

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

JUAN MIGUEL CLEFFI PATRONE

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE CUSTOS DO SISTEMA DE GESTÃO DE
SEGURANÇA E SAÚDE OCUPACIONAL (SGSSO) DE UMA EMPRESA
FABRICANTE DE ELEVADORES**

São Leopoldo

2023

JUAN MIGUEL CLEFFI PATRONE

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE CUSTOS DO SISTEMA DE GESTÃO DE
SEGURANÇA E SAÚDE OCUPACIONAL (SGSSO) DE UMA EMPRESA
FABRICANTE DE ELEVADORES**

Artigo apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, pelo Curso de Engenharia de Produção da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Orientador: Prof. Dr. Fabio Sartori Piran

São Leopoldo

2023

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE CUSTOS DO SISTEMA DE GESTÃO DE SEGURANÇA E SAÚDE OCUPACIONAL (SGSSO) DE UMA EMPRESA FABRICANTE DE ELEVADORES

Juan Miguel Cleffi Patrone
Fabio Sartori Piran

Resumo: Os problemas na gestão da saúde e segurança no trabalho podem causar sérios prejuízos a saúde dos trabalhadores, incluindo, em alguns casos, a perda de vidas. Além disso, esses prejuízos afetam a vida das famílias e geram elevadas perdas econômicas para organizações e países. No Brasil, em 2022, ocorreram 7 fatalidades para cada 100.000 trabalhadores. Globalmente, foram registradas 2,8 milhões de mortes relacionadas a acidentes de trabalho, resultando em uma perda econômica de cerca de 2,68 bilhões de euros. Além de ser importante para garantir a saúde e bem-estar dos trabalhadores, o desempenho da segurança do trabalho é crucial para assegurar a continuidade e prosperidade das organizações e países. Assim, a eficiência de custos representa um fator decisivo na competitividade das empresas e na redução das perdas econômicas decorrentes de acidentes de trabalho. Nesse contexto, este estudo objetiva avaliar a eficiência de custos do Sistema de Gestão de Segurança e Saúde do Trabalho (SGSSO) de uma Multinacional do ramo de Elevadores, a partir do *benchmarking* interno entre as filiais brasileiras da organização. Essa avaliação é realizada por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA). Os resultados obtidos revelaram que seis das Unidades Tomadoras de Decisão (DMUs) gerenciam eficientemente os recursos econômicos, tonando-se referência para as demais. Houve uma melhoria progressiva na eficiência de custos geral no período analisado (2020-2022). Identificou-se também as DMUs com menor eficiência e maior folga de recursos para alcançar os níveis das melhores DMUs. A partir dos resultados, recomenda-se que as Unidades Tomadoras de Decisão (DMUs) com desempenho inferior busquem identificar e adotar as práticas de gestão evidenciadas pelas DMUs mais eficientes. Com isso, pode-se promover a melhoria da gestão de recursos dessas unidades, com vistas à elevação da eficiência.

Palavras-chave: Análise Envoltória de Dados; eficiência; DEA; *Benchmarking* Interno; Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional; SGSSO.

Abstract: Problems in occupational health and safety management can cause severe damage to workers' health, including, in some cases, loss of life. In addition, these losses affect the lives of families and generate high economic losses for organizations and countries. In Brazil, in 2022, there were seven fatalities for every 100,000 workers. Globally, 2.8 million work-related deaths were recorded, resulting in an economic loss of about 2.68 billion euros. In addition to ensuring workers' health and well-being, occupational safety performance is crucial for ensuring the continuity and prosperity of organizations and countries. Thus, cost efficiency represents a decisive factor in the competitiveness of companies and the reduction of economic losses due to occupational accidents. In this context, this study aims to evaluate the cost efficiency of a multinational company's Occupational Health and Safety Management System (OHSMS) in the elevator business based on internal benchmarking between the

Brazilian branches of the organization. This evaluation is carried out utilizing Data Envolutory Analysis (DEA). The results revealed that six decision units (DMUs) manage economic resources efficiently, becoming a reference for the others. There was a progressive improvement in overall cost efficiency in the analyzed period (2020-2022). We also identified DMUs with lower efficiency and more resource slack to reach the levels of the best DMUs. From the results, it is recommended that the decision units (DMUs) with inferior performance seek to identify and adopt the management practices evidenced by the more efficient DMUs. With this, one can promote improving resource management of these units, aiming at increasing efficiency.

Keywords: Data Envelopment Analysis; efficiency; DEA; Internal Benchmarking; Occupational Health and Safety Management Systems; OHSMS.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil e o México registram aproximadamente sete fatalidades a cada 100.000 trabalhadores, o que os coloca entre os dez países com os maiores índices globais de fatalidades decorrentes de acidentes de trabalho (ILO, 2022). No entanto, esses índices ainda são superados por outros países da América Latina, como Cuba, que apresenta cerca de 25 fatalidades a cada 100.000 habitantes, e Costa Rica e Nicarágua, que registram aproximadamente de 9 e 12, respectivamente (ILO, 2022). Esses índices são ainda mais significativos se comparados com países europeus desenvolvidos como Alemanha ou Dinamarca, que possuem uma fatalidade para cada 100.000 trabalhadores (ILO, 2022). Mundialmente, mais de 2,8 milhões de mortes ao ano são consequência de acidentes de trabalho ou enfermidades relacionadas ao trabalho, número que aumenta para 376,8 milhões ao considerar lesões não fatais (ILO, 2022). Apesar desses números representarem vidas humanas, quando avaliadas as perdas econômicas das organizações e dos países devido aos acidentes de trabalho e enfermidades subsequentes, os valores também são alarmantes.

Nos últimos anos as perdas econômicas mundiais relacionadas a fatalidades e enfermidades ocasionadas por acidentes de trabalho aumentaram para 2,68 bilhões de euros o que representa 3,9% do PIB global (VAN DEN HEUVEL et al., 2017). Esse aumento indica que existem falhas no modo em que as organizações vêm gerenciando e avaliando o desempenho da segurança e saúde no ambiente de trabalho. Nesse cenário, tornam-se necessárias melhorias nos sistemas de avaliação de desempenho dos Sistemas de Gestão de Segurança e Saúde do Trabalho (SGSSO). Um dos meios possíveis para avaliar esse desempenho e adotar práticas

que promovam a sua melhoria é a implementação de métricas de produtividade, eficiência, eficácia e efetividade. Esses conceitos podem ser sintetizados como: (i) produtividade: é a relação entre recursos de entradas (*inputs*) e os resultados de saída (*outputs*), esse é um indicador que as organizações desejam maximizar (PIRAN; LACERDA; CAMARGO, 2018);(ii) eficiência: é a medida que representa o aproveitamento dos recursos, trata-se da capacidade de conseguir o objetivo fixado com o mínimo uso possível dos recursos (PIRAN; LACERDA; CAMARGO, 2018); (iii) eficácia: é o cumprimento das metas traçadas para um determinado projeto sem considerar os recursos utilizados, é considerada a maneira de fazer a coisa certa enquanto a eficiência se refere a fazer as coisas direito (DRUCKER, 2006); e (iv) efetividade: é capacidade de alcançar as metas traçadas considerando os recursos utilizados, ou seja, sendo eficiente (PIRAN; LACERDA; CAMARGO, 2018).

Uma das maneiras conhecidas para analisar a eficiência, identificando a melhor utilização dos recursos, é a partir da utilização da Análise Envoltória de Dados (DEA). A DEA é uma técnica que permite avaliar a eficiência relativa das Unidades Tomadoras de Decisão (DMUs) mediante um procedimento de avaliação comparativa dos dados de entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*) (BANKER; CHARNES; COOPER, 1984; CHARNES; COOPER; RHODES, 1978).

Com a DEA é possível calcular tanto a eficiência técnica e alocativa, como a Econômica de uma DMU em análise. A eficiência técnica (ET) considera as quantidades físicas utilizadas no processo de produção (FARE; GROSSKOPF; LOVELL, 1993; FÄRE; GROSSKOPF; LOVELL, 1985), está relacionada com a capacidade de um processo de produzir uma determinada quantidade de bens e serviços, consumindo a menor quantidade possível de insumos (FERREIRA; GOMES, 2020). A eficiência alocativa (AE) é aplicada quando os dados de entradas e saídas são mensuráveis em unidades monetárias (PIRAN; LACERDA; CAMARGO, 2018; PORTELA; THANASSOULIS, 2014). A partir da ET e EA é possível avaliar a eficiência econômica (EE) que implica a escolha otimizada das combinações de entradas e saídas, de insumos e produtos tendo em conta os custos, ingressos, lucros e os preços dos fatores utilizados nesse processo. (FARE; GROSSKOPF; LOVELL, 1993; FÄRE; GROSSKOPF; LOVELL, 1985; PIRAN; LACERDA; CAMARGO, 2018). Assim, para determinar a eficiência econômica é necessário determinar a eficiência técnica e a eficiência alocativa, que é calculada a partir da equação: $EE = ET * AE$ (PIRAN; LACERDA; CAMARGO, 2018).

A análise dos custos dos insumos e os preços dos produtos, além das quantidades físicas foi uma das principais contribuições para mensurar a Eficiência de Custos, considerando aspectos econômicos (FARRELL, 1957). A eficiência de custos avalia a capacidade de uma DMU em minimizar os custos, considerando a maneira em que esses são alocados para produzir o mesmo nível de saídas (PORTELA; THANASSOULIS, 2014). Nesta pesquisa será avaliada a eficiência de custos, procurando a maneira mais eficiente de minimizar os custos associados a gestão de segurança do trabalho.

Na aplicação da DEA, pode existir a dificuldade de obter informações detalhadas das empresas que competem no mesmo mercado devido à natureza confidencial dessas informações (PIRAN et al., 2021). Para superar estas dificuldades, o *benchmarking* interno é uma alternativa possível visto que nestes casos uma empresa (DMU) é comparada consigo mesma em diferentes períodos de tempo (CARPINETTI; DE MELO, 2002; SOUZA et al., 2018). Isso permite identificar quais são as melhores práticas observadas em uma organização (PIRAN et al., 2021).

Dentro das organizações, em que o foco está no aumento da lucratividade, podem existir resistência no investimento na Gestão de Segurança e Saúde do Trabalho se essas ações não incrementarem os resultados econômicos (COX; SCHLEIER, 2010; GOLDRATT, 1990). No entanto, é raro encontrar análises da utilização da DEA com um enfoque de avaliação da eficiência técnica e econômica no âmbito de segurança e saúde no trabalho. Alguns estudos abordam no enfoque econômico sem ter como objetivo sólido a eficiência do Sistema de Gestão de Segurança e Saúde do Trabalho (SGSSO) (BABAJANI et al., 2019; SHIRALI et al., 2018).

