

TÓPICOS EM ADMINISTRAÇÃO

ELIZÂNGELA DE JESUS OLIVEIRA
RUTE HOLANDA LOPES
MARIA ELIANE BARBOSA LACERDA
LÉIA MARIA ERLICH RUWER
PRISCILA REZENDE DA COSTA
(ORGANIZADORAS)

Volume 50



Editora Poisson

Elizângela de Jesus Oliveira
Rute Holanda Lopes
Maria Eliane Barbosa Lacerda
Léia Maria Erlich Ruwer
Priscila Rezende da Costa
(Organizadoras)

Tópicos em Administração

Volume 50

1ª Edição

Belo Horizonte
Editora Poisson
2023

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais

Ms. Davilson Eduardo Andrade

Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas

MSc. Fabiane dos Santos

Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia

Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC

Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy

Ms. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

T674

Tópicos em Administração - Volume 50/ Organização:
Elizângela de Jesus Oliveira, Rute Holanda Lopes,
Maria Eliane Barbosa Lacerda, Léia Maria Erlich
Ruwer, Priscila Rezende da Costa - Belo Horizonte -
MG: Editora Poisson, 2023

Formato: PDF

ISBN: 978-65-5866-293-8

DOI: 10.36229/978-65-5866-293-8

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

1. Administração 2. Gestão. 3. Produção
I. OLIVEIRA, Elizângela de Jesus II. LOPES, Rute
Holanda III. LACERDA, Maria Eliane Barbosa IV. RUWER,
Léia Maria Erlich V. Costa, Priscila Rezende da
VI. Título

CDD-658

Sônia Márcia Soares de Moura - CRB 6/1896



O conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença de Atribuição Creative Commons 4.0.

Com ela é permitido compartilhar o livro, devendo ser dado o devido crédito, não podendo ser utilizado para fins comerciais e nem ser alterada.

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

www.poisson.com.br
contato@poisson.com.br

SUMÁRIO

Capítulo 1: Ensino Remoto Emergencial: A percepção dos discentes do curso de Ciências Contábeis da Universidade Estadual de Ponta Grossa..... 06

Eliane Iara Bendix, Cleidimar Rogerio Ferreira, Eliane Moraes dos Santos, Fábio Harm de Jager, Isabele Dias

DOI: 10.36229/978-65-5866-293-8.CAP.01

Capítulo 2: O uso das Normas Brasileiras de Contabilidade nas atividades de Controladoria..... 18

Moisés Cristóvão Lima Rodrigues

DOI: 10.36229/978-65-5866-293-8.CAP.02

Capítulo 3: Gestão financeira de micro e pequenas empresas: A importância da gestão financeira ao abrir o seu negócio 28

Fábio Ricardo Procópio de Araújo, Maria Laiza Bezerra de Araújo

DOI: 10.36229/978-65-5866-293-8.CAP.03

Capítulo 4: Fronteira de eficiência nas compras públicas: Um modelo de análise e aplicação 40

Marivaldo de Sousa Gonçalves, Paulo Soares Figueiredo, Renelson Ribeiro Sampaio

DOI: 10.36229/978-65-5866-293-8.CAP.04

Capítulo 5: Desbalanceamento de carga horária entre os policiais para melhorar o desempenho em apreensões de traficantes..... 60

Yung-Chin Shih

DOI: 10.36229/978-65-5866-293-8.CAP.05

Capítulo 6: A espiritualidade como ferramenta estratégica em uma organização: Estudo de caso em organizações longevas e de grande porte..... 84

Saul Marques Sastre

DOI: 10.36229/978-65-5866-293-8.CAP.06

Capítulo 7: Estratégias de marketing: Um estudo de caso da Cachaça Cascavel..... 102

Aline Mayara Evaristo da Silva, Kayo Furtado Santos, Valmir Moraes da Silva, Marucelle de Alcântara Bonifácio, Fernando Antônio Belarmino dos Santos Filho

DOI: 10.36229/978-65-5866-293-8.CAP.07

SUMÁRIO

Capítulo 8: Estudo sobre metodologias de gestão de projetos e sua eficácia no gerenciamento de equipes virtuais 114

Gabriel Rodrigues Munhoz, Isabella Tamine Parra Miranda, Manoel Francisco Carreira, Suely da Silva Carreira

DOI: 10.36229/978-65-5866-293-8.CAP.08

Capítulo 9: Práticas de gestão de pessoas na implementação da norma ISO 45001:2018 142

Luciano Trentin, Francisco José Serran

DOI: 10.36229/978-65-5866-293-8.CAP.09

Capítulo 10: Impactos do treinamento e desenvolvimento no processo organizacional dos colaboradores de uma revendedora de veículos 161

Francisco Sousa da Silva

DOI: 10.36229/978-65-5866-293-8.CAP.10

Capítulo 11: Um estudo sobre os desafios na gestão e tratamento de efluentes da indústria farmacêutica 173

Matheus Cereja Wanderley, Rômulo Freitas Nascimento, Geraldo de Souza Ferreira

DOI: 10.36229/978-65-5866-293-8.CAP.11

Autores 189

Capítulo 4

Fronteira de eficiência nas compras públicas: Um modelo de análise e aplicação

Marivaldo de Sousa Gonçalves

Paulo Soares Figueiredo

Renelson Ribeiro Sampaio

Resumo: A medição do desempenho tornou-se um elemento-chave no gerenciamento das contratações públicas. Nesse contexto, este estudo tem como objetivo identificar a fronteira eficiente de unidades técnico-científicas da Fundação Oswaldo Cruz, utilizando a ferramenta não-paramétrica *Data Envelopment Analysis* (DEA). Foram utilizados dados de 06 (seis) unidades técnico-científicas voltadas para a pesquisa e ensino, numa amostra que contempla os contratos de serviços continuados com período de vigência que se estende entre 01/01/2011 até 31/12/2019; os dados foram coletados através do portal da transparência do Governo Federal. Avaliou-se a eficiência relativa de um conjunto de unidades decisórias e foi construída uma fronteira de eficiência com as unidades mais eficientes na transformação de insumos em produtos. A técnica ainda possibilitou identificar boas práticas, pois destaca as unidades mais eficientes, que podem ser usadas como “*benchmark*” objetivando o monitoramento dos contratos para a melhoria do desempenho na sua gestão, contribuindo para a prática gerencial. Os resultados demonstraram que o modelo proposto e suas variáveis podem ser utilizadas como parâmetros para comparação da eficiência de unidades técnicas em diversas organizações públicas, e espera-se que as variáveis escolhidas, adequadas ao monitoramento da eficiência dos custos relacionados à gestão dos contratos públicos no contexto brasileiro, sejam utilizadas em novos estudos acadêmicos.

Palavras-chave: Compras Públicas, Desempenho, Eficiência, Pregão Eletrônico, DEA.

1. INTRODUÇÃO

A Medição do desempenho como processo de quantificação da eficiência e eficácia, tornou-se um elemento-chave no gerenciamento das contratações públicas (PATRUCCO; LUZZINI; RONCHI, 2016). O nome “contratos públicos” é um conceito muito amplo, que é utilizado por muitos órgãos públicos e pesquisadores no contexto geral; permeia a fase inicial do planejamento da contratação passando pela licitação (para aquisição de bens e serviços), adjudicação, homologação e uma posterior execução do contrato propriamente dito. Pode-se notar que a maioria dos artigos se refere ao contrato de maneira genérica, por ser mais difícil ter acesso aos dados de execução, ficando aí uma lacuna a ser preenchida, pois existe pouca literatura sobre tal abordagem. Buscando explorar essa lacuna, serão investigados, neste estudo, variáveis de *input* e de *output*, representando dados inerentes à duração e aos valores finais dos contratos após a sua execução.

Autores como Carmo Júnior e Rosano Peña (2019) utilizaram em seu estudo as variáveis o “valor pago dos contratos” e “duração dos contratos” no estágio 1 de suas análises sobre os contratos de georreferenciamento no Programa Terra Legal. A duração dos contratos é uma importante medida de aferição do contrato, que pode comprovar se o contrato é bem administrado, já que a sua desistência poderá se dar no primeiro ano e, se houver muitos inconvenientes, na sua gestão.

