

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

VANESSA DE BONA DE BOIT

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE LOJAS SUPERMERCADISTA: UM ESTUDO DE
CASO UTILIZANDO A TÉCNICA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)**

**CRICIÚMA
2023**

VANESSA DE BONA DE BOIT

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE LOJAS SUPERMERCADISTA: UM ESTUDO DE
CASO UTILIZANDO A TÉCNICA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)**

Trabalho de Conclusão do Curso, apresentado para obtenção do grau de bacharel no Curso de Ciências Econômicas da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Rocha Fabris.

CRICIÚMA

2023

VANESSA DE BONA DE BOIT

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE LOJAS SUPERMERCADISTA: UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO A TÉCNICA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Bacharel no Curso de Ciências Econômicas da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Criciúma, 26 de junho de 2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Thiago Rocha Fabris - Doutor - (UNESC) - Orientador

Prof. Igor Martello Olsson – Mestre - (UNESC)

Prof. Melissa Watanabe – Doutora - (UNESC)

Dedico aos meus pais que nunca mediram esforços para que eu chegasse até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por me conceder força e equilíbrio em todos os momentos, principalmente nos mais difíceis, permitindo a conclusão deste.

À minha família, por estar sempre presente em minha vida e me auxiliando no que for preciso. Meu pai, Rodeni de Boit e minha mãe, Rosimeri de Bona de Boit, por serem os alicerces fundamentais em toda minha trajetória.

Também desejo estender minha gratidão à minha irmã, Eduarda de Bona de Boit, que sempre se fez presente em todos os momentos desta jornada.

Agradeço aos meus amigos de graduação, que ao longo desses quatro anos e meio sempre estiveram comigo, compartilhando momentos de alegria e angústias. Vocês foram essenciais.

Ao meu orientador, Dr. Thiago Rocha Fabris, que aceitou meu convite e colaborou na elaboração e análise do presente trabalho, conduzindo sempre da melhor forma possível. Um mestre em transmitir conhecimento, muito obrigada professor.

Ao corpo docente do curso de Ciências Econômicas, pelo aprendizado durante a graduação, em especial ao Me. Igor Martello Olsson, que sempre contribui de forma solícita, esclarecendo minhas dúvidas e compartilhando seu conhecimento para elaboração deste. Obrigada professores.

Agradeço a rede de supermercados, por me apoiar na realização deste estudo, e principalmente por disponibilizar os dados que foram cruciais para realização das análises.

E por fim, reitero meus agradecimentos a todos que de alguma forma contribuíram durante minha jornada acadêmica, meu muito obrigada.

RESUMO

O segmento supermercadista é um dos mais importantes dentro do setor varejista, pois desempenha papel crucial no abastecimento de produtos essenciais para a população, além de ser o primeiro setor a captar as mudanças no comportamento do consumidor. Diante de tais fatores, aliados a forte concorrência e evolução deste segmento se fez necessário o aprimoramento de técnicas para mensurar a eficiência das unidades. Assim, o presente trabalho buscou analisar a eficiência de vinte lojas pertencentes a uma rede de supermercados, localizada no sul de Santa Catarina. Para a análise da eficiência foi utilizado o método *Data Envelopment Analysis* (DEA), que consiste de uma abordagem técnica não-paramétrica que avalia o desempenho das organizações por meio da fronteira relativa de eficiência, baseada na matriz de insumos e produtos das *Decision Making Units* (DMU's). As variáveis utilizadas na investigação foram o faturamento bruto, o número de funcionários e o número de terminais de caixas (*checkout's*) de cada unidade, nos anos de 2021 e 2022. Os resultados obtidos apontam para um baixo percentual de unidades com máxima eficiência durante o biênio analisado. Esse achado pode indicar que são necessárias políticas de ação corretiva, visando garantir o aprimoramento contínuo das operações e a maximização do desempenho. Além disso, foi possível identificar o *benchmarking* da empresa que serve como importante ponto de referência para a formulação de estratégias para as demais lojas.

Palavras-chave: *Data Envelopment Analysis*; Eficiência; Supermercados.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação das categorias e número de estudo por plataforma	12
Tabela 2 - Resultados das análises de tendência central e dispersão para cada variável.....	28
Tabela 3 - Índices de eficiências das unidades avaliadas considerando a ótica <i>input</i>	30
Tabela 4 - Índices de eficiência das unidades avaliadas, considerando a ótica <i>output</i>	35
Tabela 5 - <i>Ranking</i> de eficiência pela ótica <i>input</i> , considerando os dois modelos abordados durante o biênio analisado.	48
Tabela 6 - <i>Ranking</i> de eficiência pela ótica <i>output</i> , considerando os dois modelos abordados durante o biênio analisado.	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Quantidade de artigos da Categoria 3 (C3) publicados por ano.	13
Figura 2 - Produtividade x Eficiência.....	18
Figura 3 - Medidas de eficiência.....	20
Figura 4 - Níveis de eficiência pela ótica <i>input</i> , considerando retornos constantes de escala.....	31
Figura 5 - Níveis de eficiência pela ótica <i>input</i> , considerando retornos variáveis de escala.....	33
Figura 6 - Níveis de eficiência pela ótica <i>output</i> , considerando retornos constantes de escala.....	36
Figura 7 - Níveis de eficiência pela ótica <i>output</i> , considerando retornos variáveis de escala.....	38
Figura 8 - Fronteira de possibilidades de produção (2021), com retornos constantes de escala (CCR).....	40
Figura 9 - Fronteira de possibilidades de produção (2022), com retornos constantes de escala (CCR).....	40
Figura 10 - Fronteira de possibilidades de produção (2021), com retornos variáveis de escala (BCC).....	41
Figura 11 - Fronteira de possibilidades de produção (2022), com retornos variáveis de escala (BCC).....	42
Figura 12 - Eficiência das 20 lojas em porcentagem (2021), com retornos constantes de escala (CCR).....	43
Figura 13 - Eficiência das 20 lojas em porcentagem (2022), com retornos constantes de escala (CCR).....	44
Figura 14 - Eficiência das 20 lojas em porcentagem (2021), com retornos variáveis de escala (BCC).....	45
Figura 15 - Eficiência das 20 lojas em porcentagem (2022), com retornos variáveis de escala (BCC).....	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASSERJ	Associação dos Supermercados do Estado do RJ
BCC	Banker, Charnes e Cooper
CCR	Charnes, Cooper e Rhodes
CRS	<i>Constant Returns to Scale</i>
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i>
DMU	<i>Decision Making Units</i>
FPP	Fronteira de Possibilidades de Produção
VRS	<i>Variable Returns to Scale</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
1.1 TEMA.....	4
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA	4
1.3 OBJETIVOS	5
1.4 JUSTIFICATIVA	5
2. EFICIÊNCIA	7
3. EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS	12
4. METODOLOGIA	16
4.1 ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS	17
4.1.1 Modelo CCR	21
4.1.2 Modelo BCC	23
4.2 DESCRIÇÃO DOS DADOS.....	27
5. ANÁLISE DOS RESULTADOS	28
5.1 ANÁLISE DAS ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS.....	28
5.2 ANÁLISE DAS EFICIÊNCIA.....	29
5.2.1 Considerando a ótica <i>input</i>	30
5.2.1.1 CCR.....	31
5.2.1.2 BCC.....	32
5.2.2 Considerando a ótica <i>output</i>	34
5.2.2.1 CCR.....	35
5.2.2.2 BCC.....	37
5.2.3 Fronteiras de possibilidades de produção	39
5.2.4 Análise geral do biênio	43
5.3 RANKING DE EFICIÊNCIA	47
6. CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS	52

1. INTRODUÇÃO

O segmento supermercadista vem apresentando grande percentual de participação dentro do setor varejista. Na década de 1970 o setor supermercadista se concentrava apenas na distribuição de produtos alimentícios. Já no início dos anos 1980, as vendas em supermercados ganharam ênfase e foram responsáveis por 75% das vendas do setor, aumentando para 82,6% ao final da mesma década (FERREIRA; VENÂNCIO; ABRANTES, 2009).

Durante os anos 1980 e início dos anos 1990, o Brasil passou por um processo de hiperinflação que impulsionou o crescimento das lojas, ampliando o número de terminais de caixas e o volume de vendas. No final dos anos 1990, o segmento supermercadista expandiu-se ainda mais, alcançando 86,1% do volume total de vendas de bens de consumo diário do setor, evidenciando a conquista desse segmento para a economia (SANTOS, 2008).

Logo após, com a implantação do Plano Real em 1994, houve a estabilização econômica do país, o que resultou em um aumento na frequência dos consumidores aos estabelecimentos comerciais (SANTOS, 2008). Nesse contexto, os consumidores não tinham mais a necessidade de estocar produtos em casa por medo da corrosão monetária e de seus reflexos, gerando a eles um consumo mais frequente e sem a necessidade de manter grandes estoques domésticos.

Com a expansão do fluxo de clientes nas lojas, ampliação das estruturas físicas e o aumento das vendas, houve uma demanda crescente por tecnologia no setor. Como resultado, ocorreram inovações tecnológicas nos terminais de caixas, que trouxeram mais agilidade e eficiência ao processo. Isso resultou em uma redução significativa nas filas, passando de várias filas para filas únicas, além da adoção do sistema de autosserviço (*self-service*) e de caixas preferenciais (CORDEIRO; ROTTA, 2019).

Observa-se, portanto, que o setor supermercadista passou e continua passando por constantes evoluções, tanto na área tecnológica, aprimorando seus equipamentos e trazendo mais agilidade na execução e finalização da venda, quanto na área organizacional buscando otimização e melhorias nos processos internos. Tudo isso em prol da maximização dos resultados e maior eficiência do segmento.

O estudo será aplicado em uma única organização no ramo de varejo, mais especificamente no setor supermercadista. A rede está entre o grupo das 50 maiores empresas do *Ranking* ABRAS e atualmente possui mais de vinte unidades, distribuídas na região sul do país, possuindo em torno de cinco mil colaboradores.

A empresa é considerada uma das maiores redes de supermercados catarinenses, tendo sua origem no próprio estado. A rede já está no mercado há mais de quatro décadas, em processo contínuo de expansão, com abertura de novas filiais e geração de novas vagas de emprego, contribuindo para o desenvolvimento local em que a unidade está instalada.

1.1 TEMA

Análise de eficiência entre 20 lojas de uma rede de supermercados localizada no sul de Santa Catarina, durante o período de 2021 e 2022. Para tal análise será utilizado o método análise envoltória de dados, também conhecida como *Data Envelopment Analysis* (DEA).

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

O setor supermercadista vem se destacando no segmento varejista do Brasil. Nos anos de 2021 e 2022, o setor alcançou resultados expressivos, considerando todos os seus formatos e canais de distribuição (mercado de vizinhança, supermercado, hipermercado, atacarejo e *e-commerce*), se firmando como um dos importantes setores da economia brasileira (ABRAS, 2022).

O aumento das vendas e de novas lojas de supermercados em Santa Catarina vem trazendo mais competitividade ao setor. Todavia, surge a necessidade de mensurar a eficiência para otimização de recursos e ausência de desperdícios, ajudando os tomadores de decisão, portanto o estudo proposto estará direcionado a investigar níveis de eficiência entre lojas supermercadista de uma mesma rede localizada no sul do estado de Santa Catarina. Assim, pergunta-se: Qual o nível da eficiência entre lojas de supermercados de uma mesma rede, no período de 2021 e 2022? Para responder tal indagação foi escolhido como método a análise envoltória de dados (*Data Envelopment Analysis*- DEA).

1.3 OBJETIVOS

Analisar os níveis de eficiência entre lojas supermercadista de uma mesma rede nos anos de 2021 e 2022. Para alcançar o objetivo proposto, foi necessário elencar os objetivos específicos, bem como:

- a) Compreender os fatores que influenciam os níveis de eficiência das lojas.
- b) Apresentar o *ranking* das lojas e identificar o *benchmarking* da empresa.

1.4 JUSTIFICATIVA

Pesquisas como essa se justificam pelo fato de existirem poucos estudos envolvendo técnicas de análise de eficiência no segmento supermercadista brasileiro e também por ser um setor competitivo que desempenha um papel crucial no abastecimento de produtos essenciais para a população.

A escassez de estudos nas bases de dados consultadas indica a falta de investimentos em pesquisa e a ausência dos dados para análise dos níveis de desempenho das empresas que compõem o setor supermercadista brasileiro. Como razão para esse achado pode-se citar a competitividade e dinâmica do mercado que podem dificultar o acesso a dados internos, bem como a colaboração das empresas para a realização de estudos acadêmicos. Além disso, a complexidade das operações supermercadistas, que envolvem uma ampla variedade de atividades, desde aquisição de produtos até gestão de estoque e atendimento ao cliente, pode tornar a análise de eficiência um desafio metodológico.

Já em razão a competitividade do segmento, os dados divulgados pela Associação Brasileira de Supermercados - ABRAS (2022), mostram que o setor supermercadista brasileiro em 2021, alcançou em torno de R\$ 611,2 bilhões em faturamento, contando com as mais de 92 mil lojas espalhadas pelo território nacional. Este resultado corresponde a 7,03% do PIB brasileiro, tornando-se um dos setores mais relevantes da economia.

Há dez anos, em 2012, o setor supermercadista comportava 81 mil lojas, e a receita do setor estava em R\$224,3 bilhões, portanto nota-se o quanto o setor

avançou em uma década, tanto na abertura de novas lojas quanto no faturamento, que quase triplicou (ABRAS, 2022).

O estado de Santa Catarina faturou no ano de 2021, R\$30,9 bilhões, oriundos do ramo supermercadista, obtendo 5,05% do resultado nacional (ABRAS, 2022). O desempenho nas vendas dos supermercados catarinenses no primeiro semestre de 2022 cresceu, alcançando um aumento de 0,47% comparando o mesmo período do ano anterior (ACATS, 2022).

Outro avanço importante do setor, foi a geração de emprego, que em 2021 tornou-se um dos maiores empregadores do país. No ano de 2020, a categoria gerou 57.217 novas vagas de emprego, e em 2021, 98.906 vagas, sendo assim o setor contribuiu com 6,10% do total de novos postos de trabalho gerados no período de 2020/21, em plena pandemia do corona vírus (GANDRA, 2022).

De acordo com a ASSERJ (2022), o setor supermercadista teve um papel social e econômico fundamental durante a pandemia, não só pela sua função de abastecimento, mas também pelo fato de ter sido um dos pilares em termos de geração de emprego e renda no Brasil.

Visto que o setor abordado é relevante para a população como um todo, está em constante crescimento e possui impacto significativo na geração de empregos, surgiu a curiosidade pessoal, por atuar na área, de analisar a eficiência das lojas de um supermercado, afim de contribuir com o conhecimento profissional e auxiliar os tomadores de decisões.

Já a escolha do método DEA é relevante pois aborda uma visão geral do desempenho operacional da empresa, levando em consideração três variáveis importantes para a investigação, como: faturamento bruto, número de funcionários, e o número de terminais de caixa (*checkout's*), tendo assim uma análise de desempenho operacional mais ampla, se comparada às técnicas de avaliação de eficiência utilizadas geralmente, que se baseiam em relatórios financeiros (BARROS; ALVES, 2003).

2. EFICIÊNCIA

A eficiência pode ser definida como a combinação ótima de insumos e métodos necessários no processo produtivo de maneira que resulte o máximo de produtos possíveis, minimizando a relação insumo e produto e otimizando a utilização de recursos (PEÑA, 2008). Donthu e Yoo (1998) complementam que a eficiência pode ser pensada como a razão da soma ponderada dos resultados e custos de um processo de fabricação. Nesse contexto, refere-se a um julgamento sobre a relação entre os recursos aplicados (entradas) e uma medida dos resultados obtidos (saídas).

A eficiência está ligada ao meio econômico, utilitário que busca maximizar seus resultados com o mínimo de recursos, como energia e tempo (SANDER, 1995). Para analisar a eficiência de uma organização se faz necessário entender os seguintes conceitos:

Eficiência produtiva: refere à habilidade de produzir a quantidade máxima de resultados utilizando o mínimo possível de recursos ou produzir uma quantidade determinada de resultados utilizando a menor quantidade de recursos possível, sem causar desperdícios. Assim, a avaliação da eficiência produtiva pode ser orientada para o crescimento da produção, que visa o aumento dos níveis de produção mantidas as quantidades de recursos, ou orientada para a economia de recursos, que busca a redução dos recursos utilizados mantendo-se os níveis de produção (BELLONI, 2000). A ineficiência produtiva decorre da realização de movimentos desnecessários e de uma gestão inadequada dos recursos disponíveis (WONNACOTT, 1985). Tradicionalmente, a eficiência produtiva é decomposta em dois componentes: eficiência de escala, e eficiência técnica.