Considerando os aspectos elencados ao longo desta seção, este artigo objetiva avaliar a eficiência de custos do Sistema de Gestão de Segurança e Saúde do Trabalho de uma Multinacional do ramo de Elevadores. A avaliação utiliza o procedimento de *benchmarking* interno avaliando as distintas unidades brasileiras da mesma empresa.

Este artigo está organizado em seis seções. Nesta primeira, o estudo é introduzido. Na seção dois é apresentada a síntese de antecedentes da aplicação da DEA na segurança e saúde no trabalho. Na terceira seção são descritos os procedimentos metodológicos utilizados na planificação e execução da investigação.

Os resultados são apresentados na quarta seção e discutidos na quinta. Por fim, as conclusões e limitações encontradas neste estudo são apresentadas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Antecedentes da DEA na Segurança e Saúde Ocupacional

Em relação à aplicação da DEA na saúde e segurança no trabalho, alguns estudos foram publicados. Entre esses, o estudo conduzido por Nahangi, Chen e McCabe (2019), em que foi realizada a análise da eficiência técnica da segurança em obras de construção civil no Canadá. Cada obra foi considerada como uma DMU e diversos parâmetros que caracterizam o clima de segurança foram utilizados como a entrada do sistema (*input*), enquanto o número de incidentes foi considerado como a saída (*output*). A partir dessa análise, foi possível identificar uma correlação direta entre o número de incidentes e a eficiência das obras, permitindo investigar os fatores que afetam o clima de segurança no ambiente de trabalho. Concluiu-se no estudo que para aumentar a eficiência das obras, é crucial melhorar o parâmetro "pressão de trabalho" e atribuir a ele a maior prioridade, enquanto a redução da "sobrecarga de funções" é o fator menos impactante na eficiência. Além disso, foi confirmada uma relação direta e forte entre a métrica de segurança (medida invertendo o número de incidentes) e a eficácia dos resultados. Essa relação forte e direta evidencia que os valores de eficiência aumentam quando a métrica de segurança em uma obra aumenta, isto é, quando o número de incidentes na obra diminui.

Foram publicadas pesquisas aplicando DEA para avaliar a eficiência técnica da segurança no setor industrial. Como o trabalho realizado por Beriha, Patnaik e Mahapatra (2011) que foi aplicado em 3 tipos de organizações industriais da Índia: construção, refractaria e siderúrgica. Os dados de entrada avaliados foram as despesas relacionadas a saúde, treinamentos e ferramentas, enquanto as saídas consideradas foram o número de acidentes, classificados pelos níveis de consequências. Foram aplicados os modelos Retorno Constante de Escala (CRS) e Retorno Variável de Escala (VRS) para avaliar diferentes enfoques de escalas e determinar as DMUs mais eficientes do ponto de vista técnico. Concluindo que a eficiência técnica encontrada a partir de ambos os modelos (CRS e VRS) foram significativamente diferentes, indicando a necessidade de escolher cuidadosamente o

modelo mais apropriado para cada situação. O estudo apresenta uma metodologia simples, porém abrangente, para aprimorar a performance em segurança, além de descrever uma avaliação comparativa das práticas de segurança em distintos setores industriais. Além disso, Beriha, Patnaik e Mahapatra (2011) destacam certas limitações e implicações relevantes, como as restrições relacionadas ao número de componentes de entrada e saída considerados para cada DMU e ao número de setores industriais tratados no estudo. Dessa forma, diferentes conjuntos de entradas e saídas podem resultar em variações nos resultados. O método apresentado, por sua vez, é genérico o que o torna viável para ser adotado pelos gestores, permitindo avaliar o desempenho atual em segurança e adotar ações que incrementem a eficiência técnica. Ainda, a falta da disponibilização de dados quantitativos por diversas DMUs apresenta outra limitação prática a ser considerada, tendo em vista que nem sempre as organizações estão dispostas a compartilhá-los.

El-Mashaleh, Rababeh e Hyari (2010) realizaram um estudo sobre a eficiência aplicando DEA na segurança do trabalho para comparar o nível de eficiência relativa entre as empresas contratantes. El-Mashaleh, Rababeh e Hyari (2010) avaliaram as despesas relacionadas à segurança como proporção da receita total das empresas e correlacionaram essas informações com os resultados obtidos em relação aos acidentes, classificados conforme os diferentes graus de consequências. Concluindo que a aplicação da DEA proposta no estudo pode ser utilizada por um contratante específico para medir o próprio desempenho de segurança ao longo do tempo. Com os dados disponíveis de vários anos, cada ano pode ser considerado uma única Unidade Tomadora de Decisão (DMU). Ao realizar essa análise, um contratante pode determinar quantitativamente se o desempenho na segurança da empresa está melhorando com o tempo. Além disso, a metodologia proposta pode ser aplicada no nível do projeto. Cada projeto é considerado uma única DMU e, portanto, os projetos são "comparados" entre si. Como resultado, os contratantes podem identificar os projetos de maior desempenho e isolar os fatores internos que contribuíram para um melhor desempenho. Dessa forma, concluiu-se que essa metodologia apresenta uma ferramenta valiosa para a melhoria do desempenho de segurança na indústria da construção, proporcionando direcionamento para o aperfeiçoamento da eficiência da segurança no ambiente de trabalho.

Além disso, o estudo realizado por Qi et al. (2022) utilizou a DEA para avaliar o desempenho das empresas da construção civil na China, considerando *inputs* que

levaram em conta o total de acidentes e mortes, e saídas relacionadas ao valor agregado da indústria da construção (em bilhões de ienes ¥), área construída (em metros quadrados) e número de funcionários em empresas de construção (milhões de pessoas). O objetivo desta avaliação de desempenho em segurança do trabalho foi reduzir a taxa de acidentes e mortalidade na indústria da construção. Para isso, Qi et al. (2022) utilizaram o modelo DEA orientado a entrada. Concluiu-se que diante da gravidade dos resultados indesejados, tornou-se evidente que a indústria da construção apresenta um desempenho superior na prevenção de mortes no ambiente de trabalho, em comparação a prevenção de acidentes não fatais. Além disso, o Qi et al. (2022) afirmam que estudo pode impulsionar e servir como referência para outros países em desenvolvimento, a fim de alcançar um equilíbrio entre o desempenho de segurança na construção e o desenvolvimento industrial, considerando aspectos como valor agregado da indústria da construção, área finalizada de construções de edifícios e o número total de trabalhadores envolvidos em empresas deste ramo.

O Quadro 1 apresenta resumidamente os 4 artigos analisados para a realização deste estudo, informando o modelo utilizado, orientação, *inputs* e *outputs* para cada caso.

Quadro 1 – Estudos Relacionados com aplicação da DEA na Segurança do Trabalho

Autor/ Ano	Modelo	Orientação	Input	Output
Nahangi, Chen e McCabe (2019)	CRS	<i>Outputs</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Parâmetros de Clima de segurança das obras: comprometimento da gerência, percepção de segurança do supervisor, percepção de segurança dos colegas de trabalho, consciência de segurança, pressão de trabalho, sobrecarga de trabalho 	<ul style="list-style-type: none"> • Incidentes de segurança, classificados como incidentes de 3 categorias (danos físicos, eventos inseguros ou sintomas de estresse psicológico)
Beriha, Patnaik e Mahapatra (2011)	CRS	<i>Inputs</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Despesas de saúde • Despesas de treinamento de segurança • Despesas na melhoria das ferramentas, instrumentos, máquinas e materiais relacionados ao processo. • Despesas com equipamentos e ferramentas de segurança 	<ul style="list-style-type: none"> • Acidente que não cause qualquer incapacidade e não implique perda de dias de trabalho • Acidente que não causa qualquer incapacidade, mas envolve dias perdidos de trabalho • Acidente causando incapacidade temporária • Acidente causando incapacidade parcial permanente

Autor/ Ano	Modelo	Orientação	Input	Output
				<ul style="list-style-type: none"> Acidente causando invalidez permanente total ou morte
	VRS	<i>Inputs</i>	<ul style="list-style-type: none"> Despesas de saúde Despesas de treinamento de segurança Despesas na melhoria das ferramentas, instrumentos, máquinas e materiais relacionados ao processo, para alcançar um ambiente seguro e saudável Despesas com equipamentos e ferramentas de segurança 	<ul style="list-style-type: none"> Acidente que não cause qualquer incapacidade e não implique perda de dias de trabalho Acidente que não causa qualquer incapacidade, mas envolve dias perdidos de trabalho Acidente causando incapacidade temporária Acidente causando incapacidade parcial permanente Acidente causando invalidez permanente total ou morte
El-Mashaleh, Rababeh e Hyari (2010)	CRS	<i>Outputs</i>	<ul style="list-style-type: none"> Despesas de segurança como porcentagem da receita total 	<ul style="list-style-type: none"> Acidente que não cause qualquer incapacidade e não implique perda de dias de trabalho Acidente que não causa qualquer incapacidade, mas envolve dias perdidos de trabalho Acidente causando incapacidade temporária Acidente causando incapacidade parcial permanente Acidente causando invalidez permanente total ou morte
QI et al. (2022)	VRS	<i>Inputs</i>	<ul style="list-style-type: none"> Número total de acidentes de construção Número total de mortes na construção 	<ul style="list-style-type: none"> Valor agregado da indústria da construção (bilhões de ienes ¥) Área acabada de construção civil (milhões de m²) Número total de funcionários em empresas de construção (milhares)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em síntese, nas pesquisas em segurança no trabalho, as variáveis consideradas geralmente envolvem aspectos técnicos e físicos, dados demográficos, números de acidentes e clima de segurança. Entretanto, pesquisas a respeito da eficiência econômica são frequentemente negligenciadas (PIRAN et al., 2021). Diante disso, por meio da realização do *benchmarking* interno entre diferentes unidades, em que os custos são conhecidos, é recomendável empregar um modelo de eficiência de

custos (PIRAN; LACERDA; CAMARGO, 2018). Conforme afirmado por Gomes (2022) a geração de dados relevantes pode contribuir para auxiliar gestores, diretores e profissionais atuantes na área de segurança a alcançarem resultados mais expressivos, por meio da redução de perdas significativas oriundas de um Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional (SGSSO) ineficiente. Nesse sentido, tais informações podem fornecer subsídios para o impulsionamento de melhorias continuadas no âmbito das organizações em questão.