Os contratos públicos são uma área fundamental da economia, representando em média 19% do PIB nos países desenvolvidos. Na Itália, em sua maioria, esses contratos são adquiridos por meio de leilões, mas, ao contrário de outros mercados de leilão, os leilões de contratos normalmente definem apenas um lance inicial que pode diferir do que é efetivamente entregue pelo contratado (DECAROLIS; PALUMBO, 2015). Além disso, o prazo do contrato não termina com a licitação, que é o tempo quando o procedimento de contratação for considerado concluído. Os contratos são frequentemente modificados mais tarde, através de procedimentos específicos que, muitas vezes, alteram pontos como o preço ou o prazo para conclusão (MUÑOZ-SORO *et al.*, 2016).

Segundo Saussier e Tirole (2015), os contratos públicos, termo genérico usado para se referir a contratos (contratos tradicionais), delegações de serviço público (incluindo concessões) e parcerias público-privadas, atualmente representam quantias significativas, porquanto acredita-se que representam, a título de exemplo, quase 15% do PIB na França.

A Tabela 1, adaptada de Grega *et al.* (2019) mostra indicadores de contratos públicos em relação ao PIB em alguns países. No Brasil esse valor foi de 4,7%, resultado de 2019 (THORSTENSEN; GIESTEIRA, 2021). Tal fato demonstra que, mesmo estando abaixo dos dados descritos para outros países, o índice brasileiro torna o processo licitatório um instrumento estratégico para viabilizar a prestação de serviços públicos, bem como promover a geração de empregos e de novos negócios, dado o volume de recursos envolvidos.

Tabela 1. Indicadores de contratos públicos em relação ao PIB

Países	Contratos Públicos em relação ao PIB
Chipre	5,5%
Irlanda	7,2%
Itália	10,4%
Espanha	10,4%
França	14,5%
República Checa	14,5%
Eslováquia	17%
Finlândia	18,2%
Países Baixos	20%

Fonte: Adaptado de Grega et al. (2019).

Nesse sentido, o tema proposto se justifica pela relevância das compras públicas no cenário nacional e internacional. No ano de 2021, no Brasil, foram homologadas para o poder executivo, nas três esferas do governo, compras no valor total de R\$ 154 bilhões sendo que o valor homologado para as Microempresas e Empresas de Pequeno Porte (ME/EPP) foi da ordem de R\$ 41 bilhões, representando 27,31% do total das homologações (BRASIL/PORTAL DE COMPRAS, 2021). Pautado nesses dados expressivos, o Governo Federal criou, recentemente, o sistema de planejamento e gerenciamento das contratações (PGC), com a finalidade de conhecer e controlar esses gastos em todo o poder executivo, isto é, só vai poder adquirir o que foi planejado para tal.

Há anos, as compras públicas vêm sendo apontadas como um dos gargalos da eficiência por parte do Estado. Dessa maneira, diversas estratégias são adotadas pela administração pública para os processos de compras no sentido de reduzir prazos, custos e garantir a qualidade (TAVARES, 2015).

Em vista disso, será trabalhado neste artigo dados de contratos de unidades técnicas da Fundação Oswaldo Cruz. O objetivo de pesquisa é analisar a eficiência dos custos através dos contratos de serviços continuados e o desempenho dessas unidades utilizando uma abordagem não-paramétrica e compará-las. Os contratos na amostra estudada, apesar de serem de serviços continuados, possuem especificidade diversas, pois neste estudo são analisados conjuntamente. O intuito é demonstrar, na fronteira de eficiência, quais unidades são eficientes e o que devem fazer as demais para alcançarem essa eficiência. Desta forma, a pergunta de pesquisa é: “Com base nos custos dos contratos de serviços continuados, quais unidades técnicas da amostra são eficientes e o que devem fazer as demais para alcançar essa eficiência?”

Este estudo é composto desta introdução, de uma seção com o referencial teórico, da metodologia aplicada e de uma discussão sobre os resultados e as conclusões.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo serão abordados estudos sobre desempenho e eficiência nos contratos públicos, as características do modelo com breves comentários e as medidas de eficiência

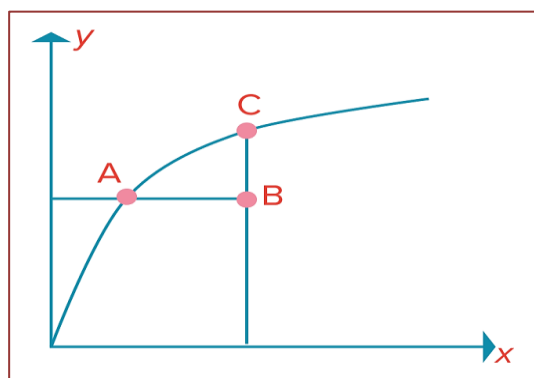
com base em técnicas não-paramétricas, utilizando a ferramenta de Análise Envoltória de Dados (DEA).

2.1. ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS - DEA

Neste estudo será priorizado o método *Data Envelopment Analysis* (DEA) para avaliar a eficiência em contratos de serviços continuados. A opção é pela utilização do sistema Análise Envoltória de Dados por programação linear – para medir a eficiência dos contratos através de *Inputs* (insumos) e *Outputs* (produtos), pois mostrou-se a mais apropriada conforme as características apresentadas.

As medidas de eficiência são concebidas por funções de fronteira, conforme demonstrado na figura 1.

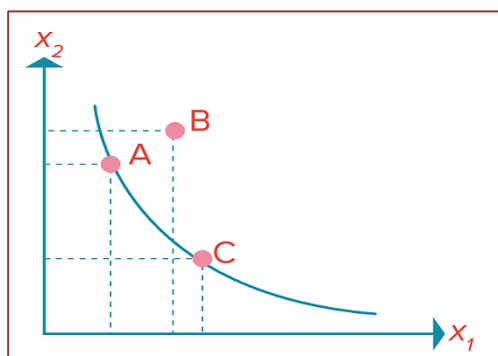
Figura 1. Fronteira de eficiência



Fonte: Adaptado de TCU (2018).

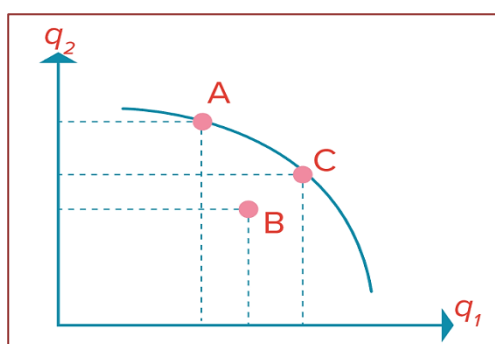
A fronteira de eficiência representa a maior quantidade de produtos (y) que se obtém com um determinado nível de insumos (x), ou seja, ela simula o atual estágio tecnológico de determinada indústria ou firma. As firmas eficientes são aquelas que se distribuem sobre a fronteira (“A” e “C”). Porém, é preciso avultar que isso não constitui que elas sejam perfeitas, sem desperdícios, mas, sim, que alcançam uma produção máxima possível, dadas suas restrições. As firmas que estão abaixo da fronteira (“B”) são ineficientes. Se a firma “B” almeja alcançar a fronteira de eficiência, ela pode diminuir seus custos até se equiparar à firma “A” majorando sua eficiência orientada aos insumos ou, então, majorar sua produção, sustentando os custos, se igualando à firma “C”, aumentando sua eficiência orientada aos produtos (TCU, 2018).

A Figura 2 traz uma isoquanta orientada aos insumos, onde a quantidade de produtos é uma variável exteriorizada no gráfico; desse modo, ela é idêntica para todas as firmas. A curva simula a menor quantidade de insumos que pode ser utilizada para se produzir uma determinada quantidade do produto, enquanto x_1 e x_2 representam as quantidades de dois insumos díspares. As firmas sobre a curva são eficientes. Conseguem, mesmo com diferentes combinações dos insumos x_1 e x_2 , produzir a maior quantidade possível. A firma “B” é ineficiente, pois utiliza uma quantidade maior de insumos para produzir a mesma quantidade do produto (TCU, 2018).

Figura 2. Isoquanta orientada a insumos

Fonte: Adaptado de (TCU, 2018).

A Figura 3 traz uma isoquanta orientada aos produtos; a variável exógena é a quantidade de um insumo específico, enquanto os eixos q_1 e q_2 representam a quantidade de dois produtos gerados com esse insumo. As firmas “A” e “C” estão sobre a fronteira, por isso são eficientes. A firma “B”, com a mesma quantidade de insumo utilizada pelas outras duas, produz uma quantidade menor dos dois produtos (TCU, 2018).