Eficiência de escala: “é o componente da eficiência produtiva associado às variações da produtividade decorrentes de mudanças na escala de operação” (BELLONI, 2000, p.18). De acordo com Boueri, Rocha e Rodopoulos (2015), o conceito de eficiência de escala está diretamente relacionado à eficiência técnica. A ineficiência de escala ocorre quando uma empresa opera em uma escala que não é favorável, ou seja, quando a produtividade dos insumos utilizados não atinge o máximo possível, o inverso também é verdadeiro.

Eficiência técnica: reflete a habilidade de uma firma obter a máxima produção a partir de um conjunto de insumos (FERREIRA; GOMES, 2020). Para Fried,

Lovell e Schmidt (2008), eficiência técnica é um campo comum para se estabelecer comparações entre instituições de diferentes naturezas, ou seja, permite comparar o desempenho de unidades de produção pertencentes a ambientes institucionais diferentes. Um método de produção é eficiente do ponto de vista tecnológico, quando se emprega o menor nível de insumos possível para produzir um nível dado de produção, ou quando se obtém o maior nível de produção possível com um dado nível de insumo. Ou ainda, diz-se que um produtor, que produz dois ou mais produtos, é eficiente para certa quantidade de insumo, se ele somente conseguir aumentar a produção de um produto, quando diminui a produção de algum outro (PEÑA, 2008).

Eficiência econômica: Peña (2008) afirma que a eficiência econômica é uma extensão da eficiência técnica, uma vez que envolve, além dos aspectos físicos, os monetários, portanto para a produção ser economicamente eficiente requer a máxima eficiência técnica. O autor ainda ressalta que uma organização tecnicamente eficiente pode ser ineficiente em termos econômicos, quando não usar sua melhor combinação de insumos que minimize os custos.

Eficiência alocativa: reflete a habilidade de uma firma utilizar os insumos em proporções ótimas, dados os seus respectivos preços, minimizando os custos (FERREIRA; GOMES, 2020). Fried, Lovell e Schmidt (2008), complementa que a eficiência alocativa significa a escolha do conjunto certo de produtos.

Se uma empresa busca maximizar seus lucros, ela irá escolher a quantidade a ser produzida, de modo que a diferença entre as receitas e os custos seja máxima. Por outro lado, quando a meta é minimizar os custos, a empresa procura definir tanto a quantidade quanto a proporção adequada de insumos necessários para atingir a produção desejada ao menor custo possível. (BOUERI; ROCHA; RODOPOULOS, 2015). Dito isso é possível afirmar que pode haver eficiência do ponto de vista técnico mesmo que o lucro não seja máximo. Nesse sentido, qualquer desvio em relação ao ponto de lucro, ainda que haja eficiência técnica, representará ineficiência alocativa.

Eficácia: é o critério institucional que revela a capacidade administrativa para alcançar as metas estabelecidas ou os resultados propostos (SANDER, 1995). Segundo Boueri, Rocha e Rodopoulos (2015), a eficácia é definida como a habilidade de alcançar um objetivo pré-estabelecido, e pode ser medida tecnicamente pela razão entre o produto esperado ou desejado e o produto observado na prática.

Para Peña (2008), o termo implica fazer as coisas certas, escolher os objetivos certos. Dito isso, um administrador/empresário que seleciona um objetivo desarmoniosamente ou não alcança os objetivos adequados é um tomador de decisões ineficaz, mesmo que consiga a melhor relação custo benefício. O ideal é que a organização seja eficiente e eficaz, quando se consegue prevalecer esses dois conceitos, tem-se a efetividade.

Efetividade: é um critério político associado à capacidade da organização produzir os resultados que correspondam às expectativas da sociedade. A efetividade está associada ao alcance dos objetivos sociais e ao atendimento das demandas políticas da comunidade (BELLONI, 2000).

A eficiência de um supermercado pode ser interpretada como uma medida da sua capacidade de processar entrada, para atingir seus resultados, em termos de seu potencial máximo, que é representado pela fronteira de possibilidades de produção (FPP) (MORENO, 2006).

No setor de supermercados, a eficiência está associada ao máximo de resultado obtido a partir da utilização racional dos recursos disponíveis, destacando o capital investido, a tecnologia adotada, quantidade de *checkout's*, área de vendas, o número de empregados, entre outras variáveis. Com isso, a eficiência pode ser considerada uma medida da capacidade que agentes ou mecanismos têm de melhor para atingir seus objetivos e produzir deles o efeito esperado, em função dos recursos disponíveis (FERREIRA; BRAGA, 2007).

Contudo, a definição de eficiência usada pela teoria econômica não é muito diferente dos conceitos usados em outras ciências sociais aplicadas. Na área econômica, eficiência refere-se à otimização de recursos e à ausência de desperdícios. Portanto, a eficiência é alcançada maximizando o uso dos recursos disponíveis para atender às necessidades e desejos de indivíduos e organizações (PINDYCK; RUBINFELD, 2014).

Na área de economia, o termo eficiência está ligado à teoria microeconômica, mais especificamente sobre retornos de escala que descrevem o que acontece com os produtos quando os insumos são alterados. Todavia, entende-se que os retornos de escala lidam com as relações de produção ao longo de um intervalo de tempo, para permitir variações nas quantidades usadas de todos os insumos de produção, especialmente aqueles com espaço físico das plantas, peças

de equipamento e capacidade gerencial, que são tipicamente fixos no curto prazo (THOMPSON; FORMBY, 2003). Pindyck e Rubinfeld (2014) demonstram que há três patamares dos rendimentos de escala, sendo eles: rendimentos de escala crescente, constante e decrescente, no qual o autor explica da seguinte forma:

Rendimentos crescente: a produção cresce mais que o dobro quando se dobram os insumos; rendimentos constantes: quando a produção dobra quando duplica todos os insumos; e rendimentos decrescente: a produção aumenta menos que o dobro quando se dobra a quantidade de insumos” (PINDYCK, RUBINFELD, 2014, p. 213).

Por sua vez, Varian (2016) complementa que os rendimentos podem ser entendidos como retorno constantes de escala, cuja a quantidade do produto altera na mesma proporção em que a quantidade de seus insumos é alterada, retornos crescentes de escala, quando se obtém um retorno do produto maior que a proporção dos insumos e retornos decrescentes de escala que são as ocasiões em que o produto altera menos, proporcionalmente aos insumos.

De acordo com Thompson e Formby (2003), existem cinco fatores que contribuem para os retornos crescentes de escala. O mais importante consiste nas oportunidades criadas pela especialização no uso do trabalho quando a escala de operações de uma firma expande, a segunda é que quanto maior a escala das operações mais fácil é utilizar tecnologias avançadas. O terceiro fator pertence aos fatores estritamente dimensionais, já o quarto fator se refere ao processo de produção tecnologicamente complexo, pôr a qual os gargalos devem ser superados e por fim, o quinto fator refere-se ao uso dos talentos na administração do negócio.

Já para o rendimento de escala decrescente, o fator predominante está relacionado ao tamanho da empresa, afirma-se que quanto maior a empresa maior os problemas relacionados às atividades da firma, o contrário também é verdadeiro. Este é o limite no qual as funções de gerenciamento podem ser executadas com mais eficiência (THOMPSON; FORMBY, 2003).

Os rendimentos crescentes de escala podem ocorrer quando a operação em maior escala permite que administradores e funcionários se especializem e façam melhor uso das instalações e de equipamentos mais especializados e de grande escala. Porém, afirma-se que onde há retornos constantes de escala, o tamanho da empresa não interfere na produtividade de seus insumos (PINDYCK; RUBINFELD, 2014).

Pindyck e Rubinfeld (2014), ressaltam também que os rendimentos decrescentes de escala podem ser identificados nas empresas com operações de grande escala, por a qual existem dificuldades para organizar e gerenciar as operações. A partir disso, pode-se dizer que a ocorrência de rendimentos decrescentes de escala está diretamente relacionada a problemas de coordenação de tarefas e bons canais de comunicação entre administração e produção.

Com isso, a análise dos rendimentos de escala é fundamental para compreender as mudanças na proporção entre insumos e produtos à medida que uma empresa expande suas operações. Os rendimentos constantes de escala indicam que a quantidade do produto varia na mesma proporção que a quantidade dos insumos. Já os rendimentos crescentes de escala podem ocorrer devido à especialização, utilização de tecnologias avançadas, fatores dimensionais, processos de produção complexos e uso de talentos na administração. Por outro lado, os rendimentos decrescentes de escala estão relacionados a problemas de coordenação e gerenciamento em operações de grande escala.

3. EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS

Com o propósito de conhecer estudos anteriores que discorrem sobre a metodologia DEA (*Data Envelopment Analysis*) no âmbito de cada categoria, realizou-se buscas em meios *on-line*, nas plataformas de pesquisa “*web of science*”, “*scopus*” e “*scielo*”, durante o período de janeiro a abril de 2023. A partir dessas buscas, utilizando como filtro o tipo de documento “artigo”, foram coletadas informações que serviram de base para a elaboração da tabela 1.

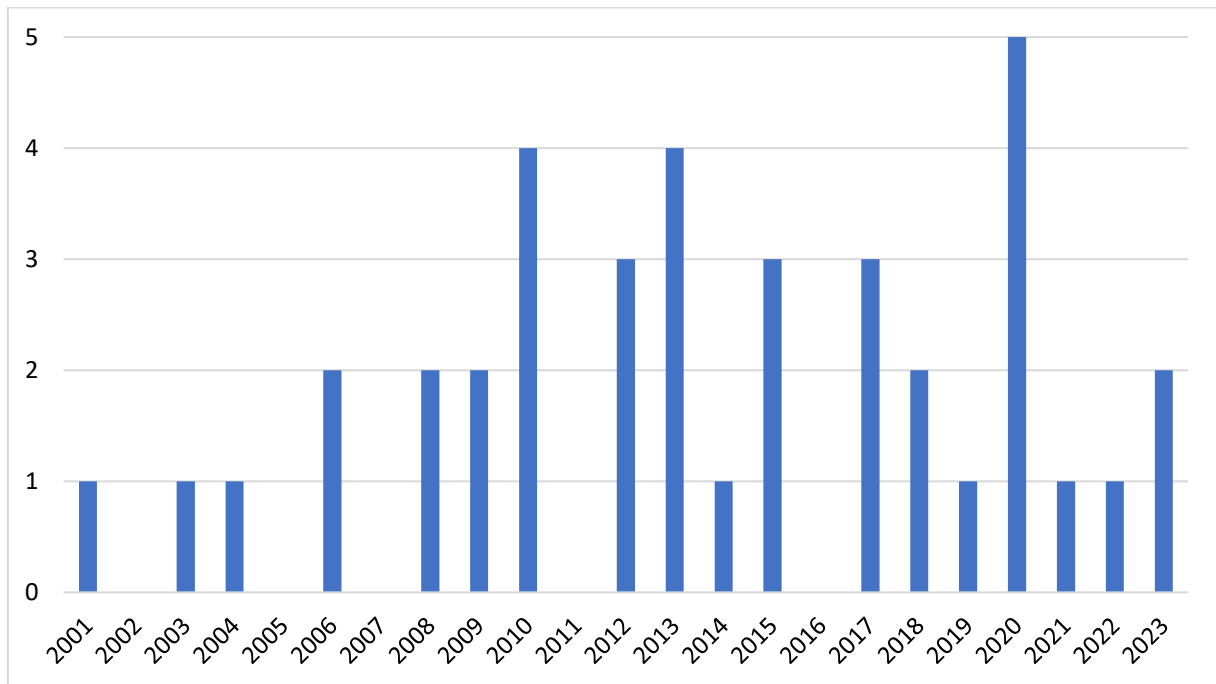
Tabela 1 - Classificação das categorias e número de estudo por plataforma;

Categoria	Palavra-chave	Web of Science	Scopus	Scielo	Repetidos	Total
C1	Data Envelopment Analysis and Efficiency	14553	15478	461	-	30492
C2	Data Envelopment Analysis and Efficiency and retail	140	142	5	-	287
C3	Data Envelopment Analysis and Efficiency and Supermarkets	23	29	2	15	39

Fonte: elaboração da autora, 2023.

A metodologia DEA (Análise Envoltória de Dados) tem sido amplamente empregada em estudos empíricos no setor de supermercados para análise de eficiência. A representação gráfica a seguir apresenta a quantidade anual de artigos pertencentes à categoria 3, obtidos em três diferentes plataformas de busca, por a qual é possível observar a variação temporal no número de publicações nesta categoria ao longo do tempo. Vale destacar que foi realizada uma seleção a fim de evitar artigos repetidos, garantindo assim a confiabilidade dos resultados apresentados.

Figura 1 - Quantidade de artigos da Categoria 3 (C3) publicados por ano.



Fonte: elaboração da autora, 2023.

De acordo com as pesquisas realizadas, identificou-se trinta e nove artigos relacionados a categoria três (C3), que exploram a abordagem da metodologia DEA atrelado a eficiência do setor supermercadista, como exemplos, pode-se indicar o que segue abaixo.

Moreno (2006) analisou a eficiência do varejo espanhol voltada ao setor supermercadista devido às regulamentações sobre o setor. Tal estudo mostrou que os supermercados e hipermercados que estavam instalados em áreas com baixas restrições regulatórias eram mais eficientes se comparados àqueles em áreas com maior regulamentação. Para análise de eficiência foi utilizado a metodologia DEA.

Ferreira, Venâncio e Abrantes (2009), tiveram como objetivo analisar a eficiência técnica e de escala do setor de supermercados do Brasil, tomando como referência os 300 maiores supermercados listados no *ranking* ABRAS de 2006. Os autores resolveram trabalhar com o cálculo DEA, pois consiste em técnica não-paramétrica em que o desempenho das organizações é medido através da fronteira relativa de eficiência, baseada na matriz de insumos e produtos das *Decision Making Units* (DMU's). Com isso, os autores concluíram que há grande heterogeneidade e níveis reduzidos de eficiência técnica nas redes de supermercados brasileiro.

Figueiredo e Mello (2009) utilizaram a metodologia DEA para analisar a eficiência em uma rede de supermercados. A utilização se deu, pois, a ferramenta DEA oferece a possibilidade de gerar um índice de eficiência único e mais completo baseado em razões ponderadas entre os produtos gerados e os insumos necessários. Quanto ao modelo, os autores optaram pela orientação *input*, porém concluíram não ser a forma mais adequada do ponto de vista do negócio e sugeriu-se orientações e soluções mais flexíveis para tais problemas.

Silva Junior, Nodari, Cavalheiro e Victor (2020), tiveram como foco a análise da eficiência de uma amostra de 31 supermercados da região oeste de Santa Catarina utilizando o método DEA com orientação para *output*. Os resultados obtidos indicaram uma baixa frequência de supermercados com eficiência máxima, devido a uma capacidade ociosa na formação estrutural de suas lojas.

Para além do setor supermercadista, o método DEA também é empregado em diversos outros segmentos, como discorrem nos parágrafos subsequentes.

Cetin e Bahce (2016), buscaram avaliar a eficiência dos setores de saúde de 34 países da OCDE, utilizando o método de análise envoltória de dados (DEA) com orientação para *inputs*, e retornos constantes e variáveis de escala. Na análise, o número de médicos, o número de leitos e o gasto com saúde per capita foram usados como variáveis de entrada (*inputs*) e a expectativa de vida ao nascer e a taxa de mortalidade infantil foram usadas como saídas (*outputs*). Por fim, os autores concluíram que 11 países têm sistemas de saúde eficientes, 15 países têm espaço para melhorias de eficiência no setor de saúde e 8 foram considerados ineficientes.

Hammes Junior, Flach e Mattos (2020), analisaram quais foram os fatores determinantes de eficiência dos gastos públicos de 59 universidades federais brasileiras, durante o período de 2013 a 2017. Para tal análise, foi utilizado a metodologia DEA orientada a *output* com retornos constantes de escala. O estudo concluiu que a maioria das universidades federais ainda não são ineficientes na alocação de gastos públicos.

Santos, Freitas e Flach (2020) tiveram como propósito entender os fatores que afetam os níveis de eficiência na aplicação dos recursos públicos na educação básica dos municípios de Santa Catarina. A análise foi feita a partir da metodologia DEA, considerando retornos variáveis de escala com orientação *output* e posteriormente foi aplicado o modelo de regressão Tobit. Por fim, concluiu-se que o

PIB teve uma relação negativa, podendo afirmar que os municípios de maior poder econômico foram menos eficientes. Já a variável “densidade demográfica” apresentou uma relação positiva, afirmando que municípios mais povoados podem apresentar uma maior demanda em relação à educação, sem a necessidade de uma maior aplicação de recursos.

