecto isolado.
- Valor de Mercado: De acordo com Kirschstein e Liebscher (2019), o valor de mercado de um jogador reflete a quantia monetária que o clube empregador atribui à sua performance. Em teoria, quanto maior for o valor de mercado de uma equipe, maior é a probabilidade de se ter grandes atletas em seu elenco e conseqüentemente de se ter um bom time.

3.6 COLETA E TRATAMENTO DOS DADOS

As variáveis de produtos, foram retiradas do site da Confederação Brasileira de Futebol (2021), onde está disponível dados de todas as competições nacionais. Em relação as variáveis de insumos da análise de eficiência esportiva, os dados foram extraídas dos sites FCStats.com (2020) e Whoscored.com (2020), os quais são possíveis obter uma série de dados estatísticos de diversas equipes e ligas de futebol do mundo. Por fim, as variáveis de insumos da análise de eficiência gerencial, teve fontes diferentes, o Custo da folha salarial do Departamento Profissional de Futebol foi obtido através dos sites de transparência de cada uma das equipes, o Valor da Marca dos clubes foi obtido através

dos relatórios elaborados pela BDO Brazil (2021) e o Valor de Mercado das equipes foi retirado do site Transfermarkt.com.br (2021).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente capítulo apresenta a descrição da população, a estatística descritiva das variáveis, a análise de eficiência esportiva e a análise de eficiência combinada dos clubes brasileiros de futebol.

4.1 DESCRIÇÃO DA POPULAÇÃO

O Quadro 1, apresenta a relação completa dos 29 clubes brasileiros de futebol, que disputaram o Campeonato Brasileiro da Série A no período de 2014 a 2018.

Quadro 1: Relação de clubes participantes Campeonato Brasileiro da Série A, 2014 a 2018.

| Clube | Cidade | Região | Participações |
|-----------------------------------|---------------------|---------------|----------------------|
| América Futebol Clube | Belo Horizonte – MG | Sudeste | 2 |
| Club Athletico Paranaense | Curitiba – PR | Sul | 5 |
| Atlético Clube Goianiense | Goiânia – GO | Centro-Oeste | 1 |
| Clube Atlético Mineiro | Belo Horizonte – MG | Sudeste | 5 |
| Avaí Futebol Clube | Florianópolis – SC | Sul | 2 |
| Esporte Clube Bahia | Salvador – BA | Nordeste | 3 |
| Botafogo de Futebol e Regatas | Rio de Janeiro – RJ | Sudeste | 4 |
| Ceará Sporting Club | Fortaleza – CE | Nordeste | 1 |
| Associação Chapecoense de Futebol | Chapecó – SC | Sul | 5 |
| Sport Club Corinthians Paulista | São Paulo – SP | Sudeste | 5 |
| Coritiba Foot Ball Club | Curitiba – PR | Sul | 4 |
| Criciúma Esporte Clube | Criciúma – SC | Sul | 1 |
| Cruzeiro Esporte Clube | Belo Horizonte – MG | Sudeste | 5 |
| Figueirense Futebol Clube | Florianópolis – SC | Sul | 3 |
| Clube de Regatas do Flamengo | Rio de Janeiro – RJ | Sudeste | 5 |
| Fluminense Football Club | Rio de Janeiro – RJ | Sudeste | 5 |
| Goiás Esporte Clube | Goiânia – GO | Centro-Oeste | 2 |
| Grêmio Foot-Ball Porto Alegrense | Porto Alegre – RS | Sul | 5 |
| Sport Club Internacional | Porto Alegre – RS | Sul | 4 |
| Joinville Esporte Clube | Joinville – SC | Sul | 1 |
| Sociedade Esportiva Palmeiras | São Paulo – SP | Sudeste | 5 |
| Paraná Clube | Curitiba – PR | Sul | 1 |
| Associação Atlética Ponte Preta | Campinas – SP | Sudeste | 3 |

| | | | |
|--------------------------------|---------------------|----------|---|
| Santa Cruz Futebol Clube | Recife – PE | Nordeste | 1 |
| Santos Futebol Clube | Santos – SP | Sudeste | 5 |
| São Paulo Futebol Clube | São Paulo – SP | Sudeste | 5 |
| Sport Club do Recife | Recife – PE | Nordeste | 5 |
| Clube de Regatas Vasco da Gama | Rio de Janeiro – RJ | Sudeste | 3 |
| Esporte Clube Vitória | Salvador – BA | Nordeste | 4 |

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Ao analisar o Quadro 1, percebe-se que a maioria dos clubes estão localizados na região Sudeste (12), seguido pela região Sul com dez, a região Nordeste tem cinco e, por fim, a região Centro-Oeste com dois. Dos 29 clubes apresentados, cinco estão no estado de São Paulo, outros cinco em Santa Catarina, quatro encontram-se no Rio de Janeiro, três em Minas Gerais, três no Paraná, dois na Bahia, dois em Goiás, dois no Pernambuco, dois no Rio Grande do Sul e um no Ceará. Ainda no Quadro 1 está presente o número de participações que cada equipe teve no Campeonato Brasileiro da Série A no período de 2014 a 2018. Assim, temos que somente 12 das 29 equipes participaram de todas as edições deste período, quatro participaram quatro vezes, três equipes participaram três vezes, outras três participaram duas vezes e seis equipes participaram apenas uma vez.

4.2 ESTATÍSTICA DESCRITIVA

Esta seção apresenta as principais medidas da estatística descritivas de todas as variáveis dos clubes do futebol brasileiro no período de 2014 a 2018. Podemos observar na Tabela 1 que, em pontos ganhos, temos 81 pontos como a maior pontuação deste período, e 23 pontos como a menor. Em média os clubes brasileiros conquistaram 52 pontos no campeonato. Como referência, para “fugir” do rebaixamento durante os anos de 2014 a 2018, foi necessária a conquista de 45 pontos. Sobre gols pró, o melhor ataque durante as temporadas marcou 71 gols, o que corresponde a 1,87 gols por partida, já o pior ataque marcou apenas 18 gols, o que equivale a 0,47 gols por partida. Podemos ainda fazer uma relação utilizando gols pró e chutes pró, de modo que foi necessário realizar, em média, 12,32 chutes por partida para fazer 1,16 gol. Isto representa 0,09%³ da efetividade dos clubes de chutes para o gol. Quanto a gols contra, a melhor defesa sofreu apenas 24 gols (0,76 gols por partida) e a pior 69 gols (1,81 gols por partida).

³ Na Premier League (Campeonato Inglês) durante esse mesmo período (2014 a 2018), a efetividade dos clubes de chutes para o gol foi de 0,11%, contando ainda com uma média de 51,54 gols. Em La Liga (Campeonato Espanhol) essa efetividade foi de 0,12%, com uma média de 51,74 gols.

Sobre a variável Custo Pessoal (R\$), temos que a média foi de R\$ 161,732 milhões, com uma diferença de R\$ 596,555 milhões entre o maior e menor custo pessoal. Em relação ao Valor de Mercado (€), a média no período foi de € 38,736 milhões, com um valor máximo de € 93,150 milhões e mínimo de apenas € 4,250 milhões. Por fim, o Valor da Marca (R\$) apresentou uma média de R\$ 432,908 milhões, dispondo de R\$ 1,952 bilhão como valor máximo e de somente R\$ 10,800 milhões como mínimo.

Ainda na Tabela 1, analisando o desvio-padrão, temos que as variáveis pontos ganhos (12,05), gols pró (10,32), saldo de gols (15,78) e cartões amarelo (12,82) apresentaram um alto desvio-padrão, indicando uma grande dispersão dos dados a partir da média, o que demonstra uma grande heterogeneidade entre os clubes com essas variáveis. Em contrapartida, analisando as variáveis chutes pró (1,22), chutes contra (1,41), dribles (1,42) e impedimentos (0,45), notamos que essas variáveis foram as que apresentaram um baixo desvio-padrão, mostrando uma menor dispersão dos dados e consequentemente indicando que eles são homogêneos. Ainda como medida de dispersão, temos o intervalo interquartil, a qual apresenta a dispersão dos dados a partir da mediana. Conforme maior for o valor apresentado no intervalo interquartil, maior será a dispersão dos dados. Ao contrário do que acontece com o desvio padrão, um intervalo interquartil não é afetado, de modo geral, pela existência de um número reduzido de observações. Com isso, temos que as variáveis que apresentaram uma maior dispersão são saldo de gols (21,25), cartões amarelos (19,00), pontos ganhos (15,50), gols pró e plantel (13,25). Enquanto as variáveis com as menores dispersão foram impedimentos (0,60), chutes pró (1,50), chutes contra (1,75) e dribles (1,75).

Tabela 1: Estatística Descritiva das Variáveis de 2014 a 2018

| | Mínimo | Máximo | Mediana | Média | IQR | Desvio-Padrão |
|-----------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------------|
| Plantel ⁴ | 20,0000 | 62,0000 | 42,0000 | 41,4000 | 13,2500 | 9,2518 |
| Pontos Ganhos | 23,0000 | 81,0000 | 51,0000 | 52,0400 | 15,5000 | 12,0528 |
| Vitórias | 4,0000 | 24,0000 | 14,0000 | 14,0900 | 6,0000 | 4,1123 |
| Empates | 4,0000 | 15,0000 | 10,0000 | 9,8000 | 3,0000 | 2,0938 |
| Derrotas | 4,0000 | 24,0000 | 14,0000 | 14,0900 | 5,0000 | 4,1757 |
| Gols Pró | 18,0000 | 71,0000 | 44,0000 | 44,1900 | 13,2500 | 10,3228 |
| Gols Contra | 24,0000 | 69,0000 | 44,5000 | 44,1900 | 12,0000 | 8,8508 |
| Saldo de Gols | -39,0000 | 40,0000 | -1,0000 | 0,0000 | 21,2500 | 15,7801 |
| Passes Certos (%) | 0,7180 | 0,8560 | 0,7900 | 0,7909 | 0,0443 | 0,0318 |

⁴ Número de jogadores no elenco.

| | | | | | | |
|---|---------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| Posse de Bola (%) | 0,4320 | 0,5520 | 0,5010 | 0,4999 | 0,0403 | 0,0283 |
| Chutes Pró | 8,9000 | 15,3000 | 12,4000 | 12,3210 | 1,5000 | 1,2184 |
| Chutes Contra | 7,3000 | 17,0000 | 12,4000 | 12,3220 | 1,7500 | 1,4140 |
| Dribles | 4,9000 | 11,7000 | 7,3000 | 7,5310 | 1,7500 | 1,4232 |
| Desarmes | 12,4000 | 21,7000 | 17,8000 | 17,8590 | 2,4750 | 1,8950 |
| Interceptações | 10,8000 | 18,9000 | 14,2000 | 14,3240 | 2,1750 | 1,8119 |
| Impedimentos | 1,1000 | 2,9000 | 1,8000 | 1,8530 | 0,6000 | 0,4480 |
| Faltas Sofridas | 10,4000 | 19,9000 | 14,7000 | 14,5000 | 1,6500 | 1,5276 |
| Faltas Cometidas | 11,4000 | 19,2000 | 15,3000 | 15,4570 | 2,2250 | 1,6059 |
| Cartões Amarelo | 59,0000 | 117,0000 | 87,0000 | 86,6400 | 19,0000 | 12,8248 |
| Cartões Vermelho | 0,0000 | 14,0000 | 4,0000 | 4,5300 | 3,2500 | 2,5602 |
| Custo Pessoal (R\$)⁵ | 29,444 | 600,805 | 125,613 | 161,732 | 173,503 | 116,143 |
| Valor de Mercado (€)⁵ | 4,250 | 93,150 | 35,925 | 38,736 | 35,000 | 22,616 |
| Valor da Marca (R\$)⁵ | 10,800 | 1.952,100 | 313,700 | 432,908 | 508,225 | 465,262 |

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Nota: Intervalo Interquartil (IQR), medida de dispersão baseado na mediana.

4.3 ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ESPORTIVA

4.3.1 DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS

Para determinar quais variáveis seriam utilizadas como insumos na análise de envoltória de dados (DEA), foram realizadas duas análises: uma com a correlação de Pearson e a outra com a análise dos componentes principais (PCA). Os resultados da correlação de Pearson são utilizados para mostrar a relação entre as variáveis, onde é possível analisar como as variáveis de insumos estão relacionadas com as variáveis dos produtos. Esta metodologia pode ser utilizada para eliminar variáveis de entrada não significativamente correlacionadas com os produtos.

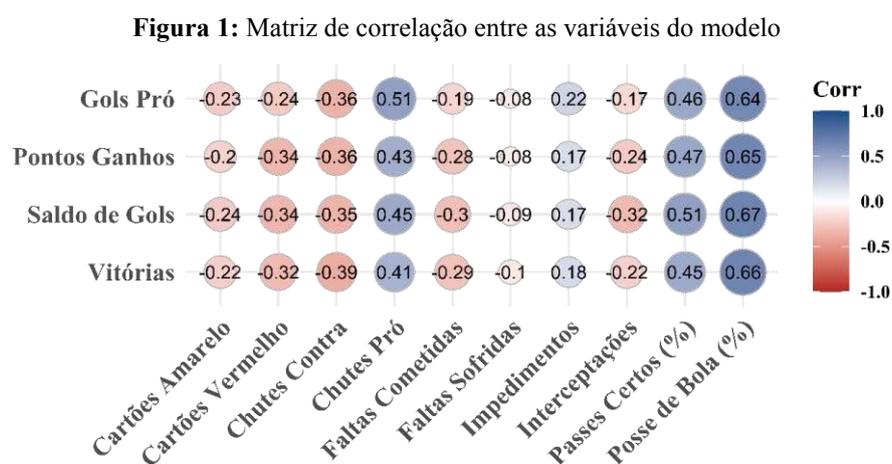
Por sua vez, a análise dos componentes principais (PCA), explica a estrutura de variância de uma matriz de dados por meio de combinações lineares das variáveis. Dessa forma, pode-se reduzir os dados a alguns componentes principais, que descrevam uma parcela predeterminada da variação dos dados, geralmente de 80% a 90%. Uma vez que a maioria da variação possa ser atribuída aos primeiros componentes, eles podem substituir as variáveis originais com perda mínima de informação, simplificando a análise do DEA (ADLER; GOLANY, 2007).

⁵ Valor em milhões.

4.3.1.1 ANÁLISE DE CORRELAÇÃO

Ao realizarmos uma análise de dados amostrais, normalmente, temos diversas variáveis as quais são necessárias investigar para sabermos qual a correlação entre elas e, assim, entendermos de que forma essas variáveis estão se relacionando. Tentar observar a correlação de cada par manualmente, criando a correlação de cada um desses pares é uma tarefa lenta e pouco eficiente, desta forma, a matriz de correlação permite que a correlação de todos os pares de variáveis possa ser observada em uma tabela, como demonstrado na Figura 1.

Segundo Ratner (2009), quando o coeficiente de correlação r for menor que 0,30, a correlação não deve ser levada em consideração. Sendo assim, temos apenas quatro variáveis de insumos, dentre as doze apresentadas na matriz de correlação, as quais estão relacionadas com as variáveis dos produtos, sendo elas: chutes contra, chutes pró, passes certos e posse de bola. Assim podemos utilizá-las como variáveis de insumo para obtenção dos escores de eficiência na análise do DEA.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Nota: Nas linhas temos possíveis produtos e nas colunas os possíveis insumos.

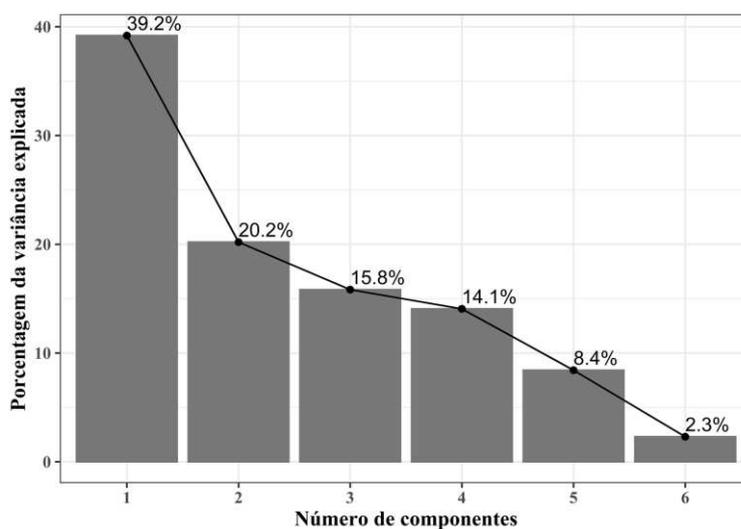
4.3.1.2 ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA)

Após a análise da correlação entre as variáveis, iremos fazer uma análise dos componentes principais (PCA). Foram realizados dois ensaios com as variáveis de insumos. O primeiro ensaio foi feito com todas as variáveis do modelo e o segundo com as variáveis positivamente correlacionados com os produtos. No primeiro ensaio, notou-se que seria necessário utilizar seis componentes para explicar 78,53% da variabilidade

dos dados e nove componentes que conseguissem explicar 93,35%, o que não simplificaria a análise do DEA, dada a necessidade de diversos componentes.

Desta forma, utilizaremos as variáveis positivas do modelo⁶, e iremos observar o comportamento de seus componentes principais. A Figura 2 apresenta o *Scree plot* dos componentes principais desse ensaio, podemos notar que os dois primeiros componentes são responsáveis por 59,38% da variância total no conjunto de dados. Com a utilização do terceiro componente, o valor da variância total corresponde a 75,21% e com o quarto componente, essa variância representa quase 90% da variação dos dados.

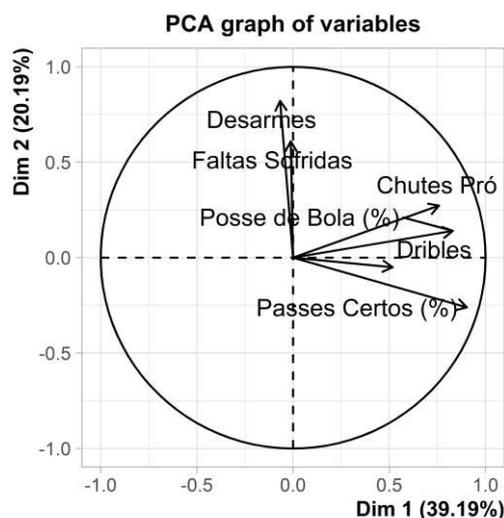
Figura 2: *Scree plot* dos componentes principais a partir de todas as variáveis positivamente relacionados aos produtos



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

A partir do mapa percentual (Figura 3), pode-se notar que, fazem parte do primeiro componente (Dim 1) as variáveis chutes pró, dribles, passes certos e posse de bola. Fazem parte do segundo componente (Dim 2) desarmes e faltas sofridas. Ademais, é possível verificar que as variáveis chutes pró, dribles, passes certos e posse de bola são correlacionados positivamente entre si, o que significa que as equipes que realizaram mais chutes pró durante a temporada, tendem a apresentar também uma maior concentração de posse de bola e de realizar passes certos e dribles. Ao mesmo tempo, essas mesmas variáveis são negativamente correlacionadas com desarmes e faltas sofridas.