Figura 3. Isoquanta orientada a produtos

Fonte: Adaptado de (TCU, 2018).

Os modelos DEA são baseados em uma amostra de dados observados para diferentes unidades produtoras, também conhecidas como *Decision Making Units* (DMUs). O objetivo é construir um conjunto de referências a partir dos próprios dados das DMUs e, então, classificá-las em eficientes ou ineficientes, identificando a fronteira de eficiência (COELLI, 1996).

Segundo, Zhang e Liao (2022, p. 2), “A análise envoltória de dados (DEA) é um método de avaliação não paramétrica amplamente utilizado para medir a eficiência relativa de organizações e empresas, ou seja, unidades de tomada de decisão (DMUs), consumindo múltiplas entradas e saídas.” Para Hanauerová (2019, p. 107), “DEA é um método de otimização que visa diferenciar entre unidades eficientes e ineficientes de acordo com a quantidade de insumos para criar uma determinada saída. Unidades que usam menos insumos para produzir um dado produto estão na chamada fronteira eficiente”.

Guccio, Pignataro e Rizzo (2014, p. 55) informam que “DEA é uma técnica não paramétrica, geralmente usada para estimar uma função de produção com suposições mínimas, e pode facilmente lidar com múltiplas situações de entradas/saídas”. Já Chetan, Jenamani e Sarmah (2021, p. 3) referem que, “O método DEA é objetivo e o usuário não precisa especificar nenhum peso. Permite flexibilidade de peso e atribui os pesos de forma que cada entidade avaliada obtenha a melhor pontuação de eficiência possível.”

Kočišová, Cygańska e Kludacz-Alessandri (2020, p. 98) relatam que “DEA é baseado em programação linear que calcula pontuações de eficiência técnica para unidades de tomada de decisão (DMUs) em relação a suas unidades de pares” e advertem que “Ao aplicar o método DEA, é essencial decidir sobre a orientação do modelo para entradas ou saídas. “Modelos orientados a insumos para mudar para a fronteira de eficiência não requerem uma mudança no lado do produto, mas examinam qual redução proporcional de insumos é necessária para alcançar a eficiência” (KOČIŠOVÁ; GAVUROVÁ; BEHUN, 2019, p. 369).

2.2. ESTUDOS SOBRE EFICIÊNCIA UTILIZANDO A FERRAMENTA DEA

Aumentar a eficácia, eficiência e conformidade dos contratos públicos (*Public Procurement*) tornou-se uma preocupação constante para os governos. Administrações públicas em diferentes níveis estão percebendo que, para que o *Public Procurement* cumpra sua missão, sistemas apropriados de controle e diagnóstico devem ser implementados (PATRUCCO; LUZZINI; RONCHI, 2016). Para Ozcan (2008), existem vários métodos para medir e otimizar a eficiência, conforme Quadro 1 abaixo.

Quadro 1. Técnicas de mensuração de eficiência

Técnica	Descrição
<i>Ratio Analysis (RA)</i>	É o método mais simples de cálculo de desempenho, sendo a razão entre um <i>output</i> e um <i>input</i> resulta na eficiência.
<i>The Least-Squares Regression (LSR)</i>	É um método paramétrico popular e sua fórmula de regressão assume que todas as firmas são eficientes em seu modelo matemático.
<i>Total Factor Productivity (TFP)</i>	Este método aceita múltiplos <i>inputs</i> e <i>outputs</i> em sua análise de desempenho, e sua medição é feita através da comparação índices (Laspeyres, Pasche, Fischer, Tornqvist e Malmquist) em mais de um período. O índice mais aplicado é o de Malmquist, pois supera algumas deficiências dos demais, e pode ser obtido através das técnicas de DEA e SFA.
<i>Stochastic Frontier Analysis (SFA)</i>	Esta técnica não paramétrica assume que todas as firmas são ineficientes, através de suas entradas e saídas. É aplicada também para análise de dados em painel e Transversais.
<i>Data Envelopment Analysis (DEA)</i>	Esta assume que nem todas as empresas são eficientes e diversos <i>inputs</i> e <i>outputs</i> podem ser usados em seu modelo de programação linear. Existem diversas variações desta modelagem

Fonte: Chaves Vasconcelos et al. (2017) adaptado de Ozcan (2008).

Pode-se afirmar que “As medidas de eficiência podem ser facilmente obtidas de problemas simples, que abrangem poucos insumos e produtos” (SANTOS; VIEIRA, 2004, p. 125). Nesse sentido, a seguir serão abordados alguns trabalhos, nacionais e internacionais, que, de maneira análoga, utilizaram DEA em suas abordagens, em especial no setor de serviços e no setor público, que são focos do presente estudo.

Souza (2006) utiliza modelos estatísticos censurados e truncados na avaliação de efeitos técnicos que potencialmente afetam a fronteira de produção dos centros de pesquisa da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). As medidas de eficiência técnica foram calculadas com base na Análise Envoltória de Dados (DEA) e Análise de Fronteiras Estocásticas de Produção.

Bowlin (1998), no seu trabalho “Medindo o desempenho: uma introdução à Análise Envoltória de Dados (DEA)”, anuncia que é uma metodologia usada para avaliar a eficiência de entidades (por exemplo, programas, organizações etc.) responsáveis pela utilização de recursos para obter resultados, eliminando a necessidade de algumas das suposições e limitações das abordagens tradicionais de medição de eficiência. Ele foi originalmente projetado para uso como uma ferramenta de medição de desempenho para organizações que não tinham motivação para lucro, por exemplo, organizações sem fins lucrativos e governamentais. Entretanto, desde a sua introdução, ele foi desenvolvido e expandido para uma variedade de usos, tanto para fins lucrativos quanto situações sem fins lucrativos.

Avkiran (2001) teve como objetivo principal do estudo utilizar a Análise Envoltória de Dados (DEA) para examinar a eficiência relativa das universidades australianas. Três modelos de desempenho foram desenvolvidos, a saber: desempenho geral, desempenho na prestação de serviços educacionais e desempenho nas matrículas pagas, para demonstrar como o DEA pode ser usado para desenvolver modelos de eficiência para as universidades. O estudo também faz distinção entre eficiência técnica pura (PTE) e eficiência de escala (SE) ao determinar a natureza dos retornos de escala para cada universidade.

Lins *et al.* (2007) demonstraram no seu trabalho como a modelagem DEA permite aferir o desempenho dos hospitais e subsidiar a avaliação da implantação da Política de Reestruturação dos Hospitais de Ensino e desenvolveram um estudo de caso com os 31 hospitais gerais pertencentes a universidades federais brasileiras. Consideraram indicadores de assistência, ensino e pesquisa e utilizaram o programa *Interactive Data Envelopment Analysis Laboratory* (IDEAL) como ferramenta de avaliação de desempenho.

Souza e Macedo (2008), em estudo sobre avaliação de desempenho, consideraram especificamente a análise da eficiência, através da utilização do modelo DEA. A aplicação da técnica foi realizada na Odontoclínica Central do Exército, no exercício de 2005, a fim de apresentar e discutir uma metodologia capaz de prover a avaliação do desempenho das 11 clínicas que integram a organização, identificando as suas unidades em eficientes e ineficientes. Já Chaves e Thomaz (2014) utilizaram a metodologia DEA para avaliar a eficiência das 22 Agências da Previdência Social – Gerência Executiva Fortaleza (APS-GEXFOR). Os autores enfatizaram que a ferramenta DEA utiliza programação linear, cujo núcleo das estruturas analíticas é formado a partir do modelo original *Charnes, Cooper e Rhodes* (CCR), que, aplicada às *Decision Making Units* (DMUs), define uma fronteira de eficiência identificando as unidades em eficientes e ineficientes.

Sav (2012) utilizou a DEA para investigar até que ponto as universidades nos Estados Unidos passaram por mudanças na produtividade e eficiência, em parte, devido ao desempenho gerencial, durante o período acadêmico de 2005-2009 usando dados de 133 universidades de pesquisa e doutorado. O autor mencionou que a eficiência DEA e retornos para estimativas de escala são fornecidos e o fator total das mudanças de produtividade via índice de *Malmquist* são decompostas em componentes. Nesse ínterim,

Rosano-Peña, Albuquerque e Marcio (2012), avaliaram a eficiência dos gastos públicos em educação nos municípios goianos. A eficiência das redes municipais, no período 2005-2009, foi avaliada através da comparação dos resultados obtidos no modelo de Análise Envoltória de Dados clássicos com os cálculos realizados pelo método da fronteira invertida. Os resultados revelaram o nível de ineficiência e suas causas: ineficiência de escala, impacto do entorno e ineficiência de gestão. Esse trabalho ainda estima a georreferência, o custo da ineficiência e os municípios que conseguiram ter o desempenho mais equilibrado.

