



Futebol é ótimo: Uma abordagem sobre a eficiência na gestão esportiva com o uso da programação matemática

Football is great: An approach to efficiency in sports management using mathematical programming

El fútbol es genial: Un enfoque sobre la eficiencia en la gestión deportiva con el uso de la programación matemática

Henzo Perim

Universidade Federal do Espírito Santo
henzoperim10@gmail.com

Caio Gazoni Soares

Universidade Federal do Espírito Santo
caiogsoares@gmail.com

Sandra Mara Santana Rocha

Universidade Federal do Espírito Santo
sandra.m.rocha@ufes.br

Marcos Wagner Jesus Servare Junior

Universidade Federal do Espírito Santo
marcos.servare@ufes.br

Resumo

O objetivo deste estudo foi propor e avaliar um modelo de otimização matemática para a designação de árbitros em competições de futebol, com objetivo de reduzir custos logísticos e aumentar a eficiência operacional em relação ao método tradicional. Para realizar esse modelo, utilizou-se como estudo de caso o Campeonato Capixaba Série B de 2020, estruturado em 20 partidas distribuídas em 10 rodadas, com 14 árbitros disponíveis. O modelo foi implementado em linguagem OPL no IBM ILOG CPLEX, considerando restrições como limite de jogos por árbitro, impossibilidade de atuação em mais de uma partida por rodada e equilíbrio na distribuição de jogos entre equipes. A função objetivo buscou minimizar a distância total percorrida pelos árbitros, a partir de uma matriz que relacionava a cidade de origem de cada profissional aos locais das partidas. Os resultados demonstraram que o modelo foi capaz de reduzir a distância total de 2.404,5 km, verificada no cenário real, para 678,7 km, representando uma economia de 1.725,8 km. Essa redução evidencia que a utilização de ferramentas de Pesquisa Operacional pode melhorar a gestão logística,

tornar o processo mais justo e ampliar a transparéncia na organização das competições. Conclui-se, portanto, que o modelo constitui uma alternativa prática e viável, com potencial para aplicação em diferentes torneios, inclusive de maior porte, e que sua adoção pode contribuir para a modernização e racionalização da gestão esportiva no futebol brasileiro.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Alocação de árbitros. Gestão de competições.

Abstract

The aim of this study was to propose and evaluate a mathematical optimization model for referee assignment in football competitions, seeking to reduce logistical costs and increase operational efficiency compared to the traditional method. As a case study, the 2020 Campeonato Capixaba Série B was used, structured with 20 matches across 10 rounds and 14 referees available. The model was implemented in OPL language using IBM ILOG CPLEX, considering constraints such as the limit of games per referee, the impossibility of officiating more than one match per round, and balance in the distribution of games among teams. The objective function sought to minimize the total distance traveled by referees, based on a matrix that related each referee's home city to the match locations. The results showed that the model was able to reduce the total distance from 2,404.5 km, verified in the real scenario, to 678.7 km, representing a saving of 1,725.8 km. This reduction demonstrates that the use of Operations Research tools can improve logistical management, make the process fairer, and enhance transparency in the organization of competitions. It is concluded, therefore, that the model constitutes a practical and feasible alternative, with potential for application in different tournaments, including larger ones, and that its adoption may contribute to the modernization and rationalization of sports management in Brazilian football.

Keywords: Mathematical Modeling. Referee Assignment. Competition Management..

Resumen

El objetivo de este estudio fue proponer y evaluar un modelo de optimización matemática para la designación de árbitros en competiciones de fútbol, con el fin de reducir los costos logísticos y aumentar la eficiencia operativa en comparación con el método tradicional. Como estudio de caso se utilizó el Campeonato Capixaba Serie B de 2020, estructurado en 20 partidos distribuidos en 10 rondas, con 14 árbitros disponibles. El modelo fue implementado en lenguaje OPL en IBM ILOG CPLEX, considerando restricciones como el límite de partidos por árbitro, la imposibilidad de actuar en más de un partido por ronda y el equilibrio en la distribución de partidos entre los equipos. La función objetivo buscó minimizar la distancia total recorrida por los árbitros, a partir de una matriz que relacionaba la ciudad de origen de cada profesional con los lugares de los partidos. Los resultados demostraron que el modelo fue capaz de reducir la distancia total de 2.404,5 km, verificada en el escenario real, a 678,7 km, lo que representa un ahorro de 1.725,8 km. Esta reducción evidencia que el uso de herramientas de Investigación Operativa puede mejorar la gestión logística, hacer el proceso más justo y ampliar la transparencia en la organización de las competiciones. Se concluye, por lo tanto, que el modelo constituye una alternativa práctica y viable, con potencial de aplicación en diferentes torneos, incluso de mayor envergadura, y que su adopción puede contribuir a la modernización y racionalización de la gestión deportiva en el fútbol brasileño.

Palabras Clave: Modelado Matemático. Asignación de árbitros. Gestión de competiciones.