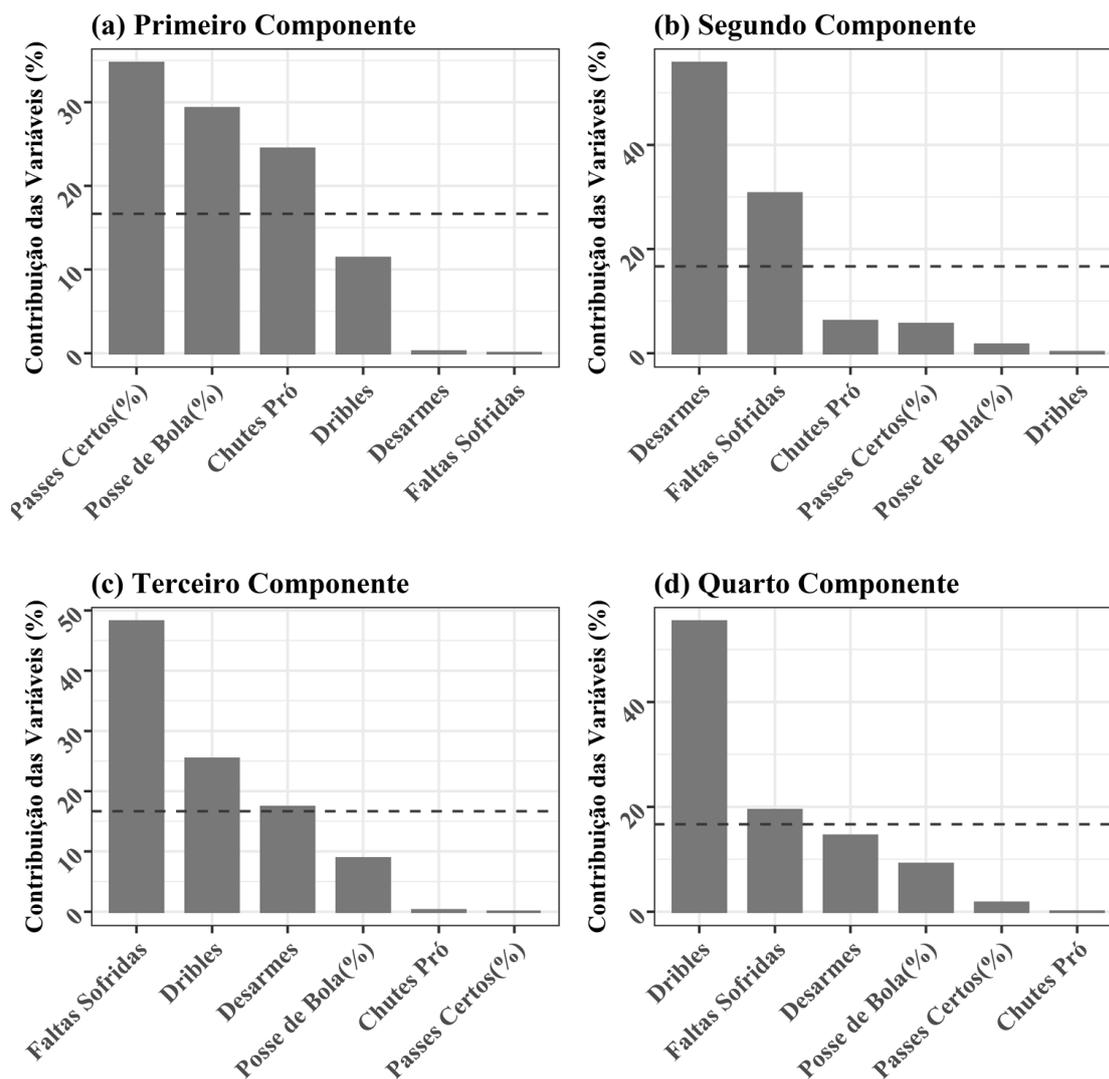
⁶ Chutes pró, desarmes, dribles, faltas sofridas, passes certos e posse de bola.

Figura 3: Mapa percentual das variáveis positivas do PCA

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Além disso, é possível saber quanto cada uma das variáveis contribuem para cada um de seus componentes, e assim, determinar quais são as variáveis mais importantes para explicar a variabilidade no conjunto de dados. Variáveis que não se correlacionam com nenhum componente principal, são variáveis com baixa contribuição e podem ser removidas para simplificar a análise geral. Neste sentido, podemos observar na Figura 4, a contribuição de cada uma das variáveis do modelo no primeiro componente (painel a), onde a linha tracejada do gráfico indica a contribuição média esperada. Para um determinado componente, uma variável com uma contribuição maior do que esse corte pode ser considerada importante na contribuição para o componente (KASSAMBARA, 2017). Sendo assim, temos que somente as variáveis passes certos com 29,28%, posse de bola com 34,70% e chutes pró com 24,43%, contribuem de forma importante para o primeiro componente. Por sua vez, o painel (b), apresenta a contribuição de cada variável para o segundo componente, podemos observar que desarmes contribui com 55,75% e faltas sofridas com 30,66%. As demais variáveis não contribuem para o componente. No painel (c), observamos a contribuição de cada variável para o terceiro componente, temos que apenas faltas sofridas com 48,18%, dribles com 25,38% e desarmes com 17,38% são significativas para o componente. Por fim, o painel (d) apresenta a contribuição das variáveis para o quarto componente, nota-se que apenas dribles com 55,37% e faltas sofridas com 19,36% são relevantes para este componente.

Figura 4: Contribuição das variáveis do modelo em cada componente



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Sobre o PCA a partir das variáveis positivas do modelo, os componentes encontrados estão de acordo com os parâmetros estabelecidos em estudos anteriores que utilizaram o PCA. Segundo Adler e Golany (2007), os primeiros componentes devem descrever de 80 a 90% da variação dos dados. No presente caso, os quatro primeiros componentes descrevem 89,27% da variação dos dados. Temos então que os componentes principais conseguem substituir as variáveis de insumos, visto que se obteve uma redução no número de variáveis (seis para quatro) quando comparado com a utilização de todas as variáveis do modelo (doze para nove variáveis).

4.3.2 ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)

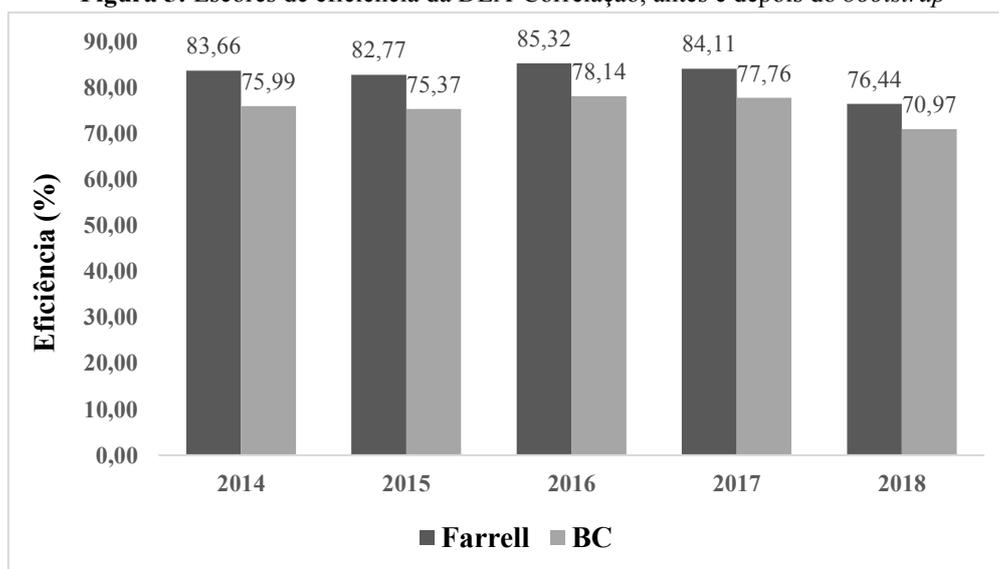
Com a determinação das variáveis, podemos elaborar a análise envoltória de dados (DEA)⁷. Conforme informado anteriormente, os produtos serão gols pró, pontos ganhos, saldo de gols e vitórias, e para a escolha dos insumos foram realizadas duas análises: uma com a correlação de Pearson e a outra com a análise dos componentes principais (PCA).

4.3.2.1 DEA-CORRELAÇÃO

4.3.2.1.1 EFICIÊNCIA GERAL

A Figura 5, retrata os resultados da análise antes (eficiência Farrell) e depois (eficiência BC) do *bootstrap*, que foi realizado com mil repetições. Conforme o esperado, após a utilização do método de reamostragem, houve a correção do viés que superestimava as *performances*, o que pode ser identificado pela redução da eficiência média em todos os anos analisados⁸.

Figura 5: Escores de eficiência da DEA-Correlação, antes e depois do *bootstrap*



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

A Tabela 2 apresenta a estatística dos escores de eficiência esportiva calculados conjuntamente para as 100 DMU's, no período de 2014 a 2018 (20 equipes em cinco anos), após a utilização do *bootstrap*. Observa-se que o nível de eficiência média está em um intervalo de 0,71 a 0,78. Durante este período, o escore de eficiência máximo alcançado foi de 0,94 em 2014, já o mínimo foi de 0,43 em 2018. Percebe-se também um

⁷ Análise realizada no *software* RStudio, os pacotes utilizados neste trabalho podem ser encontrados através do CRAN (2021).

⁸ Redução de 23 DMU's com eficiência 1.

alto desvio-padrão, demonstrando grande heterogeneidade entre o desempenho dos clubes. O mesmo acontece com a amplitude interquartil, reforçando a existência de uma grande dispersão dos dados.

Tabela 2: Estatística dos Escores de Eficiência Esportiva da DEA-Correlação

| | Mínimo | Máximo | Mediana | Média | IQR | Desvio-padrão |
|--------------------|--------|--------|---------|--------|--------|---------------|
| 2014 | 0,5306 | 0,9350 | 0,7977 | 0,7599 | 0,1562 | 0,1175 |
| 2015 | 0,5664 | 0,8957 | 0,7766 | 0,7537 | 0,2011 | 0,1155 |
| 2016 | 0,4956 | 0,9286 | 0,8038 | 0,7814 | 0,1758 | 0,1226 |
| 2017 | 0,6315 | 0,9091 | 0,7960 | 0,7776 | 0,1204 | 0,0863 |
| 2018 | 0,4345 | 0,9165 | 0,6833 | 0,7097 | 0,1361 | 0,1123 |
| 2014 a 2018 | 0,4345 | 0,9350 | 0,7738 | 0,7565 | 0,1749 | 0,1123 |

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Na Tabela 3, temos os escores de eficiência esportiva de todas as equipes que disputaram o Campeonato Brasileiro da Série A de 2014 a 2018. Ao analisarmos o ano de 2014, temos que a equipe mais eficiente foi o Cruzeiro com 0,94, o qual também foi campeão deste mesmo ano. Já o clube menos eficiente foi o Criciúma com 0,53, tendo sido rebaixado como último colocado daquele ano. Em 2015, o clube com o maior escore de eficiência foi o Palmeiras com 0,90, finalizando a sua participação na nona colocação. Por sua vez, a equipe que teve o menor escore foi o Joinville com 0,57, outro clube que também foi rebaixado e que preencheu a última posição do campeonato. O ano de 2016 teve como clube mais eficiente a Chapecoense com 0,93, terminando a temporada na décima primeira colocação. E a equipe menos eficiente foi o América Mineiro com 0,50, mais um time que apresentou um escore de eficiência baixo e que teve como consequência o seu rebaixamento e a ocupação do último lugar da tabela. Observando o ano de 2017, temos como equipe mais eficiente do campeonato o Fluminense com 0,91, o qual concluiu a competição na décima quarta posição. Já o clube menos eficiente foi o Sport com 0,63, quando encerrou a sua participação no campeonato na décima quinta posição. O Sport foi a única equipe não foi rebaixada e que apresentou o menor escore de eficiência em um ano. Enfim, o ano de 2018 teve o São Paulo como clube mais eficiente com 0,92, a equipe terminou o campeonato na quinta colocação. Por outro lado, o clube menos eficiente foi o Paraná com 0,43, mais um clube que foi rebaixado e que terminou na última colocação da competição.

Tabela 3: Escores de Eficiência Esportiva da DEA-Correlação

| | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| América Mineiro | - | - | 0,4956 | - | 0,6822 |
| Athletico Paranaense | 0,8437 | 0,6594 | 0,9077 | 0,7764 | 0,8363 |
| Atlético Goianiense | - | - | - | 0,8155 | - |
| Atlético Mineiro | 0,7218 | 0,8684 | 0,9165 | 0,7313 | 0,7578 |
| Avaí | - | 0,8415 | - | 0,8450 | - |
| Bahia | 0,5744 | - | - | 0,8483 | 0,6024 |
| Botafogo | 0,6773 | - | 0,8003 | 0,8403 | 0,7424 |
| Ceará | - | - | - | - | 0,6748 |
| Chapecoense | 0,6878 | 0,6389 | 0,9286 | 0,8535 | 0,6940 |
| Corinthians | 0,8348 | 0,8451 | 0,6370 | 0,8929 | 0,6805 |
| Coritiba | 0,8405 | 0,6561 | 0,7753 | 0,7371 | - |
| Criciúma | 0,5306 | - | - | - | - |
| Cruzeiro | 0,9350 | 0,6413 | 0,6859 | 0,6688 | 0,6340 |
| Figueirense | 0,8457 | 0,8713 | 0,8412 | - | - |
| Flamengo | 0,7271 | 0,5975 | 0,8503 | 0,6566 | 0,8313 |
| Fluminense | 0,7938 | 0,7027 | 0,7612 | 0,9091 | 0,5898 |
| Goiás | 0,8373 | 0,8465 | - | - | - |
| Grêmio | 0,8015 | 0,8751 | 0,6855 | 0,7410 | 0,7722 |
| Internacional | 0,8172 | 0,8487 | 0,6024 | - | 0,8501 |
| Joinville | - | 0,5664 | - | - | - |
| Palmeiras | 0,5444 | 0,8957 | 0,8495 | 0,8169 | 0,8458 |
| Paraná | - | - | - | - | 0,4345 |
| Ponte Preta | - | 0,6910 | 0,8958 | 0,7276 | - |
| Santa Cruz | - | - | 0,8074 | - | - |
| Santos | 0,7294 | 0,8681 | 0,8453 | 0,8458 | 0,6716 |
| São Paulo | 0,9119 | 0,7117 | 0,6230 | 0,6386 | 0,9165 |
| Sport | 0,6693 | 0,8484 | 0,7960 | 0,6315 | 0,6398 |
| Vasco da Gama | - | 0,5994 | - | 0,7213 | 0,6845 |
| Vitória | 0,8734 | - | 0,9232 | 0,8553 | 0,6545 |

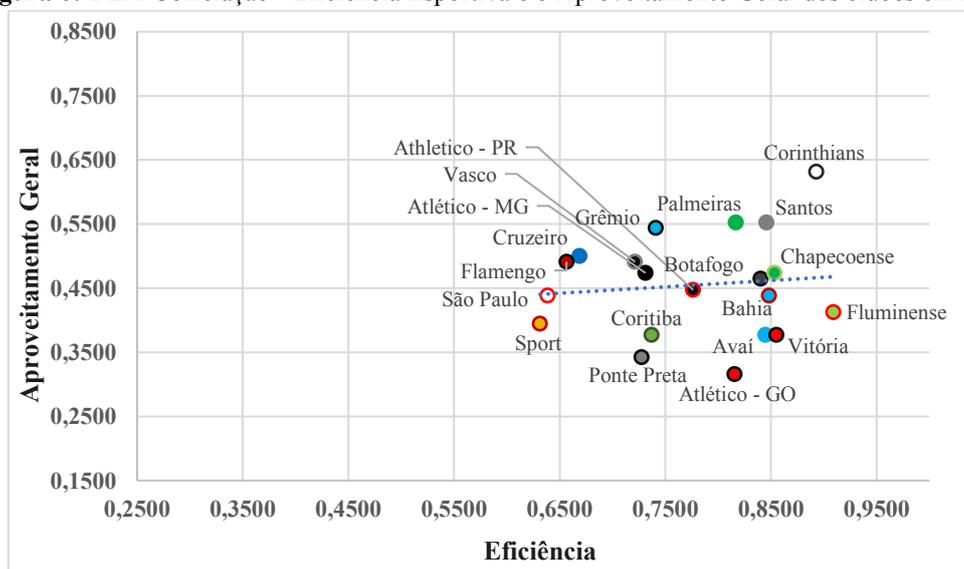
Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Ao efetuarmos esta análise com os escores de eficiência esportiva dos clubes de futebol brasileiro, percebemos que, nem sempre, as equipes que apresentam os maiores escores de eficiência ocupam as primeiras posições da tabela. São os casos do Palmeiras (9°), da Chapecoense (10°) e do Fluminense (14°). Porém, os clubes que tiveram os menores escores de eficiência neste período terminaram na parte de baixo, sendo rebaixados ou tendo lutado para não cair.

Dessa forma, podemos analisar os intervalos de confiança dos escores de eficiência e avaliar a relação entre a eficiência esportiva e o aproveitamento geral dos clubes no campeonato. Para isso, foram escolhidas as temporadas de 2017 e 2018, isso porque, quando avaliamos todo o período, esses dois anos mostram aspectos característicos das amplitudes dos escores de eficiência. Enquanto 2017 apresenta uma diferença entre o escore mínimo e máximo de apenas 0,28, o ano de 2018 apresenta a maior amplitude do período, alcançando 0,48. Para os demais anos, a amplitude da eficiência esteve entre 0,33 e 0,43.

Analisando a relação entre a eficiência esportiva e o aproveitamento geral dos clubes, temos que em 2017 (Figura 6) não há correlação (0,11) alguma. Dispomos de equipes que fizeram um bom campeonato e não foram eficientes, caso do Grêmio, que obteve uma quarta colocação na competição e alcançou apenas 0,74 de eficiência. Enquanto outras foram eficientes e não conseguiram obter uma boa campanha na temporada, situação por exemplo do Fluminense, que foi a equipe mais eficiente do período, mas terminou em décimo quarto lugar.