4. METODOLOGIA

O presente estudo pode ser definido como pesquisa quantitativa, pelo uso da quantificação, tanto na coleta como na análise dos dados, utilizando a metodologia DEA, para mensurar a eficiência. Para Creswell (2007), pesquisa quantitativa é a identificação das variáveis propostas (independente, interveniente, dependente e de controle) desenhando um modelo visual para identificar claramente essa sequência e para localizar e especificar como as variáveis são mensuradas ou observadas no estudo. O autor ainda ressalta que “uma variável se refere a uma característica ou um atributo de uma pessoa ou organização que estão sendo estudadas” (CRESWELL, 2007, p.106).

Quanto a natureza o estudo se encaixa como pesquisa aplicada pois tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação na prática, dirigidos à solução de problemas específicos (GERHART; SILVEIRA, 2009). A pesquisa é de caráter bibliográfico, embasado em livros, artigos científicos, monografias e teses. Tal pesquisa é desenvolvida a partir de material já elaborado, composto principalmente por livros e artigos científicos, permitindo ao pesquisador ampla possibilidades de pesquisa, principalmente quando o problema de pesquisa requer dados amplamente dispersos no espaço (GIL, 2008).

Como se trata de uma pesquisa voltada a uma única organização privada, os meios de investigação a qual corresponde é o estudo de caso, que tem como viés, “explorar situações da vida real; preservar o caráter unitário; descrever a situação do contexto em que está sendo feita; formular hipóteses; e explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações muitas complexas” (GIL, 2008, p.54).

Quanto aos fins de investigação, o estudo se encaixa como pesquisa explicativa que se concentra nos fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de um fenômeno, esse é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão e o porquê das coisas. E pesquisa exploratória que têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições (GIL, 2008).

4.1 ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

O modelo *Data Envelopment Analysis* (DEA) teve origem com o trabalho de Farrel (1957) e posteriormente foi generalizado por Abraham Charnes, William Cooper e Eduardo Rhodes, com intuito de trabalhar com múltiplos recursos e múltiplos produtos (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978).

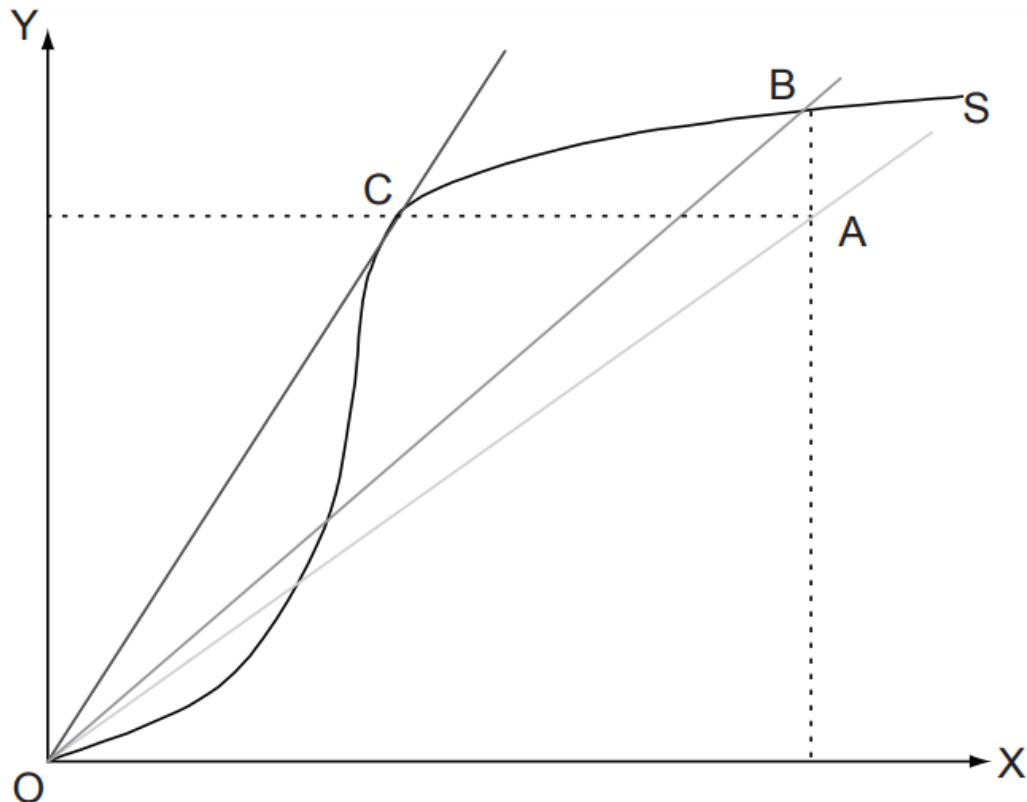
Essa técnica identifica se cada unidade opera de maneira adequada ou não, considerando um elenco específico de recursos utilizados e de resultados obtidos, comparando unidades consideradas similares por seus administradores, sem a necessidade de conhecer detalhadamente qualquer relação de importância (pesos) entre as variáveis consideradas (CASADO, 2007).

Para Peña (2008) o método compara as entradas e saídas de cada unidade e determina o índice de eficiência relativa. Esses índices permitem determinar as melhores práticas, as unidades ineficientes e as mudanças necessárias nos níveis de entradas e saídas, para que as unidades se tornem eficientes. Portanto, pode ser utilizado na identificação de recursos ociosos ou desativados e na formulação de políticas de redução de custos associadas a uma expansão que otimize o potencial de crescimento e a carga ideal do empreendimento.

A figura 2 mostra graficamente como se comporta a curva de produção (S), considerando um único produto (X) e um único recurso (Y). A área abaixo da curva S contém todas as combinações possíveis entre produtos e recursos. Todas as empresas que operam em qualquer ponto da curva de produção são consideradas tecnicamente eficientes, o contrário também é verdadeiro.

Os pontos A B e C são as empresas citadas no gráfico, a inclinação de cada reta é dada pela razão Y/X que identifica a produtividade de cada empresa. Dito isso, é possível afirmar que a empresa C apresenta maior produtividade, se comparada às demais, já a empresa B representa um nível de produção eficiente, porém não é a sua maior produtividade. No entanto pode-se concluir que uma empresa pode ser tecnicamente eficiente, isto é, operar sobre a fronteira de eficiência, mas não ser a mais produtiva, (empresa B) podendo inclusive apresentar produtividade menor que empresas tecnicamente ineficientes.

Figura 2 - Produtividade x Eficiência.



Fonte: Adaptado de Biondi (2001).

A análise envoltória de dados é um método não paramétrico utilizado para calcular a eficiência comparativa de unidades de produção chamadas de DMU's (*Decision Making Units*) (SENRA; NANJI; MELLO; MEZA, 2007). Neste caso, as DMU's em análise serão as lojas de uma rede de supermercados, que é a organização que se deseja medir a eficiência.

O método não-paramétrico impõe a curva de eficiência através de programação matemática de otimização, não exigindo que especifique a relação de entradas e saídas (PEÑA, 2008).

Para calcular a eficiência das DMU's as variáveis são classificadas em *inputs*, que são as entradas (insumos/recursos) e em *outputs* que são as saídas (produto/resultados/faturamento). A eficiência de cada DMU (loja) é calculada a partir de métricas como a razão das somas ponderadas de *outputs* pelas somas ponderadas de *inputs* (SENRA; NANJI; MELLO; MEZA, 2007).

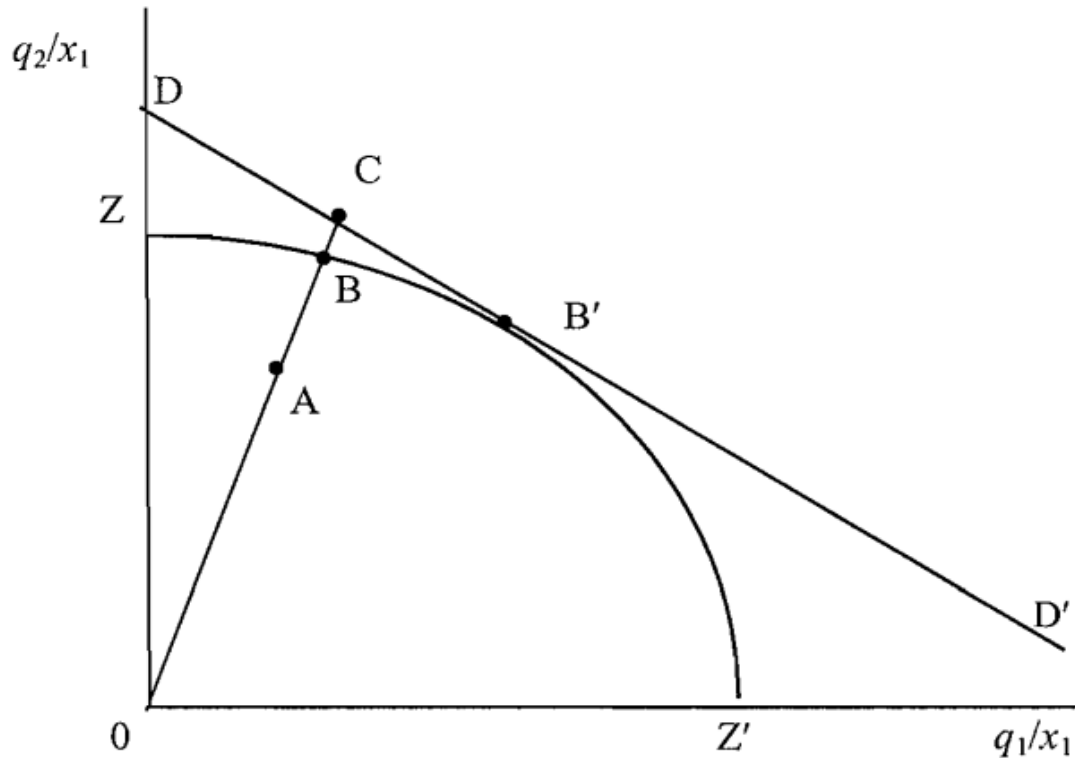
Na DEA, a programação matemática é utilizada para medir a eficiência em termos de distância de cada DMU de sua respectiva fronteira de eficiência,

determinada a partir dos dados da produção do conjunto de unidades em análise (FERREIRA; VENÂNCIO; ABRANTES, 2009). Os autores ainda complementam que a eficiência pode ser vista sob duas óticas: orientação para insumo, ou seja, em quantos pode-se diminuir a quantidade de insumos e recursos de uma loja, mantendo o número de faturamento; e orientação para produto, ou melhor, em quantos pode-se aumentar o faturamento de uma loja, considerando um dado número de recursos.

O presente estudo irá debruçar sua análise através das duas óticas: *input* e *output*, pelos modelos DEA CCR e BCC. Pela ótica *input*, busca-se avaliar o nível de eficiência de cada recurso, que no presente estudo está representado pelas variáveis, "número de *checkout's*" e "número de funcionários". Nesta ótica, a eficiência da unidade produtiva é ajustada através da diminuição dos seus recursos, sendo assim a mesma se torna eficiente, mantendo o mesmo número de faturamento, porém com uma quantidade inferior de recursos.

Já pela ótica *output*, busca-se maximizar a saída (faturamento bruto), ou seja, encontrar o faturamento ótimo de cada unidade, mantendo o número de recursos. A figura 3 mostra graficamente como funciona as medidas de eficiência, considerando dois produtos e um insumo.

Figura 3 - Medidas de eficiência.



Fonte: Adaptado de Coelli, Rao e Battese (1998).

A figura 3 envolve a produção de dois produtos q_1 e q_2 , por meio da utilização de apenas um insumo, representado por x_1 , que está descrito da seguinte forma: q_1/x_1 , que nada mais é que a capacidade de transformar os recursos/insumos (x_1) em faturamento/produto (q_1). A curva de possibilidades de produção está representada pela curva Z' .

Como o ponto A situasse abaixo da curva de possibilidades de produção (Z'), o mesmo pode ser caracterizado como uma firma ineficiente, por estar produzindo abaixo do limite de possibilidades.

A distância do ponto A ao ponto B, representa o grau de eficiência técnica, ou seja, $ET = OA/OB$ que é a quantidade pela qual a produção/ faturamento poderia aumentar, considerando os mesmos níveis de insumos. Dito isso, pode-se afirmar que a empresa localizada no ponto B é tecnicamente eficiente.

Com informações de preços, pode-se adicionar a linha de isoreceita (D'), que permite obter a eficiência alocativa, definida por $EA = OB/OC$, associada à firma

do ponto C. Portanto, a distância do ponto B ao C representa o grau de eficiência alocativa.

Por fim, o cálculo de eficiência econômica é dado da seguinte forma: $EE = ET * EA = OA / OC$, que no gráfico está representado pelo ponto B', considerado o ponto ótimo de eficiência, por a qual a curva de possibilidades de produção atinge a linha de isoreceita. Ressalta-se ainda, que a distância do ponto B ao ponto C representa a redução da receita, visto que a produção não ocorre no ponto ótimo (B').

Uma forma totalmente eficiente, operando no seu ponto ótimo apresenta escore "1". Dito isso, o intervalo de eficiência está entre o intervalo de 0 e 1, ou seja, quanto mais próximo de 1 mais eficiente é aquela firma, unidade de produção, ou loja que é o caso do presente estudo.

A metodologia DEA é conhecida por dois modelos básicos, o CCR (ou CRS) e BCC (ou VRS). Ambos os modelos são utilizados para maximizar a eficiência de uma determinada unidade produtiva, sendo que cada um pode ser aplicado de duas maneiras distintas: orientado ao insumo (*input*) ou orientado ao produto (*output*). As próximas seções deste capítulo têm como objetivo descrever com mais detalhes os dois modelos propostos.

4.1.1 MODELO CCR

O modelo CCR é o mais básico e o primeiro a ser criado dentro da metodologia DEA, a sigla CCR significa "Charnes, Cooper e Rhodes", em referência aos investigadores que desenvolveram o modelo (CHARNES; COOPER E RHODES 1978).

Com esse modelo, a eficiência é avaliada por retornos constantes de escala (*CRS - Constant Returns to Scale*), trabalhando a proporcionalidade. Sendo assim, qualquer variação dos insumos causa uma variação proporcional do produto, de vez que o CCR pressupõe retornos constantes de escala e projeta pontos através da expansão radial na fronteira de eficiência (FIGUEIREDO; MELLO, 2009).

A fronteira de eficiência é definida como a reta que se estende da origem até a unidade produtiva, que apresenta o maior raio em relação ao eixo de insumos. Essa fronteira é utilizada para avaliar a eficiência dos processos produtivos e identificar as unidades que estão operando de forma mais eficiente em relação às demais (PEÑA, 2008).

O modelo CCR com orientação *input*, busca maximizar a eficiência da unidade produtiva analisada (*DMU*), reduzindo o conjunto de entradas, que são os recursos e insumos disponibilizados, mantendo o mesmo nível de saída. Já o modelo CCR, com orientação para *output*, considera que cada unidade produtiva (*DMU*) tem um conjunto de entradas fixas e busca avaliar qual a melhor maneira de utilizar esses insumos, recursos a fim de maximizar suas saídas.

Para essa definição um conjunto de pesos deve ser atribuído a cada *DMU*, que considerando um elenco grande de unidades, torna-se uma tarefa complexa. “Para essa complexidade, a criação de um índice de produtividade requer o emprego de pesos diferentes que pondere a utilização de diferentes insumos e produção de diferentes produtos” (BOUERI; ROCHA; RODOPOULOS, 2015, p.271).

Já os autores, Charnes, Cooper e Rhodes (1978), argumentam que cada unidade produtiva, tem por si só, a legitimidade para definir seu conjunto de pesos, no sentido de maximizar a eficiência. No entanto, a única limitação é que todas as unidades tenham eficiência menor ou igual a 1.

O modelo é considerado linearizado, tornando-se um problema de programação linear, cuja fórmulas de orientação *input* e *output* é apresentada abaixo:

Orientação *input*:

$$Max\ Eff_0 = \sum_{j=1}^2 u_j y_{j0} \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\begin{aligned} \sum_{i=2}^1 v_i x_{ik} &= 1 \\ \sum_{j=1}^2 u_j y_{jk} - \sum_{i=2}^1 v_i x_{ik} &\leq 0, \\ u_j e v_i &\geq 0 \forall j, i \quad K = 1, 2 \dots n \end{aligned} \quad (2)$$

Orientação *output*:

$$\text{Min } Eff_0 = \sum_{i=2}^1 v_i x_{i0} \quad (3)$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=2}^1 u_j y_{jk} = 1$$

$$\sum_{i=2}^1 v_i x_{ik} - \sum_{j=1}^2 u_j y_{jk} \leq 0,$$

$$u_j \text{ e } v_i \geq 0 \forall j, i \quad K = 1, 2 \dots n \quad (4)$$

Onde, cada variável representa: Eff_0 = Eficiência da DMU_0 (loja em análise); v_i = peso dos *inputs* (funcionários e terminais de caixas); u_j = peso do *output* (faturamento bruto); x_{ik} = valor dos *inputs* (funcionários e terminais de caixas) de todas as lojas da amostra; y_{jk} = valor do *output* (faturamento bruto) de todas as lojas da amostra; x_{i0} = valor dos *inputs* (funcionários e terminais de caixas) da loja em análise; y_{j0} = valor do *output* (faturamento bruto) da loja em análise; $n = 20$ (número de DMU's); $s = 2$ (número de *inputs*); $r = 1$ (número de *outputs*); u_* = retornos variáveis

Já as variáveis k, i e j são notações que representam o número de DMU (n), número de *inputs* (s), e número de *outputs* (r) respectivamente.