2.2 Eficiência de Custos

Dentro dos modelos clássicos Retorno Constante de Escala (CRS) e Retorno Variável de Escala (VRS), é calculada a eficiência de custos por meio da Equação 1 (ASHRAFI; KALEIBAR, 2017; SAHOO; MEHDILOOZAD; TONE, 2014). É importante destacar que, para cada DMU j ($j = 1, \dots, n$) é considerado um vetor m representado por x_j (x_{1j}, \dots, x_{mj}) refletindo a quantidade de entradas (*inputs*) utilizadas para produzir dado vetor s de saídas (*outputs*), representados por y_j (y_{1j}, \dots, y_{sj}) em que os custos dos *inputs* são dados pelo vetor c_j (c_{1j}, \dots, c_{mj}). Para DMU_0 o modelo tradicional de eficiência de custo é a solução do modelo de programação linear (1), em que x_i são as grandezas de entradas e as λ_j são as variáveis de intensidade, ambas são as variáveis de decisão

$$\begin{aligned}
 \text{Min}_{\lambda_j, x_i} \quad C^0 &= \sum_{i=1}^m c_{io} x_i \\
 \text{s. t.} \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_i, \quad i = 1, \dots, m, \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro}, \quad r = 1, \dots, s, \\
 & \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n.
 \end{aligned} \tag{1}$$

O objetivo da Equação 1 é calcular o modelo CRS. Visto que para o cálculo do modelo VRS é necessário acrescentar $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$. Ressalta-se que a eficiência de custo da DMU_0 é definida como a razão do custo mínimo para o custo real observado, ou seja, $C^o = \frac{c^t x^*}{c^t x_0} = \frac{\sum_{i=1}^m c_i x_i^*}{\sum_{i=1}^m c_i x_{i0}}$ (ASHRAFI; KALEIBAR, 2017; GHIYASI, 2017; POURMAHMOUD; BAFEKR SHARAK, 2018). Quando o índice de eficiência é 1, a DMU_0 é eficiente em custos, em caso contrário (menor que 1) a DMU_0 é ineficiente.

A eficiência de custos, definida pela Equação 1 no modelo clássico CRS e VRS, pode ser decomposta em eficiência técnica (ET) e eficiência alocativa (AE). Em outras palavras, a eficiência de custo (EC) mensura quanto o custo dos *inputs* pode ser reduzido para alcançar uma combinação de entradas ótimas que minimizam os custos, tornando-se tecnicamente eficiente. No caso que a Eficiência Técnica seja eliminada, todos os *inputs* são reduzidos, contribuindo para a redução dos custos totais.

Devido ao desafio de coletar informações de preços e quantidades de maneira desagregada, a agregação do custo total pode ser uma alternativa viável para a avaliação da eficiência de custos (ou de receita total para eficiência de receita). Esse procedimento (agregação dos custos em uma única variável de custo total) é adotado nesta pesquisa, pois de fato uma computação da eficiência de custos é realizada. Esse é um procedimento comumente identificado na literatura como apresenta a revisão conduzida por Camanho et al. (2023).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para desenvolver este estudo, adotou-se como a abordagem metodológica pesquisa baseada em um estudo de caso (CAUCHICK-MIGUEL, 2007). Dubé e Paré (2003) e Piran et al. (2021) afirmam que estudos de caso são apropriados quando é necessário um entendimento profundo em campos de pesquisa não totalmente explorados. Realizou-se um estudo de caso longitudinal cobrindo um período de 3 anos (2020 a 2022), aplicando *benchmarking* interno em uma empresa multinacional, caracterizada como um ator global na indústria de elevadores. Piran et al. (2021) demonstram que essa abordagem é adequada para análise de eficiência, mostrando o potencial do *benchmarking* interno para explorar a evolução da eficiência de custos ao longo do tempo e o impacto das ações de gestão no desempenho do negócio.

3.1. Contexto e seleção da unidade de análise

A segurança e saúde ocupacional são valores fundamentais da empresa analisada neste estudo de caso. Por isso, a empresa desenvolve ações globais que visam aumentar o engajamento de seus colaboradores com esses temas em todas as instâncias da organização. Além disso, reforça as políticas e princípios organizacionais para alcançar o objetivo de eliminar os acidentes de trabalho na companhia. A empresa é referência no mercado de fabricação e manutenção de elevadores, atendendo mais de 100 países com uma equipe qualificada de mais de 50.000 funcionários. Com soluções inovadoras em elevadores, escadas e esteiras rolantes, a empresa se adapta as necessidades de cada projeto residencial ou comercial, garantindo segurança, conforto e eficiência.

O objeto deste estudo de caso foi a unidade operativa da empresa no Brasil, que conta com 18 unidades de negócio espalhadas pelo país. Essas unidades são responsáveis pelo atendimento de manutenção, reparo e venda de novos produtos aos clientes. A fábrica da empresa fica na região do Rio Grande do Sul e oferece diversos produtos e serviços para as diferentes unidades e clientes. Além da fábrica, há também o Centro de Serviços Compartilhados em Porto Alegre, que presta os serviços administrativos da unidade operativa.

Para analisar a eficiência dos custos, utilizou-se um modelo DEA que considerou um conjunto de 18 unidades de negócio com escopo e objetivo semelhantes no atendimento ao cliente. Isso criou uma base homogênea e comparável para avaliar a eficiência relativa entre elas. Foi realizado uma análise dos custos e despesas relacionados a segurança do trabalho durante um período de três anos (2020, 2021 e 2022) em cada uma das 18 unidades. A Tabela 1 apresenta as unidades de negócios nos anos analisados, o que resulta em um total de 54 Unidades de Tomada de Decisão (DMUs) para avaliação.

Tabela 1 – Nomeação das Unidades de Decisão

Nº	Sigla da U.de Negócio	Nome da U. Negócio	Ano	DMU
1	AM	Amazonas	2020	DMU-01-AM-2020
2			2021	DMU-01-AM-2021
3			2022	DMU-01-AM-2022
4	BA	Bahia	2020	DMU-02-BA-2020
5			2021	DMU-02-BA-2021
6			2022	DMU-02-BA-2022

Nº	Sigla da U.de Negócio	Nome da U. Negócio	Ano	DMU
7	CE	Ceará	2020	DMU-03-CE-2020
8			2021	DMU-03-CE-2021
9			2022	DMU-03-CE-2022
10	DF	Distrito Federal	2020	DMU-04-DF-2020
11			2021	DMU-04-DF-2021
12			2022	DMU-04-DF-2022
13	ES	Espírito Santo	2020	DMU-05-ES-2020
14			2021	DMU-05-ES-2021
15			2022	DMU-05-ES-2022
16	GO	Goiás	2020	DMU-06-GO-2020
17			2021	DMU-06-GO-2021
18			2022	DMU-06-GO-2022
19	MGCAP	Minas Gerais Capital	2020	DMU-07-MGCAP-2020
20			2021	DMU-07-MGCAP-2021
21			2022	DMU-07-MGCAP-2022
22	MGINT	Minas Gerais Interior	2020	DMU-08-MGINT-2020
23			2021	DMU-08-MGINT-2021
24			2022	DMU-08-MGINT-2022
25	MT	Mato Grosso	2020	DMU-09-MT-2020
26			2021	DMU-09-MT-2021
27			2022	DMU-09-MT-2022
28	PA	Pará	2020	DMU-10-PA-2020
29			2021	DMU-10-PA-2021
30			2022	DMU-10-PA-2022
31	PE	Pernambuco	2020	DMU-11-PE-2020
32			2021	DMU-11-PE-2021
33			2022	DMU-11-PE-2022
34	PR	Paraná	2020	DMU-12-PR-2020
35			2021	DMU-12-PR-2021
36			2022	DMU-12-PR-2022
37	RJ	Rio de Janeiro	2020	DMU-13-RJ-2020
38			2021	DMU-13-RJ-2021
39			2022	DMU-13-RJ-2022
40	RS	Rio Grande do Sul	2020	DMU-14-RS-2020
41			2021	DMU-14-RS-2021
42			2022	DMU-14-RS-2022
43	SC	Santa Catarina	2020	DMU-15-SC-2020
44			2021	DMU-15-SC-2021
45			2022	DMU-15-SC-2022
46	SPCAP	São Paulo Capital	2020	DMU-16-SPCAP-2020
47			2021	DMU-16-SPCAP-2021
48			2022	DMU-16-SPCAP-2022
49	SPINT	São Paulo Interior	2020	DMU-17-SPINT-2020
50			2021	DMU-17-SPINT-2021
51			2022	DMU-17-SPINT-2022
52	SPLIT	São Paulo Litoral	2020	DMU-18-SPLIT-2020
53			2021	DMU-18-SPLIT-2021

Nº	Sigla da U.de Negócio	Nome da U. Negócio	Ano	DMU
54			2022	DMU-18-SPLIT-2022

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2. Definição das variáveis e do modelo DEA

Após a seleção das DMUs, foram definidas as entradas e saídas a serem utilizadas no modelo DEA. A empresa utiliza um sistema integrado de gestão empresarial que contém todas as informações financeiras e um banco de dados de segurança do trabalho bem estruturado. Os dados financeiros foram coletados a partir do sistema SAP, em que cada unidade de negócio fornece uma conta detalhada dos custos gerados para cada centro de custo em um período designado.

Para esta análise, apenas os custos que se enquadravam em quatro categorias específicas, previamente definidas como relevantes para o estudo, foram considerados. Por meio dessa seleção criteriosa de custos, foi possível agrupá-los em suas respectivas categorias. Na primeira categoria foram agrupados os custos relacionados com as despesas dos funcionários das equipes de Segurança e Saúde Ocupacional (OSH – traduzido do inglês *Occupational Safety and Health*), como salários, benefícios, aportes e licenças, para cada uma das DMU escolhidas. Na segunda categoria foram agrupadas as despesas relacionadas a capacitações, cursos e treinamentos que os membros da equipe OSH realizaram. A empresa disponibilizou de maneira detalhada os custos realizados com a compra de material de proteção individual (EPI), coletivo (EPC) e ferramental, estas despesas compõem a terceira categoria de entrada. A quarta categoria são os custos relacionados a transporte e aluguel de frota para as equipes que trabalham com segurança do trabalho. Após a classificação desses custos em quatro categorias distintas para cada unidade de negócio em cada ano, procedeu-se a soma dos valores correspondentes a fim de determinar o custo total dessas unidades por ano. Essa soma resultante foi, então, adotada como a variável de entrada X1, conforme sugerido por Camanho et al. (2023).