Figura 6: DEA-Correlação - Eficiência Esportiva e o Aproveitamento Geral dos clubes em 2017



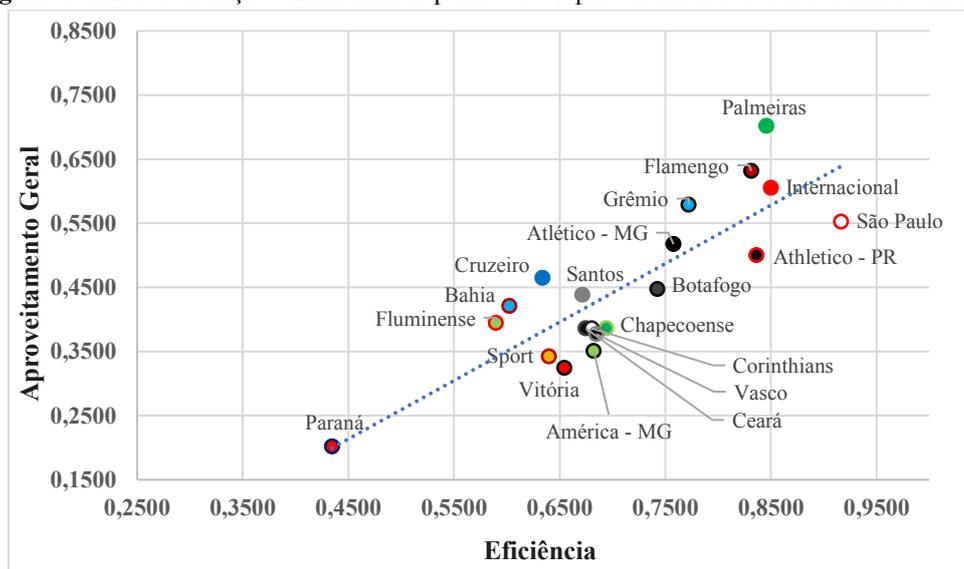
Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Nota: Linha de tendência (pontilhada em azul).

A Figura 7 apresenta como os escores de eficiência esportiva estão correlacionados com o aproveitamento geral dos clubes em 2018. Percebe-se uma correlação positiva forte (0,85) entre os clubes, ou seja, há a tendência de o aproveitamento aumentar quanto maior for a eficiência dos clubes no campeonato.

Verifica-se que, são poucas as equipes que estão dispersas da linha de tendência, caso do São Paulo, que foi a equipe mais eficiente porém com um aproveitamento de 0,55, ocupando a quinta colocação no campeonato. Ademais, observamos que nessa temporada as equipes que obtiveram os melhores aproveitamentos, foram mais eficientes.

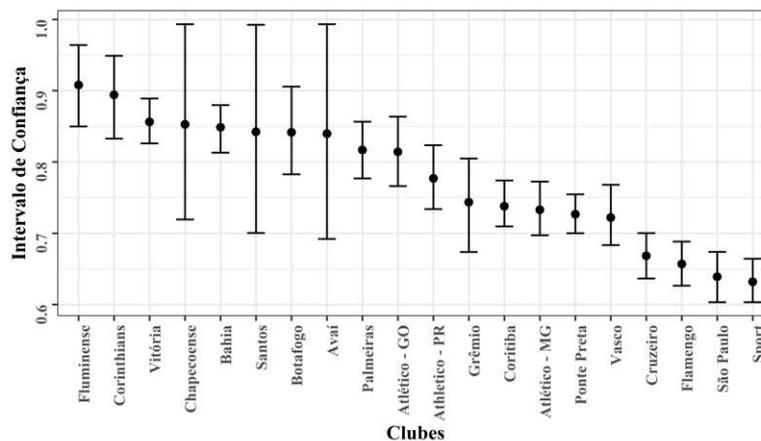
Figura 7: DEA-Correlação - Eficiência Esportiva e o Aproveitamento Geral dos clubes em 2018



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Nota: Linha de tendência (pontilhada em azul).

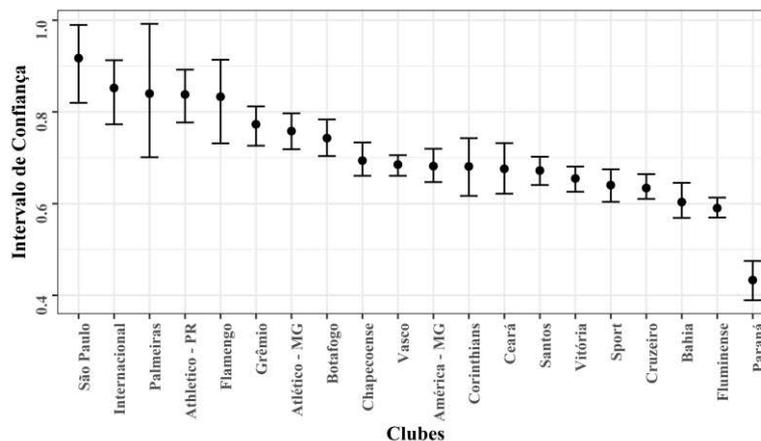
Examinando os intervalos de confiança dos escores de eficiência, em 2017 (Figura 8), temos que a eficiência média dos clubes ficou próxima a 0,78 e intervalos com cerca de 0,60 e 0,99. O Avaí (18°), a Chapecoense (8°) e o Santos (3°), foram os clubes que possuem os maiores intervalos de confiança, apresentaram uma eficiência por volta de 0,84 e 0,86 e intervalo entre 0,69 a 0,99. Por sua vez, os clubes que tiveram os menores intervalos de confiança foram o Cruzeiro (5°), Flamengo (6°), São Paulo (13°) e Sport (15°), com eficiência de 0,67, 0,66, 0,64 e 0,63, respectivamente. Em relação a sobreposição entre os clubes, com 95 por cento de confiança, não há diferença significativa entre as versões sobrepostas, temos diversos casos onde os intervalos têm centros semelhantes mas dispersões diferentes.

Figura 8: DEA-Correlação - Eficiência e Intervalos de Confiança dos clubes em 2017

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Nota: Nível de confiança de 95% para o intervalo *Bootstrap* estimado com mil replicações.

Por fim, na Figura 9, temos que a eficiência média dos clubes em 2018 ficou próxima a 0,71 com intervalo de confiança em cerca de 0,39 e 0,99. O Palmeiras (1º) foi o clube que possui o maior intervalo de confiança, apresentou uma eficiência de 0,84 com um intervalo de 0,71 a 0,99. Por sua vez, analisando os clubes que tiveram os menores intervalos de confiança temos o Fluminense (12º) e o Vasco (16º), os quais apresentaram uma eficiência de 0,59 e de 0,68 respectivamente, com intervalos de 0,57 a 0,61 para o primeiro e de 0,66 a 0,71 para o segundo. No que se refere a sobreposição entre os clubes, com 95 por cento de confiança, não há diferença significativa entre as versões sobrepostas, com exceção do Paraná, que é o único clube onde não há sobreposição dos intervalos, ou seja, a equipe tem uma eficiência estatisticamente diferente das demais.

Figura 9: DEA-Correlação - Eficiência e Intervalos de Confiança dos clubes em 2018

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Nota: Nível de confiança de 95% para o intervalo *Bootstrap* estimado com mil replicações.

A partir dessas análises, observamos que os intervalos de confiança apontam que, em 2017, apesar de haver uma menor diferença entre os intervalos quando comparado com 2018, sendo de 0,39 para 0,60, os intervalos de confiança dos clubes em 2017 são maiores do que os de 2018. Essas diferenças podem ser explicadas por uma maior disputa de pontos na competição, pois em 2017 a diferença entre líder e lanterna⁹ por exemplo, foi de 36 pontos, enquanto que em 2018 essa diferença foi de 57 pontos. Quando comparamos essa diferença entre o último time do G4¹⁰ e o primeiro do Z4¹¹, a diferença em 2017 é de 19 pontos e no ano de 2018 é ainda maior com 26 pontos. Ou seja, o Campeonato Brasileiro da Série A de 2017 foi mais disputado do que o de 2018. Isso pode ser notado pelo desvio-padrão, pois, em 2017 o valor apresentado foi de 0,09 e em 2018 de 0,11, em outras palavras, temos uma maior dispersão dos dados em 2018. O mesmo ocorre com a amplitude interquartil, o que demonstra uma grande heterogeneidade entre os clubes.

Quanto a relação entre a eficiência e o aproveitamento geral das equipes, notamos que há uma dispersão entre os clubes e a linha de tendência, mesmo havendo faixas onde a correlação é mais forte, o que demonstra que o aproveitamento geral das equipes não está associado diretamente a eficiência. As diferenças dos intervalos de confiança, reforçam essa premissa, sendo assim, é necessário investigar se há ou não outros fatores que possam influenciar na eficiência de um clube e conseqüentemente em seu aproveitamento.

4.3.2.1.2 EFICIÊNCIA EM CASA E FORA DE CASA

Nesta seção serão analisadas as eficiências esportivas apenas dos doze clubes¹² que disputaram todas as temporadas durante o período. A razão deste ensaio deve-se a utilização de uma amostra mais uniforme, isso porque, os times mudam ano a ano¹³ e efetuar uma observação de um período completo com equipes que deixaram de disputar ao menos uma temporada, poderia causar distorções nos resultados. Sendo assim, iremos

⁹ Lanterna: Termo utilizado para o último colocado em um campeonato, e que geralmente segue para uma divisão inferior da competição.

¹⁰ G4: Expressão utilizada para as quatro melhores equipes classificadas do campeonato.

¹¹ Z4: Expressão utilizada para as quatro piores equipes classificadas do campeonato.

¹² Athletico Paranaense, Atlético Mineiro, Chapecoense, Corinthians, Cruzeiro, Flamengo, Fluminense, Grêmio, Palmeiras, Santos, São Paulo e Sport.

¹³ Conforme regulamento da Confederação Brasileira de Futebol (2021), os quatro últimos colocados são rebaixados para a Série B do Campeonato Brasileiro.

comparar o desempenho apenas das equipes que participaram de todos os anos, dentro e fora de casa mediante as suas eficiências e o seu aproveitamento. As variáveis utilizadas para o DEA¹⁴ destes dois casos, são as mesmas utilizadas na eficiência geral das equipes, os produtos continuam sendo gols pró, pontos ganhos, saldo de gols e vitórias e os insumos chutes contra, chutes pró, passes certos e posse de bola, esses obtidos com a correlação de Pearson.

Na Tabela 4, temos os escores de eficiência esportiva calculados conjuntamente para as 60 DMU's, no período de 2014 a 2018 (12 equipes em cinco anos). Nela podemos examinar a média de eficiência desses clubes em casa e fora de casa, além disso, temos também a presença de seus valores máximo e mínimo neste mesmo período. Sobre a performance desses clubes em casa, o período de 2014 a 2018 apresentou uma eficiência média de 0,78, o ano de 2014 contou com uma média de 0,83 de eficiência sendo está a maior do período e 2017 obteve a menor média do período com 0,71. Já para o desempenho das equipes jogando fora de casa, a média de eficiência foi de 0,70 durante as temporadas, 2016 teve a maior média desses anos com um escore de 0,76, por sua vez, o ano de 2018 alcançou uma média de 0,65 sendo está a menor média registrada neste intervalo de tempo. O caso da Chapecoense é digno de nota, pois foi a equipe mais eficiente atuando dentro de casa, ao passo que foi também a menos eficiente fora de casa. Essa disparidade também pode ser explicada pelo seu desempenho ao longo dos anos na competição, isso porque, a melhor colocação que a equipe conquistou neste período foi um nono lugar em 2017, e nos demais anos, oscilou entre a décima e a décima quinta colocação. Outro fato que vale mencionar é em relação ao Atlético Mineiro, pois, foi a única equipe que conseguiu ser mais eficiente jogando fora de casa do que em casa. Por fim, temos o caso do Flamengo, que alcançou um escore máximo de 0,91, tanto em casa (2018) quanto fora de casa (2016).

Tabela 4: DEA-Correlação - Escores de Eficiência Esportiva dos clubes que disputaram todas as temporadas (2014-2018) em Casa e Fora de Casa

| | CASA | | | FORA DE CASA | | |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------------|--------|--------|
| | Mínimo | Máximo | Média | Mínimo | Máximo | Média |
| Athletico Paranaense | 0,5784 | 0,8796 | 0,7948 | 0,4253 | 0,8125 | 0,6870 |
| Atlético Mineiro | 0,5457 | 0,8769 | 0,7520 | 0,7117 | 0,9089 | 0,8049 |
| Chapecoense | 0,6821 | 0,9084 | 0,8333 | 0,3485 | 0,8206 | 0,6076 |
| Corinthians | 0,7151 | 0,8734 | 0,8258 | 0,6173 | 0,8711 | 0,7492 |

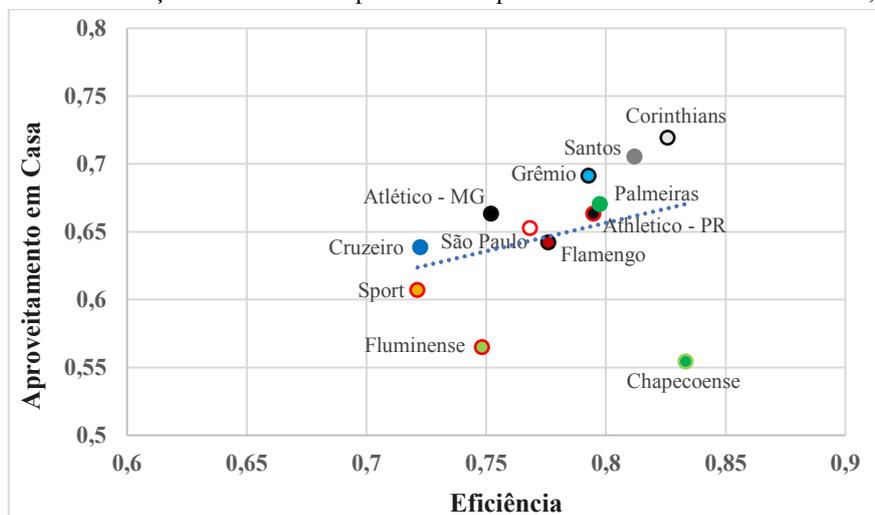
¹⁴ Eficiência BC (*bootstrap*) realizado com mil repetições.

| | | | | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Cruzeiro | 0,6581 | 0,9064 | 0,7225 | 0,4875 | 0,8989 | 0,6720 |
| Flamengo | 0,6182 | 0,9105 | 0,7760 | 0,5635 | 0,9143 | 0,7436 |
| Fluminense | 0,6164 | 0,8904 | 0,7483 | 0,4751 | 0,8366 | 0,6438 |
| Grêmio | 0,6531 | 0,9062 | 0,7928 | 0,6527 | 0,8583 | 0,7867 |
| Palmeiras | 0,5803 | 0,8926 | 0,7974 | 0,5248 | 0,8613 | 0,7689 |
| Santos | 0,6279 | 0,9084 | 0,8120 | 0,3869 | 0,8213 | 0,6430 |
| São Paulo | 0,6130 | 0,8674 | 0,7683 | 0,6089 | 0,8864 | 0,7102 |
| Sport | 0,5856 | 0,8690 | 0,7213 | 0,5909 | 0,8120 | 0,6551 |

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Observando a relação entre a eficiência esportiva e o aproveitamento em casa para os clubes dessa amostra reduzida (Figura 10), temos que há correlação positiva (0,63), nesse caso a tendência de um clube obter um bom aproveitamento no campeonato por ser eficiente é menor. Pois, dispomos de equipes que estão mais dispersas dessa linha de tendência, casos da Chapecoense e do Fluminense, que obtiveram 0,83 e 0,75 de eficiência média respectivamente com um aproveitamento inferior aos demais. Esses resultados fazem com que a linha de tendência apresente uma característica mais próxima de uma linha horizontal.

Figura 10: DEA-Correlação - Eficiência Esportiva e o Aproveitamento em Casa dos clubes, 2014 a 2018



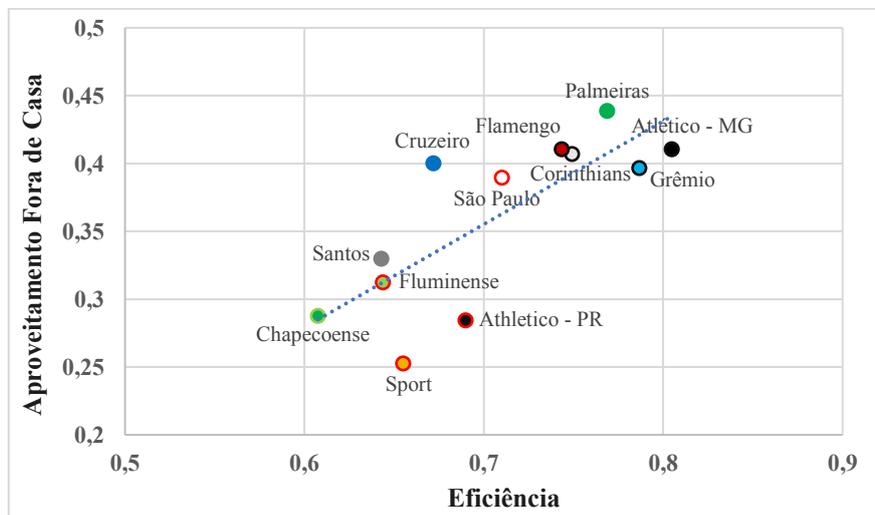
Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Nota: Linha de tendência (pontilhada em azul).

Sobre a relação entre a eficiência e o aproveitamento fora de casa dos clubes (Figura 11), temos uma correlação positiva (0,73) entre os clubes, há a tendência de quanto mais eficiente for o clube maior será o seu aproveitamento. O Atlético Mineiro foi a equipe mais eficiente, com um escore médio de 0,80 e com um aproveitamento de 0,41.

E o clube menos eficiente do campeonato foi a Chapecoense, com um escore médio de somente 0,61 e um aproveitamento de apenas 0,29.

Figura 11: DEA-Correlação - Eficiência Esportiva e o Aproveitamento Fora de Casa dos clubes, 2014 a 2018



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

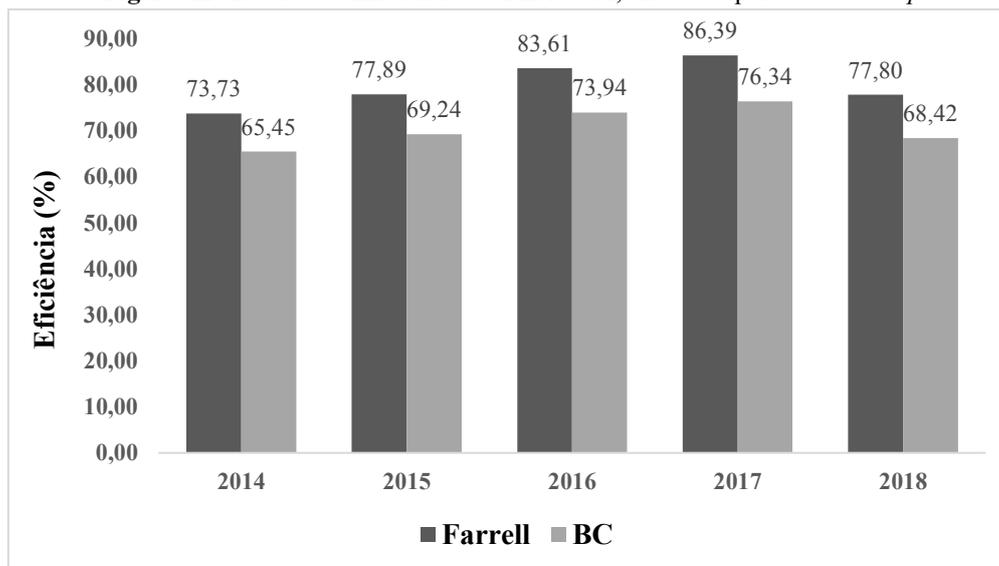
Nota: Linha de tendência (pontilhada em azul).