4.1.2 MODELO BCC

Posteriormente, criou-se por Banker, Charnes e Cooper (1984), o modelo BCC, que levou este nome em homenagem aos autores. O modelo foi criado com intuito de incluir os retornos variáveis de escala (*VRS - Variable Returns to Scale*)

identificando os ganhos de escalas crescentes decrescentes e constantes (SONZA; CERETTA, 2008).

O Modelo BCC (VRS) é um método de análise de eficiência que forma uma fronteira convexa eficiente com as melhores unidades, independentemente da escala de operação. Isso significa que ele "envelopa" as unidades ineficientes para cada escala de produção, permitindo comparar unidades de portes distintos. Ao trabalhar com uma fronteira convexa, o modelo BCC considera as unidades com níveis baixos de consumo de insumos como unidades operadas com retornos crescentes de escala e vice-versa. Isso significa que ele suporta que a eficiência varia em função da economia de escala, o que é importante para comparações entre unidades de tamanhos diferentes (BELLONI, 2000).

Diferente do modelo CCR, o BCC assume o conjunto de produção com retornos variáveis de escala. Esse modelo estima a eficiência técnica pura, considerando retornos variáveis de escala e identifica se estão presentes em ganhos de escalas crescentes, decrescentes e constantes (SONZA; CERETTA, 2008).

A formulação do modelo BCC, com orientação para *input* e *output* é descrita da seguinte forma:

Orientação *input*:

$$\text{Max } Eff_0 = \sum_{j=1}^2 u_j y_{j0} - u_* \quad (5)$$

Sujeito a:

$$\begin{aligned} \sum_{i=2}^1 v_i x_{ik} &= 1 \\ \sum_{j=1}^2 u_j y_{jk} - \sum_{i=2}^1 v_i x_{ik} - u_* &\leq 0, \\ K &= 1, 2 \dots n \end{aligned} \quad (6)$$

Orientação *output*:

$$\text{Min } Eff_0 = \sum_{i=2}^1 v_i x_{i0} - u_* \quad (7)$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=2}^1 u_j y_{jk} = 1$$

$$\sum_{i=2}^1 v_i x_{ik} - \sum_{j=1}^2 u_j y_{jk} - u_* \leq 0, \quad (8)$$

$$K = 1, 2 \dots n$$

Percebe-se que a fórmula do modelo BCC se diferencia do modelo CCR através da existência da variável u^* que representa os retornos variáveis de escala. Quando negativa, indicam retornos crescentes, quando positiva retornos decrescentes, e caso seja nula, retornos constantes de escalas (PEÑA, 2008). As demais variáveis mantêm a descrição, como já mencionado no modelo CCR.

As unidades produtivas que são descritas na formulação dos dois modelos como DMU's, são as lojas supermercadistas que compõem a rede a qual o estudo está direcionado, portanto cada loja será descrita por DMU 1, DMU 2... e assim por diante. A composição das variáveis *inputs*, e *outputs* foram determinadas através de quesitos já validados em outros estudos. Dito isso, cabe mencionar os autores Figueiredo e Mello (2009) e também Ferreira, Venâncio e Abrantes (2009) que trabalharam com o mesmo critério de seleção de variáveis no âmbito de supermercados.

Desse modo, o conjunto de variáveis selecionadas de acordo com as informações concedidas pela empresa em estudo foram: *inputs* - número de *checkout's* de cada loja (terminais de caixa); e número de empregados por loja; e *output* - faturamento bruto por loja.

Afim de garantir a comparabilidade, evitar distorções e melhorar o desempenho dos modelos de análise, optou-se pela normalização dos dados que compõem as variáveis *input* e *output*. A normalização dos dados é utilizada para

transformar as variáveis em uma escala padronizada, geralmente entre 0 e 1. Para isso, utilizou-se a seguinte fórmula:

Normalizando *output* (Y):

$$\frac{Fat\ X - Fat_{min}}{Fat_{max} - Fat_{min}} = Y \quad (9)$$

Onde, *Fat X* é o faturamento bruto da loja que se deseja normalizar; *Fat_{max}* é o maior faturamento da amostra e *Fat_{min}* é o menor faturamento da amostra.

Normalizando *input* (X):

$$\frac{FuncZ - Func_{min}}{Func_{max} - Func_{min}} = X_i \quad (10)$$

Onde *FuncZ* é a quantidade de funcionários que se deseja normalizar; *Func_{max}* é o maior número de funcionários e *Func_{min}* é o menor de funcionários da amostra.

$$\frac{CaixZ - Cai_{min}}{Cai_{max} - Cai_{min}} = X_c \quad (11)$$

Onde, *CaixZ* é a quantidade de caixas que se deseja normalizar; *Caix_{max}* é o maior número de caixas e *Caix_{min}* é o menor de funcionários da amostra.

Com isso a loja de maior faturamento bruto receberá valor igual 1, em uma escala de 0 a 1, e a loja com menor faturamento receberá 0. O mesmo acontece para o número de funcionários e terminais de caixas.

4.2 DESCRIÇÃO DOS DADOS

Os dados para análise são de caráter primário, disponibilizado pela própria organização em estudo por meio de relatórios privados, que posteriormente foram exportados para planilhas.

O período de análise selecionado, que compreende os anos de 2021 e 2022, foi determinado com base nos objetivos da pesquisa, que visam avaliar a eficiência do objeto em estudo. Portanto se teve a necessidade de obtenção de dados mais recentes, uma vez que as séries históricas podem não refletir com precisão o cenário atual. Além disso, é importante destacar que a disponibilidade dos dados fornecidos pela organização também influencia na escolha deste intervalo temporal.

A base de dados utilizada no estudo é composta por uma amostra de 20 lojas pertencentes à rede. Os dados contemplam as seguintes variáveis: quantidade de *checkout's*, que são os terminais de caixa disponíveis nas lojas, número de funcionários, sendo a base de dados de referência o mês de dezembro, e o faturamento bruto de cada unidade.

As variáveis são de periodicidade anual, sendo que a quantidade de *checkout's* não teve alteração nos dois anos analisados. O número de funcionários levou-se como base o mês de dezembro do mesmo ano, como mencionado no parágrafo anterior. Essas duas variáveis foram determinadas como *inputs*, ou seja, são os recursos disponíveis nas lojas para análise da eficiência.

A variável *output* foi definida pelo faturamento bruto de cada unidade. Para aplicar tais dados no método DEA decidiu-se normalizar os dados. Tal escolha se deu necessariamente devido às diferenças significativas nas dimensões das lojas, o que resultou em discrepâncias consideráveis nos resultados. Ao normalizar o faturamento bruto, o número de funcionários e terminais de caixas foi possível obter variáveis proporcionais que permitiu a análise comparativa de todas as unidades.

Com base nos dados fornecidos, foi possível construir a matriz de entrada e saída para avaliar a eficiência das unidades produtivas utilizando a metodologia DEA. Para realizar os testes, foi utilizado o software estatístico R.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção, apresenta-se os dados empregados na análise, bem como os modelos utilizados e os resultados obtidos por meio da aplicação da metodologia da Análise Envoltória de Dados (DEA). Para avaliar a eficiência das lojas, serão utilizados dois modelos específicos: o CCR, que considera retornos constantes de escala e o BCC que considera retornos variáveis de escala. Tais modelos consideraram as duas óticas abordada pela metodologia.

5.1 ANÁLISE DAS ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

No âmbito deste estudo, as estatísticas descritivas foram utilizadas para avaliar os dados fornecidos pela empresa, no que tange à eficiência de suas lojas supermercadistas, tendo como entradas o número de caixas e funcionários, e como saída o faturamento bruto anual.

Inicialmente, identifica-se as variáveis contidas na base de dados, que compreende informações como: lojas, quantidade de terminais de caixas, quantidade de funcionários, e faturamento bruto. Em seguida, calcula-se as medidas de tendência central (média, mediana e moda) e de dispersão.

Tabela 2 - Resultados das análises de tendência central e dispersão para cada variável.

	Lojas	Caixas21	Caixas22	Func21	Func22	Fat21	Fat22
Total	20	419	419	3301	3200	1.384.943.314	1.585.109.197
Média	-	20,95	20,95	165,05	160	69.247.165,74	79.255.459,89
Mediana	-	20	20	151	157,50	67.710.432,58	78.697.894,91
Moda	-	29	29	102	95	-	-
Desvio Padrão	-	7,66	7,66	74,71	71,88	32.832.348,28	38.161.083,25

Fonte: elaboração da autora, 2023.

De acordo com os resultados obtidos na tabela 2, é possível identificar que faturamento bruto de 2021 das lojas analisadas alcançou cerca de R\$1,38 bilhão, com uma média de aproximadamente R\$69,24 milhões, e mediana de R\$67,70 milhões. Já no ano de 2022 a mesma variável cresceu 14,65% se comparado ao ano anterior. A média foi de R\$79,25 milhões e a mediana R\$78.69 milhões.

Ao observar a variável número de funcionários, nota-se uma queda de 101 postos de trabalho. Um dos fatores decorrentes dessa queda foi o processo de centralização de algumas atividades, com o intuito de reduzir as funções nas lojas e o tempo ocioso dos funcionários. Quanto a média de funcionários por loja, foi em torno de 165 em 2021 e 160 em 2022. Já a mediana foi de 151 em 2021 e 157 em 2022 e pôr fim a moda que é o valor mais frequente foi de 102 em 2021 e 95 em 2022.

Já a outra variável *input*, representada na tabela 2 como “Caixas21” e “Caixas22”, que são os terminais de caixas disponíveis nas lojas, manteve-se constante no biênio analisado. As vinte lojas que fazem parte do estudo comportam um total de 419 *checkout's*, com uma média de 20 *checkout's* por loja, mediana também de 20 e a moda 29.

Além disso, observa-se que a dispersão dos dados variou bastante entre as variáveis, apresentando alto desvio padrão. Essa alta variabilidade indica que os dados possuem uma grande amplitude em relação à média.

Considerando os resultados obtidos, é possível inferir informações relevantes sobre as variáveis em análise. Foi identificado um crescimento nas vendas, o que impactou diretamente no faturamento bruto. Contudo, foi observada uma redução no número de funcionários, em decorrência das mudanças internas e otimizações de processos. Em relação às demais variáveis, constatou-se que se mantiveram estáveis, sem mudanças significativas no biênio analisado.

5.2 ANÁLISE DAS EFICIÊNCIA

Com base nos dados inseridos no software estatístico R, pode-se observar que os modelos CCR e BCC selecionados para a matriz de entrada e saída apresentaram índices diferentes de eficiência durante o biênio analisado.

Para tal análise, os dados foram normalizados entre 0 e 1, para que assim, as diferentes variáveis estejam na mesma escala, facilitando a comparação entre elas.

5.2.1 CONSIDERANDO A ÓTICA *INPUT*

Considerando a perspectiva de análise baseada nos insumos (*input*) para alcançar o nível máximo de eficiência foram encontrados os seguintes índices durante o biênio analisado.

Tabela 3 - Índices de eficiências das unidades avaliadas considerando a ótica input.

EFICIÊNCIA DAS LOJAS PELA ÓTICA <i>INPUT</i> (%)				
LOJAS	2021		2022	
	CCR	BCC	CCR	BCC
DMU 01	49,44	49,44	36,47	36,47
DMU 02	78,18	85,98	78,14	81,87
DMU 03	93	93,00	66,73	66,73
DMU 04	46,14	46,14	6,46	6,46
DMU 05	42,47	42,47	45,42	45,42
DMU 06	79,64	87,89	70,47	91,63
DMU 07	86,27	87,67	64,32	71,68
DMU 08	87,2	100,00	73,16	100,00
DMU 09	0	0,00	0	0,00
DMU 10	49,86	49,86	33,88	33,88
DMU 11	100	100,00	78,73	87,96
DMU 12	89,98	91,15	78,86	89,70
DMU 13	88,8	88,80	95,68	95,68
DMU 14	72,45	72,45	36,78	36,78
DMU 15	100	100,00	100	100,00
DMU 16	88,6	100,00	92,29	100,00
DMU 17	93,24	93,24	79,79	85,64
DMU 18	79,14	79,14	81,44	81,44
DMU 19	74,7	74,70	61,87	61,87
DMU 20	81,46	81,46	72,7	75,12

Fonte: elaboração da autora, 2023.

Essa orientação busca-se reduzir os recursos utilizados, como o número de funcionários e terminais de caixa, a fim de maximizar a saída, que neste caso é representado pelo faturamento bruto. No entanto, é importante salientar que a variável relacionada ao número de caixas é determinada e não pode ser modificada, uma vez que remover terminais de caixas das lojas não é considerado eficiente do ponto de vista econômico.

Dessa forma, a única maneira de tornar a loja eficiente, considerando essa ótica, seria por meio da redução do quadro de funcionários. Isso implica em uma gestão eficiente do número de funcionários e na implementação de práticas que

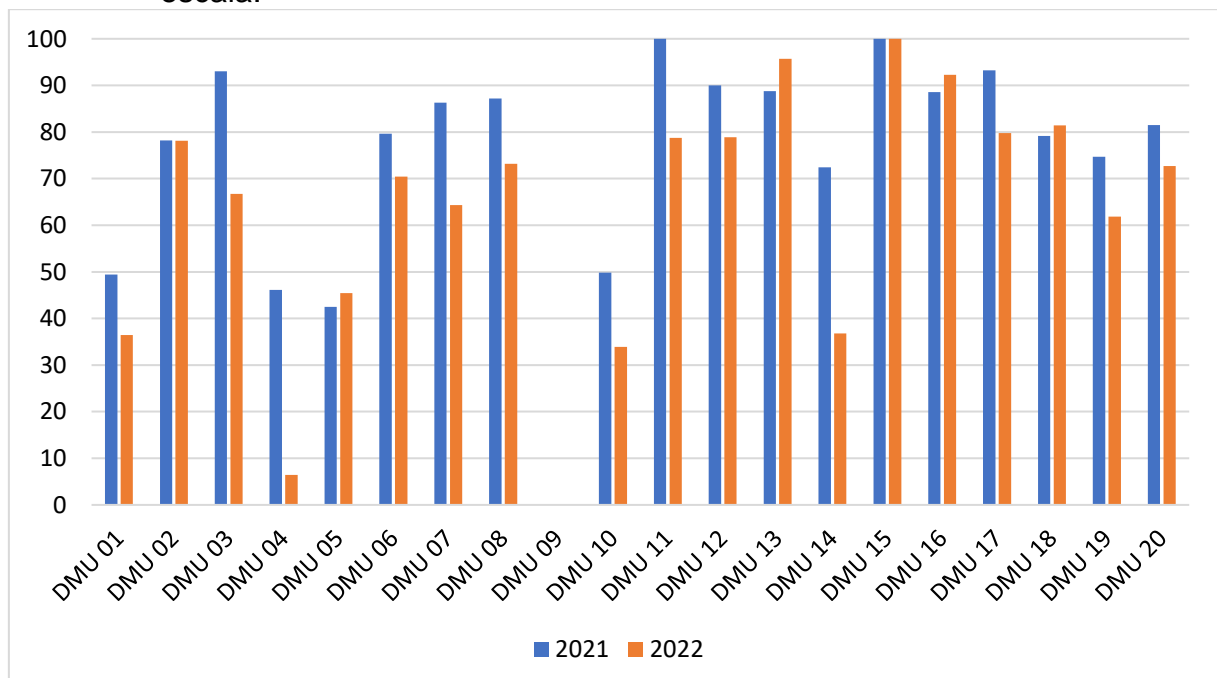
permitam melhorar a produtividade e eficiência operacional, sem comprometer a capacidade de atender à demanda dos clientes.

5.2.1.1 CCR

Conforme os resultados expostos, pode-se constatar que apenas quatro unidades apresentaram melhoria em seus índices de eficiência de um ano para outro, considerando o modelo que trabalha com retornos constantes de escala. Três unidades mantiveram o mesmo nível de eficiência ao longo do período analisado, enquanto as demais unidades apresentaram redução em seus índices de eficiência.