Ram Jat e San Sebastian (2013) avaliaram a eficiência técnica (TE) dos hospitais públicos do distrito de Madhya Pradesh, Índia, com ênfase especial nos serviços de saúde materna, usando dados da Análise Envoltória (DEA), onde foram coletados dados de 40 hospitais distritais de janeiro a dezembro de 2010 junto ao sistema de informações gerenciais e outros registros do departamento de saúde e bem-estar familiar do Estado. A DEA foi realizada com orientação de entrada e retornos variáveis para a suposição de escala e chegou-se à conclusão que metade dos hospitais distritais estavam operando ineficientemente. Os autores recomendaram que os tomadores de decisão e administradores do estado deveriam identificar as causas das ineficiências observadas e tomar as medidas necessárias para saná-las, aumentando a eficiência desses hospitais.

Fancello, Uccheddu e Fadda (2014) objetivaram comparar desempenhos de redes urbanas diferentes, usando a técnica de programação linear não paramétrica, DEA, a fim de fornecer suporte técnico aos formuladores de políticas na escolha das ações a serem implementadas para a melhoria da eficiência dos sistemas viários urbanos. Para a investigação dos sistemas viários, as DMUs foram as redes de estradas em diferentes contextos urbanos. As entradas e saídas são selecionadas dentre as principais características dos indicadores do sistema viário: fluxo de tráfego, acessibilidade e segurança.

Ancarani, Guccio e Rizzo (2016) levaram em consideração a regulamentação italiana, em que as empresas devem se qualificar para licitar leilões de contratos de obras públicas no valor de mais de 150.000 euros. Com base nesse parâmetro é investigada a ligação entre a eficiência da infraestrutura e o regulamento italiano relativo à entrada e ao sistema de qualificação, empregando um grande conjunto de dados em obras públicas italianas referente aos contratos para estradas e rodovias. Primeiro, a eficiência da empresa na execução dos contratos públicos é estimada usando uma DEA, que é um procedimento de inicialização. Em seguida, os efeitos no sistema de qualificação da empresa foram avaliados usando uma técnica semiparamétrica que produz uma inferência robusta para uma correlação serial desconhecida entre os escores de eficiência.

Albino-War *et al.* (2014) desenvolveram projeto com o objetivo de gerar debates sobre a eficiência do investimento público em países exportadores de petróleo no Oriente Médio, Norte da África e Ásia Central, envolvendo o aumento do preço do petróleo na última década, que se traduziu em altos níveis de investimento público na maioria dos países exportadores de petróleo. Tal fato gerou questionamentos sobre a eficiência do investimento público devido ao seu crescimento, bem como preocupações sobre vulnerabilidades fiscais. Os autores utilizaram sistema *Data Enveloping Analysis* - DEA, além de regressões (correlacionando com outros países), com o objetivo de avaliar a eficiência dos investimentos públicos na área de exportação de petróleo.

Carmo Júnior e Rosano Peña (2019) analisaram, por meio da técnica *Network Data Envelopment Analysis* (DEA), a eficiência técnica da Administração Pública na execução de contratos de georreferenciamento do Programa Terra Legal, no âmbito da política de regularização fundiária na Amazônia. A técnica utilizada foi uma metodologia não paramétrica, que tem como objetivo o uso de programação matemática linear na construção de fronteiras de possibilidades de produção em unidades produtivas denominadas *Decision Making Units* (DMUs). Sobre os resultados, no Estágio 1, dez unidades se mostraram eficientes, ao passo que, no Estágio 2, apenas um contrato alcançou a eficiência técnica. O estudo ainda evidenciou, por meio da análise de *benchmark*, os contratos com o conjunto de práticas mais eficientes, analisando oportunidades de melhoria na contratação de serviços pela Administração Pública.

Quadro 2. Aspectos conceituais e de resultados

Autor	Aspectos conceituais e de resultados dos autores que contribuíram para tomada de decisão da adoção da técnica DEA no modelo proposto
(SANTOS; VIEIRA, 2004, p. 125).	“As medidas de eficiência podem ser facilmente obtidas de problemas simples, que abrangem poucos insumos e produtos”.
Souza (2006)	As medidas de eficiência técnica foram calculadas com base na Análise Envoltória de Dados (DEA).
Bowlin (1998)	Análise Envoltória de Dados (DEA) é uma metodologia usada para avaliar a eficiência de entidades (por exemplo, programas, organizações etc.) responsáveis pela utilização de recursos para obter resultados.
Avkiran (2001)	Utilizou a Análise Envoltória de Dados (DEA) para examinar a eficiência relativa das universidades australianas.
Lins <i>et al.</i> (2007),	A modelagem DEA permitiu aferir o desempenho dos hospitais e subsidiar a avaliação da implantação da Política de Reestruturação dos Hospitais de Ensino.
Souza e Macedo (2008)	Os autores enfatizaram que a ferramenta DEA utiliza programação linear, cujo núcleo das estruturas analíticas é formado a partir do modelo original <i>Charnes, Cooper e Rhodes</i> (CCR) que, aplicada às <i>Decision Making Units</i> (DMUs), define uma fronteira de eficiência identificando as unidades em eficientes e ineficientes.
Sav (2012)	Investigou até que ponto as universidades nos Estados Unidos passaram por mudanças na produtividade e eficiência, em parte, devido ao desempenho gerencial.
Rosano-Peña, Albuquerque e Marcio (2012)	Os resultados revelaram o nível de ineficiência e suas causas: ineficiência de escala, impacto do entorno e ineficiência de gestão. Esse trabalho ainda estimou a georreferência, o custo da ineficiência e os municípios que conseguiram ter o desempenho mais equilibrado.
Ram Jat e San Sebastian (2013)	A DEA foi realizada com orientação de entrada e retornos variáveis para a suposição de escala e chegou-se à conclusão que metade dos hospitais distritais estavam operando ineficientemente.
Fancello, Uccheddu e Fadda (2014)	Utilizaram a técnica de programação linear não paramétrica, DEA, com a finalidade de fornecer suporte técnico aos formuladores de políticas na escolha das ações a serem implementadas para a melhoria da eficiência dos sistemas viários urbanos.
Ancarani, Guccio e Rizzo (2016)	Com base no parâmetro de valor dos contratos de obras públicas para estradas e rodovias foram investigadas a ligação entre a eficiência da infraestrutura e o regulamento italiano relativo à entrada e ao sistema de qualificação.
Albino-War <i>et al.</i> (2014)	Os autores utilizaram sistema <i>Data Enveloping Analysis</i> - DEA, bem como as regressões (correlacionando com outros países), com o objetivo de avaliar a eficiência dos investimentos públicos na área de exportação de petróleo.
Carmo Júnior e Rosano Peña (2019)	Analisaram, por meio da técnica <i>Network Data Envelopment Analysis</i> (DEA), a eficiência técnica da Administração Pública na execução de contratos de georreferenciamento do Programa Terra Legal, no âmbito da política de regularização fundiária na Amazônia.

Fonte: Pesquisa bibliográfica

A técnica DEA é bastante disseminada na literatura para análise da eficiência, conforme aspectos conceituais e de resultados sintetizados no Quadro 2 acima, além de ser a técnica que melhor se adapta ao estudo em evidência, por razões metodológicas com *inputs* e *outputs*, ou seja, insumos e produtos da gestão dos contratos para análise dos seus custos.

3. DADOS E MÉTODOS

Os modelos DEA são baseados em uma amostra de dados observados para diferentes unidades produtoras/contratantes/prestadoras de serviços, também conhecidas como *Decision Making Units* (DMUs). O objetivo é construir um conjunto de referências a partir dos próprios dados das DMUs e, então, classificá-las quanto ao grau de eficiência com base na identificação da fronteira de eficiência. Assim, a DEA é uma técnica utilizada para avaliação da eficiência relativa de um conjunto de unidades decisórias. Ela constrói uma fronteira de eficiência com as unidades mais eficientes na transformação de determinados insumos em certos produtos. A técnica ainda tem como vantagem a possibilidade de identificação de boas práticas, pois destaca as unidades mais eficientes, que podem ser usadas como *benchmark* para a melhoria do desempenho das demais (TCU, 2018).