4.3.2.2 DEA-PCA

4.3.2.2.1 EFICIÊNCIA GERAL

Analisando a eficiência geral do DEA-PCA, a Figura 12, mostra os resultados da análise antes (eficiência Farrell) e depois (eficiência BC) do *bootstrap*, o qual foi realizado com mil repetições. Assim como a análise anterior (DEA-Correlação), com a utilização do método de reamostragem, temos a correção do viés que superestimava as *performances*, isso pode ser observado pela redução da eficiência média em todos os anos examinados¹⁵.

¹⁵ Redução de 28 DMU's com eficiência 1, cinco DMU's a mais do que a análise do DEA-Correlação.

Figura 12: Escores de Eficiência da DEA-PCA, antes e depois do *bootstrap*

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Na Tabela 5, temos os escores de eficiência esportiva calculados conjuntamente para as 100 DMU's, no período de 2014 a 2018 (20 equipes em cinco anos), após a utilização do *bootstrap*. Neste período, o escore de eficiência máximo alcançado foi de 0,91 em 2017, já o mínimo de 0,29 em 2018. Verifica-se que o nível de eficiência média está em um intervalo de 0,65 a 0,76, e nota-se também um alto desvio-padrão, demonstrando grande heterogeneidade entre o desempenho dos clubes. Com a amplitude interquartil, também temos uma alta heterogeneidade, o que reforça a existência de uma grande dispersão dos dados.

Tabela 5: Estatística dos Escores de Eficiência Esportiva da DEA-PCA

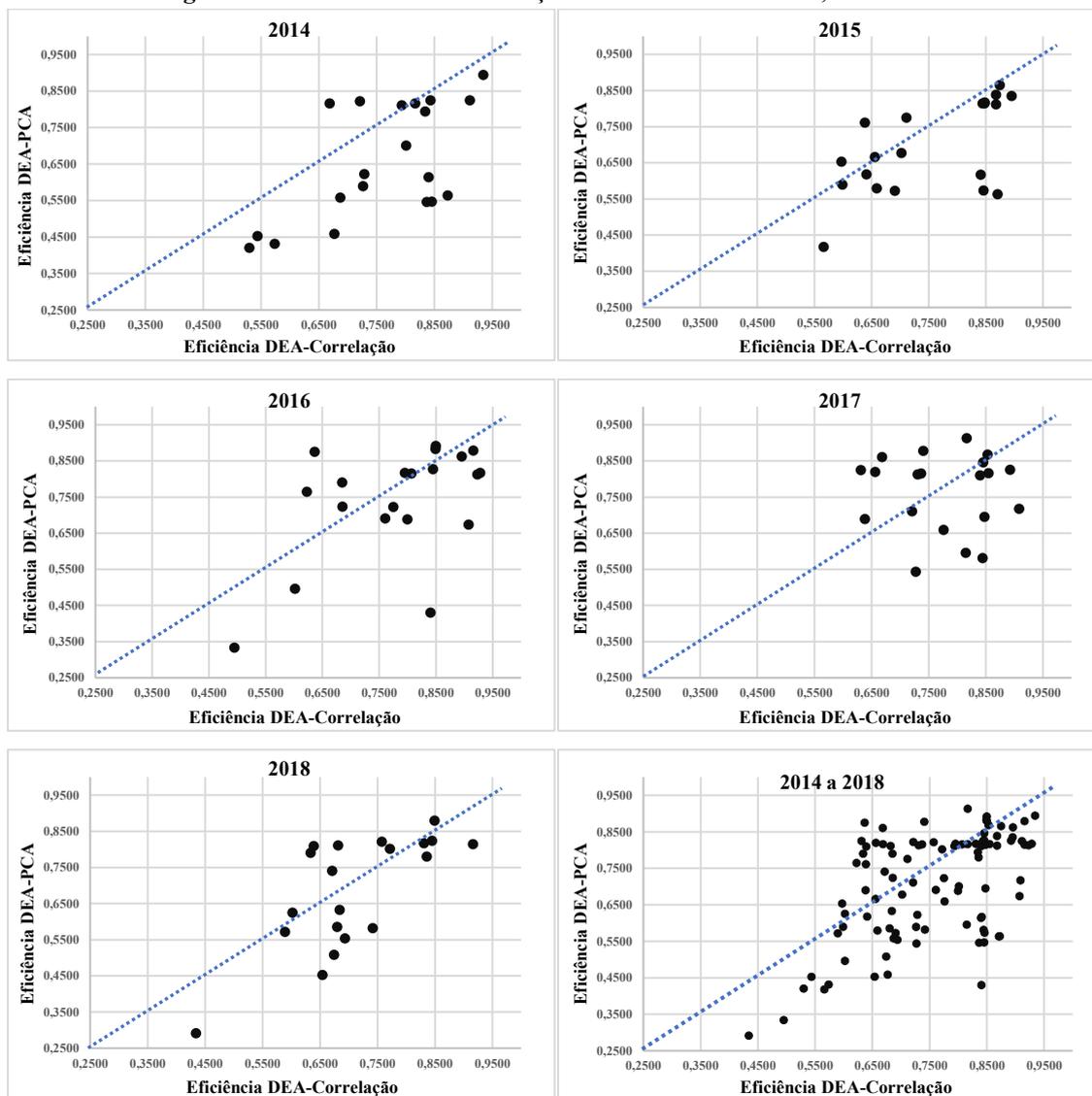
| | Mínimo | Máximo | Mediana | Média | IQR | Desvio-padrão |
|--------------------|--------|--------|---------|--------|--------|---------------|
| 2014 | 0,4191 | 0,8916 | 0,6181 | 0,6545 | 0,2679 | 0,1578 |
| 2015 | 0,4165 | 0,8638 | 0,6715 | 0,6924 | 0,2264 | 0,1257 |
| 2016 | 0,3328 | 0,8899 | 0,8008 | 0,7394 | 0,1497 | 0,1559 |
| 2017 | 0,5422 | 0,9126 | 0,8145 | 0,7634 | 0,1389 | 0,1082 |
| 2018 | 0,2896 | 0,8797 | 0,7589 | 0,6842 | 0,2396 | 0,1593 |
| 2014 a 2018 | 0,2896 | 0,9126 | 0,7633 | 0,7068 | 0,2315 | 0,1454 |

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

A Figura 13 traz a relação entre a eficiência do DEA-Correlação e a eficiência do DEA-PCA para o período de 2014 a 2018. Nota-se que as duas eficiências não são próximas e que os clubes estão dispersos da linha de 45 graus, mostrando que não há uma concordância entre elas. O coeficiente de correlação entre as eficiências resultou

em 0,54 para o período completo, variando entre 0,52 e 0,72 quando avaliamos ano a ano, isso com exceção da temporada de 2017 a qual apresentou uma correlação negativa de apenas 0,03.

Figura 13: Eficiência DEA-Correlação e Eficiência DEA-PCA, 2014 a 2018



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

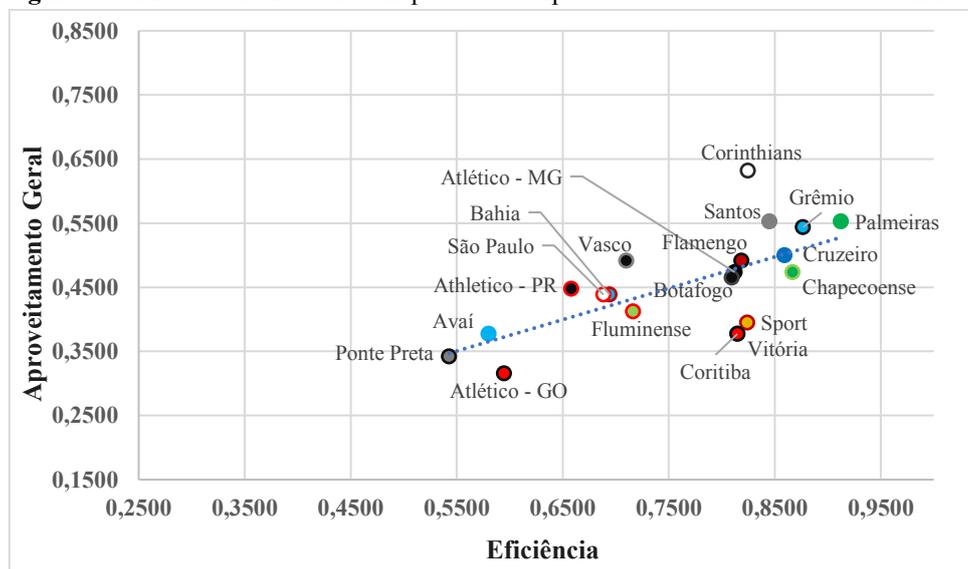
Podemos ainda avaliar a relação entre a eficiência esportiva e o aproveitamento geral dos clubes no campeonato, sobre os intervalos de confiança dos escores de eficiência¹⁶ as figuras se encontram no apêndice B. Sendo assim, foram escolhidas as temporadas de 2017 e 2018, o mesmo período utilizado na análise anterior, isso porque,

¹⁶ Com 95% de confiança, não há diferença estatisticamente significativa entre os intervalos dado as sobreposições.

além desses dois anos apresentarem aspectos característicos das amplitudes dos escores de eficiência, podemos compará-los com a análise efetuada com o DEA-Correlação.

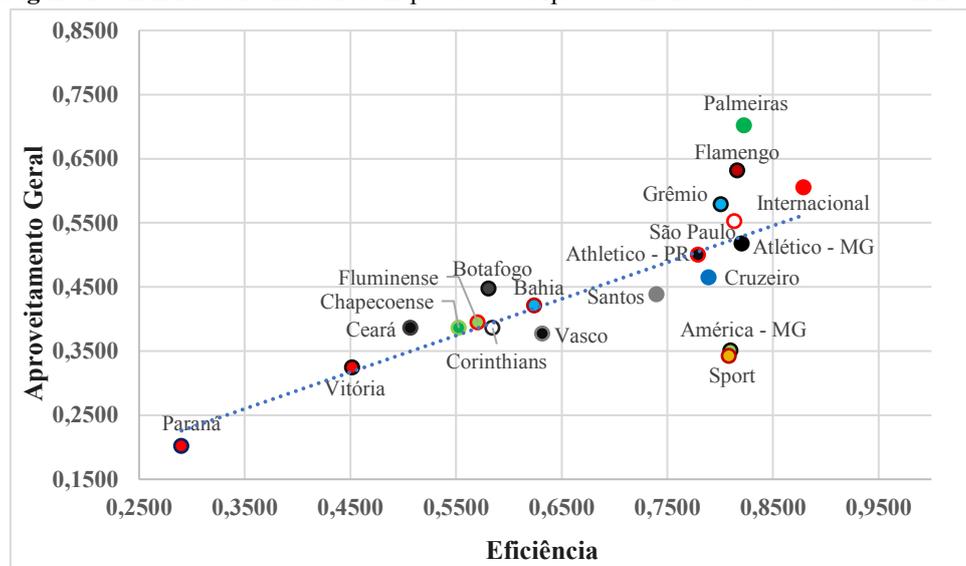
As Figura 14 e 15 apresentam como os escores de eficiência esportiva estão correlacionados com o aproveitamento geral dos clubes em 2017 e 2018, respectivamente. Em 2017 (Figura 14), temos o campeão Corinthians que, apesar de conseguir um desempenho de 0,63 não conseguiu ser tão eficiente como o Cruzeiro (5°) e a Chapecoense (8°), além disso obteve um escore de eficiência de 0,82 o quinto maior escore deste ano. Outra equipe que está distante da linha de tendência é o Coritiba, a equipe finalizou a sua participação no campeonato na décima sexta colocação sendo rebaixada, mas alcançou um escore de 0,81 de eficiência sendo este o décimo maior escore do ano. Sobre a temporada de 2018 (Figura 15), há uma correlação positiva forte (0,75) entre a eficiência esportiva e o aproveitamento geral, ou seja, há a tendência de o aproveitamento dos clubes no campeonato aumentar quanto maior for a sua eficiência. Identifica-se que, são poucas as equipes que estão dispersas da linha de tendência, caso do América Mineiro e do Sport que, tiveram um escore de eficiência de 0,81 e terminaram a competição ocupando a décima sétima e a décima oitava colocação respectivamente.

Figura 14: DEA-PCA - Eficiência Esportiva e o Aproveitamento Geral dos clubes em 2017



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Nota: Linha de tendência (pontilhada em azul).

Figura 15: DEA-PCA - Eficiência Esportiva e o Aproveitamento Geral dos clubes em 2018

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Nota: Linha de tendência (pontilhada em azul).

Avaliando a relação entre a eficiência esportiva e o aproveitamento geral das equipes, percebemos que em comparação ao DEA-Correlação, as equipes estão bem próximas a linha de tendência. Nota-se que existe algumas dispersões, principalmente em relação aos primeiros colocados, porém, a correlação é forte o que demonstra que o aproveitamento geral está associado a eficiência. Em outras palavras, quanto mais eficiente for o clube maior será o seu aproveitamento.

4.3.2.2.2 EFICIÊNCIA EM CASA E FORA DE CASA

Para analisar mais uma vez apenas a eficiência das equipes que participaram de todos os anos do Campeonato Brasileiro da Série A,¹⁷ dentro de casa e fora de casa, utilizaremos os mesmos critérios estabelecidos na seção 4.3.2.1.2. A exceção fica em relação as variáveis utilizadas para o DEA¹⁸ destes dois casos, que neste cenário serão as mesmas utilizadas na eficiência geral das equipes com o DEA-PCA.

Observando os escores de eficiência esportiva dos clubes¹⁹ (Tabela 6), podemos examinar a média de eficiência dessas equipes em casa e fora de casa, além disso, temos também a presença de seus valores máximo e mínimo neste mesmo período. Em relação ao desempenho desses clubes em casa, no período de 2014 a 2018 apresentou uma

¹⁷ Athletico Paranaense, Atlético Mineiro, Chapecoense, Corinthians, Cruzeiro, Flamengo, Fluminense, Grêmio, Palmeiras, Santos, São Paulo e Sport.

¹⁸ Eficiência BC (*bootstrap*) realizado com mil repetições.

¹⁹ 60 DMU's (12 equipes em cinco anos), no período de 2014 a 2018

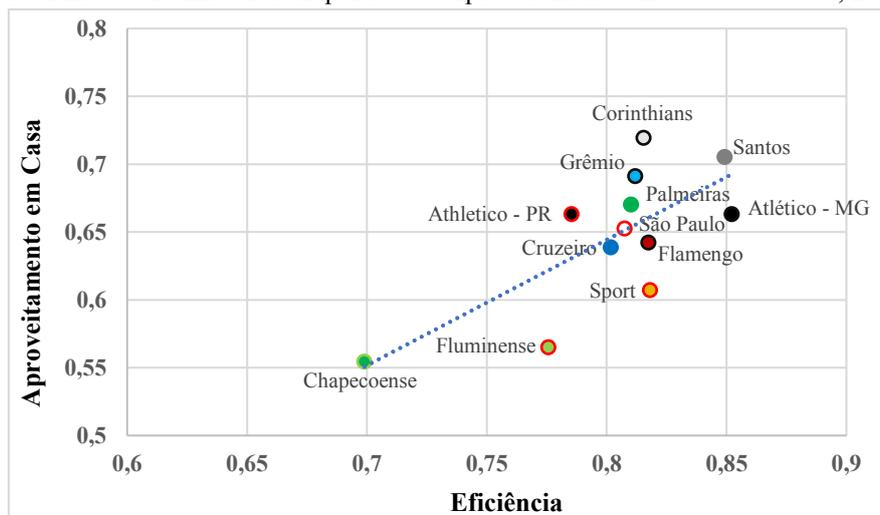
eficiência média de 0,80, a temporada de 2015 teve uma média de 0,84 de eficiência sendo está a maior do período e 2017 obteve a menor média do período com 0,75. E para o desempenho das equipes jogando fora de casa, a média de eficiência foi de 0,70 durante as temporadas, 2017 obteve a maior média desses anos com um escore de 0,75 e 2018 alcançou uma média de 0,61 sendo está a menor. O Atlético Mineiro foi a equipe mais eficiente atuando dentro de casa neste intervalo apresentando um escore médio de 0,85 de eficiência. Já a Chapecoense, foi o clube menos eficiente dentre as que participaram de todas as temporadas, alcançando um escore de aproximadamente 0,70 de eficiência. Com relação ao desempenho fora de casa, o time mais eficiente também foi o Atlético Mineiro com um escore de 0,83 de eficiência, já o menos eficiente foi a Athletico Paranaense com uma média de 0,55 de eficiência.

Tabela 6: DEA-PCA - Escores de Eficiência Esportiva dos clubes que disputaram todas as temporadas (2014-2018) em Casa e Fora de Casa

| | CASA | | | FORA DE CASA | | |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------------|--------|--------|
| | Mínimo | Máximo | Média | Mínimo | Máximo | Média |
| Athletico Paranaense | 0,5794 | 0,9215 | 0,7854 | 0,3477 | 0,8241 | 0,5510 |
| Atlético Mineiro | 0,7783 | 0,8767 | 0,8522 | 0,8123 | 0,8980 | 0,8328 |
| Chapecoense | 0,5773 | 0,8757 | 0,6990 | 0,3124 | 0,8096 | 0,5570 |
| Corinthians | 0,6801 | 0,9248 | 0,8155 | 0,4740 | 0,8842 | 0,7316 |
| Cruzeiro | 0,6058 | 0,9154 | 0,8018 | 0,4912 | 0,8785 | 0,7434 |
| Flamengo | 0,6946 | 0,9311 | 0,8174 | 0,5378 | 0,8581 | 0,7285 |
| Fluminense | 0,6112 | 0,8729 | 0,7757 | 0,4614 | 0,8226 | 0,6975 |
| Grêmio | 0,6978 | 0,9106 | 0,8120 | 0,5991 | 0,8672 | 0,7242 |
| Palmeiras | 0,6209 | 0,8911 | 0,8102 | 0,5829 | 0,8431 | 0,7754 |
| Santos | 0,7076 | 0,9065 | 0,8493 | 0,5223 | 0,8142 | 0,6988 |
| São Paulo | 0,6782 | 0,8789 | 0,8075 | 0,5817 | 0,8142 | 0,7079 |
| Sport | 0,5606 | 0,9013 | 0,8181 | 0,4827 | 0,8147 | 0,7098 |

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

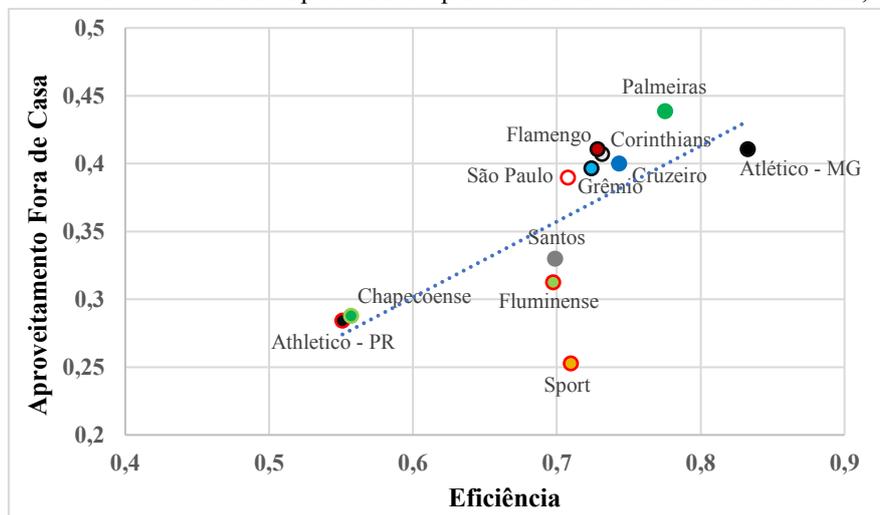
Examinando a relação entre a eficiência esportiva e o aproveitamento em casa dos clubes (Figura 16), temos que há uma correlação positiva (0,53) entre os clubes e existe uma tendência de o aproveitamento dos clubes aumentar quanto maior for a eficiência. Percebe-se que o Fluminense é a equipe que mais destoa da linha de tendência, o clube conseguiu uma eficiência de 0,78 com um aproveitamento de apenas 0,56.