Introdução

O futebol é um dos esportes mais influentes do mundo, com relevância que se estende desde o sonho de milhões de jovens em se tornarem jogadores até a paixão dos torcedores e sua presença constante nos estádios (Soares, Neves & Servare Junior, 2019). Esse esporte é mundialmente popular e possui uma enorme influência na cultura brasileira, atraindo pessoas de todas as classes sociais (Nakamura & Cerqueira, 2021).

Uma gestão financeira eficiente, por exemplo, é fundamental para a sustentabilidade e o sucesso a longo prazo de um clube, permitindo investimentos em infraestrutura, formação de atletas e contratações estratégicas, o que, por sua vez, impacta diretamente o desempenho esportivo (Dantas, Machado & Macedo, 2015). Nesse contexto, a busca por modelos de gestão mais eficientes e profissionais é vista como um caminho mandatório para a sobrevivência e competitividade no cenário futebolístico brasileiro (Valente & Serafim, 2006).

Em paralelo à gestão dos clubes, a administração das competições desempenha um papel igualmente crucial para a integridade e o desenvolvimento do esporte. De acordo com a Federação Paulista de Futebol, dentre as diversas faces da organização de um campeonato, a designação de árbitros emerge como um dos processos mais críticos e sensíveis. A escolha dos oficiais de arbitragem não afeta apenas o andamento técnico e disciplinar de uma partida, mas também a percepção de justiça e a credibilidade do torneio como um todo. Nesse contexto, torna-se evidente que a designação de árbitros demanda um planejamento criterioso, capaz de conciliar aspectos técnicos e logísticos.

Dentro do campo da gestão esportiva, a busca por eficiência tem impulsionado a aplicação de métodos da Pesquisa Operacional. Contudo, enquanto problemas como logística e escalonamento são amplamente estudados em outras indústrias, sua aplicação no futebol brasileiro ainda é limitada. A alocação de árbitros, um problema clássico de otimização, é um exemplo notável. A escassez de trabalhos sobre o tema limita a consolidação de uma base teórico-prática robusta, que poderia fornecer aos gestores de competições ferramentas para decisões mais eficientes, transparentes e alinhadas às crescentes demandas por desempenho no esporte.

Dessa maneira, este artigo aborda o problema da designação de árbitros através do desenvolvimento de um modelo de otimização matemática. A finalidade do modelo é otimizar justamente esse processo, estruturando a designação de árbitros para garantir maior eficiência operacional, assegurar o cumprimento das regras da competição e aprimorar a qualidade da seleção. Para viabilizar sua aplicação prática, o modelo foi implementado utilizando o IBM ILOG CPLEX, um solver de referência em programação matemática. Como estudo de caso, adotou-se o Campeonato Capixaba Série B de 2020, permitindo avaliar a viabilidade do método e os ganhos potenciais de sua utilização em competições reais.

Revisão de Literatura

Leoncini e Silva (2005) analisaram a gestão dos clubes de futebol, destacando a importância da profissionalização do setor. A pesquisa utilizou um modelo de análise e comparou seus resultados com dois estudos de caso. O estudo evidenciou que, apesar do grande potencial econômico do futebol brasileiro, sua estrutura organizacional e a falta de profissionalização na gestão impedem o aproveitamento total desse potencial. Problemas como má administração, falta de transparência financeira e dependência excessiva de fontes de receita tradicionais foram identificados como barreiras para esse desenvolvimento. O estudo reforça a necessidade de modernização dos clubes e a adoção de práticas mais eficientes para tornar o futebol brasileiro mais sustentável financeiramente.

Por sua vez, Silva e Campos Filho (2006) analisaram o impacto da extinção do passe dos jogadores (Lei Pelé, de 1998) e a necessidade dos clubes brasileiros em diversificarem suas fontes de receita. Fazendo uma comparação entre o modelo de gestão europeu e brasileiro, o artigo identifica que os clubes europeus conseguiram expandir suas receitas com estratégias de marketing, direitos de transmissão e programas de sócio torcedor, enquanto no Brasil ainda depende da venda de jogadores. A pesquisa sugere que a modernização dos clubes, associando-se a uma gestão mais eficiente, utilizando como base as estratégias dos clubes europeus, podendo levar a um cenário mais equilibrado e menos dependente de transações com atletas. O estudo mostra a necessidade de um planejamento estratégico consolidado no futebol brasileiro, permitindo que os clubes ampliem suas receitas e reduzam sua vulnerabilidade financeira.

Nascimento et al. (2015) analisou a eficiência financeira dos principais clubes do Brasil no período de 2006 a 2011, utilizando a metodologia da Análise Envoltória de Dados (DEA). A pesquisa incluiu 13 clubes com as maiores receitas em 2011 e buscou estabelecer relações entre a eficiência esportiva e financeira. Os resultados apontaram que o Figueirense como o clube mais eficiente durante o período de análise, conseguindo identificar um impacto positivo entre eficiência financeira, valor da marca e desempenho esportivo. Além disso, o estudo apontou que os gastos com o departamento de futebol influenciam diretamente o desempenho dos times. Isso demonstra que uma gestão financeira bem planejada pode fazer a diferença no sucesso esportivo e financeiro dos clubes.