Segundo Charnes *et al.* (1994), várias são as formulações dos modelos DEA; entretanto, dois modelos básicos são mais utilizados. O primeiro chamado de *Charnes, Cooper e Rhodes* (CCR), também conhecido como *Constant Returns to Scale* (CRS), avalia a eficiência total, identifica as DMUs eficientes e ineficientes e determina a que distância da fronteira de eficiência estão as unidades ineficientes. O segundo chamado de *Banker, Charnes e Cooper* (BCC), também conhecido como *Variable Returns to Scale* (VRS), utiliza uma formulação que permite a projeção de cada DMU ineficiente sobre a superfície de fronteira (envoltória) determinada pelas DMUs eficientes de tamanho compatível.

Coelli (1996), no guia para o DEAP: programa de análise envoltória de dados, esboça a metodologia *Constant Returns to Scale* (CRS), que começa determinando alguma notação. Supõe-se que haja dados sobre K entradas e M saídas em cada uma das N empresas ou DMUs, como costumam ser chamadas na literatura da DEA. Para a i -ésima DMU, elas são representadas pelos vetores x_i e y_i , respectivamente. A matriz de entrada $K \times N$, X , e a matriz de saída $M \times N$, Y , representam os dados de todas as N DMUs. O objetivo do DEA é construir uma fronteira de envelopamento não paramétrica sobre os dados, de modo que todos os pontos observados fiquem na linha ou abaixo da fronteira de produção eficiente.

Coelli (1996) exemplifica: um setor em que uma saída é produzida usando duas entradas, pode ser figurado como um número de planos que se cruzam, formando um encaixe para cobrir uma dispersão de pontos no espaço tridimensional. Dada a suposição de CRS, isso também pode ser representado por uma unidade isoquanta no espaço de entrada/entrada. Para cada DMU, pode-se obter uma medida da razão de todas as saídas em todas as entradas, como $u' y_i / v' x_i$, em que u é um vetor $M \times 1$ de pesos de saída e v é um vetor $K \times 1$ de pesos de entrada. Abaixo é especificado o problema de programação matemática:

Eq.1

$$\begin{aligned} & \max u, v (u' y_i / v' x_i), \\ \text{sujeito a: } & u' y_j / v' x_j \leq 1, j = 1, 2, \dots, N, \\ & u, v \geq 0. \end{aligned}$$

Isso envolve encontrar valores para u e v , de modo que a medida de eficiência da i -ésima DMU é maximizada, sujeita à restrição de que todas as medidas de eficiência devem ser menores ou iguais a um. O problema com essa formulação de razão específica é que ela tem um número infinito de soluções. Para evitar isso, pode-se impor a restrição $v' x_i = 1$, que provê:

Eq.2

$$\begin{aligned} & \max \mu, v (\mu' y_i), \\ \text{sujeito a: } & v' x_i = 1, \\ & \mu' y_j - v' x_j \leq 0, j = 1, 2, \dots, N, \\ & \mu, v \geq 0, \end{aligned}$$

onde a notação muda de u e v para μ e v reflete a transformação. A forma é conhecida como forma multiplicadora do problema de programação linear. Usando a dualidade na programação linear, pode-se derivar um envelopamento equivalente para a forma desse problema:

Eq.3

$$\begin{aligned} & \min \theta, \lambda \theta, \\ \text{sujeito a: } & -y_i + Y\lambda \geq 0, \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0, \\ & \lambda \geq 0, \end{aligned}$$

onde θ é um escalar e λ é um vetor $N \times 1$ de constantes. Esse envelopamento envolve menos restrições do que a forma multiplicadora ($K + M < N + 1$) e, portanto, é geralmente a forma preferida de resolver. O valor de θ obtido será a pontuação da eficiência para o i -ésimo DMU. Satisfará $\theta \leq 1$, com um valor de 1 indicando um ponto na fronteira e, portanto, uma DMU tecnicamente eficiente. Observe-se que o problema de programação linear deve ser resolvido N vezes, uma vez para cada DMU da amostra. Um valor de θ é então obtido para cada DMU (COELLI, 1996).

O modelo CRS será empregado neste estudo, para avaliação do desempenho de unidades técnico-científicas da Fundação Oswaldo Cruz, onde a escolha das variáveis de entrada e saída foi realizada a partir de uma base de dados levantada no período de 2011 a 2019, em contratos de serviços continuados. Essa escolha se fundamenta na orientação a insumo, pois considera que é eficiente a unidade decisória que produz determinada

quantidade de produto ao menor custo – nesse estudo os custos estão representados pelos valores iniciais e finais dos contratos e o produto pela duração média dos contratos.

O objetivo norteador dessa metodologia é: “saber se os recursos foram aplicados para obter uso ótimo ou satisfatório ou se resultados similares, em termos de qualidade e tempo, poderiam ter sido alcançados com menos recursos” (TCU, 2018, p. 11). O modelo VRS pode ser reformulado e os valores obtidos para eficiência técnica são maiores do que aqueles obtidos com o modelo CRS. Se uma unidade técnica é eficiente com o modelo CRS, então ela também será eficiente no modelo VRS. Isso ocorre porque a medida de eficiência obtida no modelo CRS é composta pela medida de eficiência técnica no modelo VRS, razão pela qual não será utilizado o modelo VRS.

As variáveis utilizadas neste estudo foram: na forma de *Outputs* (“duração média dos contratos”; “quantidade de contratos” e “quantidade de aditivos”) e na forma de *Inputs* (“valor inicial do contrato” e “valor final do contrato”), conforme Tabela 2. Foram utilizados dados de 06 (seis) unidades técnico-científicas da Fundação Oswaldo Cruz voltadas para a pesquisa e ensino, com o objetivo de sedimentar bases sólidas para a pesquisa científica, o desenvolvimento tecnológico e a formação de recursos humanos qualificados para o enfrentamento de problemas de saúde pública, sendo que duas delas apresentavam um perfil diferenciado das demais unidades da amostra, apesar de serem unidades técnico-científicas, numa amostra que contempla os contratos de serviços continuados com período de vigência que se estende entre 01/01/2011 até 31/12/2019 e os dados foram coletados através do portal da transparência do Governo Federal. A Fundação Oswaldo Cruz está instalada em 10 estados e conta com um escritório em Maputo, capital de Moçambique, na África. Além dos institutos sediados no Rio de Janeiro, a Fiocruz tem unidades nas regiões Nordeste, Norte, Sudeste e Sul do Brasil. A partir de seus projetos de ampliação, foram criadas bases para a institucionalização de unidades – escritórios – no Ceará, Mato Grosso do Sul, Piauí e Rondônia. Ao todo, são 16 unidades técnico-científicas, voltadas para ensino, pesquisa, inovação, assistência, desenvolvimento tecnológico e extensão no âmbito da saúde. Há ainda uma unidade técnica de apoio, atuante na produção de animais de laboratório e derivados de animais. As quatro unidades técnico-administrativas são dedicadas ao gerenciamento físico da Fundação, às suas operações comerciais e à gestão econômico-financeira (FIOCRUZ, [s/d]).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Manual de Auditoria Operacional conceitua eficiência como “a relação entre os produtos (bens e serviços) gerados por uma atividade e os custos dos insumos empregados para produzi-los, em um determinado período de tempo, mantidos os padrões de qualidade” (TCU, 2020, p. 19).

Como o conceito de eficiência envolve a relação entre dois fatores, pode-se distinguir a eficiência orientada aos insumos (*input*) e a orientada aos produtos (*output*). A primeira é aquela que aceita que é eficiente a unidade decisória que produz determinada quantidade de produto ao menor custo. A quantidade de produto está predeterminada e o objetivo é minimizar o custo total. A segunda aceita eficiente a unidade decisória que, com um gasto total predeterminado, gera a maior quantidade de produtos (TCU, 2018).

Neste estudo, é sugerida inicialmente a criação de três modelos para verificações e foi observado que os estudos empíricos mostram existir uma relação entre número de DMUs e número de variáveis e recomendam que o número de DMUs seja, no mínimo, o dobro do número total de insumos e produtos (GOMES; MANGABEIRA; MELLO, 2005). “No entanto, aumentar o número de DMUs às vezes é inviável, pois o número de alternativas a serem selecionadas é determinado objetivamente em compras públicas (ZHANG; LIAO, 2022, p. 5).