Para melhor visualizar os índices de eficiência obtidos, foi elaborado um gráfico que representa as unidades analisadas e seus respectivos índices de eficiência em porcentagem. O gráfico permite uma representação visual clara das diferenças de eficiência entre as unidades e facilita a comparação entre elas.

Figura 4 - Níveis de eficiência pela ótica *input*, considerando retornos constantes de escala.



Fonte: elaboração da autora, 2023. (DMU: *Decision Making Units*: unidades tomadoras de decisão)

Conforme mencionado anteriormente, a perspectiva baseada na entrada (*input*) busca maximizar a eficiência por meio da redução dos recursos utilizados. No

caso da DMU 16, verificou-se que ela obteve um índice de eficiência de 88,60% em 2021. Para que essa unidade se torne eficiente nessa perspectiva, seria necessário reduzir o número de funcionários de 207 para 183. Já no ano de 2022, a unidade apresentou um aumento em seu índice de eficiência, alcançando a marca de 92,29%. Nesse sentido, para que a unidade se torne eficiente, seria necessário reduzir 15 postos de trabalho.

A loja DMU 10 no ano de 2021 atingiu 49,85% de eficiência. Esse resultado indica que, para a unidade se tornar eficiente nessa perspectiva, seria necessário reduzir pela metade o número de funcionários empregados. Já no ano de 2022, o grau de eficiência dessa loja reduziu para 33,88%. Nesse contexto, para a unidade se tornar eficiente, seria preciso reduzir ainda mais o quadro de funcionários para 169 postos.

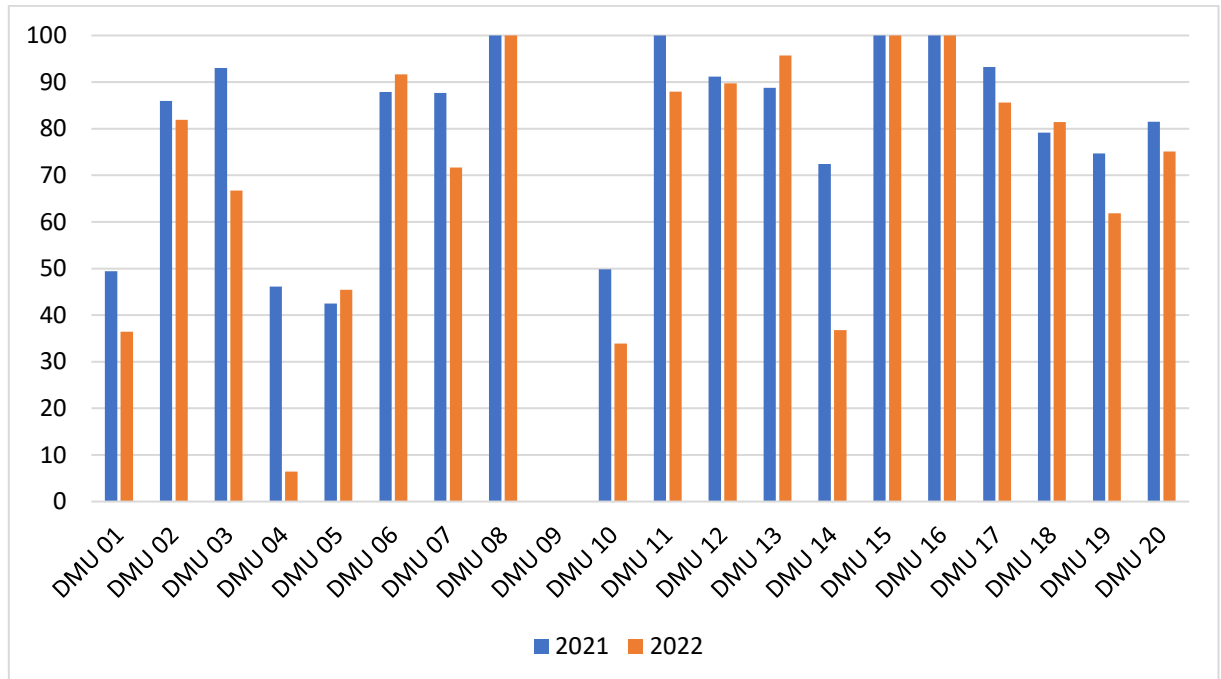
Por outro lado, a DMU 11 no ano de 2021 e a DMU 15 nos dois anos analisados conseguiram índice igual a 1 no modelo de retornos constantes de escala. Isso indica que as unidades alocaram seus recursos de forma eficiente maximizando o faturamento bruto.

Essa análise destaca a importância de uma gestão eficiente de recursos humanos, a fim de alcançar níveis ótimos de desempenho, buscando a eficiência operacional e o máximo aproveitamento da mão de obra disponível.

5.2.1.2 BCC

Analisando a ótica *input* a partir do modelo de retornos variáveis de escala, é possível constatar que a maioria das lojas que compõem a amostra reduziram sua eficiência durante o biênio analisado. A figura 5 permite compreender de forma mais clara e intuitiva como cada loja se comportou em relação a orientação *input* e modelo analisado durante os anos de 2021 e 2022.

Figura 5 - Níveis de eficiência pela ótica *input*, considerando retornos variáveis de escala.



Fonte: elaboração autora, 2023.

De acordo com os resultados expostos é possível visualizar que 20% das lojas analisadas registraram aumento no índice de eficiência em 2022 se comparado ao ano anterior. Além disso, 20% das lojas mantiveram seus resultados estáveis e 60% tiveram queda no seu índice de eficiência.

A loja DMU 17, apresentou 93,24 % de eficiência no ano de 2021, já no ano seguinte, a unidade reduziu para 85,63%. Nesse sentido, para a unidade se tornar eficiente nessa perspectiva e modelo analisado, seria necessário reduzir 12 funcionários em 2021 e 24 funcionários em 2022, levando em consideração o número atual de funcionários em cada ano. Essa análise demonstra a importância de ajustar o tamanho da equipe de acordo com as demandas operacionais, visando a otimização dos recursos e a maximização da eficiência.

Ao analisar as lojas que obtiveram índice de 100% de eficiência é possível identificar três unidades (DMU's 8, 15 e 16). Isso indica que tais lojas foram capazes de utilizar de forma ótima seus funcionários e terminais de caixas, afim de maximizar o faturamento bruto da unidade.

Por outro lado, a DMU 09 apresentou ineficiência total de acordo com essa perspectiva. Isso mostra que a unidade não conseguiu utilizar seus recursos de

maneira eficiente para maximizar sua produção ou faturamento bruto. É importante ressaltar que a ineficiência pode ter diversas causas, como alocação externa de recursos, processos operacionais ineficientes ou subutilização de recursos.

Contudo, pode-se afirmar que tanto no modelo CCR quanto no modelo BCC, a forma de tornar a loja eficiente segue o mesmo caminho, o que diferencia são os valores obtidos em cada modelo.

5.2.2 CONSIDERANDO A ÓTICA *OUTPUT*

Nesta ótica, a maximização da eficiência ocorre por meio do aumento do faturamento bruto (*output*) até que a unidade se torne eficiente em relação aos seus recursos e insumos disponíveis. Em outras palavras, busca-se atingir um ponto ótimo de produção, que implica em utilizar de maneira eficaz os recursos disponíveis, como o número de funcionários e terminais de caixas a fim de obter faturamento bruto ótimo da unidade. A eficiência é alcançada quando a unidade consegue maximizar a produção com uma determinada combinação de recursos, sem desperdícios ou subutilização dos insumos.

A seguir é apresentada a tabela 4 que consta os índices de eficiência obtidos anualmente para cada loja, considerando os dois modelos abordados pela ótica *output*.

Tabela 4 - Índices de eficiência das unidades avaliadas, considerando a ótica *output*.

EFICIÊNCIA DAS LOJAS PELA ÓTICA <i>OUTPUT</i> (%)				
LOJAS	2021		2022	
	CCR	BCC	CCR	BCC
DMU 01	49,44	49,44	36,47	36,47
DMU 02	78,18	89,7	78,14	85,13
DMU 03	93	93	66,73	66,73
DMU 04	46,14	46,14	6,46	6,46
DMU 05	42,47	42,47	45,42	45,42
DMU 06	79,64	89,29	70,47	93,26
DMU 07	86,27	89,12	64,32	77,08
DMU 08	87,2	100	73,16	100
DMU 09	0	0	0	0
DMU 10	49,86	53,88	33,88	43,22
DMU 11	100	100	78,73	90,03
DMU 12	89,98	92,22	78,86	91,54
DMU 13	88,8	88,8	95,68	95,68
DMU 14	72,45	72,45	36,78	36,78
DMU 15	100	100	100	100
DMU 16	88,6	100	92,29	100
DMU 17	93,24	93,24	79,79	88,46
DMU 18	79,14	79,14	81,44	81,44
DMU 19	74,7	74,7	61,87	66,23
DMU 20	81,46	81,46	72,7	80,14

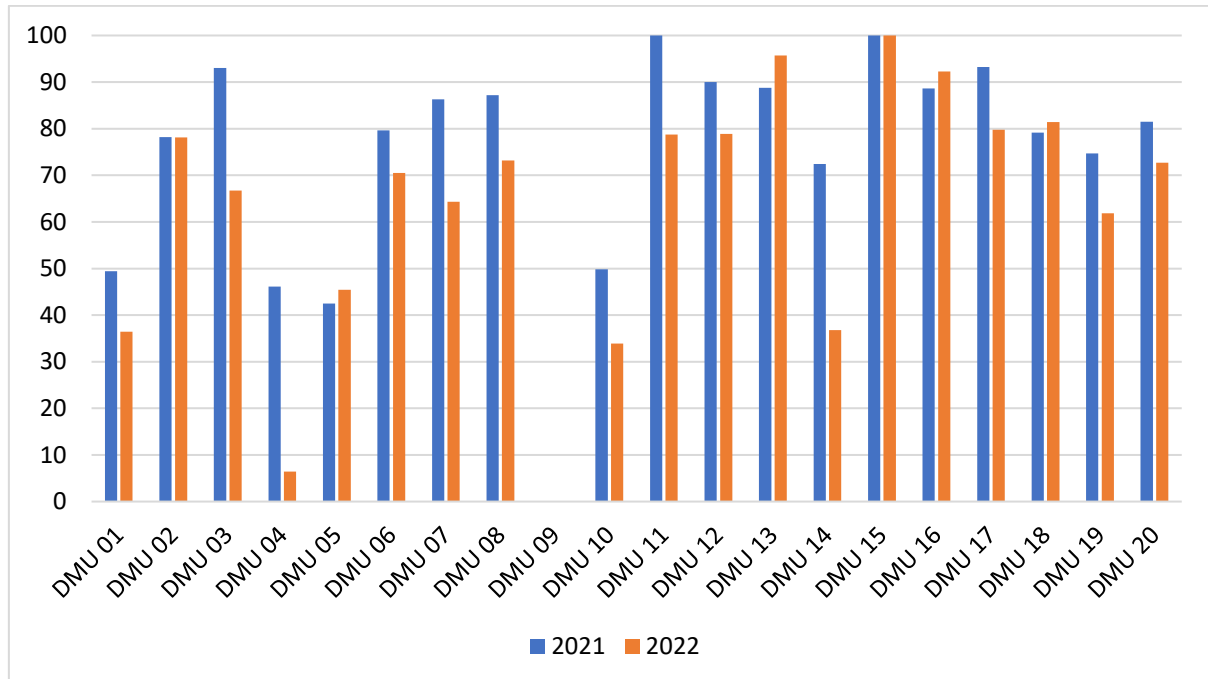
Fonte: elaboração da autora, 2023.

5.2.2.1 CCR

Ao aplicar o modelo de retornos constantes de escala com foco na ótica *output*, foram obtidos índices de eficiência que refletem o desempenho das unidades em relação à maximização do faturamento bruto, considerando os recursos disponíveis.

Para melhor visualizar os índices foi elaborado um gráfico, afim de proporcionar uma representação visual clara e intuitiva das diferenças nos níveis de eficiência entre as unidades analisadas.

Figura 6 - Níveis de eficiência pela ótica *output*, considerando retornos constantes de escala.



Fonte: elaboração da autora, 2023.

Ao analisar a DMU 11 sob essa perspectiva, observa-se que a loja apresentou uma redução no seu nível de eficiência. Para que tal unidade alcançasse o nível máximo de eficiência no ano de 2022, seria necessário que seu faturamento fosse aproximadamente R\$ 27 milhões a maior do que o valor efetivamente alcançado. Essa constatação indica que a DMU 11 não conseguiu utilizar seus recursos e insumos de maneira eficiente para maximizar seu faturamento no ano de 2022.

A loja DMU 09, obteve índice de eficiência de 0%. Isso indica que a unidade não conseguiu utilizar seus recursos (funcionários e terminais de caixas) de maneira eficiente para gerar resultados em termos de faturamento. Para que a unidade se torne eficiente, seria necessário atingir o dobro do faturamento obtido no ano de 2021 e 2022.

No contexto do modelo CCR com orientação para *output* durante o período analisado, observa-se que apenas 20% das unidades da amostra apresentaram aumento no nível de eficiência no ano de 2022 (DMU's: 05; 13; 16 e 18). Destaca-se, a DMU 13, que registrou aumento de 7,75% em seu índice de eficiência. Isso indica que a unidade conseguiu melhorar consideravelmente seu desempenho em relação à sua capacidade de converter *inputs* em *outputs* desejados.

Cabe ressaltar que os índices de eficiência encontrados no modelo CCR para as diferentes óticas são iguais, conforme detalhado nas tabelas 3 e 4. Isso se deve ao fato de o modelo adotar a premissa de retornos constantes de escala. No entanto, apesar dos índices de eficiência serem iguais, as perspectivas diferem na abordagem de como a unidade pode se tornar eficiente.

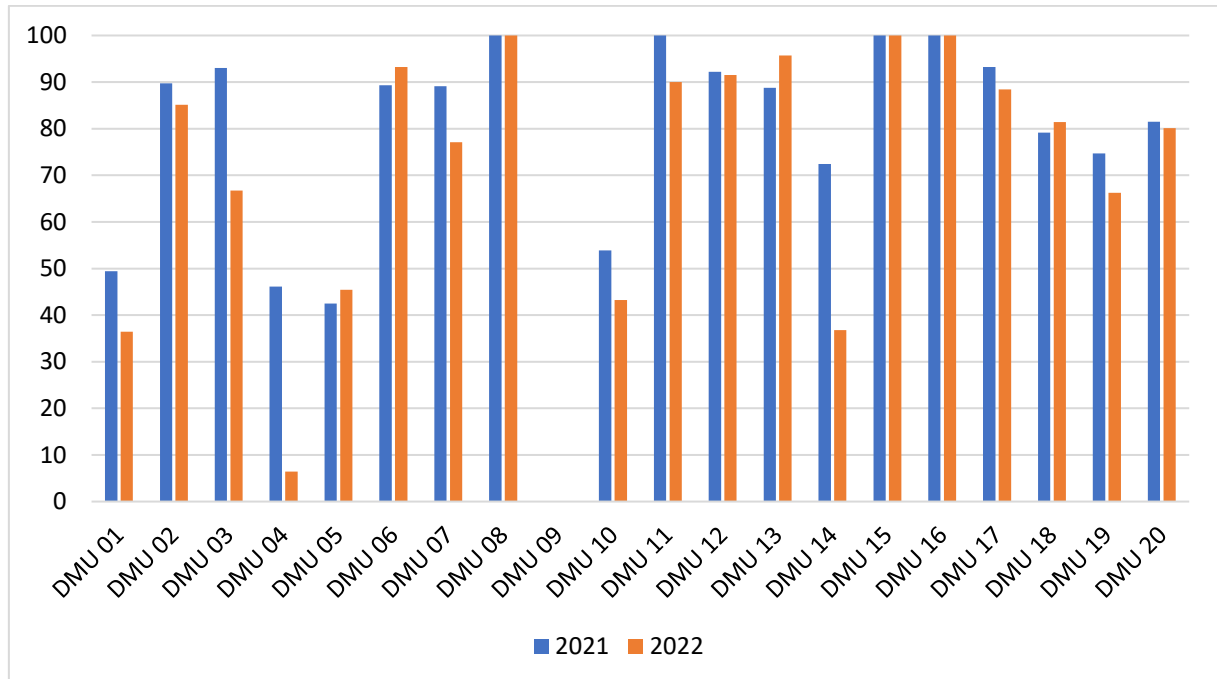
Essa diferença de abordagem entre as óticas ressalta a importância de considerar diferentes estratégias e enfoques para melhorar a eficiência operacional. As unidades podem adotar diferentes medidas, dependendo da ótica escolhida, para alcançar um desempenho mais eficiente e atingir seus objetivos.