Em Ferreira, Marques e Macedo (2018), os autores estudaram a relação entre os desempenhos esportivo e financeiro dos clubes que disputaram as Séries A e B do Campeonato Brasileiro entre 2013 e 2016. A metodologia utilizou estatísticas descritivas e análise de regressão com dados em painel, considerando indicadores como Receita Operacional Bruta, Despesas com Salários, EBIT e Endividamento. O estudo mostrou que clubes que investem mais tendem a obter melhores resultados dentro de campo. No entanto, não foi comprovado que um bom desempenho esportivo melhora diretamente a situação financeira dos clubes. Dessa forma, o estudo reforça a necessidade de políticas que equilibrem investimentos e endividamento para garantir a saúde financeira dos clubes.

Augusto-Eça, Magalhães-Timotio e Leite Filho (2018) investigaram a relação entre eficiência na gestão, performance esportiva e desempenho financeiro dos clubes. Com base em uma amostra de 23 clubes das séries A, B e C do Campeonato Brasileiro entre 2009 e 2013, a pesquisa utilizou um modelo estatístico de dados em painel para testar essas relações. Os resultados mostraram que tanto o desempenho esportivo quanto a eficiência na gestão possuem uma influência positiva sobre o desempenho financeiro, porém sem significância estatística. Quer dizer que, embora haja uma relação entre esses fatores, outros elementos como governança e modelo de gestão podem desempenhar um papel mais determinante na saúde financeira dos clubes. O estudo traz a necessidade de uma abordagem mais profissional e estruturada na administração do futebol brasileiro para garantir maior sustentabilidade econômica a longo prazo.

Já Marotz, Marquezan e Diehl (2020) pesquisaram a relação entre investimentos nos times, desempenho esportivo e financeiro, além dos impactos da adesão ao programa PROFUT. Utilizando análise de regressão com dados em painel, a pesquisa avaliou os clubes da Série A do Campeonato Brasileiro de 2016, ano seguinte ao prazo de entrada ao programa. Os resultados indicaram que o investimento na formação e contratação de atletas tem efeitos positivos tanto no desempenho esportivo quanto financeiro, validando a importância de alocação de recursos para melhorar a competitividade das equipes. Dessa maneira, o estudo não mostra medidas claras de que um melhor desempenho esportivo leva a uma melhora na situação financeira dos clubes, sugerindo que outros fatores, como modelo de gestão e fontes de receita, também influenciam essa relação. Assim, a pesquisa agrupa ao debate sobre a sustentabilidade financeira dos clubes e o impacto das políticas de governança adotadas pelo futebol brasileiro.

De Oliveira, Minatto e Borba (2022) examinaram o impacto da reclassificação de passivos contingentes nos indicadores financeiros de 18 clubes brasileiros entre 2011 e 2018. A pesquisa revelou que mais clubes começaram a divulgar seus passivos e que o valor dessas obrigações aumentou em cerca de 1200% no valor dessas obrigações. Mesmo que a maior parte das contingências registradas fosse trabalhista, as de maior impacto financeiro foram as de natureza cível, totalizando bilhões de reais. O estudo concluiu que esses passivos podem afetar significativamente a lucratividade e continuidade dos clubes, destacando a importância da transparência financeira e do controle contábil para evitar distorções na situação econômica dos times.

Ferreira, Andrade Junior e Piva (2023) avaliaram o impacto da performance esportiva e da adesão ao Programa de Modernização da Gestão e de Responsabilidade Fiscal do Futebol Brasileiro (Profut) no endividamento dos clubes. Utilizando regressão linear com dados em painel de 23 clubes entre 2013 e 2017, o estudo mostrou que tanto o desempenho esportivo quanto a adesão ao Profut tiveram uma relação positiva e significativa com o nível de endividamento. Isso indica que o programa pode não estar atingindo seu objetivo de melhorar a estabilidade financeira dos clubes. O estudo destaca a necessidade de reavaliar o Profut e aprimorar os mecanismos de controle e governança financeira nos clubes.

Por fim, Pinto e Rocha (2023) investigaram como a logística esportiva influencia a gestão dos clubes, com ênfase no contexto brasileiro, onde há um calendário de jogos intenso e deslocamentos frequentes. Por meio de entrevistas com especialistas e profissionais da área, o estudo demonstrou que um setor de logística bem estruturado pode impactar significativamente os resultados de um clube, tanto do ponto de vista financeiro quanto esportivo. A pesquisa destacou que a logística é responsável por planejamento de viagens, organização de infraestrutura e otimização do tempo de recuperação dos atletas, fatores que podem melhorar o desempenho dentro de campo e reduzir custos operacionais. Além disso, o estudo mostra que a crescente profissionalização dessa área nos clubes brasileiros tem permitido maior eficiência na gestão, tornando-a um diferencial estratégico. Assim, a pesquisa evidencia que a logística não é apenas um suporte operacional, mas um elemento fundamental para a competitividade dos clubes.