A empresa mantém um banco de dados que engloba os indicadores de Gestão da Segurança e Saúde Ocupacional de todas as unidades de negócio. Nesse banco de dados, são controlados de maneira contínua e sistemática a quantidade de acidentes fatais, acidentes com afastamento, acidentes sem afastamento e situações inseguras. Para a análise deste estudo, tais dados foram coletados diretamente do sistema de gestão utilizado pela organização.

Destaca-se que não foi identificado nenhum acidente fatal em nenhuma das unidades de negócio durante o período de análise, motivo pelo qual tal variável foi desconsiderada como variável de saída no modelo. Em relação aos acidentes com afastamento, definiu-se a variável Y1, enquanto para os acidentes sem afastamento, Y2, e para as situações inseguras, Y3.

Considerando que os tamanhos das diferentes DMU escolhidas não são semelhantes, tanto em quantidade de profissionais técnicos como na quantidade de despesas a serem avaliadas, é recomendável considerar uma avaliação com Retorno Variável de Escala (VRS). Como o objetivo desta análise é avaliar a eficiência de custos do SGSSO, o modelo é orientado para *input*, buscando minimizar os custos. No Quadro 2, são apresentadas as variáveis de entradas e saídas utilizadas no modelo DEA para análise da eficiência de custos do sistema de gestão de segurança e saúde ocupacional.

Quadro 2 – Lista de Variáveis utilizadas na análise

Variável	Tipo	Descrição
x_1	Entrada	Custos Totais vinculados com cada uma das unidades de negócio por período (2020, 2021 e 2022)
y_1	Saída (indesejável)	Quantidade de acidentes de trabalho não fatais com afastamento.
y_2	Saída (indesejável)	Quantidade de acidentes de trabalho não fatais sem afastamento.
y_3	Saída (indesejável)	Quantidade de situações inseguras informadas.

Fonte: Elaborado pelo autor

3.3. Coleta e análise de dados

Para a obtenção dos *inputs* (custos) necessários para a análise, utilizou-se como fonte de dados sistema integrado de gestão da empresa. Para cada unidade de negócios, foram analisados os custos totais correspondentes a cada ano analisado. Ressalta-se que, previamente, foram selecionados os custos relevantes para as quatro categorias previamente definidas.

A Tabela 2 apresenta os custos nas diferentes categorias consideradas neste estudo. Além disso, exibe a média e o desvio padrão dos gastos por categoria, fornecendo informações sobre a consistência e previsibilidade dos investimentos da organização. Ademais, a Tabela 2 apresenta a média e o desvio padrão dos dados

utilizados como saídas do modelo, englobando tanto os acidentes não fatais com ou sem afastamento quanto as situações inseguras.

Tabela 2 – Estatística descritiva das categorias de custos e as variáveis do modelo

Categoria de Custos	Média	Desvio Padrão
Funcionários	R\$ 250.920,58	R\$ 198.685,02
Capacitações, cursos e treinamentos	R\$ 7.562,68	R\$ 6.773,67
Uniformes/Epi/Equipamentos e Materiais	R\$ 8.785,03	R\$ 7.907,40
Frota e Transporte	R\$ 30.433,04	R\$ 23.243,55
Input do Modelo	Média	Desvio Padrão
Custos Totais	R\$ 297.701,34	R\$ 220.014,08
Outputs do Modelo	Média	Desvio Padrão
Quantidade de acidentes de trabalho não fatais com afastamento.	0,8148	1,072
Quantidade de acidentes de trabalho não fatais sem afastamento.	0,037	0,189
Quantidade de situações inseguras informadas.	2436,92	3206,07

Fonte: Elaborado pelo autor.

A categoria "Funcionários" é a que possui maior média e desvio-padrão, correspondendo a R\$ 250.920,58 por ano e R\$ 198.685,02 por ano, respectivamente. Isso sugere que os gastos com funcionários variam significativamente em relação à média e podem ser imprevisíveis, o que pode causar implicações no planejamento financeiro da empresa. A segunda categoria com custo mais elevado é "Frota e transporte" das equipes de OSH, que possui uma média e desvio-padrão de R\$ 30.433,04 por ano e R\$ 23.243,55 por ano, respectivamente. Isso também indica que os gastos com frota e transporte podem variar significativamente em relação à média e podem ser difíceis de prever. Por outro lado, as categorias "Capacitações, cursos e treinamentos" e "Uniformes/Epi/Equipamentos e Materiais" não apresentam diferenças significativas nos custos médios. A empresa tem uma média de custo de R\$ 7.562,68 por ano para capacitações, cursos e treinamentos, com um desvio-padrão de R\$ 6.773,67 por ano. Para Uniformes/Epi/Equipamentos e Materiais, os custos médios são de R\$ 8.785,03 por ano, com um desvio-padrão de R\$ 7.907,40 por ano.

Em geral, A Tabela 2 permite que sejam avaliados os custos médios e variabilidade de cada categoria. Isso pode ajudar na identificação de áreas em que são necessários controles de custos mais rigorosos, bem como na elaboração de estratégias de planejamento financeiro mais precisas.

A empresa de elevadores forneceu os dados de *output* para este estudo, que consistem na quantidade de acidentes ocorridos durante o período analisado. Esses dados foram obtidos a partir de relatórios e controles gerenciados pelo setor de segurança do trabalho e incluem acidentes com e sem afastamento, além de condições inseguras. Conforme mencionado por Sarkis (2002) as condições inseguras geralmente apresentam um volume maior de ocorrências em comparação com os acidentes com e sem afastamento. Para garantir que esses dados fossem considerados de maneira equilibrada, foi necessário normalizá-los.

Para analisar os dados de saída referentes à segurança do trabalho, é necessário distinguir esses dados como indesejáveis. As saídas indesejáveis foram tratadas utilizando as recomendações de Golany e Roll (1989) em que uma variável de saída indesejável pode se tornar uma saída desejável com a utilização da função matemática inversa, que consiste em utilizar o número 1 no numerador da fração e o número ser invertido no denominador ($1/y_{1,2,3}$). Ou seja, quanto maior o valor no denominador, menor se torna o resultado da divisão.

Com base nas informações fornecidas pela empresa de elevadores estudada, foi possível realizar uma avaliação da eficiência de custos para cada unidade de negócio (18 unidades) nos períodos selecionados (2020, 2021 e 2022). Para tal, foram calculadas as eficiências e folgas anuais de custos para cada unidade selecionada, com o intuito de verificar o desempenho dessas unidades em relação aos custos ao longo do tempo. A partir dos resultados obtidos anualmente para cada unidade, foram calculados os valores médios de eficiências e folgas de custos, permitindo uma visão ampla e comparativa do desempenho das unidades avaliadas. Tal análise se apresenta como um importante subsídio à tomada de decisões por parte dos gestores das unidades em questão, visto que permite a identificação de oportunidades de melhoria e a efetivação de ações corretivas, visando otimizar a alocação de recursos e a maximização dos resultados alcançados.

4 ANÁLISE

4.1. Resultado das eficiências e *Benchmarking*

A Tabela 3 apresenta as eficiências por período, bem como as médias de eficiência por DMU. A análise está organizada de acordo com o nível de eficiência das DMUs, da maior a menor.

Tabela 3 – Eficiências das DMUs por período

2020		2021		2022		Média	
DMUs	Eficiência 2020	DMUs	Eficiência 2021	DMUs	Eficiência 2022	DMUs	Média Eficiência
DMU-06-GO	0,913	DMU-04-DF	1,000	DMU-04-DF	1,000	DMU-06-GO	0,962
DMU-04-DF	0,876	DMU-06-GO	1,000	DMU-12-PR	1,000	DMU-04-DF	0,959
DMU-05-ES	0,742	DMU-09-MT	1,000	DMU-17-SPINT	1,000	DMU-09-MT	0,821
DMU-01-AM	0,670	DMU-01-AM	0,696	DMU-06-GO	0,975	DMU-05-ES	0,693
DMU-09-MT	0,626	DMU-05-ES	0,683	DMU-09-MT	0,837	DMU-01-AM	0,690
DMU-08-MGINT	0,526	DMU-10-PA	0,413	DMU-01-AM	0,703	DMU-12-PR	0,511
DMU-10-PA	0,461	DMU-15-SC	0,391	DMU-05-ES	0,655	DMU-17-SPINT	0,502
DMU-03-CE	0,404	DMU-07-MGCAP	0,362	DMU-03-CE	0,406	DMU-10-PA	0,406
DMU-02-BA	0,365	DMU-08-MGINT	0,355	DMU-02-BA	0,355	DMU-08-MGINT	0,388
DMU-15-SC	0,359	DMU-02-BA	0,352	DMU-10-PA	0,343	DMU-03-CE	0,371
DMU-07-MGCAP	0,358	DMU-18-SPLIT	0,335	DMU-18-SPLIT	0,329	DMU-02-BA	0,357
DMU-18-SPLIT	0,333	DMU-03-CE	0,303	DMU-11-PE	0,290	DMU-15-SC	0,343
DMU-11-PE	0,310	DMU-11-PE	0,295	DMU-08-MGINT	0,282	DMU-18-SPLIT	0,332
DMU-17-SPINT	0,298	DMU-12-PR	0,256	DMU-15-SC	0,279	DMU-07-MGCAP	0,322
DMU-12-PR	0,276	DMU-13-RJ	0,213	DMU-07-MGCAP	0,245	DMU-11-PE	0,298
DMU-13-RJ	0,217	DMU-14-RS	0,208	DMU-13-RJ	0,214	DMU-13-RJ	0,215
DMU-14-RS	0,200	DMU-17-SPINT	0,206	DMU-14-RS	0,179	DMU-14-RS	0,196
DMU-16-SPCAP	0,084	DMU-16-SPCAP	0,079	DMU-16-SPCAP	0,074	DMU-16-SPCAP	0,079

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme evidenciado na Tabela 3, em 2020, as DMUs dos estados de Goiás, Distrito Federal, Espírito Santo e Amazonas estiveram entre o terceiro quartil e o valor máximo, sendo as quatro unidades de negócio com melhor eficiência no período. Dentro da faixa interquartil, há um total de 10 unidades de negócio, as quais se destacam as cinco localizadas entre o segundo quartil e o terceiro, unidade de Mato Grosso, Minas Gerais Interior, Pará, Ceará e Bahia. No quartil inferior, encontram-se as unidades de Santa Catarina, Minas Gerais Capital, São Paulo Litoral, Pernambuco e São Paulo Interior. Enquanto as unidades de menor eficiência no período, localizadas abaixo da faixa interquartil, incluem o Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e São Paulo Capital.