5.2.2.2 BCC

Considerando o modelo de retornos constantes de escala para essa ótica, observa-se que os índices reduziram na maioria das lojas. Apenas 20% da amostra conseguiram aumentar seu nível de eficiência no ano de 2022.

A figura 7 mostra como os níveis de eficiência das unidades avaliadas se comportaram durante o biênio analisado. Ele oferece uma representação visual das mudanças nos índices de eficiência, permitindo uma análise comparativa entre as unidades e identificando tendências de melhoria ou declínio da eficiência.

Figura 7 - Níveis de eficiência pela ótica *output*, considerando retornos variáveis de escala.



Fonte: elaboração da autora, 2023.

Nessa ótica, a maioria das unidades da amostra apresentou uma redução em seus índices de eficiência. Isso indica que, em termos de maximização da produção, a maioria das unidades não conseguiu melhorar seu desempenho ao longo do biênio analisado.

A loja DMU 04, registrou a maior queda no índice de eficiência durante o período analisado. A unidade reduziu 85,90% seu nível de eficiência se comparado ao ano de 2021. Com isso, para alcançar a eficiência nessa perspectiva, a unidade precisaria aumentar seu faturamento em aproximadamente R\$ 36 milhões em 2021 e R\$ 452 milhões em 2022, levando em consideração os valores reais.

A unidade DMU 11 registrou uma queda de 9,97% em seu nível de eficiência, saindo da eficiência máxima do ano de 2021. Para alcançar a eficiência total em 2022, seria necessário um aumento de aproximadamente R\$ 11,2 milhões em seu faturamento. Por outro lado, a DMU 13 precisaria aumentar seu faturamento em apenas R\$2,4 milhões para atingir a eficiência total no ano de 2022. Essas informações destacam os diferentes desafios enfrentados por cada unidade para alcançar a máxima eficiência na perspectiva de saída.

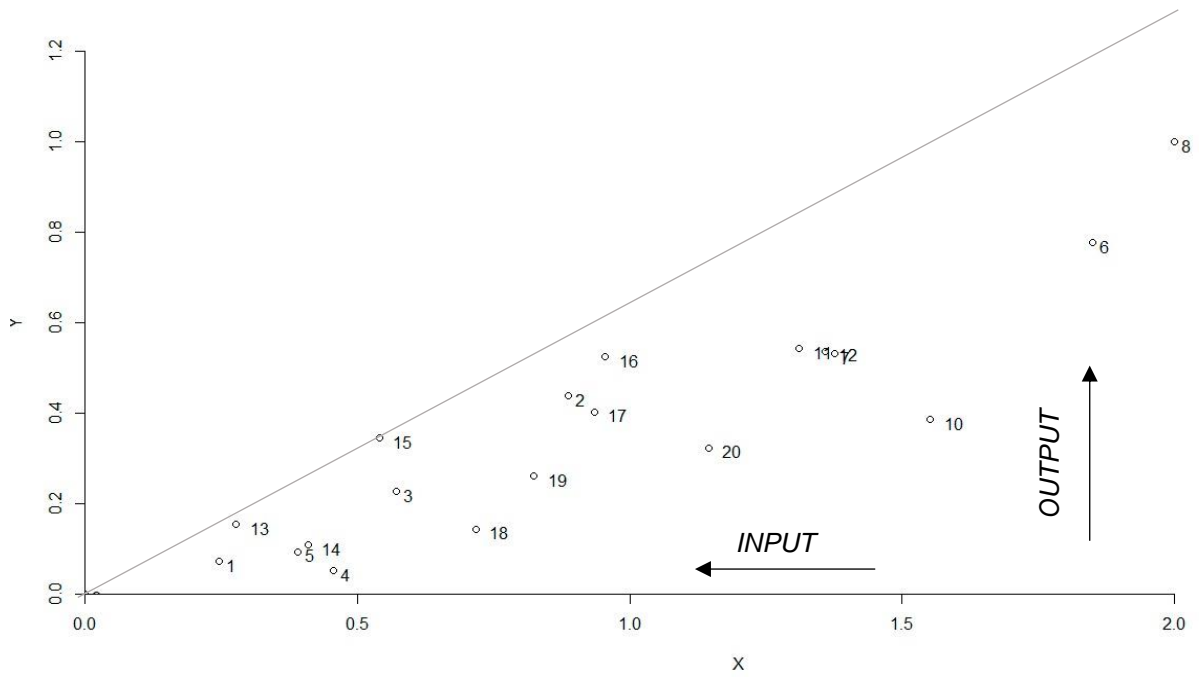
A discrepância entre o faturamento real e o faturamento necessário para atingir o nível máximo de eficiência revela a amplitude de melhoria que a unidade necessita. Essa diferença evidencia as oportunidades de aprimoramento e otimização disponíveis para a loja em termos de utilização de recursos e alcance de resultados.

5.2.3 FRONTEIRAS DE POSSIBILIDADES DE PRODUÇÃO

Obtendo a fronteira de possibilidades de produção (FPP), é possível avaliar a posição das unidades em relação ao uso eficiente dos recursos disponíveis. A FPP representa as diferentes combinações de insumos e saídas que uma unidade pode alcançar, considerando a restrição de recursos. Ao analisar a posição das unidades em relação a FPP, é possível identificar as lojas que estão operando em um nível máximo de eficiência, bem como aqueles que estão abaixo desse ponto e têm espaço para melhorias.

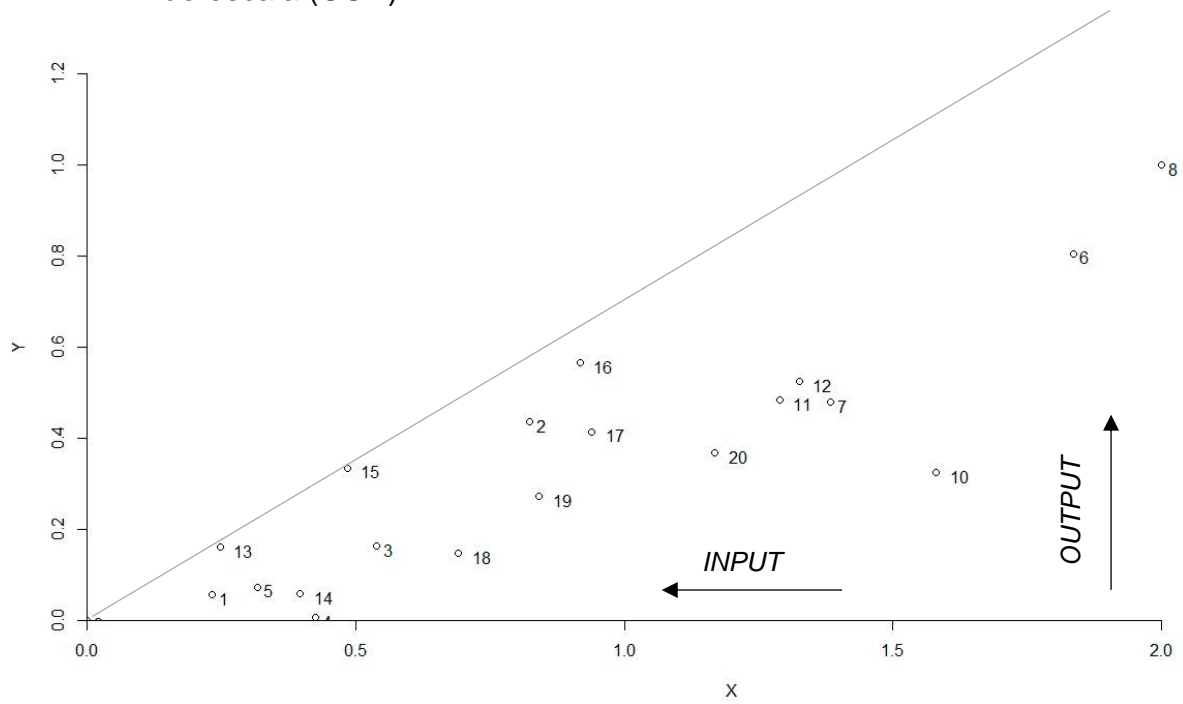
Por se tratar do método que trabalha com retornos constantes de escala, a curva da FPP, está representada no gráfico pela reta que mostra todas as combinações possíveis de produção, dado os dois recursos utilizados na análise. O eixo horizontal representado pela variável X , indica a quantidade de funcionários e terminais de caixas, e no eixo vertical o faturamento bruto (Y). Vale destacar que as duas variáveis (X e Y) estão com os valores normalizados.

Figura 8 - Fronteira de possibilidades de produção (2021), com retornos constantes de escala (CCR).



Fonte: elaboração da autora, 2023.

Figura 9 - Fronteira de possibilidades de produção (2022), com retornos constantes de escala (CCR).



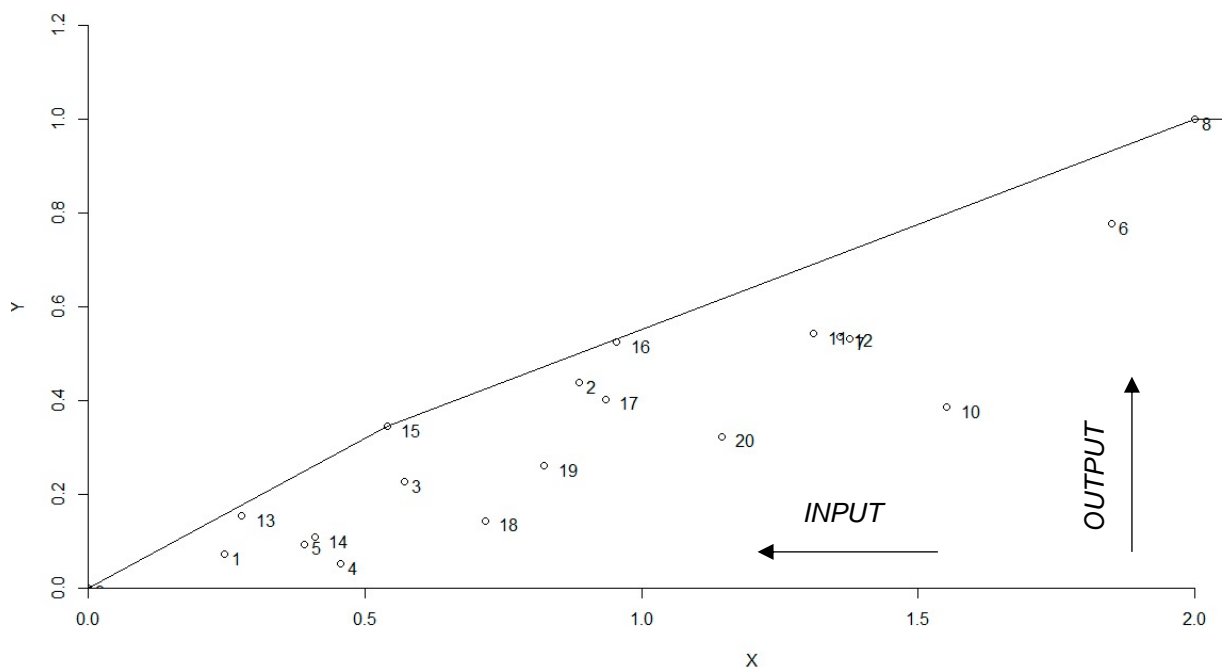
Fonte: elaboração da autora, 2023.

Os pontos abaixo da curva, que estão representados nas figuras de fronteira de possibilidade de produção denotam uma produção ineficiente ou subutilização de recursos e os pontos em cima da curva significam a utilização ótima dos recursos disponíveis. Com isso, considerando o modelo de retornos constantes de escala durante o biênio analisado, concluiu-se que a loja DMU 15, utilizou de forma eficiente os seus recursos: número de funcionários e números de caixas, tendo como resposta a maximização do faturamento.

Por outro lado, analisando a fronteira de possibilidade de produção com retornos variáveis de escala, é possível observar as diferentes combinações de insumos e saídas que as unidades podem alcançar, levando em consideração a possibilidade de ampliar ou reduzir a escala de produção.

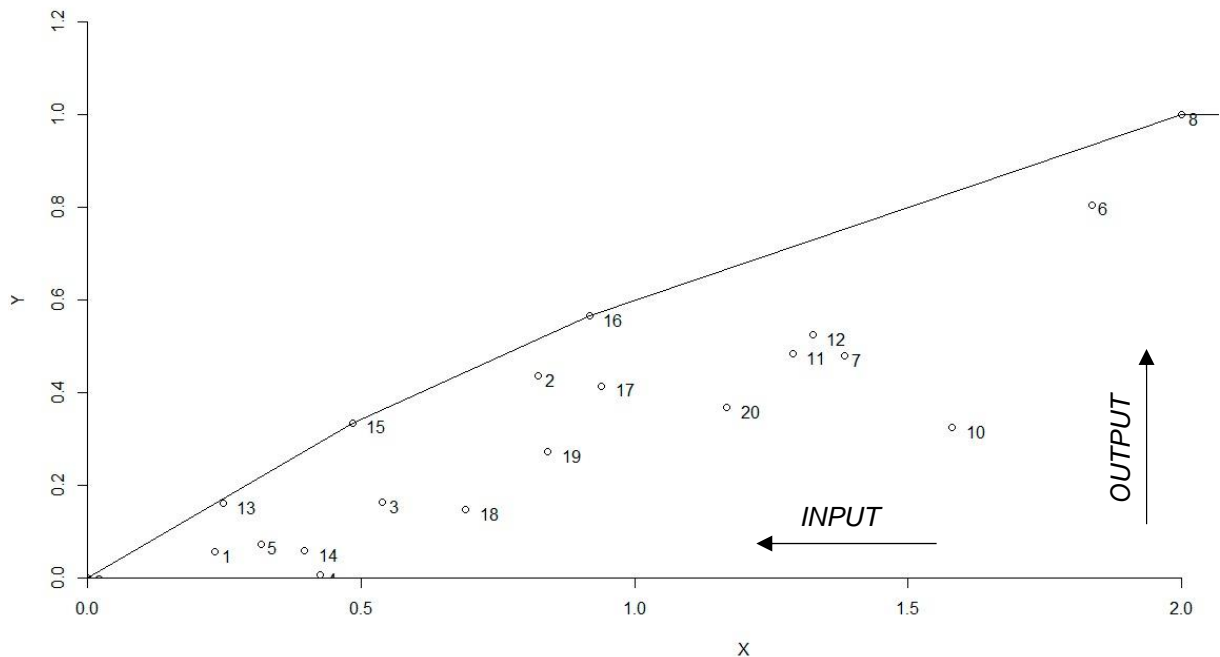
No que tange a figura 10 e 11, pode-se observar que as unidades que apresentaram resultados iguais a 1,0 encontram-se situadas em cima da linha da FPP. Por outro lado, as unidades menos eficientes encontram-se situadas em posições inferiores da referida linha, indicando uma menor capacidade produtiva em relação às unidades mais eficientes.

Figura 10 - Fronteira de possibilidades de produção (2021), com retornos variáveis de escala (BCC).



Fonte: elaboração da autora, 2023.

Figura 11 - Fronteira de possibilidades de produção (2022), com retornos variáveis de escala (BCC).



Fonte: elaboração da autora, 2023.

Pode-se afirmar que as lojas DMU's 8, 15 e 16 apresentaram resultados de 100% de eficiência durante os dois anos analisados, considerando o modelo de retornos variáveis de escala. Portanto o ponto que indica tais lojas está localizado em cima da linha FPP.