Metodologia

A aplicação da Pesquisa Operacional na gestão desportiva abrange diversos problemas de alta complexidade, sendo a otimização de tabelas de campeonatos um dos mais notórios. Nesse contexto, destaca-se o trabalho de dos Santos e Carvalho (2018), que abordam o Mirrored Traveling Tournament Problem (mTTP). Este problema busca minimizar a distância total percorrida pelas equipes ao longo de um campeonato e é um exemplo da aplicação de modelos matemáticos para aumentar a eficiência logística no esporte. Ao contrário do mTTP, que foca na elaboração da tabela de jogos, esse estudo aborda um desafio diferente e de grande relevância: a designação da equipe de arbitragem.

Nesse sentido, o estudo parte da análise do atual sistema de designação de árbitros, realizado por sorteio. Este processo aleatório ignora variáveis críticas de otimização, como a proximidade geográfica, resultando em uma alocação de recursos abaixo do ideal e em custos operacionais com logística sistematicamente superiores ao mínimo possível. Para endereçar essa ineficiência, propõe-se a aplicação de um modelo de otimização baseado em programação matemática, que trata o problema como a minimização de uma função de custo sujeita a um conjunto de restrições. A estrutura para esta análise fundamenta-se no modelo desenvolvido por Añon, Scaglia e Torezzan (2017), adaptado para este estudo, no qual o modelo matemático é apresentado a seguir.

Conjuntos

- A Conjunto de Árbitros
- E Conjunto de Equipes
- R Conjunto de Rodadas
- P Conjunto de Partidas

Neste modelo, são considerados os seguintes parâmetros:

- $d_{p,a}$ distância entre o local da partida p para o local de origem do árbitro a ;
- $a_{p,r} = 1$, se a partida p pertence a rodada r ;
 $= 0$, caso contrário
- $\beta_{p,e} = 1$, se a partida p contém a equipe e ;
 $= 0$, caso contrário
- \min_a Número mínimo que um árbitro pode apitar
- \max_a Número máximo que um árbitro pode apitar
- \min_e Número mínimo que um árbitro pode apitar da equipe e
- \max_e Número máximo que um árbitro pode apitar da equipe e
- \max_r Número máximo de partidas de um árbitro por rodada

Nesse sentido, têm-se como variáveis de decisão:

$$x_{p,a} \quad x_{p,a} = 1, \text{ se a partida } p \text{ é apitada pelo árbitro } a \text{ ou } 0, \text{ caso contrário}$$

A alocação de árbitros em cada jogo foi garantida por meio da implementação do modelo matemático proposto, descrito pelas Equações (1) a (6).

Minimizar:

$$D = \sum_{p \in P} \sum_{a \in A} d_{p,a} x_{p,a} \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\sum_{a \in A} x_{p,a} = 1 \quad \forall p \in P \quad (2)$$

$$\sum_{p \in P} a_{p,r} x_{p,a} \leq 1 \quad \forall r \in R, \forall a \in A \quad (3)$$

$$\min_a \leq \sum_{p \in P} x_{p,a} \leq \max_a \quad \forall a \in A \quad (4)$$

$$\min_e \leq \sum_{p \in P} \beta_{p,e} x_{p,a} \leq \max_e \quad \forall a \in A, e \in E \quad (5)$$

$$x_{p,a} \in \{0,1\} \quad \forall p \in P, \forall a \in A \quad (6)$$

Para compreender a proposta de cada equação, apresenta-se a seguir uma breve descrição: a Equação (1) define a Função Objetivo, cuja finalidade é minimizar a distância total percorrida pelos árbitros para apitar as partidas. A Equação (2) estabelece que cada partida deve ser designada a exatamente um árbitro. Já a Equação (3) mostra que um árbitro não poderá apitar mais do que uma partida em uma mesma rodada. A Equação (4) fixa limites mínimo e máximo de jogos a serem apitados por cada árbitro ao longo do campeonato. Por sua vez, a Equação (5) define restrições quanto à quantidade mínima e máxima de partidas de uma mesma equipe que podem ser conduzidas por um mesmo árbitro. Finalizando, a Equação (6) descreve a natureza binária das variáveis de decisão utilizadas na modelagem.

A validação do modelo matemático proposto foi conduzida por meio de um estudo de caso elaborado a partir do Campeonato Capixaba Série B de 2020, o qual teve como participantes as equipes Capixaba S.C., CTE Colatina, Pinheiros F.C., S.C. Brasil Capixaba e Vilavelhense F.C.