No ano de 2021, observa-se um desempenho semelhante das DMUS em relação ao ano anterior, com as mesmas unidades situadas entre o terceiro quartil e os valores máximos mantendo sua posição de destaque. Notavelmente, Distrito Federal e Goiás continuam liderando o *ranking* como as duas DMUs mais eficientes, enquanto Mato Grosso sobe na classificação, ocupando agora o terceiro lugar.

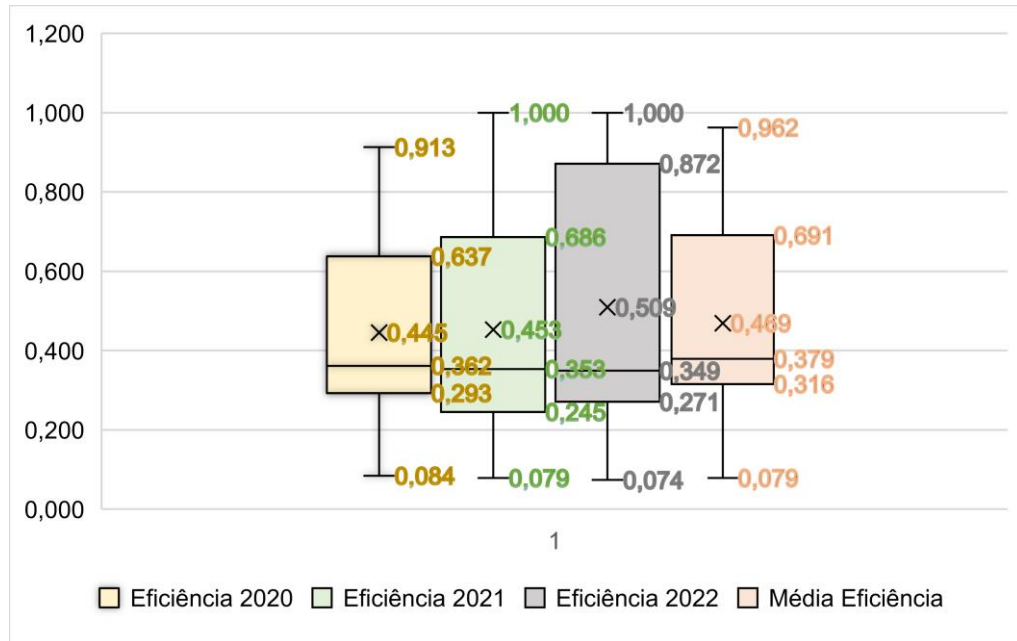
Amazonas também permanece entre as quatro unidades mais eficientes. Entre as unidades de negócio posicionadas entre o segundo e o terceiro quartil, há variações em relação ao ano anterior: Espírito Santo apresenta queda em sua eficiência, enquanto Pará, Santa Catarina e Minas Gerais Capital apresentam melhorias. Além disso, Minas Gerais Interior sofreu uma queda na eficiência, o que impactou na sua posição. Quanto as DMUs do quartil inferior, Bahia, São Paulo Litoral, Ceará, Pernambuco e Paraíba mantiveram níveis de eficiência similares aos do ano anterior, porém ficaram no quartil inferior devido às melhorias apresentadas pelas demais unidades. Na categoria de DMUs com menor desempenho em termos de eficiência de custos, encontram-se o Rio de Janeiro e o Rio Grande do Sul que se mantiveram na posição sem alterações significativas, enquanto São Paulo Interior apresenta uma queda significativa. São Paulo Capital, novamente, manteve-se como a unidade com menor eficiência de custos.

Em 2022, a análise das DMUs revelou que o Distrito Federal manteve o desempenho superior sendo a unidade mais eficiente. Ressalta-se a expressiva evolução das unidades de Paraná e São Paulo Interior que subiram para a segunda e terceira posição, respectivamente, após permanecerem por dois anos entre as unidades com pior desempenho. Goiás também permanece no grupo das quatro unidades com melhor eficiência. No intervalo entre o segundo e terceiro quartil, observou-se agilidade e equilíbrio nas unidades de Mato Grosso, cuja eficiência teve uma diminuição discreta em relação ao ano anterior, e nas unidades de Amazonas, Espírito Santo, Ceará e Bahia, que se mantiveram acima da média com pouca variação. Enquanto as DMUs do quartil inferior tiveram queda na eficiência, sendo essas: Pará, São Paulo Litoral, Pernambuco e Santa Catarina. Destaca-se que as quatro DMUs com desempenho menos eficiente em termos de eficiência de custos no ano de 2022 foram: Minas Gerais Capital, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e São Paulo Capital.

Em resumo, a análise dos dados revela poucas mudanças significativas em relação ao ano anterior, com Distrito Federal e Goiás mantendo o desempenho superior e São Paulo Capital mantendo-se como a unidade mais ineficiente. As variações nas classificações das demais DMUs destacam a necessidade de um monitoramento constante em relação à eficiência de custos para aprimorar a gestão e a competitividade das unidades.

A fim de visualizar de maneira clara e objetiva as eficiências das DMUs durante o período analisado (2020-2022), foi desenvolvido o Gráfico 1 por ano analisado.

Gráfico 1- *Boxplot* das eficiência das DMU por ano analisado



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao analisar especificamente as eficiências médias de cada DMU ao longo dos anos a partir do Gráfico 1, é possível evidenciar a melhoria da eficiência de custos das DMUs ao longo do tempo. Em outras palavras, as DMUs estão aprimorando as operações de custo e, conseqüentemente, obtendo melhorias nas *performances*.

Analisando os dados do Gráfico 1 referentes aos anos de 2020, 2021 e 2022, respectivamente, é possível verificar que algumas DMUs apresentaram melhorias de eficiência, gerando um aumento da média se comparada com a mediana para cada um dos anos. Além disso, o aumento dos tamanhos dos boxes ao longo do tempo indica uma distribuição crescente das eficiências das DMUs.

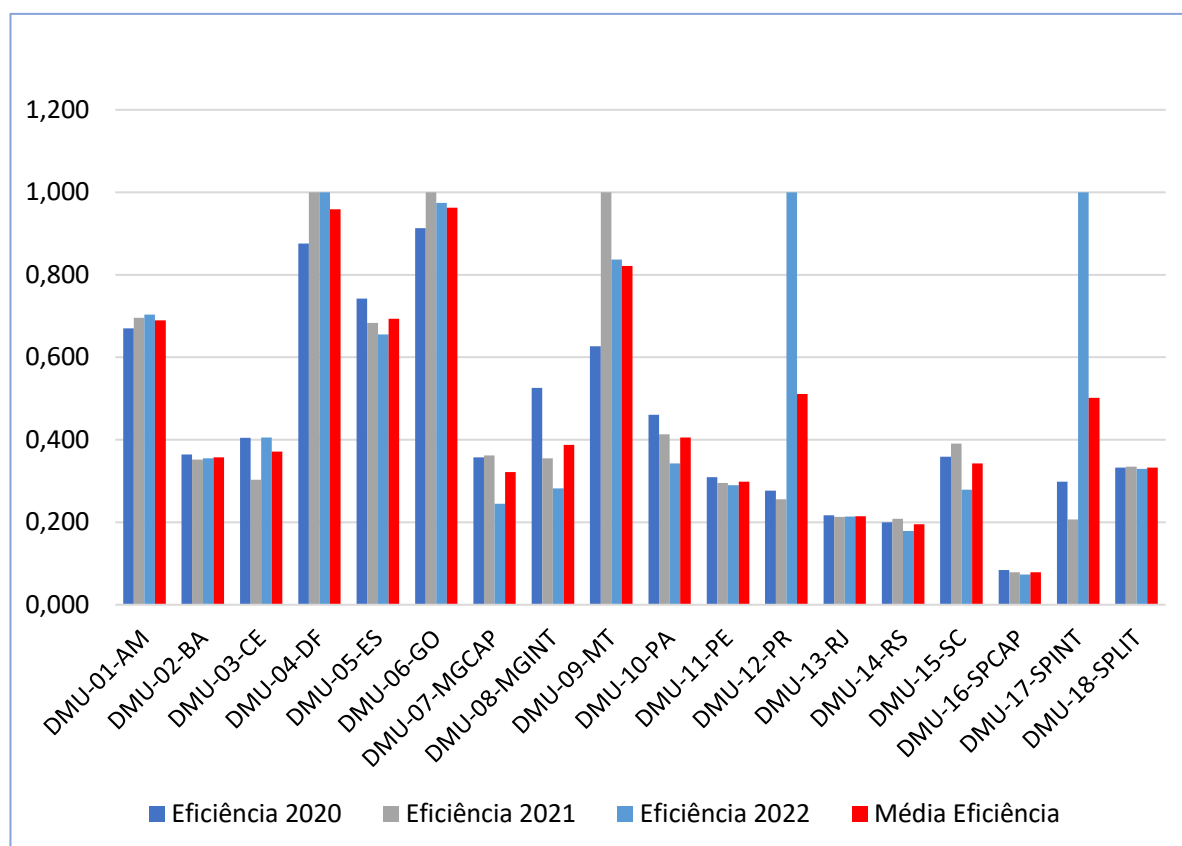
Ressalta-se ainda que não houve a presença de *outliers* nos *Boxplots* apresentados em nenhum dos anos avaliados. Comparando os *Boxplot* dos anos de 2020, 2021 e 2022 do Gráfico 1, percebe-se que a distribuição das eficiências das DMUs nos anos de 2020 e 2021 foram similares, tendo em vista que *boxes* e braços (*bigodes*) apresentaram tamanhos semelhantes, bem como medianas e *quartis* pouco divergentes. O ano de 2021 apresentou disparidade entre as DMUs com relação ao 2020, gerando um leve aumento do tamanho de *Box* em ambos os sentidos. No ano de 2022, houve diminuição do quartil inferior, indicando diminuição nos valores

menores de eficiência e relevante aumento do quartil superior, indicando aumento nos valores máximos de eficiência.

Por fim, destaca-se que no gráfico das médias não houve variação significativa na eficiência média de cada DMU nos anos de 2020, 2021 e 2022. Tal constatação indica que, apesar das melhorias observadas na distribuição dos dados de eficiência ao longo do tempo, o desempenho médio das DMUs não apresentou mudanças significativas no período analisado.