Figura 16: DEA-PCA - Eficiência Esportiva e o Aproveitamento em Casa dos clubes, 2014 a 2018

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Nota: Linha de tendência (pontilhada em azul).

Com relação a eficiência esportiva e o aproveitamento fora de casa dos clubes (Figura 17), temos uma correlação positiva (0,72) entre os clubes, há a tendência de o aproveitamento aumentar quanto maior for a eficiência. Nesta análise, nota-se que o Sport é a equipe que está mais dispersa da linha de tendência, o clube obteve 0,71 de eficiência com um aproveitamento de 0,25, o menor do período.

Figura 17: DEA-PCA - Eficiência Esportiva e o Aproveitamento Fora de Casa dos clubes, 2014 a 2018

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Nota: Linha de tendência (pontilhada em azul).

Assim, comparando a relação entre a eficiência esportiva e o aproveitamento em casa e fora de casa das equipes, notamos que as equipes estão bem próximas a linha de tendência, diferentemente do que ocorre com a análise feita com o DEA-Correlação.

Observa-se que existe algumas dispersões, porém são menores do que a análise anterior, implicando em uma correlação mais forte. Neste caso, quanto mais eficiente for o clube maior será o seu aproveitamento.

4.4 ANÁLISE DA EFICIÊNCIA COMBINADA

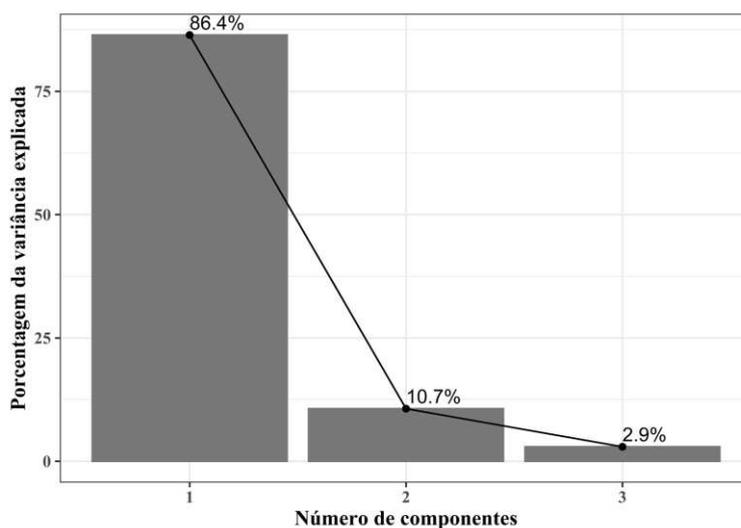
4.4.1 DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS

Na análise de eficiência combinada, para determinar quais variáveis seriam utilizadas como insumos no DEA, foi realizado apenas um teste, que foi com a análise do PCA. Isso porque, os resultados apresentados pelo PCA foram melhores do que o da correlação de Pearson, dado a redução no número de variáveis explicativas que será explicada em seguida.

4.4.1.1 ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA)

As variáveis de insumos utilizadas neste ensaio foram custo pessoal (R\$), valor da marca (R\$) e valor de mercado (€). Na Figura 18 temos o *Scree plot*, nele podemos observar o comportamento de seus componentes principais, nota-se que, o primeiro componente é responsável por 86,4% da variância total no conjunto de dados, ou seja, o componente principal consegue substituir as variáveis de insumos, uma vez que se obteve uma redução no número de variáveis (três para um).

Figura 18: *Scree plot* dos componentes principais a partir das variáveis de insumo.

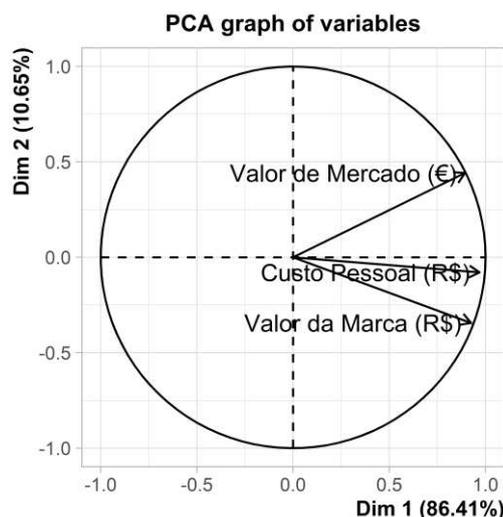


Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

No mapa percentual (Figura 19), percebemos que todas as variáveis fazem parte do primeiro componente (Dim 1). Além disso, é possível verificar que elas são

correlacionadas positivamente entre si, significando que as equipes que tiveram um maior custo pessoal, tendem a apresentar também um maior valor de marca e de mercado.

Figura 19: Mapa percentual das variáveis do PCA



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

4.4.2 ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)

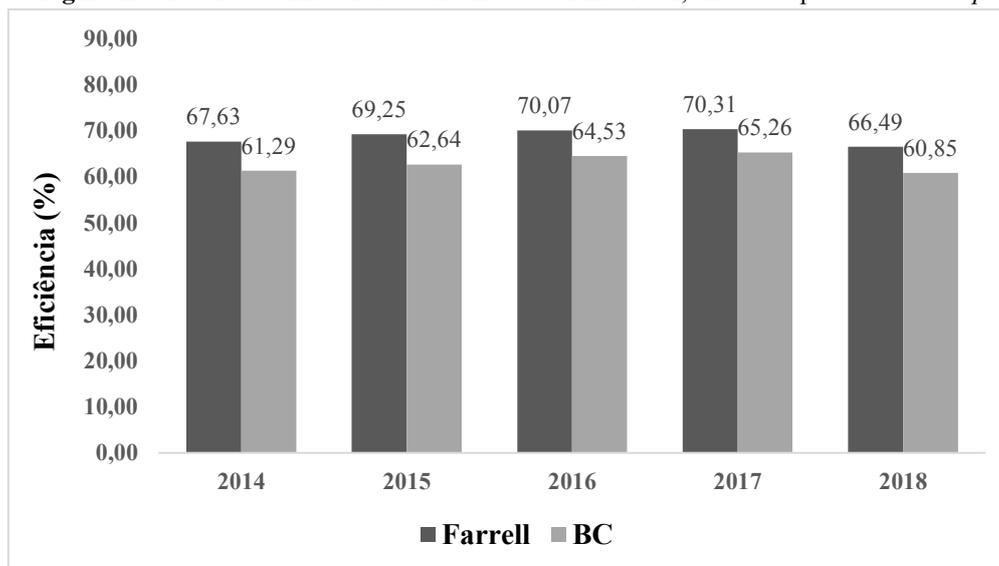
Determinado as variáveis de insumo, podemos elaborar a análise envoltória de dados (DEA)²⁰. Os produtos serão gols pró, pontos ganhos, saldo de gols e vitórias, e para a os insumos será utilizada o componente do PCA.

4.4.2.1 EFICIÊNCIA GERAL

Na Figura 20, temos os resultados da análise antes (eficiência Farrell) e depois (eficiência BC) do *bootstrap*, o qual foi realizado com mil repetições. Da mesma forma que ocorreu com a eficiência esportiva, após a utilização do método de reamostragem tivemos a correção do viés que superestimava as *performances*, o que pode ser constatado pela redução da eficiência média em todo o período²¹.

²⁰ Análise realizada no *software* RStudio, os pacotes utilizados neste trabalho podem ser encontrados através do CRAN (2021).

²¹ Redução de 4 DMU's com eficiência 1.

Figura 20: Escores de Eficiência Combinada da DEA-PCA, antes e depois do *bootstrap*

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Na Tabela 7 temos os escores de eficiência calculados conjuntamente para as 100 DMU's, no período de 2014 a 2018 (20 equipes em cinco anos), após a utilização do *bootstrap*. O nível de eficiência média está em um intervalo de 0,61 a 0,65, cerca de 0,15 menor do que a média de eficiência econômica das equipes da La Liga (Campeonato Espanhol) (GUZMÁN, 2006b). Neste período, o escore de eficiência máximo foi de 0,88 em 2016 e o mínimo de 0,28 em 2018. Identifica-se também um alto desvio-padrão, demonstrando uma grande dispersão dos dados. O mesmo ocorre com a amplitude interquartil, reforçando a existência de uma grande heterogeneidade entre o desempenho dos clubes.

Tabela 7: Estatística dos Escores de Eficiência Combinada

| | Mínimo | Máximo | Mediana | Média | IQR | Desvio-padrão |
|--------------------|--------|--------|---------|--------|--------|---------------|
| 2014 | 0,3723 | 0,8089 | 0,6246 | 0,6129 | 0,2066 | 0,1320 |
| 2015 | 0,3663 | 0,8450 | 0,6018 | 0,6264 | 0,1913 | 0,1275 |
| 2016 | 0,3318 | 0,8763 | 0,6457 | 0,6453 | 0,0909 | 0,1307 |
| 2017 | 0,5121 | 0,8183 | 0,6444 | 0,6526 | 0,0972 | 0,0824 |
| 2018 | 0,2752 | 0,8240 | 0,5983 | 0,6085 | 0,2115 | 0,1341 |
| 2014 a 2018 | 0,2752 | 0,8763 | 0,6315 | 0,6292 | 0,1658 | 0,1217 |

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

A Tabela 8 apresenta os escores de eficiência combinada de todas as equipes que disputaram o Campeonato Brasileiro da Série A de 2014 a 2018. Em 2014, temos que a equipe mais eficiente foi o Fluminense com 80,89% e o clube menos eficiente foi o

Criciúma com 37,23%, tendo sido rebaixado como último colocado daquele ano. Na temporada de 2015, o clube com o maior escore de eficiência foi o Atlético Mineiro com 84,50%, finalizando a sua participação na segunda colocação. Por sua vez, a equipe que teve o menor escore de eficiência neste mesmo ano foi o Joinville com 36,63%, outro clube que fora rebaixado e preencheu a última posição do campeonato. Em 2016, o clube mais eficiente foi Palmeiras com 87,63%, sendo campeão desta temporada. E a equipe que apresentou o menor escore foi o América Mineiro com 33,18%, mais um time que apresentou um escore de eficiência baixo e que teve como consequência o seu rebaixamento e a ocupação do último lugar da tabela. Observando o ano de 2017, temos como equipe mais eficiente do campeonato o Corinthians com 81,83%, sendo também o campeão daquele ano. Já o clube menos eficiente foi o Atlético Goianiense com 51,21%, repetindo a história de seus antecessores, com uma vigésima colocação. Por fim, o ano de 2018 teve o Palmeira como clube mais eficiente com 82,40%, a equipe terminou o campeonato na primeira colocação e conquistou mais um título neste período. Por outro lado, o clube menos eficiente foi o Paraná com 27,52%, mais um clube que foi rebaixado e que terminou na última colocação da competição.

Tabela 8: Escores de Eficiência Combinada

| | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| América Mineiro | - | - | 0,3318 | - | 0,4787 |
| Athletico Paranaense | 0,6320 | 0,5934 | 0,6334 | 0,6035 | 0,7091 |
| Atlético Goianiense | - | - | - | 0,5121 | - |
| Atlético Mineiro | 0,6739 | 0,8450 | 0,8374 | 0,7126 | 0,7585 |
| Avai | - | 0,5044 | - | 0,5165 | - |
| Bahia | 0,4366 | - | - | 0,7001 | 0,5579 |
| Botafogo | 0,4342 | - | 0,6791 | 0,6071 | 0,5972 |
| Ceará | - | - | - | - | 0,5259 |
| Chapecoense | 0,5177 | 0,5625 | 0,6855 | 0,6423 | 0,5202 |
| Corinthians | 0,7913 | 0,7738 | 0,6292 | 0,8183 | 0,5253 |
| Coritiba | 0,5763 | 0,5276 | 0,5636 | 0,5920 | - |
| Criciúma | 0,3723 | - | - | - | - |
| Cruzeiro | 0,7889 | 0,6377 | 0,6705 | 0,6616 | 0,6310 |
| Figueirense | 0,5538 | 0,5063 | 0,4404 | - | - |
| Flamengo | 0,6351 | 0,6016 | 0,8213 | 0,6372 | 0,7709 |
| Fluminense | 0,8089 | 0,5588 | 0,6215 | 0,7002 | 0,5486 |
| Goiás | 0,5511 | 0,5215 | - | - | - |
| Grêmio | 0,7092 | 0,7846 | 0,6192 | 0,7061 | 0,7339 |

| | | | | | |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Internacional | 0,7523 | 0,6838 | 0,4789 | - | 0,7494 |
| Joinville | - | 0,3663 | - | - | - |
| Palmeiras | 0,4896 | 0,8134 | 0,8763 | 0,7895 | 0,8240 |
| Paraná | - | - | - | - | 0,2752 |
| Ponte Preta | - | 0,6019 | 0,6581 | 0,5211 | - |
| Santa Cruz | - | - | 0,6039 | - | - |
| Santos | 0,6302 | 0,7535 | 0,7629 | 0,7182 | 0,6343 |
| São Paulo | 0,7859 | 0,7053 | 0,5978 | 0,6410 | 0,7406 |
| Sport | 0,6191 | 0,6999 | 0,6890 | 0,6465 | 0,4824 |
| Vasco da Gama | - | 0,4871 | - | 0,6240 | 0,5994 |
| Vitória | 0,5006 | - | 0,7060 | 0,7025 | 0,5077 |

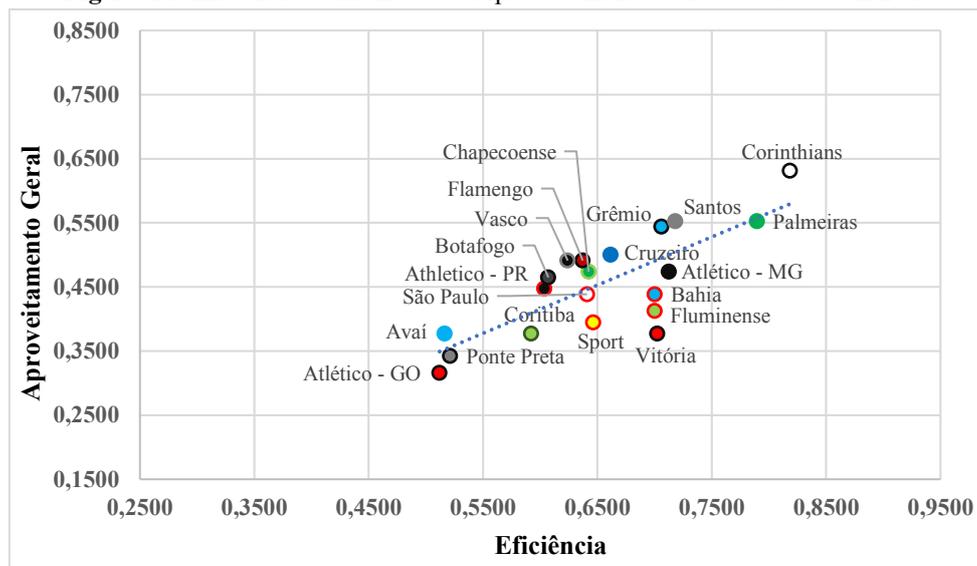
Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Após esta análise com os escores de eficiência combinada dos clubes de futebol brasileiro, percebemos que, as equipes que apresentam os maiores escores de eficiência não retratam uma certeza de que o time será campeão, casos do Atlético Mineiro e do Fluminense. Porém, ser eficiente possibilitou que essas equipes disputassem na parte superior da tabela, alcançando um segundo e sexto lugar respectivamente. Já em relação aos clubes que tiveram os menores escores de eficiência, esses sim apresentaram algo em comum, terminaram na última colocação da tabela e foram rebaixados.

Avaliando a relação entre a eficiência e o aproveitamento geral dos clubes no campeonato, foram escolhidas as temporadas de 2017 e 2018, como informado nas análises anteriores esses dois anos apresentam aspectos característicos das amplitudes dos escores de eficiência. No que se refere aos intervalos de confiança dos escores de eficiência²², as figuras se encontram no apêndice C.

Em 2017 (Figura 21), observamos que há uma correlação forte (0,78) entre a eficiência e o aproveitamento das equipes, apesar de algumas exceções. É o caso, por exemplo, do Vitória, que terminou a competição na décima sexta colocação e obteve o sexto melhor escore de eficiência. Outras equipes que apresentaram desempenho semelhante ao do Vitória foram o Fluminense e o Sport, os quais obtiveram respectivamente o sétimo e o décimo melhor escore de eficiência, e terminaram o campeonato na décima quarta e quinta colocação.