O problema considerou os 14 árbitros disponíveis para o campeonato, nas quais as cidades de origem são demonstradas na Tabela 1.

Tabela 1 – Relação dos árbitros e suas respectivas localizações

Nº	LOCALIZAÇÃO
1	VILA VELHA - ES
2	CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM - ES
3	SERRA - ES
4	VIANA - ES
5	CASTELO - ES
6	COLATINA - ES
7	LINHARES - ES
8	COLATINA - ES
9	VITÓRIA - ES
10	CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM - ES
11	CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM - ES
12	VILA VELHA - ES
13	SERRA - ES
14	VITÓRIA - ES

As 20 partidas do torneio foram realizadas nos estádios listados na Tabela 2.

Tabela 2 – Local de cada partida

Nº PARTIDA	ESTÁDIO	CIDADE
1	Estádio João Soares de Moura Filho	PINHEIROS - ES
2	Estádio Kleber Andrade	CARIACICA - ES
3	Estádio Emilio Nemer	CASTELO - ES
4	Estádio Kleber Andrade	CARIACICA - ES
5	Estádio João Soares de Moura Filho	PINHEIROS - ES
6	Estádio Justiniano de Mello e Silva	COLATINA - ES
7	Estádio Kleber Andrade	CARIACICA - ES
8	Estádio Kleber Andrade	CARIACICA - ES
9	Estádio Justiniano de Mello e Silva	COLATINA - ES
10	Estádio Emilio Nemer	CASTELO - ES
11	Estádio Emilio Nemer	CASTELO - ES
12	Estádio Kleber Andrade	CARIACICA - ES
13	Estádio Justiniano de Mello e Silva	COLATINA - ES
14	Estádio João Soares de Moura Filho	PINHEIROS - ES
15	Estádio Kleber Andrade	CARIACICA - ES
16	Estádio Kleber Andrade	CARIACICA - ES
17	Estádio Emilio Nemer	CASTELO - ES
18	Estádio Justiniano de Mello e Silva	COLATINA - ES
19	Estádio João Soares de Moura Filho	PINHEIROS - ES
20	Estádio Kleber Andrade	CARIACICA - ES

A matriz de distância, a qual mostra as distâncias rodoviárias (dados em KM) entre a cidade de origem de cada árbitro (Tabela 1) e o local de cada partida (Tabela 2), é detalhada no Apêndice. Para a aplicação do modelo, foram definidos os parâmetros operacionais com base na estrutura do Campeonato Capixaba Série B de 2020. Por se tratar de uma competição de curta duração, a escala do torneio foi configurada para 5 equipes, que disputaram 20 partidas ao longo de 10 rodadas, com um quadro de 14 árbitros disponíveis.

As principais regras para a alocação dos árbitros foram:

- O limite máximo de atuação por árbitro foi de 4 jogos durante todo o campeonato.
- Como cada rodada consistia em duas partidas, foi definido que um mesmo árbitro poderia ser designado para no máximo 1 partida por rodada.

O modelo matemático foi implementado na linguagem OPL (Optimization Programming Language) e a solução ótima foi obtida por meio do software IBM ILOG CPLEX Optimization Studio.

Resultados e Discussão

A utilização do modelo de otimização matemática resultou em uma alocação de árbitros significativamente mais eficiente em comparação ao método de sorteio empregado no campeonato real. O principal e mais expressivo impacto observado foi a considerável redução da distância total percorrida pela equipe de arbitragem, como é mostrado na Tabela 3.

Tabela 3 – Comparação da distância total percorrida

Cenário	Distância total (km)
Real	2.404,50
Otimizado	678,7

Os resultados indicam que a aplicação do modelo de otimização possibilitou uma redução de 1.725,8 km no total percorrido. Isso mostra que gera um elevado custo logístico decorrente de processos de designação que desconsideram a variável geográfica e reforça o potencial do modelo proposto como instrumento de apoio à gestão. Para maior detalhamento, as Tabelas 4 e 5 apresentam a designação de árbitros para cada partida nos dois cenários analisados.

Tabela 4 – Alocação Real dos Árbitros por Partida

Partida	Árbitro designado	Local de origem	Local da partida	Distância (KM)
1	-	-	PINHEIROS - ES	0
2	14	VITÓRIA - ES	CARIACICA - ES	7
3	10	CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM - ES	CASTELO - ES	38
4	13	SERRA - ES	CARIACICA - ES	32
5	1	VILA VELHA - ES	PINHEIROS - ES	292
6	7	LINHARES - ES	COLATINA - ES	74
7	4	VIANA - ES	CARIACICA - ES	6
8	11	CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM - ES	CARIACICA - ES	127
9	3	SERRA - ES	COLATINA - ES	108
10	6	COLATINA - ES	CASTELO - ES	194
11	12	VILA VELHA - ES	CASTELO - ES	171
12	8	COLATINA - ES	CARIACICA - ES	133
13	9	VITÓRIA - ES	COLATINA - ES	138
14	3	SERRA - ES	PINHEIROS - ES	261
15	6	COLATINA - ES	CARIACICA - ES	133
16	2	CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM - ES	CARIACICA - ES	127
17	5	CASTELO - ES	CASTELO - ES	0,5
18	12	VILA VELHA - ES	COLATINA - ES	139
19	4	VIANA - ES	PINHEIROS - ES	291
20	8	COLATINA - ES	CARIACICA - ES	133