Visando enfatizar o comportamento das DMUs sob análise, foi construído o Gráfico 2, que consiste na análise comparativa da eficiência das DMUs em cada período. Por meio desse gráfico, é possível observar quais DMUs mantiveram uma eficiência constante ao longo dos três períodos (2020-2022) e quais foram as que apresentaram elevadas variações anuais. Torna-se evidente os aumentos significativos nas eficiências das DMUs-12-PR e DMU-17-SPINT no ano de 2022. Este gráfico serve como evidência para apresentar que algumas DMUs aprimoraram significativamente sua eficiência durante o período analisado, enquanto outras mantiveram seus níveis de eficiência constantes.

Gráfico 2 – Análise comparativo da eficiência das DMUs em cada período (2020-2022)

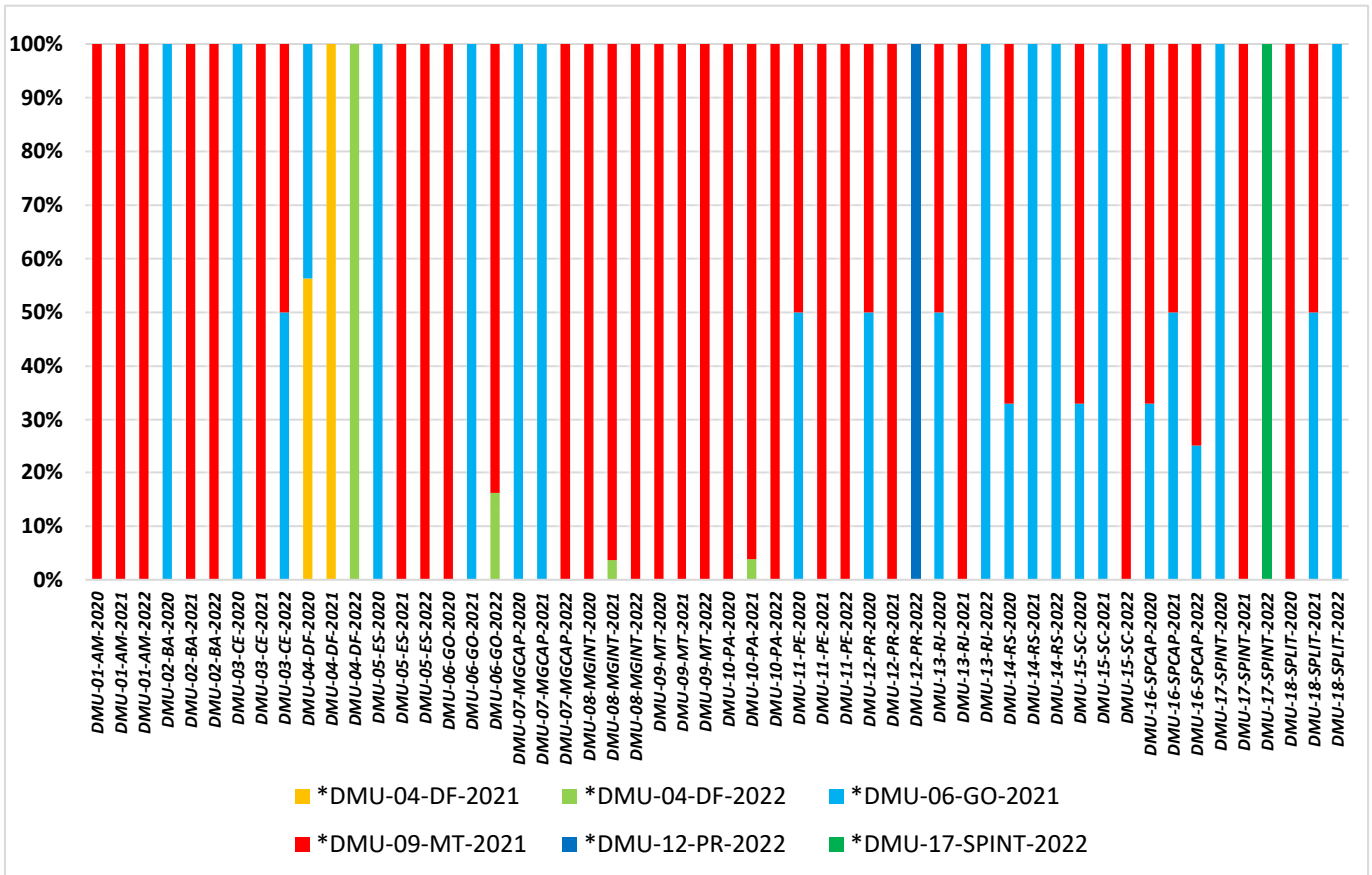


Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise do Gráfico 3 permitiu identificar que seis Unidades de Tomada de Decisão (DMUs) servem como referência para as 54 DMUs analisadas. As DMUs de referência incluem o Distrito Federal nos anos 2021 (*DMU-04-DF-2021) e 2022 (*DMU-04-DF-2022), Goiás em 2021 (*DMU-06-GO-2021), Mato Grosso em 2021 (*DMU-09-MT-2021), Paraná em 2022 (*DMU-12-PR-2022) e São Paulo interior em 2022 (*DMU-17-SPINT-2022). Um exame detalhado do Gráfico 4 indica que a DMU Mato Grosso (*DMU-09-MT-2021), destacada em cor vermelha, é frequentemente a mais utilizada como referência, influenciando mais de 60,23% das DMUs analisadas. Além disso, a DMU de Goiás em 2021 (*DMU-06-GO-2021), destacada em cor celeste, também é uma DMU de referência e afeta 30,88% das DMUs analisadas. Ademais, a DMU do Distrito Federal em 2021 serve como referência para si mesma nos anos de 2020 e 2021. De maneira semelhante, as DMUs do Paraná em 2022 (*DMU-12-PR-2022) e São Paulo interior em 2022 (*DMU-17-SPINT-2022) são as melhores referências para si mesmas. Essa análise, além de contribuir para um

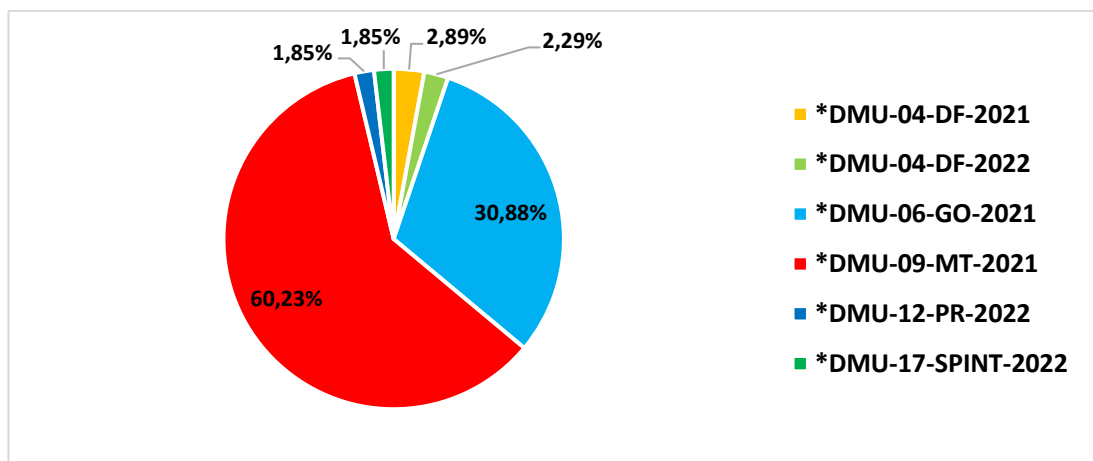
melhor entendimento do gráfico, serve para guiar decisões estratégicas em termos de melhoria da eficiência das DMUs analisadas.

Gráfico 3 - Benchmarking Interno



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 4 – Porcentagem de adesão das DMUs com as DMUs Benchmark



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2. Análise das folgas

Nesta seção, realizamos a análise das folgas referentes a cada uma das Unidades de Tomada de Decisão (DMUs) ao longo dos períodos analisados. A análise de folgas é uma técnica relevante na metodologia de Análise Envoltória de Dados (DEA), pois orienta as decisões estratégicas relacionadas a melhoria da eficiência de cada DMU analisada, permitindo identificar a quantidade de recursos supérfluos utilizados em relação ao requisito mínimo para uma produção eficiente (PIRAN et al., 2021). Isso possibilita estabelecer metas para redução dos desperdícios e aprimoramento dos processos, promovendo uma maior eficiência produtiva.

A análise das DMUs baseou-se na obtenção de dados de *input* (custos totais) e *output* (acidentes com e sem afastamentos e situações inseguras) durante o período de 2020-2022. A partir dessa análise, foi possível determinar as eficiências de cada DMU, bem como as respectivas folgas em relação ao modelo mais eficiente. Esses dados foram utilizados para o cálculo das folgas de custos totais de cada DMU. A elaboração da Tabela 4 possibilitou a visualização das folgas para cada DMU em cada período de análise, permitindo uma análise detalhada da eficiência em relação aos custos. Além disso, a Tabela 4 apresenta a folga média de todas as DMUs analisadas.

A partir da análise realizada na seção anterior, foi possível avaliar as três DMUs mais ineficientes em cada período. São elas: São Paulo Capital, Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro. A ineficiência dessas DMUs pode ser melhorada por meio da diminuição dos custos totais. Entre as DMUs analisadas, a DMU de São Paulo Capital apresentou, durante os três períodos analisados, um valor de custo total que ultrapassa um milhão de reais e deveria ser reduzido para obter a eficiência desejada. Dessa forma, os dados sugerem uma folga média de custos de R\$1.104.921,47. Enquanto a DMU do Rio Grande do Sul é a segunda DMU com a maior folga de custo, indicando que sua eficiência poderia ser melhorada se reduzisse seus custos em uma média de R\$459.980,51. No terceiro lugar do *ranking*, encontra-se o Rio de Janeiro, tendo como resultado uma folga média de custos totais de R\$408.888,68 a serem reduzidos para que a DMU seja considerada eficiente. Essas folgas consideram os custos que devem ser minimizados para que cada uma dessas DMU possa ser mais eficiente. Além disso, as DMUs posicionadas em alto nível de eficiência são Goiás, Mato Grosso e Amazonas, que apresentam valores de folgas que giram em torno de 100 mil reais. Além disso, o Gráfico 5 foi construído para possibilitar a análise de

variação nas folgas de cada DMU ao longo do tempo, permitindo identificar as DMUs que apresentaram maior e menor folga em cada período de análise.