Nesse sentido, apresenta-se os dados que vão ao encontro dos objetivos para desenvolvimento deste estudo, conforme Tabela 2.

Tabela 2. Dados dos insumos e produtos

DMUs (Unidades Técnicas)	Output 1 Duração média dos contratos (q)	Output 2 Quantidade de contratos (q)	Output 3 Quantidade de aditivos (q)	Input 1 Valor inicial do contrato (R\$) X1	Input 2 Valor final do contrato (R\$) X2
1	869	34	77	9.937.775,03	26.591.251,59
2	849	40	101	8.182.425,27	37.116.810,71
3	923	30	69	11.049.216,66	32.619.012,90
4	1118	40	109	18.334.698,33	62.500.760,12
5	789	34	69	47.443.039,51	254.527.770,21
6	827	15	40	21.285.738,28	117.071.592,79

Fonte: autoria própria

As variáveis que serão utilizadas (Tabela 2) contêm dados de execução dos contratos, ou seja, dados após a etapa de contratação, que são valores iniciais e finais de contratos após o seu encerramento. Os produtos estão representados pela duração média dos contratos (em dias), quantidades de contratos no período e quantidade de aditivos aos contratos para fins de repactuação e reajustes. As variáveis utilizadas como *input* representam os custos iniciais dos contratos após a licitação e valores finais posteriormente a sua execução, objetivando se fazer uma análise da eficiência desses custos, tendo como parâmetros (insumos) os custos iniciais e finais dos contratos, dados obtidos das unidades técnicas da Fiocruz. Autores como Carmo Júnior e Rosano Peña (2019) utilizaram em seu estudo as variáveis o “valor pago dos contratos” e “duração dos contratos” no estágio 1 de suas análises sobre os contratos de georreferenciamento no Programa Terra Legal.

A duração dos contratos é uma medida de aferição do contrato, que pode comprovar se o contrato é bem administrado, já que a sua desistência poderá se dar no primeiro ano e, se houver muitos inconvenientes, na sua gestão. Se bem administrado, poderá ser prorrogado até 60 meses, conforme a lei de licitações e contratos (8.666/93), pois a necessidade dos serviços contínuos é essencial para a administração pública, tais como: vigilância, limpeza, manutenção predial, secretárias e office boys etc. Essa informação se coaduna com Shi *et al.* (2015), quando relata que a eficiência dos contratos de longo prazo é falha se a quebra do contrato for feita pelo agente.

Na Tabela 2 foram selecionadas como variáveis de entrada (*inputs*-insumos), o “valor inicial dos contratos” e “valor final dos contratos” e, como saída (*output*-produto), a “duração média dos contratos”, “quantidade de contratos” e “quantidade de aditivos ao

contrato”, com o objetivo de identificar as DMUs mais eficientes na fase de execução dos contratos e constituídas três situações para fins de análise, com os dois *inputs* e um *output* por vez, conforme a Tabela 3 que mostra os resultados.

Tabela 3. Índices de performance

DMUs	Situação 1	Situação 2	Situação 3
1	1.000	1.000	1.000
2	1.000	1.000	1.000
3	0.930	0.746	0.741
4	0.650	0.545	0.622
5	0.160	0.147	0.118
6	0.374	0.144	0.152
Média	0.686	0.597	0.605

Fonte: autoria própria.

Os resultados da Tabela 3 mostram a situação 1 com a maior média em relação aos recursos disponíveis, em torno de 68,6% de eficiência, sendo a mais propensa para a análise, já que todas as situações da modelagem apontam como unidades técnicas eficientes as DMUs 1 e 2, com melhor aproveitamento dos recursos. A Tabela 4 traz os resultados da situação 1 unidade por unidade.

Tabela 4. Resultados unidade por unidade

Variáveis	Valor original	Movimento radial	Movimento folga	Valor projetado	Par	Peso	Eficiência Técnica
Unidade 1					1	1.000	1.000
<i>Output 1</i>	869	0.000	0.000	869			
<i>Input 1</i>	9.938	0.000	0.000	9.938			
<i>Input 2</i>	26.591	0.000	0.000	26.591			
Unidade 2					2	1.000	1.000
<i>Output 1</i>	849	0.000	0.000	849			
<i>Input 1</i>	8.182	0.000	0.000	8.182			
<i>Input 2</i>	37.117	0.000	0.000	37.117			
Unidade 3					1	0.880	0.930
<i>Output 1</i>	923	0.000	0.000	923	2	0.187	
<i>Input 1</i>	11.049	-0.778	0.000	10.271			
<i>Input 2</i>	32.619	-2.298	0.000	30.321			
Unidade 4					1	0.726	0.650
<i>Output 1</i>	1.118	0.000	0.000	1.118	2	0.574	
<i>Input 1</i>	18.335	-6.425	0.000	11.910			
<i>Input 2</i>	62.501	-21.903	0.000	40.598			
Unidade 5					2	0.929	0.160
<i>Output 1</i>	789	0.000	0.000	789			
<i>Input 1</i>	47.443	-39.839	0.000	7.604			
<i>Input 2</i>	254.528	-213.734	-6.300	34.494			
Unidade 6					2	0.974	0.374
<i>Output 1</i>	827	0.000	0.000	827			
<i>Input 1</i>	21.286	-13.316	0.000	7.970			
<i>Input 2</i>	117.072	-73.237	-7.679	36.155			

Fonte: autoria própria.

Após a inserção dos dados no DEAP - Programa de Análise Envoltória de Dados, obteve-se vários resultados, os quais serão relatados em seguida. O primeiro resultado foi em relação ao resumo da eficiência técnica, que conforme Tabela 4 que traz a eficiência técnica (TE), ou score, de cada DMU e a média das pontuações para a situação 1, que foi de 68,6%.

Na Tabela 4 pode-se observar o Valor original (*original value*) – o dado real da DMU, ou seja, as quantidades de insumos e produtos observados na prática. O movimento radial (*radial movement*) é a diferença entre o que a firma pratica e as quantidades de sua projeção sobre a fronteira. O movimento de folga (*slack movement*) representa a redução do excesso apresentado quando a projeção recai sobre um dos trechos da fronteira que são paralelos ao eixo. E o valor projetado (*projected value*) são as quantidades do alvo (*target*), ou seja, quanto a firma deveria estar utilizando de insumos e produtos para ser eficiente (TCU, 2018).

A Tabela 4 fornece os dados após inserção na ferramenta DEAP para interpretação dos resultados. Nessa tabela, apresenta-se a folga (*slack*) de produtos e insumos. A análise é orientada aos insumos, ou seja, a quantidade de produto é fixa e o objetivo é a minimização do custo dos insumos, por isso não houve folga nos produtos, somente nos insumos (*Input 2*), valor final dos contratos. Nesse caso houve folgas nos insumos, nas unidades “5” e “6”, com os valores de -6.300 e -7.679 respectivamente e média de 2.330, o que significa que o ponto projetado ainda apresenta alguma ineficiência; essas folgas indicam em quanto os valores dos contratos poderiam ser reduzidos. A existência de folgas é considerada como sendo uma ineficiência alocativa, visto que reflete uma combinação de insumos inadequada (SANTOS; VIEIRA, 2004). Já Färe, Grosskopf e Lovell (1994) e Kočišová, Cygańska e Kludacz-Alessandri (2020) tratam as folgas como um tipo separado de ineficiências técnica e alocativa, ambas obtidas por movimentos radiais.

Em relação aos pares (*peers*) usados para a projeção das firmas ineficientes, as unidades “1” e “2” têm como par elas mesmas por serem eficientes, enquanto que as unidades “3” e “4” tiveram como pares as unidades “1” e “2”. Já as unidades “5” e “6” tiveram como pares somente a unidade “2”. Pode-se observar o número de vezes que uma DMU é par para outra unidade, ou seja, a DMU “1”, duas vezes e a DMU “2”, quatro vezes. Na Tabela 4 pode-se notar quais são os pares da firma e os pesos de cada unidade usados para o cálculo da projeção.

Como o modelo foi orientado aos insumos, os alvos de produtos são iguais ao que já foram praticados, conforme Tabela 4. As metas de entrada trazem o alvo (*target*) de cada unidade e o insumo (*Input 2*) apresenta na Tabela 4 os valores projetados, ou seja, qual a quantidade de insumos que elas deveriam ter como metas.