Como para a realização desse estudo foi utilizado dados reais, é importante notar que os dados da primeira partida não estão disponíveis, pois a súmula do jogo não foi localizada no site da Federação de Futebol do Estado do Espírito Santo. Sendo assim não foi possível identificar o árbitro designado nem a distância percorrida para essa partida específica.

Tabela 5 – Alocação Otimizada dos Árbitros por Partida

Partida	Árbitro designado	Local de origem	Local da partida	Distância (KM)
1	7	LINHARES - ES	PINHEIROS - ES	153
2	4	VIANA - ES	CARIACICA - ES	6
3	5	CASTELO - ES	CASTELO - ES	0,5
4	4	VIANA - ES	CARIACICA - ES	6
5	7	LINHARES - ES	PINHEIROS - ES	153
6	8	COLATINA - ES	COLATINA - ES	1,8
7	14	VITÓRIA - ES	CARIACICA - ES	7
8	9	VITÓRIA - ES	CARIACICA - ES	7
9	8	COLATINA - ES	COLATINA - ES	1,8
10	5	CASTELO - ES	CASTELO - ES	0,5
11	5	CASTELO - ES	CASTELO - ES	0,5
12	4	VIANA - ES	CARIACICA - ES	6
13	8	COLATINA - ES	COLATINA - ES	1,8
14	7	LINHARES - ES	PINHEIROS - ES	153
15	14	VITÓRIA - ES	CARIACICA - ES	7
16	4	VIANA - ES	CARIACICA - ES	6
17	5	CASTELO - ES	CASTELO - ES	6
18	6	COLATINA - ES	COLATINA - ES	1,8
19	7	LINHARES - ES	PINHEIROS - ES	153
20	14	VITÓRIA - ES	CARIACICA - ES	7

A diferença entre os dois cenários torna-se ainda mais evidente através da análise gráfica da distância percorrida por cada árbitro, apresentada nas Figuras 1 e 2.

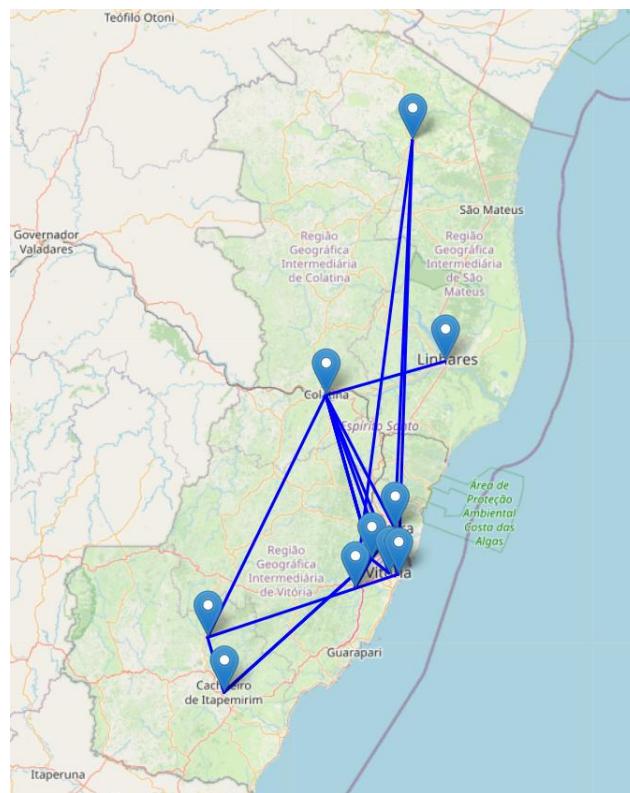


Figura 1: Distância Total Percorrida por Árbitro (Cenário Real)