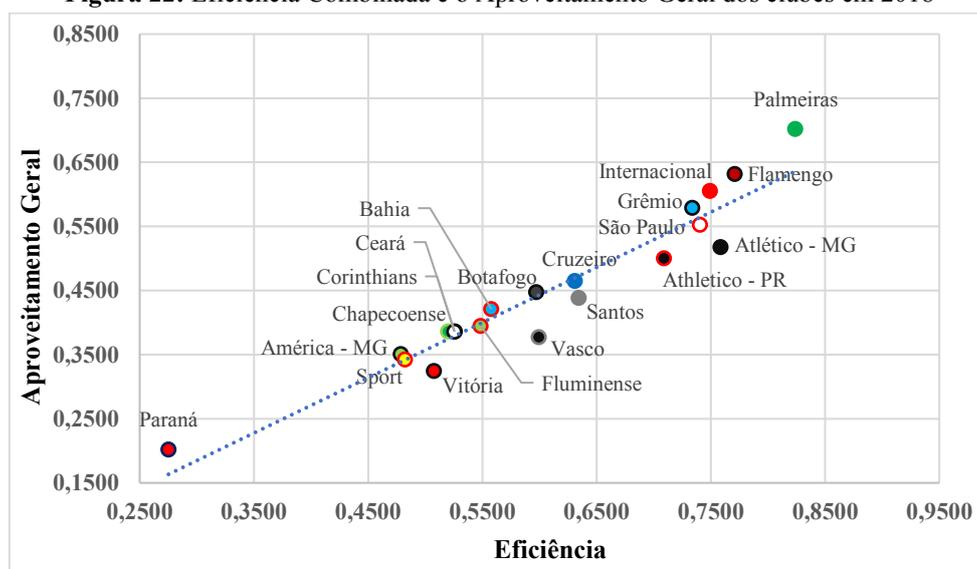
²² Com 95% de confiança, não há diferença estatisticamente significativa entre os intervalos dado as sobreposições.

Figura 21: Eficiência Combinada e o Aproveitamento Geral dos clubes em 2017

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Nota: Linha de tendência (pontilhada em azul).

Por sua vez, em 2018 (Figura 22), identifica-se uma correlação positiva forte (0,96) entre os clubes, ou seja, há a tendência de o aproveitamento aumentar quanto maior for a eficiência dos clubes no campeonato. São poucas as equipes que estão dispersas da linha de tendência, caso do Palmeiras, que foi a equipe mais eficiente do campeonato e também o campeão deste mesmo ano.

Figura 22: Eficiência Combinada e o Aproveitamento Geral dos clubes em 2018

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Nota: Linha de tendência (pontilhada em azul).

Tomando os resultados de 2017 e 2018 em conjunto, além dos demais anos²³, e observando a relação entre a eficiência combinada e o aproveitamento geral das equipes, notamos que os clubes estão bem próximos à linha de tendência. Constata-se que há poucas dispersões, principalmente em relação aos primeiros e últimos colocados, além disso a correlação é forte o que demonstra que o aproveitamento geral está associado a eficiência.

4.4.2.2 EFICIÊNCIA EM CASA E FORA DE CASA

Neste ensaio serão analisadas as eficiências combinadas dos doze clubes²⁴ que disputaram todas as temporadas durante o período, assim como foi nas análises anteriores. Desta forma, iremos realizar comparações do desempenho apenas das equipes dentro e fora de casa, mediante as suas eficiências e o seu aproveitamento. As variáveis utilizadas para o DEA²⁵ nestes dois casos são as mesmas utilizadas na eficiência combinada geral das equipes^{26 27}.

A Tabela 9 apresenta, algumas estatísticas descritivas da eficiência desses clubes dentro e fora de casa. Em relação ao desempenho dos clubes em casa, os anos de 2014 a 2018 apresentaram uma eficiência média de 0,74, 2016 contou com uma média de 0,79 sendo está a maior do período, enquanto 2017 obteve uma média 0,67 sendo está a menor. Já no que tange ao desempenho das equipes atuando fora de casa, a média de eficiência no período foi de 0,65, sendo que 2017 teve a maior média desses (0,71), ao passo que 2018 teve a menor média (0,59).

Tabela 9: Escores de Eficiência Combinada dos clubes que disputaram todas as temporadas (2014-2018) em Casa e Fora de Casa

| | CASA | | | FORA DE CASA | | |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------------|--------|--------|
| | Mínimo | Máximo | Média | Mínimo | Máximo | Média |
| Athletico Paranaense | 0,5778 | 0,9068 | 0,7317 | 0,3502 | 0,6073 | 0,4816 |
| Atlético Mineiro | 0,5754 | 0,8969 | 0,8184 | 0,6772 | 0,8171 | 0,7528 |
| Chapecoense | 0,5761 | 0,6838 | 0,6152 | 0,3195 | 0,7599 | 0,5397 |
| Corinthians | 0,6889 | 0,8920 | 0,7781 | 0,4817 | 0,8130 | 0,6964 |
| Cruzeiro | 0,6793 | 0,8680 | 0,7636 | 0,4510 | 0,8264 | 0,6576 |

²³ Ver Apêndice XX.

²⁴ Athletico Paranaense, Atlético Mineiro, Chapecoense, Corinthians, Cruzeiro, Flamengo, Fluminense, Grêmio, Palmeiras, Santos, São Paulo e Sport.

²⁵ Eficiência BC (*bootstrap*) realizado com mil repetições.

²⁶ Produtos: gols pró, pontos ganhos, saldo de gols e vitórias.

Insumos: componente do PCA.

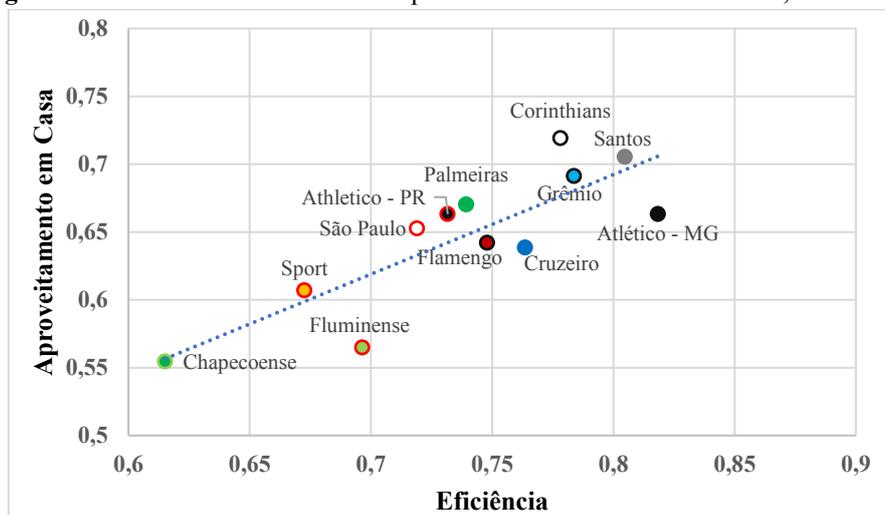
²⁷ 60 DMU's (12 equipes em cinco anos), no período de 2014 a 2018.

| | | | | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Flamengo | 0,5967 | 0,8307 | 0,7480 | 0,5705 | 0,8461 | 0,7447 |
| Fluminense | 0,5741 | 0,8249 | 0,6964 | 0,4681 | 0,7789 | 0,6226 |
| Grêmio | 0,6691 | 0,8766 | 0,7837 | 0,5863 | 0,8649 | 0,7095 |
| Palmeiras | 0,4928 | 0,9233 | 0,7393 | 0,4423 | 0,8967 | 0,7581 |
| Santos | 0,6518 | 0,8869 | 0,8070 | 0,3785 | 0,7768 | 0,6227 |
| São Paulo | 0,6145 | 0,8080 | 0,7190 | 0,5615 | 0,8612 | 0,6636 |
| Sport | 0,5504 | 0,8307 | 0,6726 | 0,4459 | 0,6399 | 0,5415 |

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

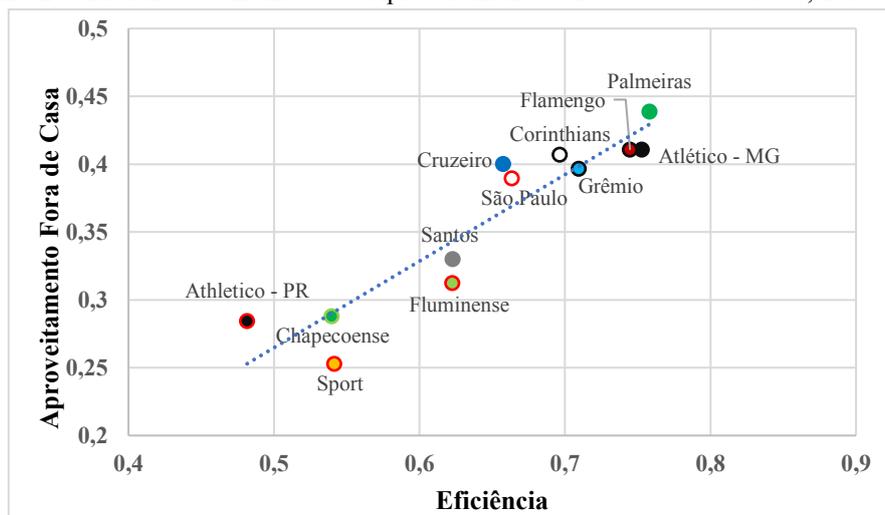
Por fim, a Figura 23 e 24, temos a relação entre a eficiência combinada e o aproveitamento em casa e fora de casa dos clubes no período de 2014 a 2018. Analisando a relação entre a eficiência e o aproveitamento em casa para os clubes dessa amostra reduzida (Figura 23), temos que há uma correlação positiva forte (0,85). Porém, dispomos de equipes que estão mais dispersas dessa linha de tendência, casos do Atlético Mineiro, Corinthians e Fluminense. Quanto a relação entre a eficiência financeira e o aproveitamento fora de casa dos clubes (Figura 24), temos uma correlação positiva forte (0,81) entre os clubes. O Palmeiras foi a equipe mais eficiente, com um escore médio de 0,76 e o clube menos eficiente do campeonato foi o Athletico Paranaense com 0,48.

Figura 23: Eficiência Combinada e o Aproveitamento em Casa dos clubes, 2014 a 2018



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Nota: Linha de tendência (pontilhada em azul).

Figura 24: Eficiência Combinada e o Aproveitamento Fora de Casa dos clubes, 2014 a 2018

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Nota: Linha de tendência (pontilhada em azul).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo de verificar a relação entre as eficiências e o aproveitamento dos clubes ao longo da competição, o modelo utilizado para a estimação dessas eficiências permitiu verificar que os escores obtidos das equipes são semelhantes em alguns aspectos e diferentes em outros.

Desta forma, quando comparamos os resultados da eficiência esportiva do DEA-Correlação com o DEA-PCA, percebemos que, no geral, a média dessas duas eficiências para o período são bem próximas. Porém, as correlações entre as eficiências e o aproveitamento geral são diferentes. No DEA-Correlação, nos cinco anos analisados, em apenas um teve-se uma correlação forte, além do fato de que na temporada de 2017 não apresentou correlação alguma entre a eficiência e o aproveitamento geral. Em contrapartida, o DEA-PCA apresentou, em três dos cinco anos apresentados uma correlação forte, e nos outros dois anos apontou uma correlação maior do que 0,63. Ou seja, no DEA-PCA, há de fato uma tendência de o aproveitamento de um clube aumentar quanto maior for sua eficiência, enquanto no DEA-Correlação essa tendência não ocorre, com diversas equipes que foram eficientes mesmo não realizando uma boa campanha nos campeonatos.

Sobre as eficiências dentro e fora de casa, as médias do DEA-Correlação e do DEA-PCA são similares. Quanto as correlações, há uma diferença para a performance das equipes sendo mandantes, pois, enquanto o DEA-Correlação teve 0,63 em sua

correlação o DEA-PCA dispôs de 0,53, e para o desempenho dos clubes como visitante, as correlações são parecidas sendo respectivamente 0,71 e 0,72. Em outras palavras, para as análises das atuações dos clubes em casa e fora, temos que há a tendência de um clube obter um bom aproveitamento quanto mais eficiente ele for, e que apesar de haver algumas diferenças quanto a correlação do desempenho em casa das equipes, de forma geral, os resultados do DEA-Correlação e do DEA-PCA são semelhantes.

Em relação a análise da eficiência combinada, os resultados apresentados demonstram ser mais robustos quando relacionados as análises de eficiência esportiva. Visto que, todas as soluções realizadas entre eficiência e aproveitamento geral, revelaram ser fortemente correlacionadas, ou seja, há uma tendência de o aproveitamento de um clube aumentar se este for eficiente. O mesmo ocorre para os ensaios realizados para o desempenho em casa e fora de casa das equipes. A ressalva desta verificação fica relacionada as médias de eficiência, as quais são menores do que as apresentadas nas análises de eficiência esportiva.

Por todos os aspectos citados, conclui-se que os clubes do futebol brasileiro para obterem bons resultados esportivos, em linhas gerais, precisam ser eficientes, seja em termos puramente esportivos ou combinados (esportivo e financeiro). Como citado nos resultados e discussões, ser eficiente não representa uma certeza de que um time será campeão, porém, ser eficiente possibilita que as equipes disputem na parte superior da tabela, podendo assim alcançar os seus objetivos esportivos, até mesmo porque, nem sempre a correlação entre eficiência e pontuação foi forte.

Vale ressaltar que como o DEA trata de medir a eficiência relativa das unidades analisadas, os resultados deste estudo se limitam ao período, amostra e variáveis utilizadas. Quaisquer mudanças podem modificar os resultados encontrados. Portanto, não foi possível determinar uma solução ótima para as análises de eficiência, mas sim a melhor possível diante das limitações apresentadas. Como sugestão para estudos futuros, recomenda-se continuar esta pesquisa para comparação com clubes de outros países, avaliações referentes as escolhas de qual DEA utilizar, seja pelas variáveis de insumo mais correlacionadas com os produtos ou pelo PCA é outra possibilidade. Há fatores mais relacionados a organização da competição que podem interferir diretamente e/ou indiretamente na eficiência dos clubes, como o número de equipes que são rebaixadas no

campeonato, quantidade de profissionais e até mesmo a média de público nos estádios, podem ser variáveis que se relacionam com a eficiência de um time de futebol.

6 REFERÊNCIAS

- ADLER, Nicole; GOLANY, Boaz. PCA-DEA. *In*: ZHU, Joe; COOK, Wade D. (org.). **Modeling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis**. Boston, MA: Springer US, 2007. p. 139–153. DOI: 10.1007/978-0-387-71607-7_8. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-0-387-71607-7_8. Acesso em: 31 ago. 2021.
- AIDAR, Antônio Carlos Kfourri. A transformação do modelo de gestão no futebol. **EAESP/FGV/NPP - Núcleo de Pesquisas e Publicações**, p. 15–16, 2000.
- ARABZAD, S. Mohammad; GHORBANI, Mazaher; SHAHIN, Arash. Ranking players by DEA the case of English Premier League. **International Journal of Industrial and Systems Engineering**, v. 15, n. 4, p. 443–461, 2013. DOI: 10.1504/IJISE.2013.057479.
- BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078–1092, 1984. DOI: 10.1287/mnsc.30.9.1078.
- BARNEY, Jay. Firm resources and sustained competitive advantage. **Journal of Management**, v. 17, n. 1, p. 99–120, 1991. DOI: 10.1177/014920639101700108.
- BARROS, Aidil Jesus da Silveira; LEHFELD, Neide Aparecida de Souza. **Fundamentos de metodologia científica**. 3ª edição ed.: Pearson, 2012.
- BARROS, Carlos Pestana; GARCIA-DEL-BARRIO, Pedro; LEACH, Stephanie. Analysing the technical efficiency of the Spanish Football League First Division with a random frontier model. **Applied Economics**, v. 41, n. 25, p. 3239–3247, 2009. DOI: 10.1080/00036840701765379.
- BARROS, Carlos Pestana; LEACH, Stephanie. Performance evaluation of the English Premier Football League with data envelopment analysis. **Applied Economics**, v. 38, n. 12, p. 1449–1458, 2006. DOI: 10.1080/00036840500396574.
- BARROS, Carlos Pestana; PEYPOCH, Nicolas; TAINSKY, Scott. Cost efficiency of French soccer league teams. **Applied Economics**, v. 46, n. 8, p. 781–789, 2014. DOI: 10.1080/00036846.2013.854304.
- BARROS, Carlos Pestana; WANKE, Peter; FIGUEIREDO, Otávio. The Brazilian Soccer Championship: an efficiency analysis. **Applied Economics**, v. 47, n. 9, p. 906–915, 2015. DOI: 10.1080/00036846.2014.982857.
- BARROS, Jardel Teti; MARTINS, Valéria Alves. Em busca do entrosamento entre equilíbrio financeiro e eficiência desportiva: estudo comparativo de clubes brasileiros de futebol. **XXXIV Encontro da ANPAD**, p. 17, 2010.
- BDO BRAZIL. **Publicações**. 2021. Disponível em: <https://www.bdo.com.br/pt-br/publicacoes>. Acesso em: 19 nov. 2021.
- BENIN, Maicon. **Eficiência econômica em clubes de futebol: Um estudo com base na análise envoltória de dados**. 2017. Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis

- Nível Mestrado - Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, São Leopoldo, 2017. Disponível em: <http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/6284>.

BOGETOFT, Peter; OTTO, Lars. **Benchmarking with Dea, Sfa, and R**. 2011^a edição ed. Place of publication not identified: Springer, 2013.

BRASIL. Lei nº 10.672, de 15 de maio de 2003 - Lei da Moralização do Esporte. EMENTA: Altera dispositivos da Lei nº 9.615 - Lei Pelé, de 24 de março de 1998, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 15 maio. 2003. Seção 1, p. 1. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2003/lei-10672-15-maio-2003-496696-norma-pl.html>.

CARMICHAEL, F.; THOMAS, D. Production and efficiency in team sports: an investigation of rugby league football. **Applied Economics**, v. 27, n. 9, p. 859–869, 1995. DOI: 10.1080/00036849500000039.

CARMICHAEL, Fiona; THOMAS, Dennis; WARD, Robert. Team performance: the case of English Premiership football. **Managerial and Decision Economics**, v. 21, n. 1, p. 31–45, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1002/1099-1468\(200001/02\)21:1<31::AID-MDE963>3.0.CO;2-Q](https://doi.org/10.1002/1099-1468(200001/02)21:1<31::AID-MDE963>3.0.CO;2-Q).

CASADO, Frank Leonardo. Análise envoltória de dados: conceitos, metodologia e estudo da arte na educação superior. **Revista Sociais e Humanas**, v. 20, n. 1, p. 59–71, 2007.