A comparação entre as folgas das DMUs de São Paulo Capital, Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro com as folgas de Goiás, Mato Grosso e Amazonas evidenciam, do ponto de vista dos custos, porque as primeiras três são consideradas as menos eficientes e as últimas três as mais eficientes.

Os resultados das folgas proporcionam uma visão dos custos que podem ser economizados e do nível de desperdício que poderia ser evitado em busca de uma gestão mais eficiente. Dessa forma, a análise de folgas se torna fundamental na avaliação da eficiência das DMUs por permitir a identificação precisa das áreas onde as reduções devem ser feitas em busca da eficiência esperada.

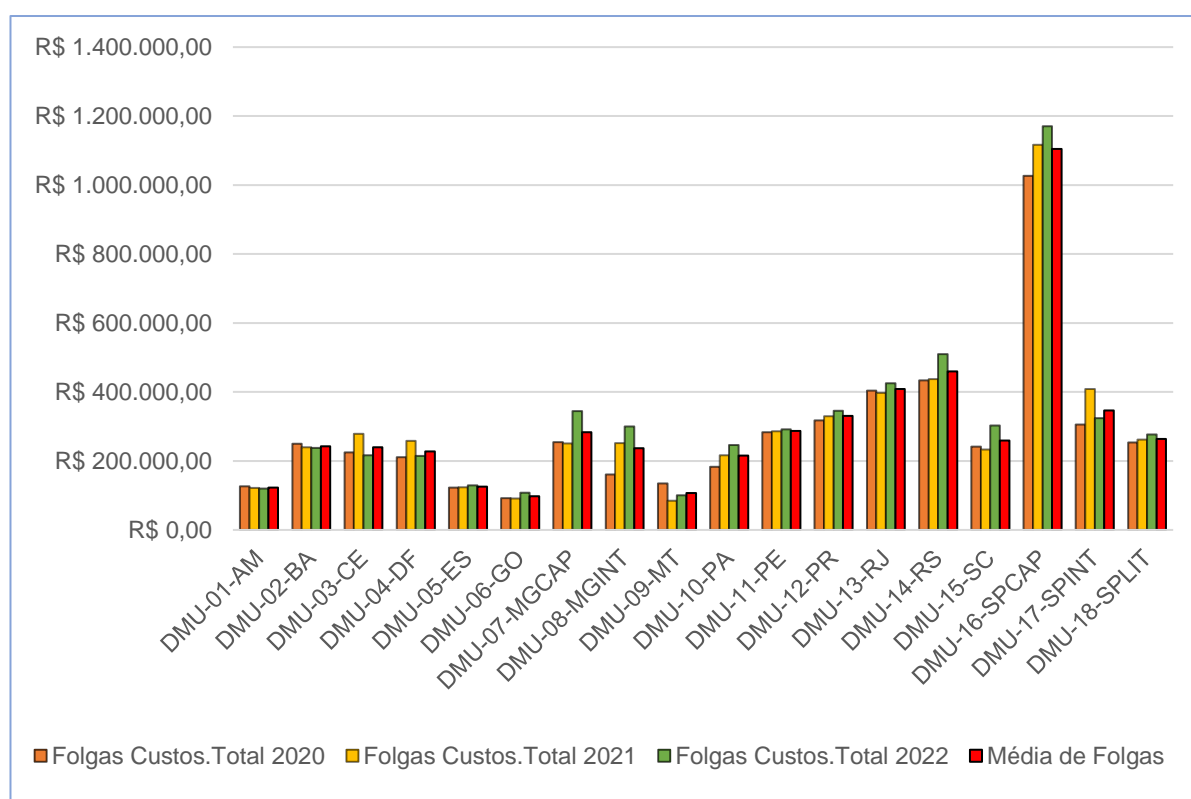
Tabela 4 – Comparativo das Folgas de Custos Totais por DMUs para cada ano analisado

2020		2021		2022		Média	
DMUs	Folgas Custos. Total	DMUs	Folgas Custos. Total	DMUs	Folgas Custos. Total	DMUs	Média de Folgas
DMU-16-SPCAP	R\$ 1.026.988,11	DMU-16-SPCAP	R\$ 1.116.926,06	DMU-16-SPCAP	R\$ 1.170.850,25	DMU-16-SPCAP	R\$ 1.104.921,47
DMU-14-RS	R\$ 433.207,41	DMU-14-RS	R\$ 437.384,36	DMU-14-RS	R\$ 509.349,76	DMU-14-RS	R\$ 459.980,51
DMU-13-RJ	R\$ 404.191,85	DMU-17-SPINT	R\$ 408.963,14	DMU-13-RJ	R\$ 425.418,62	DMU-13-RJ	R\$ 408.888,68
DMU-12-PR	R\$ 317.312,21	DMU-13-RJ	R\$ 397.055,56	DMU-12-PR	R\$ 345.820,72	DMU-17-SPINT	R\$ 345.980,99
DMU-17-SPINT	R\$ 305.297,92	DMU-12-PR	R\$ 330.042,58	DMU-07-MGCAP	R\$ 344.647,45	DMU-12-PR	R\$ 331.058,50
DMU-11-PE	R\$ 283.352,58	DMU-11-PE	R\$ 285.867,69	DMU-17-SPINT	R\$ 323.681,92	DMU-11-PE	R\$ 286.966,53
DMU-07-MGCAP	R\$ 254.439,99	DMU-03-CE	R\$ 278.827,74	DMU-15-SC	R\$ 302.362,87	DMU-07-MGCAP	R\$ 283.445,44
DMU-18-SPLIT	R\$ 253.667,03	DMU-18-SPLIT	R\$ 262.189,06	DMU-08-MGINT	R\$ 299.628,95	DMU-18-SPLIT	R\$ 264.135,56
DMU-02-BA	R\$ 249.669,35	DMU-04-DF	R\$ 257.957,32	DMU-11-PE	R\$ 291.679,32	DMU-15-SC	R\$ 258.911,58
DMU-15-SC	R\$ 241.518,95	DMU-08-MGINT	R\$ 251.349,52	DMU-18-SPLIT	R\$ 276.550,58	DMU-02-BA	R\$ 242.437,05
DMU-03-CE	R\$ 225.015,68	DMU-07-MGCAP	R\$ 251.248,89	DMU-10-PA	R\$ 246.210,30	DMU-03-CE	R\$ 240.004,35
DMU-04-DF	R\$ 211.303,62	DMU-02-BA	R\$ 239.925,40	DMU-02-BA	R\$ 237.716,39	DMU-08-MGINT	R\$ 237.156,48
DMU-10-PA	R\$ 183.338,77	DMU-15-SC	R\$ 232.852,92	DMU-03-CE	R\$ 216.169,64	DMU-04-DF	R\$ 227.932,30
DMU-08-MGINT	R\$ 160.490,98	DMU-10-PA	R\$ 216.392,78	DMU-04-DF	R\$ 214.535,95	DMU-10-PA	R\$ 215.313,95
DMU-09-MT	R\$ 134.794,63	DMU-05-ES	R\$ 123.648,16	DMU-05-ES	R\$ 128.898,11	DMU-05-ES	R\$ 125.048,59
DMU-01-AM	R\$ 125.993,99	DMU-01-AM	R\$ 121.367,57	DMU-01-AM	R\$ 120.076,45	DMU-01-AM	R\$ 122.479,34

2020		2021		2022		Média	
DMUs	Folgas Custos. Total	DMUs	Folgas Custos. Total	DMUs	Folgas Custos. Total	DMUs	Média de Folgas
DMU-05-ES	R\$ 122.599,50	DMU-06-GO	R\$ 91.011,13	DMU-06-GO	R\$ 108.270,11	DMU-09-MT	R\$ 106.701,64
DMU-06-GO	R\$ 92.502,20	DMU-09-MT	R\$ 84.442,81	DMU-09-MT	R\$ 100.867,48	DMU-06-GO	R\$ 97.261,15

Fonte: Elaborado pelo autor

Gráfico 5 - Análise das Folgas por DMU



Fonte: Elaborado pelo autor.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esta seção pretende discutir os resultados obtidos pela aplicação do modelo DEA para avaliar a eficiência de custos em saúde e segurança do trabalho. Enquanto várias pesquisas têm sido realizadas para analisar a eficiência técnica em sistemas de saúde e segurança do trabalho, estudos sobre eficiência de custos nessas áreas ainda são escassos. Nesse sentido, este estudo visa contribuir para o enriquecimento do conhecimento acadêmico sobre a importância da eficiência de custos em sistemas de saúde e segurança do trabalho, como um método para melhorar a gestão dos recursos.

O presente estudo traz valiosa contribuição para o campo empresarial ao incentivar os gestores das diferentes unidades de negócios a adotarem uma abordagem comparativa, visando compreender a melhor maneira de otimizar os recursos diversos disponíveis na organização. Ressalta-se que este estudo de caso apresenta uma análise comparativa das unidades de negócios utilizadas como *benchmarks*, o que permite que outras DMUs possam verificar como suas *performances* e estratégias se comparam com aquelas que obtiveram os melhores índices de eficiência de custos. Além disso, ressalta-se que a análise da eficiência de custos das unidades de negócios é capaz de exercer considerável influência na tomada de decisão e na elaboração de estratégias empresariais, especialmente no processo de elaboração do orçamento para períodos futuros.

Além disso, ressalta-se que esse estudo teve em vista não apenas as DMUs mais eficientes, mas também considerou os níveis de folga observados em relação aos *benchmarks* identificados. Com base nos dados adquiridos pelo modelo analítico empregado, foi possível identificar as três unidades de negócio com as melhores médias de eficiência de custos ao longo do período de três anos submetidos a análise. Os resultados revelaram que a unidade de Goiás apresentou o maior índice de eficiência, alcançando uma média de 0.962, seguida pelo Distrito Federal, com média de 0.959, e em terceiro lugar, a DMU de Mato Grosso, que obteve uma média de 0.821. De maneira semelhante, verificou-se que a eficiência de custos pode estar correlacionada com fatores específicos de cada unidade de negócio, como, por exemplo, a presença de folgas financeiras, indicando a ineficiente utilização de recursos disponíveis em determinadas localidades.