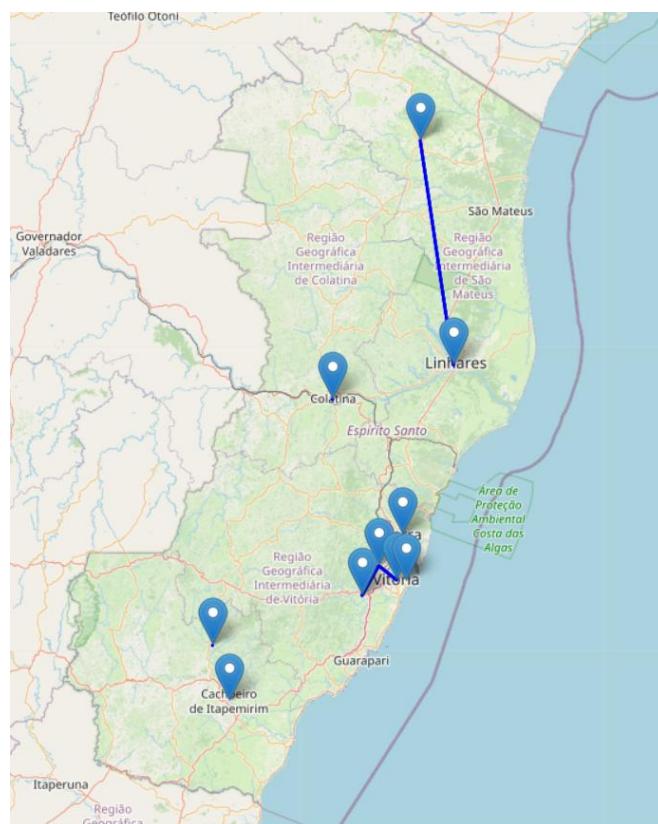


Figura 2: Distância Total Percorrida por Árbitro (Cenário Otimizado)

Considerações finais

Este estudo mostra que a aplicação de modelos de otimização matemática no processo de designação de árbitros é capaz de gerar resultados significativamente mais eficientes do que o método tradicional de sorteio. A análise realizada no Campeonato Capixaba Série B de 2020 demonstrou que a otimização reduziu de forma expressiva a distância total percorrida pela equipe de arbitragem, respeitando integralmente as regras operacionais da competição. Assim é possível comprovar que o modelo proposto constitui uma ferramenta de gestão mais econômica, o que contribui para uma melhor utilização dos recursos disponíveis.

Os resultados alcançados reforçam a relevância de se investir em soluções baseadas em Pesquisa Operacional para o esporte, uma vez que a gestão eficiente de competições influencia não apenas o desempenho logístico e financeiro, mas também a credibilidade e a qualidade do torneio. Nesse sentido, o modelo desenvolvido pode servir como referência para outras federações e entidades esportivas, ampliando o impacto positivo de práticas mais racionais e sustentáveis na administração do futebol.

Como sugestão para trabalhos futuros, sugere-se a inclusão de novas variáveis e restrições ao modelo, como impedir que árbitros apitem partidas em sua própria cidade de residência, reforçando a imparcialidade, e considerar o nível de experiência dos profissionais, destinando árbitros mais qualificados a jogos de maior relevância. Além disso, recomenda-se a ampliação da aplicação do modelo em campeonatos de maior porte, como o Campeonato Brasileiro, a fim de avaliar sua robustez em cenários mais complexos e de maior visibilidade. Dessa forma, espera-se que tais avanços contribuam para o fortalecimento da gestão esportiva e para a modernização dos processos de organização do futebol nacional.

Agradecimentos e Financiamentos

Os autores agradecem a Universidade Federal do Espírito Santo pelo apoio à essa pesquisa, através do Programa Institucional de Iniciação Científica.

Referências Bibliográficas

- Añon, I. C., Scaglia, A. J., & Torezzan, C. (2017). Um modelo de programação linear inteira para otimização de recursos na designação de árbitros para o campeonato brasileiro de futebol. *Pesquisa Operacional Para O Desenvolvimento*, 9(1), 10–17. <https://doi.org/10.4322/PODes.2017.002>
- Augusto-Eça, João Paulo, Magalhães-Timotio, João Guilherme, & Leite Filho, Geraldo Aleandro. (2018). O desempenho esportivo e a eficiência na gestão determinam o desempenho financeiro dos clubes de futebol brasileiro? uma análise com dados em painel. *Cuadernos de Administración*, 31(56), 137-161. <https://doi.org/10.11144/javeriana.ca31-56.deegd>