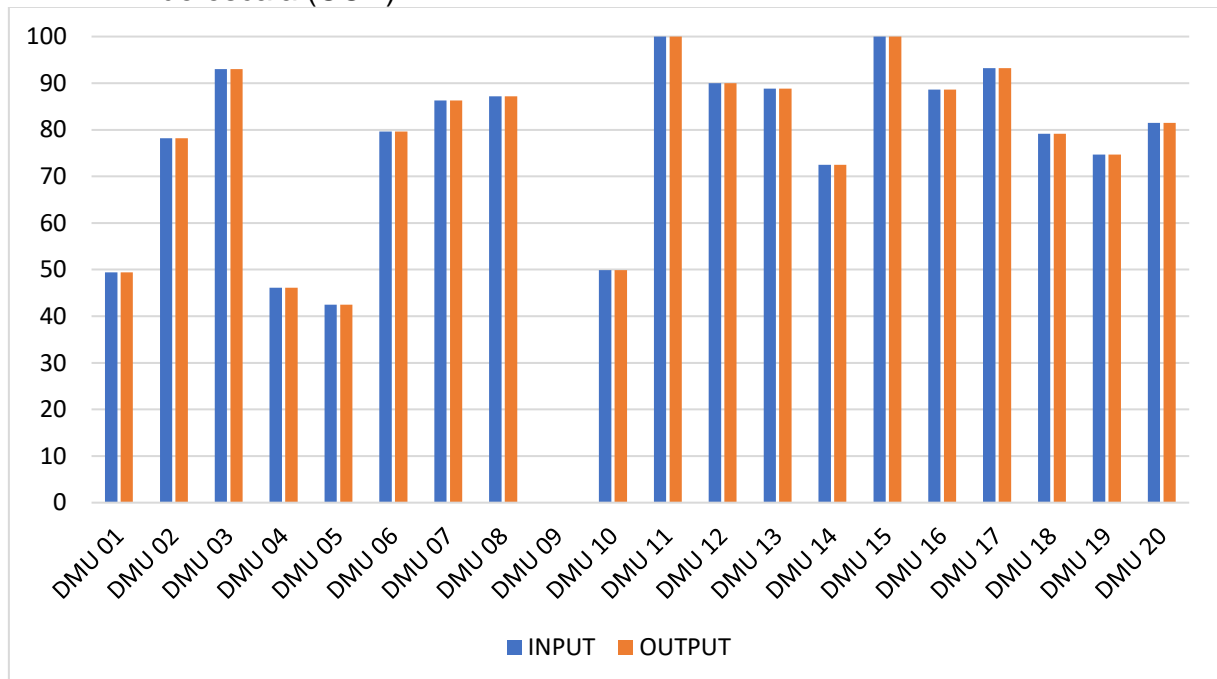
Como exposto no gráfico acima, cada DMU pode seguir uma ótica afim de se tornar eficiente, que é quando o ponto está em cima da linha. Uma ótica é a orientação *input*, que busca reduzir seus insumos, mantendo o mesmo número de faturamento, ou seja, o ponto se desloca para esquerda. Outra possibilidade é a orientação *output* que busca aumentar o faturamento mantendo o mesmo número de recursos, com isso o ponto se desloca para cima. Vale ressaltar que a combinação dessas duas óticas também é válida, mas não será abordada neste estudo.

A interpretação do gráfico FPP, é semelhante tanto para a hipótese de retornos constantes de escala quanto para a hipótese de retornos variáveis de escala. A principal diferença entre os dois cenários está na posição da linha de fronteira eficiente, que varia de acordo com o pressuposto. No entanto, a interpretação referente a ótica *input* e *output* se mantem a mesma para ambos os casos.

5.2.4 ANÁLISE GERAL DO BIÊNIO

De acordo com os resultados obtidos no modelo CCR, com orientação *input* e *output*, referente ao ano de 2021, constatou-se que 75% das unidades produtivas avaliadas apresentaram eficiência acima de 70%, duas unidades apresentaram eficiência máxima (DMU's 11 e 15) e uma unidade se mostrou ineficiente (DMU 09). Nota-se também que os níveis de eficiência são iguais para as diferentes orientações, devido este modelo trabalhar com retornos constantes de escala. Para uma melhor visualização dessas informações, o gráfico apresenta as informações relevantes.

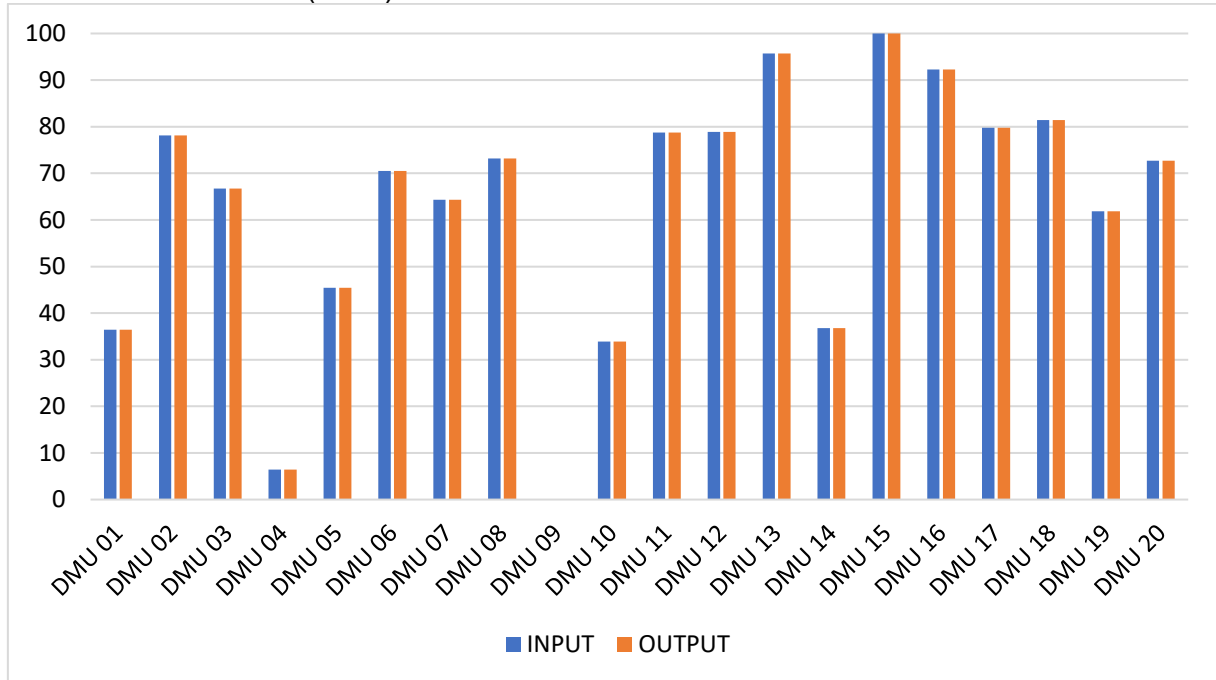
Figura 12 - Eficiência das 20 lojas em porcentagem (2021), com retornos constantes de escala (CCR).



Fonte: elaboração da autora, 2023.

No período de 2022, constatou-se que 55% das unidades registraram índices de eficiência superiores a 70%, sendo que uma delas (DMU 15) alcançou o nível máximo de eficiência. Por outro lado, a DMU 09 obteve ineficiência total. Os níveis de eficiência de cada unidade, considerando as duas formas de orientação, podem ser visualizados na figura 13.

Figura 13 - Eficiência das 20 lojas em porcentagem (2022), com retornos constantes de escala (CCR).



Fonte: elaboração da autora, 2023.

Olhando para os resultados obtidos pelo modelo CCR, que trabalha com retornos constante de escalas, pode-se observar que no ano de 2022 os níveis de eficiências da maioria das lojas analisadas reduziram. Apenas quatro unidades produtivas (DMU's: 5, 13, 16, 18) expandiu-se os níveis. A unidade representada pela "DMU 11" que no ano de 2021 apresentou eficiência máxima, no ano de 2022 registrou uma diminuição de desempenho de 21,27%, apresentando um índice de eficiência de 0,7873 (78,73%).

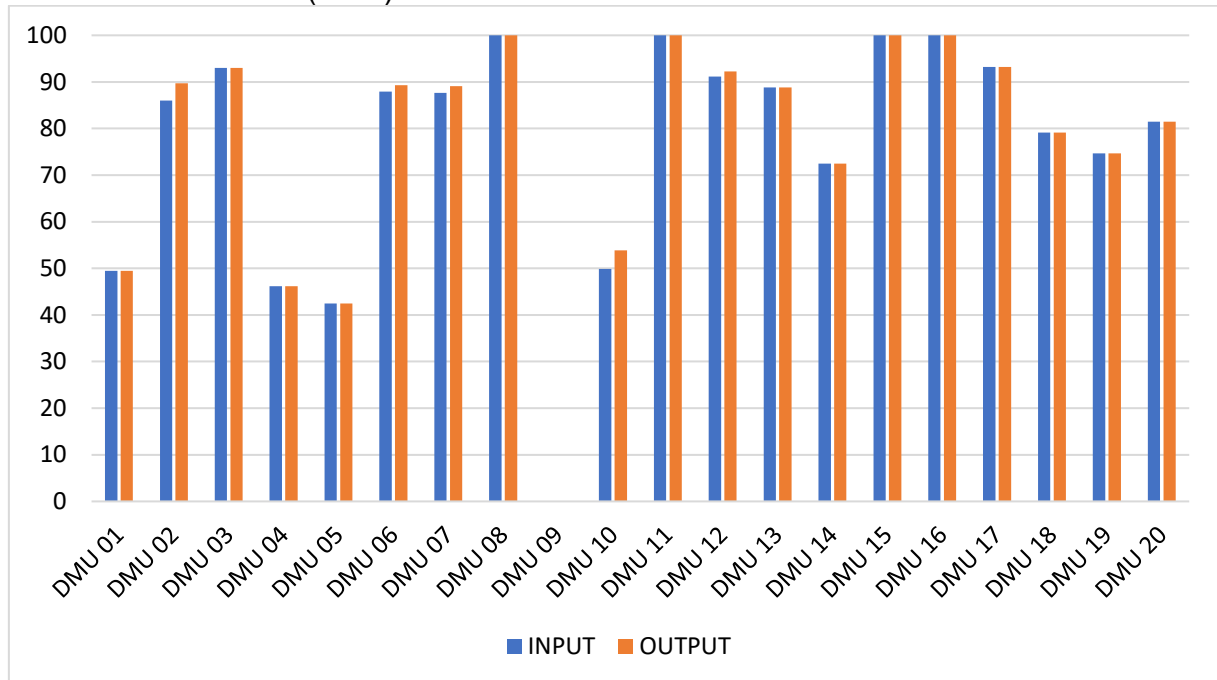
Outra unidade que reduziu bastante seu nível de eficiência de um ano para o outro foi a loja DMU 04. No ano de 2021, a unidade apresentou índice de 46,14% e no ano seguinte seu índice foi de 6,46%, uma redução de 85,99% de eficiência. Foi o menor índice encontrado no ano de 2022, ficando atrás somente da DMU 09 que obteve 0%, ou seja, totalmente ineficiente.

No âmbito da análise realizada, apenas duas unidades exibem os mesmos índices de eficiência para os dois anos analisados: a DMU 09, que apresentou ineficiência total, e a DMU 15, que alcançou resultado de 100% de eficiência.

No modelo BCC, que trabalha retornos variáveis de escala, 20% das unidades avaliadas apresentaram eficiência máxima (DMU's: 08,11,15 e 16). Neste

modelo, diferente do CCR, a orientação interfere nos resultados, portanto há discrepância entre a eficiência avaliada pela ótica *input* e *output*, mesmo que mínima, a diferença existe. Acerca desses desempenhos, no gráfico 03, é possível visualizar os níveis de eficiência de cada unidade.

Figura 14 - Eficiência das 20 lojas em porcentagem (2021), com retornos variáveis de escala (BCC).



Fonte: elaboração da autora, 2023.

Com o modelo BCC foi possível observar níveis de eficiência maiores nas unidades analisadas, comparando com o modelo CCR. No ano de 2021 apenas 25% das lojas apresentaram grau de eficiência inferior a 55%, tanto na ótica *input* como *output*. Já o nível de eficiência máxima foi encontrado em quatro unidades (DMU's 8, 11, 15 e 16), ou seja 20% da amostra é 100% eficiente considerando o modelo de retornos variáveis de escala.

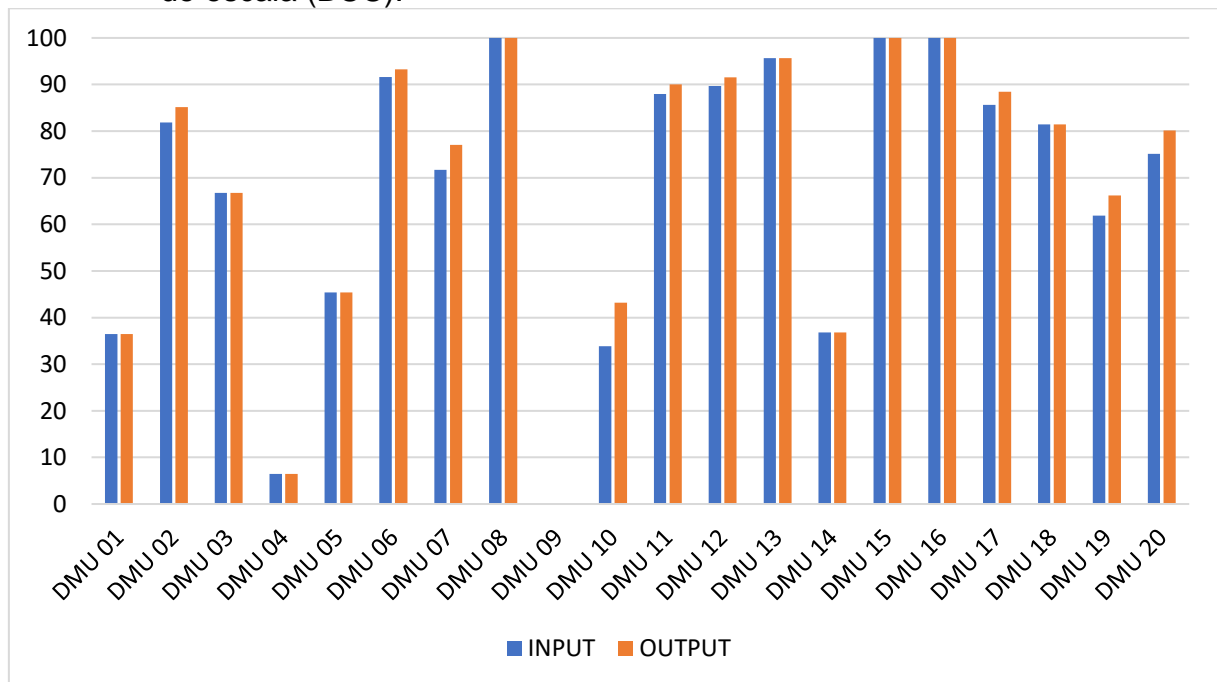
Nos resultados obtidos no ano de 2022, foi possível observar que três unidades apresentaram eficiência máxima (DMU's 8, 15 e 16). A loja denominada DMU 11 que em 2021 apresentou nível máximo de eficiência, no ano de 2022 seu índice foi de 87,95% pela ótica *input* e 90,02% pela ótica *output*, tendo uma redução de 12,04% e 9,97% respectivamente no seu nível de eficiência.

A loja DMU 04 foi a unidade que apresentou a maior queda de eficiência em relação ao biênio analisado. Tanto no modelo CCR como no modelo BCC a

unidade apresentou uma queda de 85,99% no seu nível de eficiência. Tal índice está correlacionado ao faturamento bruto obtido no ano de 2022, que aumentou apenas 397 mil, sendo o menor índice de crescimento da amostra analisada, tendo assim um desempenho inferior em relação as demais unidades.

Na figura 15 é possível visualizar os níveis de eficiência com orientação *input* e *output* do ano de 2022.

Figura 15 - Eficiência das 20 lojas em porcentagem (2022), com retornos variáveis de escala (BCC).



Fonte: elaboração da autora, 2023.

Como já abordado, no modelo BCC, se aceita a hipótese de rendimentos variáveis de escala. Dito isso, é possível observar que as DMU's 8 e 16 não apresentaram eficiência máxima no modelo CCR, tendo como resultados 0,8719 e 0,8860 respectivamente, mas no modelo BCC essas duas unidades apresentaram eficiência plena (1,0). Isso significa que a ineficiência das duas lojas se dá pela escala inadequada de produção.

Comparando com o modelo CCR, observou-se que o modelo BCC apresentou um número maior de unidades produtivas com níveis máximos de eficiência. Esse resultado pode ser atribuído ao fato de que neste modelo permite a utilização de recursos ociosos na avaliação da eficiência das unidades de tomada de

decisão (DMU's), o que pode resultar em um aumento no número de unidades consideradas eficientes.

Em suma é possível observar que os níveis de eficiência ao longo do período analisados apresentaram poucas variações. Em muitas unidades os índices se mantiveram iguais para os dois anos. Porém, cabe destacar que o modelo que considera retorno variáveis de escala apresenta níveis de eficiências maiores que o modelo de retornos constantes.

Ao comparar os níveis de eficiência de cada unidade, percebe-se variações significativas entre elas. Para Ferreira, Venâncio e Abrantes (2009), essas variações indicam a existência de diferentes níveis de eficiência no setor de supermercados que denota a necessidade de implementar políticas corretivas com o objetivo de assegurar a sustentabilidade competitiva do setor e a manutenção do bem-estar social.

Os resultados revelaram uma baixa presença de unidades com eficiência máxima, corroborando com Silva Junior, Nodari, Cavalheiro e Victor (2020), que em seu estudo, também observaram poucas unidades supermercadistas operando em níveis máximos de eficiência.