4.1. BENCHMARKING

Observa-se que as unidades “1” e “2”, na situação 1, mostram-se eficientes, enquanto as demais, “3”, “4”, “5” e “6” são ineficientes. Identificada a fronteira eficiente, pode-se, utilizando os movimentos radiais, projetar as DMUs ineficientes para a fronteira de eficiência. Esses movimentos permitem identificar quais DMUs eficientes foram responsáveis por outra DMU ter sido considerada ineficiente, ou seja, quais são os *benchmarks* das DMUs ineficientes. Assim a projeção da DMU “3” e “4” para a fronteira eficiente permite dizer que as DMUs 1 e 2 foram responsáveis pela sua classificação como

ineficientes. Já as DMUs “5”, e “6” têm como *benchmarks* a DMU “2”; dessa forma, observa-se um movimento radial em maiores proporções devido à comparação com a DMU “2”.

As unidades técnicas mais eficientes, que foram as DMUs “1” e “2”, possui características que as distinguem das demais, conforme demonstrado na Tabela 9. Como o modelo foi orientado a insumos, a mudança para a fronteira de eficiência não requer uma modificação no lado do produto, mas examinam qual redução proporcional de insumos é necessária para alcançar a eficiência (KOČIŠOVÁ; GAVUROVÁ; BEHUN, 2019). Pode-se notar que as DMUs “1” e “2” são eficientes devido aos recursos aplicados, pois obtiveram uso ótimo em termos de qualidade e tempo, resultados estes alcançados com a utilização de menos recursos corroborando o que preconiza o Tribunal de Contas da União sobre Análise Envoltória de Dados em auditorias (TCU, 2018). As DMUs “1” e “2” possuem os seus valores originais e projetados idênticos. É isso que as caracterizam como unidades mais eficientes e com peso igual a 1, tendo como pares elas mesmas por serem eficientes. Nessa condição, elas são utilizadas como parâmetros para medição da eficiência das demais unidades.

Observa-se na Tabela 5 que a DMU 3, para atingir a eficiência em relação às DMUs eficientes, necessita reduzir os seus *inputs* em 7,0 %, ou seja, o resultado da relação entre o valor original e o valor projetado. Segue na Tabela 10 o *benchmarking* das unidades ineficientes “3”; “4”; “5” e “6”, tendo como parâmetros as unidades eficientes, ou seja, o valor projetado em relação aos pesos dos seus pares eficientes (Tabela 4).

Tabela 5. Análise do *Benchmarking*

Variáveis	Valor original	Valor projetado	% reduzido	Eficiência Técnica
DMU 1				1.000
<i>Output 1</i>	869	869	-	
<i>Input 1</i>	9.938	9.938	-	
<i>Input 2</i>	26.591	26.591	-	
DMU 2				1.000
<i>Output 1</i>	849	849	-	
<i>Input 1</i>	8.182	8.182	-	
<i>Input 2</i>	37.117	37.117	-	
DMU 3				0.930
<i>Output 1</i>	923	923	-	
<i>Input 1</i>	11.049	10.271	7,0	
<i>Input 2</i>	32.619	30.321	7,0	
DMU 4				0.650
<i>Output 1</i>	1.118	1.118	-	
<i>Input 1</i>	18.335	11.910	54,0	
<i>Input 2</i>	62.501	40.598	54,0	
DMU 5				0.160
<i>Output 1</i>	789	789		
<i>Input 1</i>	47.443	7.604	523,9	
<i>Input 2</i>	254.528	34.494	637,9	
DMU 6				0.374
<i>Output 1</i>	827	828	-	
<i>Input 1</i>	21.286	7.970	167,1	
<i>Input 2</i>	117.072	36.155	223,8	

Fonte: autoria própria.

Na Tabela 5 as DMUs “3” e “4” tiveram como parâmetros as DMUs “1” e “2” para o cálculo da eficiência técnica e valores mais coerentes de percentual reduzido (7% e 54%), por estarem com percentuais de eficiência em níveis mais altos – 93% e 65% respectivamente – e mais compatíveis com as DMUs eficientes. Já as DMUs “5” e “6” sugerem percentuais de eficiência mais baixos, em torno de 16% e 37,4% respectivamente, devido a sua incompatibilidade com as demais DMUs. Essas DMUs têm como *benchmark* a DMU “2”, o que contribuiu para um percentual de redução bem maior para se projetar na fronteira de eficiência e, conseqüentemente, valores projetados bem menores dos *inputs* 1 e 2. Ao se utilizar o valor original da unidade eficiente 2 e multiplicar pelo valor do peso das unidades 5 e 6, obtêm-se o valor projetado para essas unidades tornarem-se eficientes.

5. CONCLUSÕES

Nessa abordagem aplicou-se o DEA com retornos constantes de escala (CRS) orientada aos insumos em 06 (seis) unidades técnico-científicas da Fiocruz utilizando-se dois tipos de insumos (X1 e X2) para produzir determinado produto (q), a fim de se obter a eficiência técnica. As variáveis e as quantidades de insumos e produtos utilizadas estão representadas na Tabela 2.

Com os resultados gerados, foi possível identificar as unidades técnicas mais eficientes, que foram as DMUs “1” e “2”, o que sugere que os contratos dessas unidades foram bem administrados pelos seus gestores e serviram para avaliar comparativamente os contratos das demais unidades da amostra. Pode-se verificar que unidades com quantidades maiores de insumos, não necessariamente serão unidades eficientes, mas, o que foi observado é se os recursos foram aplicados para obter uso ótimo ou satisfatório ou se resultados similares, em termos de qualidade e tempo, poderiam ter sido alcançados com menos recursos, corroborando o que preconiza o Tribunal de Contas da União sobre Análise Envoltória de Dados em auditorias (TCU, 2018). A variável qualidade não foi avaliada, mas parte-se do princípio que as unidades que se mostraram eficientes no sistema DEAP fizeram uso ótimo dos recursos envolvendo qualidade e tempo, conforme preconiza o TCU.

Como recomendação aos gestores e fiscais para avaliar a qualidade na execução do contrato, sugerimos um exame minucioso dos valores dispendidos com reajustes e repactuações na elaboração de aditivos; a observância do tempo (duração) e um acompanhamento criterioso na execução desses contratos pelo fornecedor, que podem ser traduzidos em fatores de eficiência contratual, evitando distorções nos custos finais dos contratos.

Com base nos resultados apresentados, auditorias podem ser realizadas para verificações nas DMUs “5” e “6”, embasadas nas quantidades de contratos firmados e valores envolvidos, devido aos movimentos radiais e valores projetados mostrarem-se incompatíveis em relação às demais unidades da amostra.

O estudo teve limitações devido à escolha de algumas unidades técnico-científicas por conveniência para coleta de dados, pois, além de estar concentrado em um só órgão público e não ser representativa de todo o universo dos contratos de serviços públicos continuados, estudos futuros são necessários para aumentar a validade externa da pesquisa. Essa amostragem pode ser ampliada para toda a Fundação Oswaldo Cruz como ferramenta de gestão para avaliação e monitoramento da eficiência dos gastos públicos,

pois destaca as unidades mais eficientes da amostra, considerando a relação custo/duração dos contratos e projeta os valores dos contratos das demais unidades para a fronteira de eficiência através de movimentos radiais e de folga. Este estudo, pioneiro dentro da Fiocruz, traz uma lacuna interessante para a realização de estudos mais contundentes utilizando o modelo proposto.

O procedimento de DEA e *benchmarking* aqui realizados podem servir de parâmetro para estudos semelhantes em outras organizações públicas que realizam licitações e compras, contribuindo assim para a prática gerencial. Espera-se que as variáveis escolhidas, adequadas ao monitoramento da eficiência dos custos relacionados à gestão de contratos públicos no contexto brasileiro, sejam utilizadas em novos estudos acadêmicos.