COELLI, Timothy J.; RAO, Dodla Sai Prasada; O'DONNELL, Christopher J.; BATTESE, George Edward. **An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis**.: Springer Science & Business Media, 2005.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE FUTEBOL. **Tabela do Brasileirão | Série A 2014 - Confederação Brasileira de Futebol**. 2021. Disponível em: <https://www.cbf.com.br/futebol-brasileiro/competicoes/campeonato-brasileiro-serie-a/2014>. Acesso em: 19 nov. 2021.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE FUTEBOL. **Tabela do Brasileirão | Série A 2015 - Confederação Brasileira de Futebol**. 2021. Disponível em: <https://www.cbf.com.br/futebol-brasileiro/competicoes/campeonato-brasileiro-serie-a/2015>. Acesso em: 19 nov. 2021.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE FUTEBOL. **Tabela do Brasileirão | Série A 2016 - Confederação Brasileira de Futebol**. 2021. Disponível em: <https://www.cbf.com.br/futebol-brasileiro/competicoes/campeonato-brasileiro-serie-a/2016>. Acesso em: 19 nov. 2021.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE FUTEBOL. **Tabela do Brasileirão | Série A 2017 - Confederação Brasileira de Futebol**. 2021. Disponível em: <https://www.cbf.com.br/futebol-brasileiro/competicoes/campeonato-brasileiro-serie-a/2017>. Acesso em: 19 nov. 2021.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE FUTEBOL. **Tabela do Brasileirão | Série A 2018 - Confederação Brasileira de Futebol**. 2021. Disponível em: <https://www.cbf.com.br/futebol-brasileiro/competicoes/campeonato-brasileiro-serie-a/2018>. Acesso em: 19 nov. 2021.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE FUTEBOL. **Regulamento Específico da Competição Campeonato Brasileiro da Série A 2018**. 2021. Disponível em: <https://www.cbf.com.br/futebol-brasileiro/noticias/campeonato-brasileiro-serie-a/documentos-tecnicos-serie-a-2018>. Acesso em: 19 nov. 2021.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE FUTEBOL. **Futebol - Resultados, Notícias, Vídeos, Tabela, Classificação**. 2021. Disponível em: <https://www.cbf.com.br/futebol-brasileiro>. Acesso em: 20 nov. 2021.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE FUTEBOL. **Regulamento Geral das Competições 2018**. 2021. Disponível em: <https://www.cbf.com.br/futebol-brasileiro/noticias/index/cbf-publica-regulamento-geral-das-competicoes-18>. Acesso em: 30 out. 2021.

CRAN. **The Comprehensive R Archive Network**. 2021. Disponível em: <https://cran.r-project.org/index.html>. Acesso em: 1 out. 2021.

CRESWELL, John W. Projeto de pesquisa métodos qualitativo, quantitativo e misto. **Projeto de pesquisa métodos qualitativo, quantitativo e misto**, p. 296–296, 2010.

CRUZ, Felipe Ponciano Da; MOTTA, Ronaldo Seroa Da; MARINHO, Alexandre. Análise da eficiência técnica e da produtividade dos serviços de água e esgotos no Brasil de 2006 a 2013. <http://ppe.ipea.gov.br/>, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9769>. Acesso em: 19 nov. 2021.

DA SILVA MACEDO, Marcelo Alvaro; ALMEIDA, Kátia De. Análise do desempenho organizacional no agronegócio brasileiro: Aplicando à agroindústria de papel e celulose. **Revista de Educação e Pesquisa em Contabilidade (REPeC)**, v. 3, n. 1, p. 25, 2009. DOI: 10.17524/repec.v3i1.39.

DANTAS, Marke Geisy da Silva; BOENTE, Diego Rodrigues. A eficiência financeira e esportiva dos maiores clubes de futebol europeus utilizando a análise envoltória de dados. **Revista de Contabilidade e Organizações**, v. 5, n. 13, p. 75–90, 2011. DOI: 10.11606/rco.v5i13.34805.

DANTAS, Marke Geisy da Silva; BOENTE, Diego Rodrigues. A utilização da Análise Envoltória de Dados na medição de eficiência dos clubes brasileiros de futebol. **Contabilidade Vista & Revista**, v. 23, n. 2, p. 101–130, 2012.

DANTAS, Marke Geisy da Silva; MACEDO, Marcelo Alvaro da Silva; MACHADO, Márcio André Veras. Eficiência dos Custos Operacionais dos Clubes de Futebol do Brasil. **Contabilidade Vista & Revista**, v. 27, n. 2, p. 23–47, 2016.

DAWSON, Peter; DOBSON, Stephen; GERRARD, Bill. Estimating Coaching Efficiency in Professional Team Sports: Evidence from English Association Football. **Scottish Journal of Political Economy**, v. 47, n. 4, p. 399–421, 2000. DOI: 10.1111/1467-9485.00170.

DJORDJEVIC, Dijana Petrovic; VUJOSEVIC, Mirko; MARTIC, Milan. Measuring efficiency of football teams by multi-stage DEA model/Mjerenje ucinkovitosti nogometnih timova primjenom visestupanjskog DEA modela. **Tehnicki Vjesnik - Technical Gazette**, v. 22, n. 3, p. 763–771, 2015.

EFRON, B. Bootstrap Methods: Another Look at the Jackknife. **The Annals of Statistics**, v. 7, n. 1, p. 1–26, 1979. DOI: 10.1214/aos/1176344552.

EL-DEMERDASH, Basma E.; EL-KHODARY, Ihab A.; THARWAT, Assem A. Developing a Stochastic Input Oriented Data Envelopment Analysis (SIODEA) Model. **International Journal of Advanced Computer Science and Applications**, v. 4, n. 4, 2013. DOI: 10.14569/IJACSA.2013.040407. Disponível em: <http://thesai.org/Publications/ViewPaper?Volume=4&Issue=4&Code=IJACSA&SerialNo=7>. Acesso em: 7 out. 2020.

EL-DEMERDASH, Basma E.; EL-KHODARY, Ihab A.; THARWAT, Assem A.; SHABAN, Eslam R. Performance Evaluation of European Football Teams Using Data Envelopment Analysis. *In: PROCEEDINGS OF THE 10TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATICS AND SYSTEMS 2016*, New York, NY, USA. **Anais [...]**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2016. p. 325–326. DOI: 10.1145/2908446.2908512. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/2908446.2908512>. Acesso em: 9 out. 2020.

ESCUER, Manuel Antonio Espitia; CEBRIÁN, Lucía Isabel García. Eficiencia y equipos de fútbol: ¿son suficientes los recursos para ganar la liga? **Revista de empresa: La fuente de ideas del ejecutivo**, n. 12, p. 30–44, 2005.

ESPITIA-ESCUER, Manuel; GARCÍA-CEBRIÁN, Lucía Isabel. Measurement of the efficiency of football teams in the Champions League. **Managerial and Decision Economics**, v. 31, n. 6, p. 373–386, 2010. DOI: 10.1002/mde.1491.

FALCÃO, Viviane Adriano; CORREIA, Anderson R. Eficiência portuária: análise das principais metodologias para o caso dos portos brasileiros. **Journal of Transport Literature**, v. 6, p. 133–146, 2012.

FCSTATS.COM. **Football stats - Football tables**. 2020. Disponível em: <https://fcstats.com/>. Acesso em: 6 nov. 2020.

GUZMÁN, Isidoro. Measuring Efficiency and Sustainable Growth in Spanish Football Teams. **European Sport Management Quarterly**, v. 6, n. 3, p. 267–287, 2006. a. DOI: 10.1080/16184740601095040.

GUZMÁN, Isidoro; MORROW, Stephen. Measuring efficiency and productivity in professional football teams: evidence from the English Premier League. **Central European Journal of Operations Research**, v. 15, n. 4, p. 309–328, 2007. DOI: 10.1007/s10100-007-0034-y.

HAAS, Dieter J. Productive efficiency of english football teams? A data envelopment analysis approach. **Managerial and Decision Economics**, v. 24, n. 5, p. 403–410, 2003. DOI: 10.1002/mde.1105.

HANIN, Yuri L. Successful and poor performance and emotions. *In: Emotions in sport*. Champaign, IL, US: Human Kinetics, 2000. p. 157–187.

HANIN, Yuri L. Emotions in sport: Current issues and perspectives. *In: Handbook of sport psychology, 3rd ed.* Hoboken, NJ, US: John Wiley & Sons, Inc., 2007. p. 31–58.

IFFHS (INTERNATIONAL FEDERATION OF FOOTBALL FOR HISTORY & STATISTICS). **The strongest national league in the world 2019 – The english Premier League number 1**. 2020. Disponível em: <https://www.iffhs.de/posts/58>. Acesso em: 6 nov. 2020.

KASSAMBARA, Alboukadel. **Practical Guide To Principal Component Methods in R: PCA, M(CA), FAMD, MFA, HCPC, factoextra**. 1. ed.: STHDA, 2017.

KIRSCHSTEIN, T.; LIEBSCHER, Steffen. Assessing the market values of soccer players – a robust analysis of data from German 1. and 2. Bundesliga. **Journal of Applied Statistics**, v. 46, n. 7, p. 1336–1349, 2019. DOI: 10.1080/02664763.2018.1540689.

KOUNETAS, Kostas. Greek football clubs' efficiency before and after Euro 2004 Victory: A bootstrap approach. **Central European Journal of Operations Research**, v. 22, n. 4, p. 623–645, 2014. DOI: 10.1007/s10100-013-0288-5.

LINS, Marcos Pereira Estellita; MEZA, Lidia Angulo; ANTUNES, Carlos Henggeler. **Análise Envoltória de Dados e perspectivas de integração no ambiente do apoio à decisão**.: COPPE/UFRJ, 2000.

MARR, Bernard. **Key Performance Indicators (KPI): The 75 measures every manager needs to know**.: Pearson UK, 2012.

MELLO, João Carlos Baptista Soares De; ANGULO-MEZA, Lidia; GOMES, Eliane Gonçalves; NETO, Luiz Biondi. Curso de análise de envoltória de dados. **XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional - SBPO**, 2005.

MOREIRA, Ajax R. B.; FONSECA, Thais C. R. **Comparando Medidas de Produtividade: DEA, Fronteira de Produção Estocástica Discussion Papers: Discussion Papers**.: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, 2005. Disponível em: <https://ideas.repec.org/p/ipe/ipetds/1069.html>. Acesso em: 24 nov. 2021.

NASCIMENTO, João Carlos Hipólito Bernardes Do; NOSSA, Valcemiro; BERNARDES, Juliana Reis; SOUSA, Wellington Dantas De. A eficiência dos maiores clubes de futebol brasileiros: Evidências de uma análise longitudinal no período de 2006 a 2011. **Contabilidade Vista & Revista**, v. 26, n. 2, p. 137–161, 2015.

PARMENTER, David. **Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs**.: John Wiley & Sons, 2015.

PEREIRA, Carlos Alberto; REZENDE, Amaury José; CORRAR, Luiz Joao; LIMA, Emanuel Marcos. A gestão estratégica de clubes de futebol: Uma análise da correlação entre performance esportiva e resultado operacional. **4º Congresso USP de Controladoria e Contabilidade**, p. 15, 2004.

PESTANA BARROS, Carlos; ASSAF, Albert; SÁ-EARP, Fabio. Brazilian football league technical efficiency: A Simar and Wilson approach. **Journal of Sports Economics**, v. 11, n. 6, p. 641–651, 2010. DOI: 10.1177/1527002509357530.

PRAHALAD, C. K.; HAMEL, Gary. The Core Competence of the Corporation. **Harvard Business Review**, n. May–June 1990, 1990. Disponível em: <https://hbr.org/1990/05/the-core-competence-of-the-corporation>. Acesso em: 7 out. 2020.

PYATUNIN, Aleksey V.; VISHNYAKOVA, Angelina B.; SHERSTNEVA, Natalia L.; MIRONOVA, Svetlana P.; DNEPROV, Sergey A.; GRABOZDIN, Yuriy P. The Economic Efficiency of European Football Clubs - Data Envelopment Analysis (DEA) Approach. **International Journal of Environmental and Science Education**, v. 11, n. 15, p. 7515–7534, 2016.

RATNER, Bruce. The correlation coefficient: Its values range between +1/-1, or do they? **Journal of Targeting, Measurement and Analysis for Marketing**, v. 17, n. 2, p. 139–142, 2009. DOI: 10.1057/jt.2009.5.

RIBEIRO, António S.; LIMA, Francisco. Portuguese football league efficiency and players' wages. **Applied Economics Letters**, v. 19, n. 6, p. 599–602, 2012. DOI: 10.1080/13504851.2011.591719.

ROSSI, Rafael Germano. **Análise de componentes principais em data warehouses**. 2017. text - Universidade de São Paulo, 2017. DOI: 10.11606/D.45.2018.tde-07012018-182730. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/45/45134/tde-07012018-182730/>. Acesso em: 19 nov. 2021.

TRANSFERMARKT.COM.BR. **Mercado de transferências, rumores, valores de mercado e notícias**. 2021. Disponível em: <https://www.transfermarkt.com.br/>. Acesso em: 20 nov. 2021.

VILLA, G.; LOZANO, S. Assessing the scoring efficiency of a football match. **European Journal of Operational Research**, v. 255, n. 2, p. 559–569, 2016. DOI: 10.1016/j.ejor.2016.05.024.

WHOSCORED.COM. **Football Statistics | Football Live Scores | WhoScored.com**. 2020. Disponível em: <https://www.whoscored.com/>. Acesso em: 6 nov. 2020.

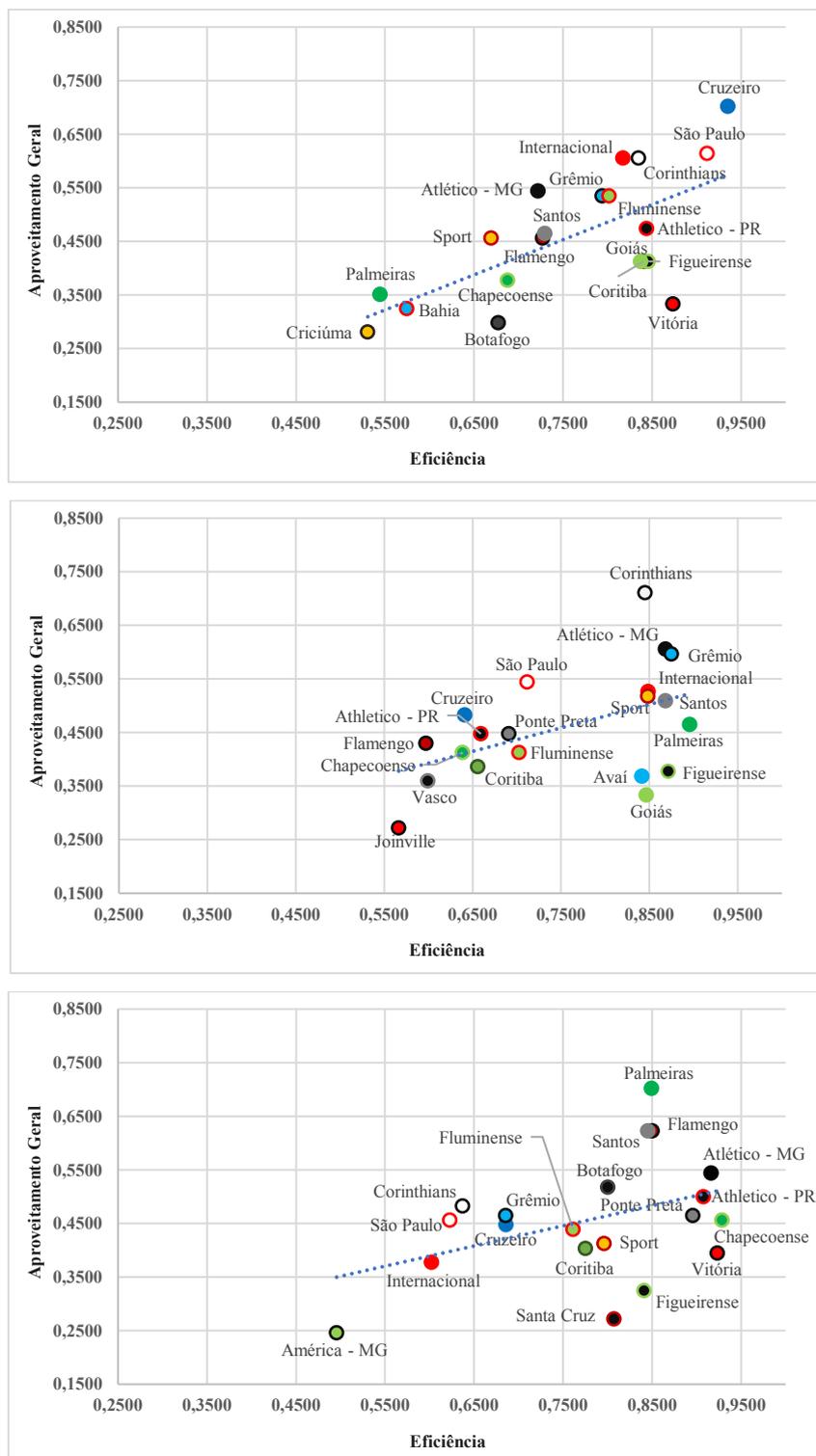
ZAMBOM-FERRARESI, Fabíola; GARCÍA-CEBRIÁN, Lucía Isabel; LERA-LÓPEZ, Fernando; IRÁIZOZ, Belén. Performance Evaluation in the UEFA Champions League. **Journal of Sports Economics**, v. 18, n. 5, p. 448–470, 2017. DOI: 10.1177/1527002515588135.

ZHU, Joe. Multi-factor performance measure model with an application to Fortune 500 companies. **European Journal of Operational Research**, v. 123, n. 1, p. 105–124, 2000. DOI: 10.1016/S0377-2217(99)00096-X.

APÊNDICE

APÊNDICE A - EFICIÊNCIA ESPORTIVA: DEA-CORRELAÇÃO

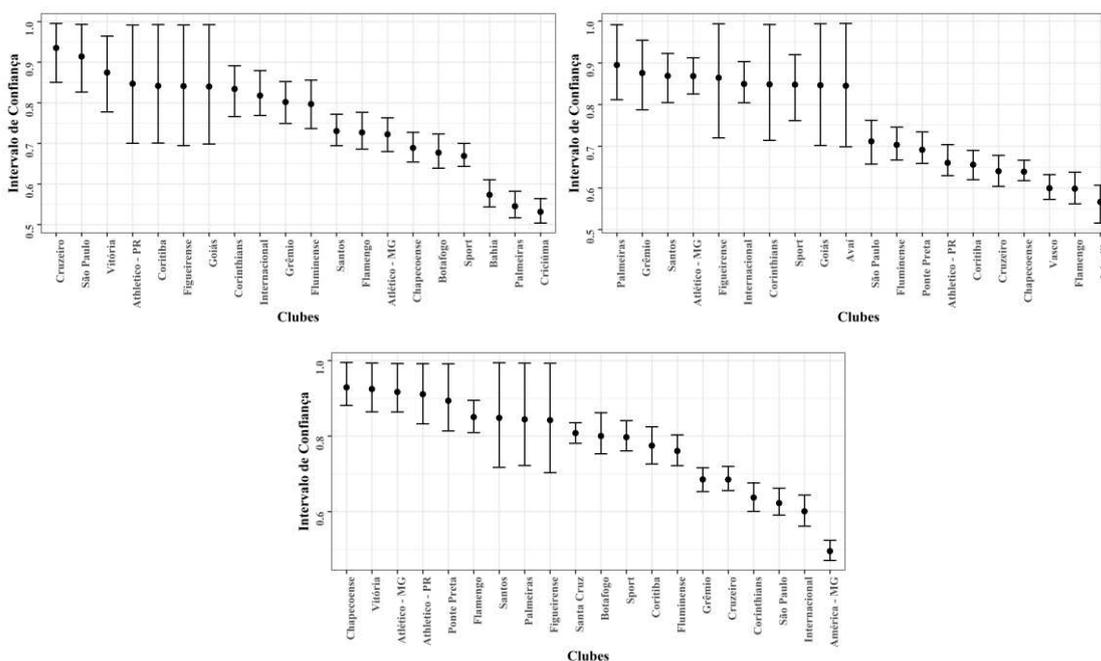
Figura 25: DEA-Correlação - Eficiência Esportiva e o Aproveitamento Geral dos clubes em 2014 a 2016



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Nota: Linha de tendência (pontilhada em azul).