- Dantas, M. G. da S., Machado, M. A. V., & Macedo, M. A. da S. (2015). Fatores determinantes da eficiência dos clubes de futebol do Brasil. *Advances in Scientific and Applied Accounting*, 8(1), 113–132. Retrieved from <https://asaa.emnuvens.com.br/asaa/article/view/177>
- de Oliveira, M. C., Minatto, F., & Borba, J. A. (2022). “Nada é tão ruim que não possa piorar”: efeitos da reconfiguração dos passivos contingentes no desempenho econômico-financeiro dos clubes de futebol brasileiros. *Enfoque: Reflexão Contábil*, 41(3), 1-17. <https://doi.org/10.4025/enfoque.v41i3.57122>
- do Nascimento, J. C. H. B., Nossa, V., Bernardes, J. R., & de Sousa, W. D. (2015). A eficiência dos maiores clubes de futebol brasileiros: evidências de uma análise longitudinal no período de 2006 a 2011. *Contabilidade Vista & Revista*, 26(2), 137-161.
- Dos Santos, P. H., & Carvalho, M. A. M. (2018). Algoritmo genético aplicado à otimização do planejamento de torneios esportivos. *Anais do 50º Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO 2018)*. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional (SOBRAPO).
- Federação Paulista de Futebol. (2022). *Regulamento geral de arbitragem*. Acessado em 16 de setembro de 2025, de https://futebolpaulista.com.br/repositorio/arbitro/regulamento/02_regulamento_geral_arbitragem.pdf
- Ferreira, H. L., Andrade Junior, D. L. I., & Piva, T. A. (2023). Influência do desempenho esportivo e da adesão ao Profut no nível de endividamento de clubes de futebol no Brasil. *PODIUM Sport, Leisure and Tourism Review*, 12(1), 88-111. <https://doi.org/10.5585/podium.v12i1.20393>
- Ferreira, H. L., Marques, J. A. V. C., & Macedo, M. D. S. (2018). *Desempenho econômico-financeiro e desempenho esportivo: Uma análise com clubes de futebol do Brasil*. *Contextus-Revista Contemporânea de Economia e Gestão*, 16 (3), 124-150.
- Leoncini, M. P., & Silva, M. T. D. (2005). Entendendo o futebol como um negócio: um estudo exploratório. *Gestão & Produção*, 12, 11-23. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2005000100003>
- Marotz, D. P., Marquezan, L. H. F., & Diehl, C. A. (2020). Clubes de futebol: relações entre investimento, desempenho e adesão ao PROFUT. *Revista Contemporânea de Contabilidade*, 17(43), 3-18. <https://doi.org/10.5007/2175-8069.2020v17n43p3>
- Nakamura, W. T., & Cerqueira, S. D. A. (2021). A nova era do futebol brasileiro e clubes geridos como negócio. *Revista de administração contemporânea*, 25, e-210055. <https://doi.org/10.1590/1982-7849rac2021210055.en>
- Pinto, C. L., & da Rocha, D. F. M. (2023). A Importância da Logística Esportiva no Futebol Brasileiro/The Importance of Sports Logistics in Brazilian Football. *Revista FSA (Centro Universitário Santo Agostinho)*, 20(4), 64-90. <http://dx.doi.org/10.12819/2023.20.4.4>
- Silva, C. V. D. G. F., & Campos Filho, L. A. N. (2006). Gestão de clubes de futebol brasileiros: fontes alternativas de receita. *Sistemas & Gestão*, 1(3), 195-209.
- Soares, C. G., Neves, Y. N., & Servare Junior, M. W. J. (2019). Público e renda do futebol capixaba: cenário atual e alternativas. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5(4), 221-236.
- Valente, R., & Serafim, M. C. (2006). Gestão esportiva: novos rumos para o futebol brasileiro. *Revista de Administração de Empresas*, 46, 131-136.

Recebido em: outubro de 2025

Aprovado em: fevereiro de 2026

A Revista de Gestão e Negócios do Esporte utiliza o [Open Journal Systems](#) (versão 3.3.0.9), sistema open source, preservando assim, a integridade dos artigos em ambiente de acesso aberto.

APENDICE

Tabela 6 – Matriz de distância

partida	árbitro 1	árbitro 2	árbitro 3	árbitro 4	árbitro 5	árbitro 6	árbitro 7	árbitro 8	árbitro 9	árbitro 10	árbitro 11	árbitro 12	árbitro 13	árbitro 14
1	292	411	261	291	361	169	153	169	291	411	411	292	261	291
2	14	127	32	6	138	133	134	133	7	127	127	14	32	7
3	171	38	168	134	0,5	194	271	194	145	38	38	171	168	145
4	14	127	32	6	138	133	134	133	7	127	127	14	32	7
5	292	411	261	291	361	169	153	169	291	411	411	292	261	291
6	139	258	108	138	192	1,8	74	1,8	138	258	258	139	108	138
7	14	127	32	6	138	133	134	133	7	127	127	14	32	7
8	14	127	32	6	138	133	134	133	7	127	127	14	32	7
9	139	258	108	138	192	1,8	74	1,8	138	258	258	139	108	138
10	171	38	168	134	0,5	194	271	194	145	38	38	171	168	145
11	171	38	168	134	0,5	194	271	194	145	38	38	171	168	145
12	14	127	32	6	138	133	134	133	7	127	127	14	32	7
13	139	258	108	138	192	1,8	74	1,8	138	258	258	139	108	138
14	292	411	261	291	361	169	153	169	291	411	411	292	261	291
15	14	127	32	6	138	133	134	133	7	127	127	14	32	7
16	14	127	32	6	138	133	134	133	7	127	127	14	32	7
17	171	38	168	134	0,5	194	271	194	145	38	38	171	168	145
18	139	258	108	138	192	1,8	74	1,8	138	258	258	139	108	138
19	292	411	261	291	361	169	153	169	291	411	411	292	261	291
20	14	127	32	6	138	133	134	133	7	127	127	14	32	7