REFERÊNCIAS

- [1] ALBINO-WAR, Ms Maria A. et al. Making the most of public investment in MENA and CCA oil-exporting countries. International Monetary Fund, 2014.
- [2] ANCARINI, A.; GUCCIO, C.; RIZZO, I. The role of firms qualification in public contracts execution: An empirical assessment. *Journal of Public Procurement*, v. 16, n. 4, 2016.
- [3] AVKIRAN, N. K. Investigating technical and scale efficiencies of Australian Universities through data envelopment analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, v. 35, n. 1, p. 57–80, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0038-0121\(00\)00010-0](https://doi.org/10.1016/S0038-0121(00)00010-0).
- [4] BOWLIN, W. F. Measuring Performance: An Introduction to Data Envelopment Analysis (DEA). *The Journal of Cost Analysis*, v. 15, n. 2, p. 3–27, 1998. <https://doi.org/10.1080/08823871.1998.10462318>.
- [5] CARMO JÚNIOR, O. M. do; ROSANO PEÑA, C. Eficiência dos contratos de georreferenciamento na Administração Pública. *RIL Brasília*, v. 56, n. 223, p. 213–234, 2019.
- [6] CHARNES, A; COOPER, W.W.; LEWIN, A.Y.; SEIFORD, L.M. *Data envelopment analysis: theory, methodology, and application*. Dordrecht: Kluwer Academic. 1994.
- [7] CHAVES, A. C. A.; THOMAZ, A. C. F. Gestão Pública e Pesquisa Operacional: avaliação de desempenho em Agências da Previdência Social. *Revista do Serviço Público*, v. 59, n. 2, p. 221–236, 2014. <https://doi.org/10.21874/rsp.v59i2.146>.
- [8] CHAVES VASCONCELOS, M.; ZDZIARSKI, A. D.; WESTARB CRUZ, J. A.; VIEIRA DA SILVA, W.; DA SILVA, C. L. Análise da eficiência do atendimento do sistema único de saúde nos municípios paranaenses. *GCG GEORGETOWN UNIVERSITY - UNIVERSIA*, v. 11, n. 2, 2017.
- [9] COELLI, T. *A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program*. University of New England, p. 49, 1996.
- [10] DECAROLIS, F.; PALUMBO, G. Renegotiation of public contracts: An empirical analysis. *Economics Letters*, v. 132, p. 77–81, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2015.04.025>.
- [11] DOS SANTOS, M. L.; DA CRUZ VIEIRA, W. *Métodos quantitativos em economia*. Viçosa: UFV, 2004.
- [12] FANCELLO, G.; UCCHEDDU, B.; FADDA, P. Data Envelopment Analysis (D.E.A.) for Urban Road System Performance Assessment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 111, p. 780–789, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.112>.
- [13] FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; LOVELL, C.A.K. *Production frontiers*. Cambridge University Press, 1994.
- [14] GOMES, E. G.; MANGABEIRA, J. A. de C.; MELLO, J. C. C. B. S. de. Análise de envoltória de dados para avaliação de eficiência e caracterização de tipologias em agricultura: um estudo de caso. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 43, n. 4, p. 607–631, dez. 2005. <https://doi.org/10.1590/S0103-20032005000400001>.
- [15] GREGA, M.; ORVISKA, M.; NEMEC, J.; LAWSON, C. Factors Determining the Efficiency of Slovak

Public Procurement. *NISPAce Journal of Public Administration and Policy*, v. 12, n. 1, p. 43–68, 1 jun. 2019. <https://doi.org/10.2478/nispa-2019-0002>.

- [16] HANAUEROVÁ, E. Assessing the technical efficiency of public procurements in the bus transportation sector in the Czech Republic. *Socio-Economic Planning Sciences*, v. 66, p. 105–111, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2018.07.010>
- [17] KOČIŠOVÁ, K.; CYGAŇSKA, M.; KLUDACZ-ALESSANDRI, M. The Application of Data Envelopment Analysis for Evaluation of Efficiency of Healthcare Delivery for CVD Patients. *E+M Ekonomie a Management*, v. 23, n. 2, p. 96–113, 2020. <https://doi.org/10.15240/tul/001/2020-2-007>.
- [18] KOCISOVA, K.; GAVUROVA, B.; BEHUN, M. The Importance of Implementing Environmental Variables in the Process of Assessment of Healthcare Efficiency through DEA. *Ekonomický časopis*, n. 4, p. 367–389, 2019.
- [19] LINS, M. E.; LOBO, M. S. de C.; SILVA, A. C. M. da; FISZMAN, R.; RIBEIRO, V. J. de P. O uso da Análise Envoltória de Dados (DEA) para avaliação de hospitais universitários brasileiros. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 12, n. 4, p. 985–998, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232007000400020>.
- [20] MUÑOZ-SORO, J. F.; ESTEBAN, G.; CORCHO, O.; SERÓN, F. PPROC, an ontology for transparency in public procurement. *Semantic Web*, v. 7, n. 3, p. 295–309, 2016. <https://doi.org/10.3233/SW-150195>.
- [21] OZCAN, Yasar A. et al. Benchmarking de cuidados de saúde e avaliação de desempenho. Springer EUA, 2008.
- [22] PATRUCCO, A. S.; LUZZINI, D.; RONCHI, S. Evaluating the Effectiveness of Public Procurement Performance Management Systems in Local Governments. *Local Government Studies*, v. 42, n. 5, p. 739–761, 2016. <https://doi.org/10.1080/03003930.2016.1181059>.
- [23] RAM JAT, T.; SAN SEBASTIAN, M. Technical efficiency of public district hospitals in Madhya Pradesh, India: a data envelopment analysis. *Global Health Action*, v. 6, n. 1, p. 21742, dez. 2013. <https://doi.org/10.3402/gha.v6i0.21742>.
- [24] ROSANO-PEÑA, C.; ALBUQUERQUE, P. H. M.; MARCIO, C. J. A eficiência dos gastos públicos em educação: evidências georreferenciadas nos municípios goianos. *Economia Aplicada*, v. 16, n. 3, p. 421–443, set. 2012. <https://doi.org/10.1590/S1413-80502012000300004>.
- [25] SAUSSIÉ, S.; TIROLE, J. Renforcer l'efficacité de la commande publique. *Notes du conseil d'analyse économique*, v. 22, n. 3, p. 1, 2015. <https://doi.org/10.3917/ncae.022.0001>.
- [26] SAV, G. T. Productivity, Efficiency, and Managerial Performance Regress and Gains in United States Universities: A Data Envelopment Analysis. *Advances in Management & Applied Economics*, v. 2, n. 3, p. 13–32, 2012.
- [27] SHI, Lei; ONISHI, Masamitsu; KOBAYASHI, Kiyoshi. Payoff Externality and Performance-Based Contracts for Transport Infrastructure. *International Journal of Transportation*, v. 3, n. 1, p. 37–54, 2015.
- [28] SOUZA, M. W.; MACEDO, M. A. da S. Análise da Eficiência utilizando a Metodologia DEA em Organização Militar de Saúde: o Caso da Odontoclínica Central do Exército. *Sociedade, Contabilidade e Gestão*, v. 3, n. 2, 27 jan. 2010. DOI 10.21446/scg_ufrj.v3i2.13158
- [29] SOUZA, Geraldo da Silva. Significância de efeitos técnicos na eficiência de produção da pesquisa agropecuária. *Revista Brasileira de Economia*, v. 60, n. 1, p. 69–86, 2006.
- [30] TAVARES, V. B.; CARVALHO, L.; RIBEIRO, K. C. de S. Inovação e Eficiência na Gestão Pública: o Caso das Compras Eletrônicas do Governo de Minas Gerais. In: Congresso Latino-Iberoamericano de Gestão da Tecnologia, 16., 2015, Porto Alegre. Anais [...] ALTEC, p. 1–14, 2015. Disponível em: <http://altec2015.nitec.co/altec/papers/1041.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2020.
- [31] TCU. TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. Técnica de Análise Envoltória de Dados em Auditorias. 1.ed. Brasília: TCU, Secretaria de Controle Externo no Estado do Paraná (Secex-PR), 2018. 38 p. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/biblioteca-digital/tecnica-de-analise-envoltoria-de-dados-em-auditoria.htm>. Acesso em: 13 mai. 2021.
- [32] TCU. TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. Manual de auditoria operacional / Tribunal de da União. -- 4.ed. – Brasília : TCU, Secretaria-Geral de Controle Externo (Segecex), n. 4, p. 166, 2020.

- [33] THORSTENSEN, V.; GIESTEIRA, L. F. Caderno Brasil na OCDE – Compras Públicas. Relatório Institucional, p.1-49, 2021. <https://doi.org/10.38116/cbocdecpc/compraspublicas>.
- [34] WILLIAMSON, Laura. Assessment of City of Austin Social Service Contracting Practices. 2015
- [35] ZHANG, Z.; LIAO, H. A stochastic cross-efficiency DEA approach based on the prospect theory and its application in winner determination in public procurement tenders. *Annals of Operations Research*, 2022. DOI 10.1007/s10479-022-04539-0