Por outro lado, também foram identificadas as três unidades de negócio com os níveis mais baixos de eficiência de custos, dentre as quais a unidade São Paulo Capital apresentou a menor eficiência de custos, com um índice de 0.079. Em seguida, o Rio Grande do Sul atingiu a segunda menor eficiência, com índice de 0.196, seguido pelo Rio de Janeiro que obteve um índice de 0.215. Por conseguinte, São Paulo Capital foi verificado como a unidade com a maior média de folga financeira, totalizando R\$1.104.921,47, seguido pelo Rio Grande do Sul com a folga de R\$459.980,51 e Rio de Janeiro com uma folga de R\$408.888,68. A partir dos resultados das folgas, pode-se inferir que cada DMU enfrenta um desafio significativo em relação à gestão de recursos, sendo capaz de solucioná-lo por meio de uma gestão mais eficiente. Tais resultados revelam-se indicativos dos aspectos

problemáticos que afetam direta e negativamente a eficiência de tais unidades. A busca por uma gestão mais eficiente visando a maximização dos recursos e melhoria da produtividade deve ser uma prioridade para essas entidades, sendo, portanto, um tema relevante para estudos futuros nesta área.

No contexto acadêmico, os resultados encontrados podem contribuir para o desenvolvimento de novos modelos analíticos cuja análise considere a eficiência de custos como uma importante variável, além de promover uma visão crítica acerca da eficácia das unidades de negócio. Além disso, os resultados obtidos podem ser úteis para a tomada de decisão não apenas em empresas, mas também em outras áreas, a exemplo da administração pública e da economia em geral.

Este estudo guarda semelhanças com as pesquisas realizadas por Beriha, Patnaik e Mahapatra (2011) e El-Mashaleh, Rababeh e Hyari (2010). Enquanto essas pesquisas avaliam a eficiência técnica considerando fatores como despesas em saúde e investimentos em treinamentos e melhorias, o estudo em questão, foca na eficiência de custos, considerando os custos totais de cada DMU como *inputs*. Ambas as abordagens são relevantes para avaliar a eficiência das empresas, tendo em vista que cada aspecto pode impactar diretamente na produtividade e resultados. Este estudo apresenta contribuições na análise da eficiência de custos em organizações, ao explorar a forma pela qual tal eficiência pode estar correlacionada a estudos prévios sobre eficiência técnica. Os resultados obtidos evidenciam a necessidade de integrar a análise de custos e eficiência técnica na avaliação geral da eficiência da organização, a fim de garantir uma gestão estratégica eficiente das finanças e recursos disponíveis.

Os estudos de Nahangi, Chen e McCabe (2019) e Qi et al. (2022) aplicados para avaliar a eficiência técnica de segurança na construção civil se alinham com este estudo ao contribuem para o desenvolvimento de medidas de segurança mais eficazes, aprimorando a eficiência da segurança, reduzindo os custos, evitar atrasos no cronograma e melhorar as condições de trabalho dos funcionários. Esses estudos juntos contribuem para o avanço da segurança e produtividade no setor da construção civil e indústria de elevadores, fornecendo informações valiosas e estratégicas para a tomada de decisões.

6 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi analisar a eficiência econômica do Sistema de Gestão de Segurança e Saúde do Trabalho em uma multinacional do ramo de elevadores, por meio de *benchmarking* interno entre diferentes filiais brasileiras da organização. Para atingir este objetivo, foi conduzido um estudo de caso, utilizando a técnica de Análise Envoltória de Dados durante um período de três anos, examinando um total de 18 unidades de negócios distribuídas em todo o Brasil.

Os resultados obtidos revelaram que seis das DMUs possuem uma gestão eficiente dos recursos econômicos, sendo referências para as demais DMUs. Durante o período analisado (2020 a 2022), observou-se uma melhoria progressiva da eficiência de custos em geral. Foi possível identificar também as DMUs com menor nível de eficiência e as que possuem maiores folgas nos recursos para alcançar os níveis das melhores DMUs.

Todavia, é importante mencionar que este estudo apresenta algumas limitações. A análise de custos não contempla os dados desagregados de quantidades de preços das variáveis de entrada, o que dificulta a tomada de decisão. Por esta razão, o estudo é analisado a partir de dados agregados. A ausência destes dados impede a diferenciação entre as DMUs que tiveram maior investimento por ter maior quantidade de funcionários, treinamentos ou compra de EPI, em comparação com outras DMUs. Esses dados são relevantes para avaliar a eficiência dos custos, comparando-os com o dinheiro investido e os resultados de segurança obtidos. É compreensível que as unidades de negócio maiores tenham custos maiores e, provavelmente, também apresentem incidentes com maior frequência devido a maior reincidência de serviços.

Além disso, o estudo apresenta uma limitação em relação aos aumentos inflacionários que afetaram cada uma das DMUs durante o período analisado. A pandemia, em especial, gerou aumentos significativos em alguns custos, o que não foi considerado nesta análise. Esses fatores podem afetar a confiabilidade dos resultados obtidos.

Diante disso, recomenda-se que estudos futuros incluam uma análise dos dados desagregados de quantidades de preços das variáveis e ajustes inflacionários de cada uma das variáveis de análise para obter resultados mais confiáveis e próximos a realidade. Dessa forma, será possível avaliar cada uma das unidades de negócio e

tomar decisões estratégicas com um olhar econômico em busca da melhor gestão dos recursos da organização.

REFERÊNCIAS

ASHRAFI, A.; KALEIBAR, M. M. Cost, Revenue and Profit Efficiency Models in Generalized Fuzzy Data Envelopment Analysis. **Fuzzy Information and Engineering**, v. 9, n. 2, p. 237–246, jun. 2017.

BABAJANI, R. et al. Integrated safety and economic factors in a sand mine industry: a multivariate algorithm. **International Journal of Computer Applications in Technology**, v. 60, n. 4, p. 351, 2019.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078–1092, set. 1984.

BERIHA, G. S.; PATNAIK, B.; MAHAPATRA, S. S. Safety performance evaluation of Indian organizations using data envelopment analysis. **Benchmarking: An International Journal**, v. 18, n. 2, p. 197–220, 12 abr. 2011.

CAMANHO et al. A literature review of economic efficiency assessments using Data Envelopment Analysis. **European Journal of Operational Research**, 2023.

CARPINETTI, L. C. R.; DE MELO, A. M. What to benchmark? **Benchmarking: An International Journal**, v. 9, n. 3, p. 244–255, ago. 2002.

CAUCHICK-MIGUEL, P. A. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Production**, v. 17, n. 1, p. 216–229, 2007.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429–444, 1978.

COX, J. F.; SCHLEIER, J. G. **Theory of Constraints Handbook**. New York: McGraw-Hill, 2010.

DRUCKER, P. **The Effective Executive: The Definitive Guide to Getting the Right Things Done (Harperbusiness Essentials)**. 1a. ed. New York: Harper Business, 2006.

DUBÉ, L.; PARÉ, G. Rigor in information systems positivist case research: Current practices, trends, and recommendations. **MIS Quarterly: Management Information Systems**, v. 27, n. 4, p. 597–635, 2003.

EL-MASHALEH, M. S.; RABABEH, S. M.; HYARI, K. H. Utilizing data envelopment analysis to benchmark safety performance of construction contractors.

International Journal of Project Management, v. 28, n. 1, p. 61–67, jan. 2010.

FARE, R.; GROSSKOPF, S.; LOVELL, C. A. K. **Production Frontiers**. [s.l.] Cambridge University Press, 1993.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; LOVELL, C. A. K. **The Measurement of Efficiency of Production**. Dordrecht: Springer Netherlands, 1985.

FARRELL, M. J. The Measurement of Productive Efficiency <http://www.jstor.org/stab>. **Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)**, v. 120, n. 3, p. 253–290, 1957.

FERREIRA, C. M. DE C.; GOMES, A. P. **Introdução à Análise Envoltória de Dados**. 2a. ed. Viçosa: Editora UFV, 2020.

GHIYASI, M. Inverse DEA based on cost and revenue efficiency. **Computers and Industrial Engineering**, v. 114, n. September, p. 258–263, 2017.

GOLANY, B.; ROLL, Y. An application procedure for DEA. **Omega**, v. 17, n. 3, p. 237–250, jan. 1989.

GOLDRATT, E. M. **What is this thing called theory of constraints and how should it be implemented**. 1990

GOMES, R. **Beyond efficacy in the evaluation of Occupational Health and Safety Management Systems (OHSMS): a perspective based on efficiency analysis**. [s.l.] Unisinos, 2022.

ILO. **Statistics on safety and health at work**. Disponível em: <<https://ilostat.ilo.org/topics/safety-and-health-at-work/>>. Acesso em: 7 out. 2022.

NAHANGI, M.; CHEN, Y.; MCCABE, B. Safety-based efficiency evaluation of construction sites using data envelopment analysis (DEA). **Safety Science**, v. 113, p. 382–388, mar. 2019.

PIRAN; LACERDA; CAMARGO. **Análise e Gestão da Eficiência**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

PIRAN, F. S. et al. Internal benchmarking to assess the cost efficiency of a broiler production system combining data envelopment analysis and throughput accounting. **International Journal of Production Economics**, v. 238, p. 108173, ago. 2021.

PORTELA, M. C. A. S.; THANASSOULIS, E. Economic efficiency when prices are not fixed: Disentangling quantity and price efficiency. **Omega (United Kingdom)**, v. 47, p. 36–44, 2014.

POURMAHMOUD, J.; BAFEKR SHARAK, N. Measuring Cost Efficiency with New Fuzzy DEA Models. **International Journal of Fuzzy Systems**, v. 20, n. 1, p. 155–162, 2 jan. 2018.

QI, H. et al. Construction safety performance evaluation based on data

envelopment analysis (DEA) from a hybrid perspective of cross-sectional and longitudinal. **Safety Science**, v. 146, p. 105532, fev. 2022.

SAHOO, B. K.; MEHDILOOZAD, M.; TONE, K. Cost, revenue and profit efficiency measurement in DEA: A directional distance function approach. **European Journal of Operational Research**, v. 237, n. 3, p. 921–931, set. 2014.

SARKIS, J. **Productivity Analysis in the Service Sector with Data Envelopment Analysis**. 2a. ed. [s.l: s.n.].

SHIRALI, G. A. et al. Investigating the effectiveness of safety costs on productivity and quality enhancement by means of a quantitative approach. **Safety Science**, v. 103, p. 316–322, mar. 2018.

SOUZA, I. G. et al. Efficiency and internal benchmark on an armament company. **Benchmarking: An International Journal**, v. 25, n. 7, p. 2018–2039, 1 out. 2018.

VAN DEN HEUVEL, S. et al. Estimación del coste de los accidentes y los problemas de salud en el trabajo. p. 7, 2017.