Figura 26: DEA-Correlação - Eficiência Esportiva e Intervalos de Confiança dos clubes em 2014 a 2016



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Nota: Nível de confiança de 95% para o intervalo *Bootstrap* estimado com mil replicações.

APÊNDICE B – EFICIÊNCIA ESPORTIVA: DEA-PCA

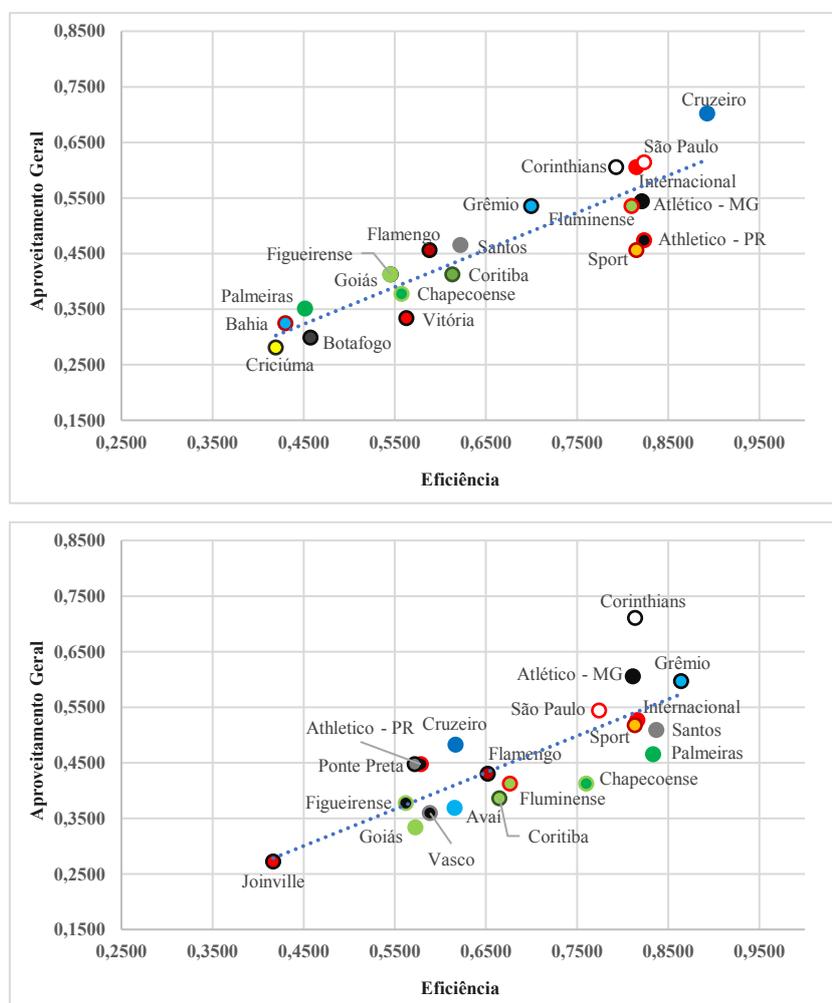
Tabela 10: Escores de Eficiência Esportiva da DEA-PCA

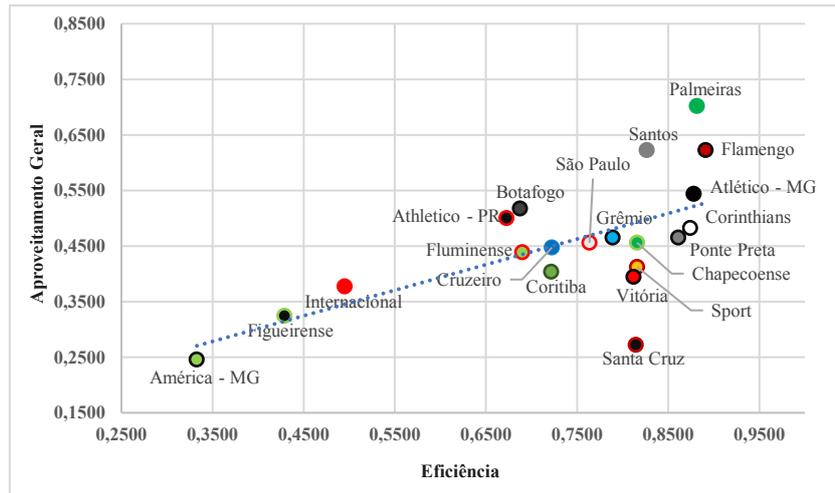
| | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| América Mineiro | - | - | 0,3328 | - | 0,8099 |
| Athletico Paranaense | 0,8237 | 0,5786 | 0,6727 | 0,6580 | 0,7791 |
| Atlético Goianiense | - | - | - | 0,5946 | - |
| Atlético Mineiro | 0,8212 | 0,8113 | 0,8781 | 0,8121 | 0,8204 |
| Avaí | - | 0,6159 | - | 0,5801 | - |
| Bahia | 0,4301 | - | - | 0,6942 | 0,6240 |
| Botafogo | 0,4578 | - | 0,6873 | 0,8094 | 0,5807 |
| Ceará | - | - | - | - | 0,5070 |
| Chapecoense | 0,5575 | 0,7601 | 0,8158 | 0,8669 | 0,5526 |
| Corinthians | 0,7930 | 0,8138 | 0,8741 | 0,8247 | 0,5846 |
| Coritiba | 0,6132 | 0,6650 | 0,7216 | 0,8147 | - |
| Criciúma | 0,4196 | - | - | - | - |
| Cruzeiro | 0,8930 | 0,6168 | 0,7225 | 0,8594 | 0,7892 |
| Figueirense | 0,5457 | 0,5621 | 0,4291 | - | - |
| Flamengo | 0,5881 | 0,6522 | 0,8910 | 0,8185 | 0,8163 |
| Fluminense | 0,8099 | 0,6764 | 0,6898 | 0,7162 | 0,5705 |
| Goiás | 0,5453 | 0,5726 | - | - | - |
| Grêmio | 0,6998 | 0,8642 | 0,7892 | 0,8767 | 0,8008 |

| | | | | | |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Internacional | 0,8151 | 0,8162 | 0,4950 | - | 0,8789 |
| Joinville | - | 0,4166 | - | - | - |
| Palmeiras | 0,4516 | 0,8336 | 0,8817 | 0,9124 | 0,8225 |
| Paraná | - | - | - | - | 0,2902 |
| Ponte Preta | - | 0,5719 | 0,8612 | 0,5428 | - |
| Santa Cruz | - | - | 0,8143 | - | - |
| Santos | 0,6220 | 0,8371 | 0,8266 | 0,8451 | 0,7397 |
| São Paulo | 0,8238 | 0,7741 | 0,7636 | 0,6883 | 0,8134 |
| Sport | 0,8154 | 0,8135 | 0,8160 | 0,8241 | 0,8083 |
| Vasco da Gama | - | 0,5887 | - | 0,7099 | 0,6316 |
| Vitória | 0,5628 | - | 0,8118 | 0,8151 | 0,4516 |

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Figura 27: DEA-PCA - Eficiência Esportiva e o Aproveitamento Geral dos clubes em 2014 a 2016

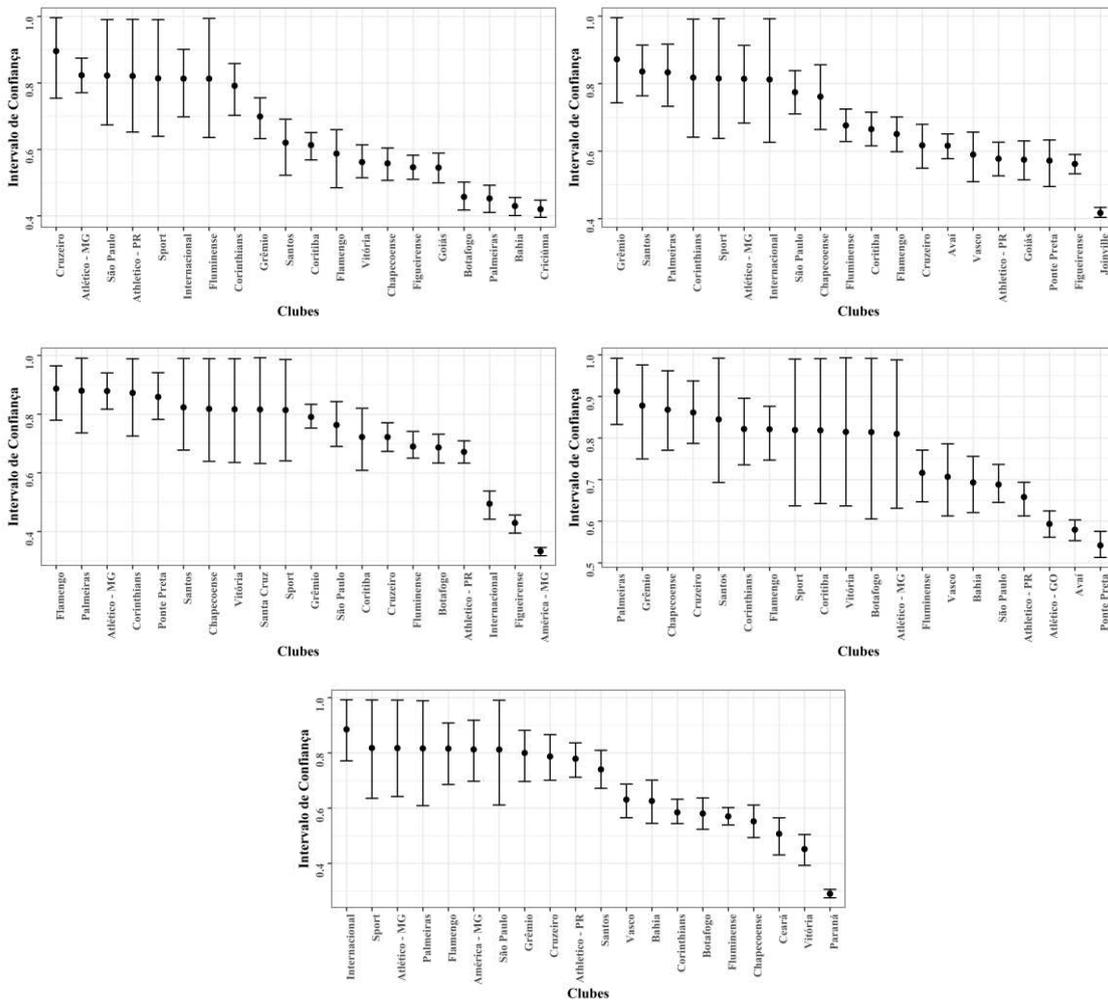




Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Nota: Linha de tendência (pontilhada em azul).

Figura 28: DEA-PCA - Eficiência Esportiva e Intervalos de Confiança dos clubes em 2014 a 2018

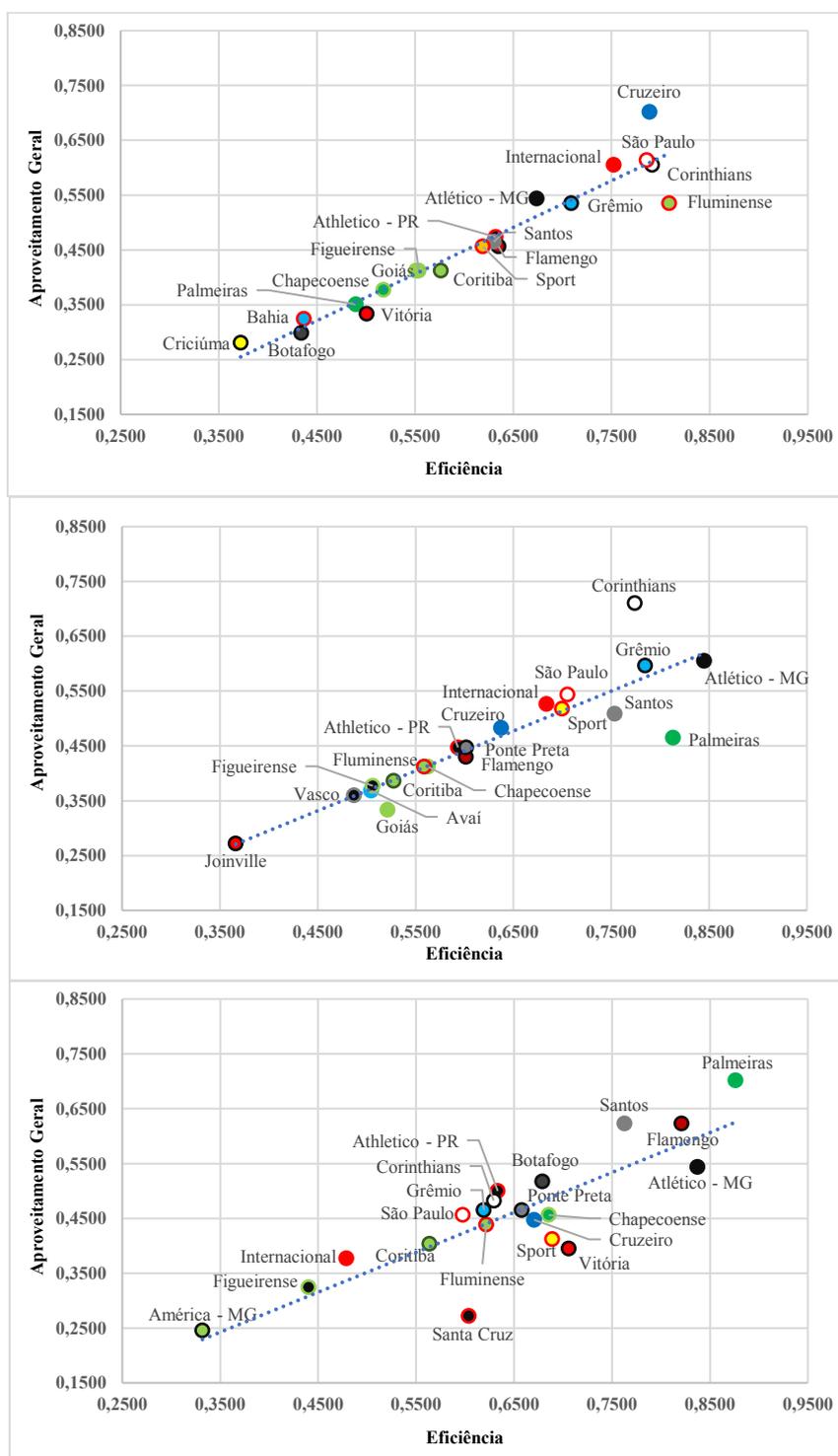


Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Nota: Nível de confiança de 95% para o intervalo *Bootstrap* estimado com mil replicações.

APÊNDICE C – EFICIÊNCIA COMBINADA

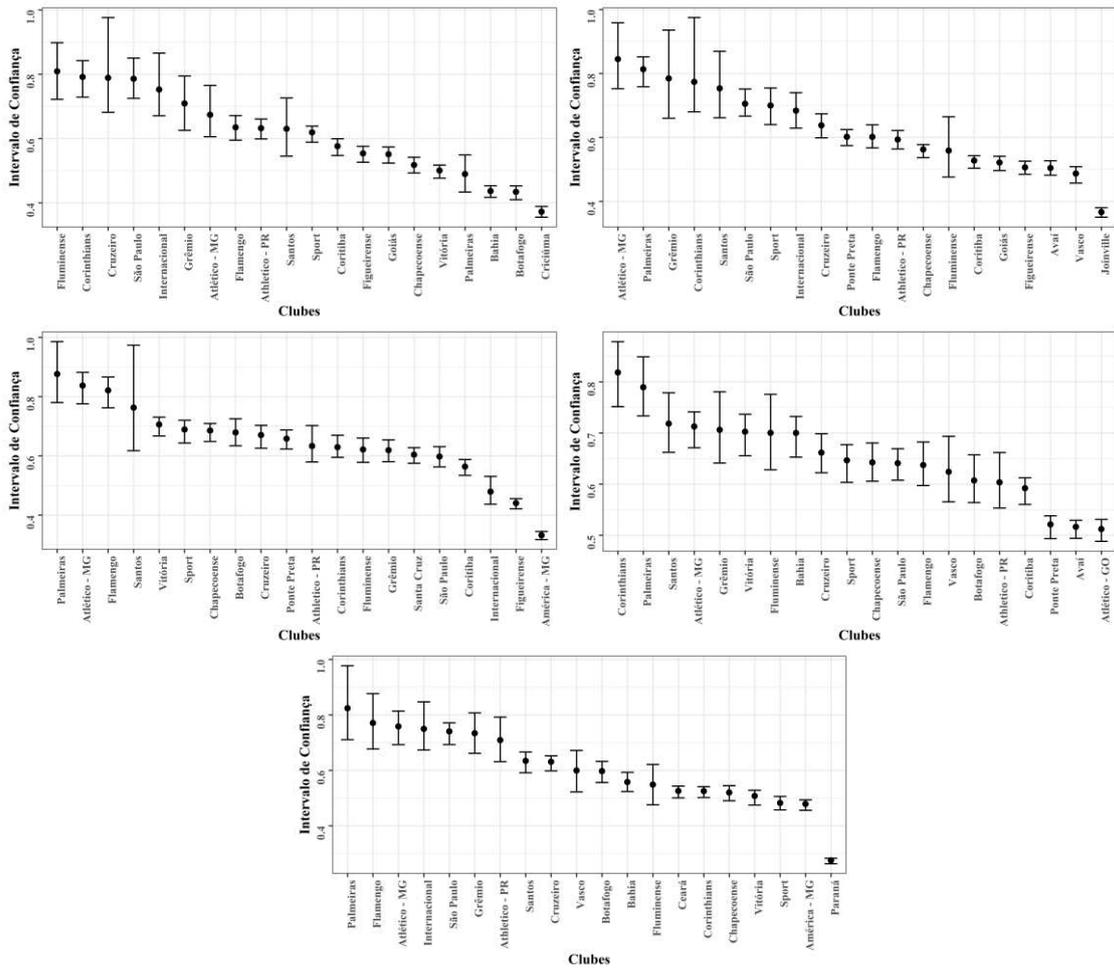
Figura 29: Eficiência Combinada e o Aproveitamento Geral dos clubes em 2014 a 2016



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Nota: Linha de tendência (pontilhada em azul).

Figura 30: Eficiência Combinada e Intervalos de Confiança dos clubes em 2014 a 2018



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Nota: Nível de confiança de 95% para o intervalo *Bootstrap* estimado com mil replicações.