5.3 RANKING DE EFICIÊNCIA

Com o objetivo de identificar o *benchmarking* da empresa, foi elaborado um *ranking* de eficiência para avaliar o desempenho das lojas em estudo. Esse *ranking* permite identificar as melhores práticas e estabelecer referências para aprimoramentos contínuos das lojas que apresentaram índices inferiores.

Através do método de análise envoltória de dados (DEA), foi possível quantificar a eficiência das unidades e classificá-las de acordo com seu desempenho. A tabela 5 mostra o *ranking* das lojas analisadas, considerando a orientação *input* (entrada), levando em consideração o modelo com retornos constantes de escala (CCR) e o modelo com retornos variáveis (BCC) durante o biênio analisado.

Tabela 5 - *Ranking* de eficiência pela ótica *input*, considerando os dois modelos abordados durante o biênio analisado.

RANKING ORIENTAÇÃO INPUT				
POSICAO	2021		2022	
	CCR	BCC	CCR	BCC
1º	DMU 15	DMU 15	DMU 15	DMU 15
2º	DMU 11	DMU 16	DMU 13	DMU 16
3º	DMU 17	DMU 08	DMU 16	DMU 11
4º	DMU 03	DMU 13	DMU 18	DMU 08
5º	DMU 12	DMU 06	DMU 17	DMU 17
6º	DMU 13	DMU 12	DMU 12	DMU 03
7º	DMU 16	DMU 11	DMU 11	DMU 12
8º	DMU 08	DMU 17	DMU 02	DMU 13
9º	DMU 07	DMU 02	DMU 08	DMU 06
10º	DMU 20	DMU 18	DMU 20	DMU 07
11º	DMU 06	DMU 20	DMU 06	DMU 02
12º	DMU 18	DMU 07	DMU 03	DMU 20
13º	DMU 02	DMU 03	DMU 07	DMU 18
14º	DMU 19	DMU 19	DMU 19	DMU 19
15º	DMU 14	DMU 05	DMU 05	DMU 14
16º	DMU 10	DMU 14	DMU 14	DMU 10
17º	DMU 01	DMU 01	DMU 01	DMU 01
18º	DMU 04	DMU 10	DMU 10	DMU 04
19º	DMU 05	DMU 04	DMU 04	DMU 05
20º	DMU 09	DMU 09	DMU 09	DMU 09

Fonte: elaboração da autora, 2023.

Nota-se que a loja representada pela DMU 15, aparece na primeira colocação nos dois anos analisados e que o modelo não interferiu no seu índice de eficiência. Tal loja obteve índice máximo de eficiência nos dois modelos durante o biênio analisado.

Cabe ressaltar que mais lojas obtiveram índices de 100% de eficiência, como a DMU 11, no modelo CCR 2021, DMU 16 e DMU 08 no modelo BCC 2021 e DMU's 16; 11 e 8 no modelo BCC 2022. Porém apenas a DMU 15 obteve índice máximo em todos os quesitos analisados, se tornando então o *benchmarking* da empresa pela ótica *input*.

Considerando a orientação *output* (saída), o *ranking* ficou da seguinte forma da seguinte maneira:

Tabela 6 - *Ranking* de eficiência pela ótica *output*, considerando os dois modelos abordados durante o biênio analisado.

RANKING ORIENTAÇÃO OUTPUT				
POSICAO	2021		2022	
	CCR	BCC	CCR	BCC
1º	DMU 15	DMU 15	DMU 15	DMU 15
2º	DMU 11	DMU 16	DMU 13	DMU 16
3º	DMU 17	DMU 08	DMU 16	DMU 08
4º	DMU 03	DMU 11	DMU 18	DMU 13
5º	DMU 12	DMU 17	DMU 17	DMU 06
6º	DMU 13	DMU 03	DMU 12	DMU 12
7º	DMU 16	DMU 12	DMU 11	DMU 11
8º	DMU 08	DMU 02	DMU 02	DMU 17
9º	DMU 07	DMU 06	DMU 08	DMU 02
10.º	DMU 20	DMU 07	DMU 20	DMU 18
11º	DMU 06	DMU 13	DMU 06	DMU 20
12º	DMU 18	DMU 20	DMU 03	DMU 07
13º	DMU 02	DMU 18	DMU 07	DMU 03
14º	DMU 19	DMU 19	DMU 19	DMU 19
15º	DMU 14	DMU 14	DMU 05	DMU 05
16º	DMU 10	DMU 10	DMU 14	DMU 10
17º	DMU 01	DMU 01	DMU 01	DMU 14
18º	DMU 04	DMU 04	DMU 10	DMU 01
19º	DMU 05	DMU 05	DMU 04	DMU 04
20º	DMU 09	DMU 09	DMU 09	DMU 09

Fonte: elaboração da autora, 2023.

Observa-se que a loja denominada DMU 15 continua se destacando pelo seu nível de eficiência, mantendo-se na primeira colocação também no *ranking* de eficiência pela ótica *output*. Outra unidade que se manteve na mesma colocação indiferente da ótica abordada, foi a unidade DMU 09 que ocupa a última posição nos dois *rankings*, se tornando a loja menos eficiente da amostra.

Visto que a DMU 15 apresentou índices de eficiência máxima para todos os métodos e perspectivas abordadas neste estudo, pode-se afirmar que essa unidade é considerada o *benchmarking* da empresa. Portanto, ela serve como referência para as demais lojas em termos de desempenho e eficiência. Tal loja pode servir como um modelo a ser seguido, buscando-se alcançar e superar seus níveis de eficiência em outras unidades da empresa. Isso demonstra a importância de aprender com as melhores práticas e adotar medidas para melhorar o desempenho das demais lojas, alinhando-se aos padrões estabelecidos pela DMU 15.

6. CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a eficiência de uma amostra de lojas pertencentes a uma rede de supermercados situada na região sul de Santa Catarina. Para tanto, foram coletados dados referentes aos anos de 2021 e 2022, obtidos pela pesquisadora em parceria com a empresa em questão, que concordou em fornecer as informações necessárias. Com base nesses dados, foram aplicados dois modelos de análise de eficiência, utilizando orientações de entrada e saída.

Com base nos resultados obtidos por meio dos dois métodos e da análise realizada, constatou-se a inexistência de um modelo ou orientação única que pudesse descrever de maneira padronizada os níveis de eficiência de cada unidade avaliada. No entanto, é importante ressaltar que os modelos que levam em consideração retornos variáveis de escala são amplamente utilizados para análises dessa natureza, devido à sua capacidade de capturar a heterogeneidade e a complexidade dos processos produtivos.

Quanto a contribuição da metodologia DEA, o modelo permite uma avaliação abrangente e comparativa entre unidades por meio da consideração de múltiplas entradas e saídas em relação a níveis diferentes de escala. Ao incorporar retornos variáveis de escala, percebeu-se um percentual maior de lojas com máxima eficiência, devido este modelo capturar de forma mais precisa as economias de escala existentes em cada unidade, levando em conta a possibilidade de aumentar ou diminuir as entradas e saídas.

Diante de tais resultados, considera-se que o estudo contribuiu ao evidenciar a importância da aplicação desta metodologia na análise de eficiência de lojas supermercadista. Destaca-se a necessidade de empresas varejistas adotarem práticas gerenciais eficazes, a fim de otimizar a utilização de recursos e maximizar o desempenho operacional, com a alocação adequada de recursos, o monitoramento e controle dos processos, a adoção de estratégias de eficiência, além da implementação de sistemas de informação eficazes, entre outros aspectos. Com isso, a análise da eficiência das lojas permite identificar possíveis gargalos, ineficiências e oportunidades de melhoria nos processos e operações de cada unidade.

Cabe ressaltar que o objetivo do presente estudo não se limitava a esgotar completamente o tema. Sugere-se a aplicação da metodologia com outras variáveis, tais como a quantidade de clientes em determinados horários, o ticket médio de

vendas, a área de vendas, a faixa etária dos clientes, entre outros aspectos que podem fornecer uma compreensão mais abrangente do desempenho e eficiência das unidades. Pode-se ainda realizar o estudo de amostras maiores de redes supermercadistas ou em diferentes regiões geográficas, a fim de obter uma visão mais abrangente da eficiência entre as lojas e identificar possíveis variações regionais.

Quanto às limitações que podem ser atribuídas a este estudo, é pertinente mencionar que a metodologia utilizada, por ser uma técnica não paramétrica, não permite um arcabouço tão elevado de conclusões, sendo a análise comparativa restrita às unidades e variáveis em análise. Para um próximo passo, sugere-se que estudos futuros apliquem a metodologia utilizada neste estudo em outras variáveis, já mencionadas anteriormente, a fim de ampliar o conhecimento sobre os determinantes da eficiência no varejo e fornecer benefícios para aprimorar as práticas gerenciais nesse setor.

REFERÊNCIAS

ABRAS. **A contínua escalada do varejo alimentar brasileiro**. 2022. Disponível em: <<https://www.abras.com.br/economia-e-pesquisa/ranking-abras/dados-gerais>>. Acesso em: 01 set. 2022

ACATS. **Vendas em SC são positivas no primeiro semestre**. 2022. Disponível em: <<https://www.acats.org.br/vendas-positivas-sc-prim-semester/>>. Acesso em: 04 set. 2022.

ASSERJ. **Mapa dos Empregos no Setor de Supermercados**. 2022. Disponível em: <<https://asserj.com.br/wp-content/uploads/2022/03/Mapa-dos-Empregos-no-Setor-de-Supermercados.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2022.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W.. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS). [S.L.], v. 30, n. 9, p. 1078-1092, set. 1984. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>>. Acesso em: 11 nov. 2022.

BARROS, Carlos Pestana; ALVES, Carlos Alberto. Hypermarket retail store efficiency in Portugal. **International Journal Of Retail & Distribution Management**, [S.L.], v. 31, n. 11, p. 549-560, 1 nov. 2003. Emerald. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/09590550310503285>>. Acesso em: 15 out. 2022.

BELLONI, José Angelo. **Uma Metodologia de Avaliação da Eficiência Produtiva de Universidades Federais Brasileiras**. 2000. 246 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

BIONDI NETO, Luiz. **DEA: Nova Metodologia para Determinação da Eficiência Relativa de Unidades Tomadoras de Decisão**. 2001. 1 v. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

BOUERI, Rogério; ROCHA, Fabiana; RODOPOULOS, Fabiana. **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO GASTOS PÚBLICO E MENSURAÇÃO DA EFICIÊNCIA**. Brasília: Editora Atlas, 2015. Disponível em: <https://sisweb.tesouro.gov.br/apex/f?p=2501:9:::::9:P9_ID_PUBLICACAO:28263>. Acesso em: 07 abr. 2023.

CASADO, Frank Leonardo. **ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS: CONCEITOS, METODOLOGIA E ESTUDADA ARTE NA EDUCAÇÃO SUPERIOR**. 2007.

Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/sociaisehumanas/article/view/907/635>. Acesso em: 03 nov. 2022.

CETIN, Volkan Recai; BAHCE, Serdal. Measuring the efficiency of health systems of OECD countries by data envelopment analysis. **Applied Economics**, [S.L.], v. 48, n. 37, p. 3497-3507, 2 fev. 2016. Informa UK Limited. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/00036846.2016.1139682>>. Acesso 18 abr. 2023.

CHARNES, A.; COOPER, W.W.; RHODES, E.. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal Of Operational Research**, [S.L.], v. 2, n. 6, p. 429-444, nov. 1978. Elsevier BV. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)>. Acesso em: 28 out. 2022.

COELLI, Tim; RAO, Ds Prasada; BATTESE, George E.. **An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis**. Nova York: Springer Nova York, 1998. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4615-5493-6>>. Acesso em: 07 nov. 2022.

CORDEIRO, Maria Tereza Antunes; ROTTA, Ivana Salvagni. **A evolução do setor supermercadista e as mudanças ocorridas na ergonomia ao longo deste desenvolvimento**. [S/L] 2019. Disponível em: http://aprepro.org.br/conbrepro/2019/anais/arquivos/10202019_231025_5dad1c799b709.pdf>. Acesso em: 08 set. 2022.

CRESWELL, Jonh. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2. ed. São Paulo: Artmed, 2007.

DONTHU, Naveen; YOO, Boonghee. Retail productivity assessment using data envelopment analysis. **Journal Of Retailing**, [S.L.], v. 74, n. 1, p. 89-105, mar. 1998. Elsevier BV. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/s0022-4359\(99\)80089-x](http://dx.doi.org/10.1016/s0022-4359(99)80089-x)> Acesso em: 23 out. 2022.

FARRELL, M. J.. The Measurement of Productive Efficiency. **Journal Of The Royal Statistical Society. Series A (General)**, [S.L.], v. 120, n. 3, p. 253, 1957. JSTOR. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2307/2343100>> Acesso em: 28 nov. 2023.

FERREIRA, Marco Aurélio Marques; BRAGA, Marcelo José. Eficiência das sociedades cooperativas e de capital na indústria de laticínios. **Revista Brasileira de Economia**, [S.L.], v. 61, n. 2, p. 1-14, jun. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-71402007000200005>. Acesso em: 03 nov. 2022.

FERREIRA, Marco Aurélio Marques; VENÂNCIO, Michele Moutinho; ABRANTES, Luiz Antônio. Análise da eficiência do setor de supermercados no Brasil. **Economia Aplicada**, [S.L.], v. 13, n. 2, p. 333-347, jun. 2009. FapUNIFESP (SciELO).

Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1413-80502009000200007>> Acesso em: 12 nov. 2022.

FERREIRA, Carlos Mauricio de Carvalho; GOMES, Adriano Provezano. **Introdução a Análise Envoltória de Dados**: teoria, modelos e aplicações. 2. ed. Viçosa: Editora Ufv, 2020.

FIGUEIREDO, Denise Santos de; MELLO, João Carlos Correia Baptista Soares de. Índice híbrido de eficácia e eficiência para lojas de varejo. **Gestão & Produção**, [S.L.], v. 16, n. 2, p. 286-300, jun. 2009. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0104-530x2009000200011>> Acesso em: 12 dez. 2022.

GANDRA, Alana. **Setor supermercadista foi o que mais gerou empregos durante a pandemia**. 2022. Agência Brasil. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2022-03/setor-supermercadista-foi-o-que-mais-gerou-empregos-durante-pandemia>>. Acesso em: 26 nov. 2022.

GERHART, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos da pesquisa**. Rio Grande do Sul: Ufrgs Editora, 2009. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2023.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisas**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2008.

HAMMES JUNIOR, David Daniel; FLACH, Leonardo; MATTOS, Luísa Karam de. The efficiency of public expenditure on Higher Education: a study with brazilian federal universities. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, [S.L.], v. 28, n. 109, p. 1076-1097, dez. 2020. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0104-40362020002802573>> Acesso em: 12 jun 2023.

FRIED, Harold O.; LOVELL, C. A. Knox; SCHMIDT, Shelton S.. **The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Change**. New York: Oxford University Press, 2008.

MORENO, Justo de Jorge. Regional regulation analysis of performance in Spanish retailing. **International Journal Of Retail & Distribution Management**, [S.L.], v. 34, n. 10, p. 773-793, 1 out. 2006. Emerald. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/09590550610691356>> Acesso em: 11 nov. 2022.

PEÑA, Carlos Rosano. Um modelo de avaliação da eficiência da administração pública através do método análise envoltória de dados (DEA). **Revista de Administração Contemporânea**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 83-106, mar. 2008. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<https://rac.anpad.org.br/index.php/rac/article/view/587>>. Acesso em: 08 out. 2022.

PINDYCK, Robert; RUBINFELD, Daniel. **Microeconomia**. 8. ed. São Paulo: Pearson, 2014.

SANDER, Brenno. **Gestão da Educação na América Latina**: construção e reconstrução do conhecimento. Campinas: Autores Associados, 1995.

SANTOS, Jose Marcio dos. **Os efeitos da reestruturação operacional sobre a qualidade do trabalho no setor supermercadista brasileiro (1994-2005)**. 2008. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Economia, Universidade Federal da Paraíba, Joao Pessoa, 2008. Disponível em: <https://www.academia.edu/es/15348952/DOSSANTOS_2008>. Acesso em: 07 set. 2022.

SANTOS, Rodolfo Rocha; FREITAS, Marcelo Machado de; FLACH, Leonardo. Avaliação da Eficiência dos Gastos Públicos com Educação dos Municípios de Santa Catarina. **Administração Pública e Gestão Social**, Foz do Iguaçu, v. 1, n. 1, p. 1-16, 30 jan. 2020. *Administracao Publica e Gestao Social*. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21118/apgs.v12i2.5755>> Acesso em: 12 jun 2023.

SONZA, Igor Bernardi; CERETTA, Paulo Sergio. **UTILIZAÇÃO DO DEA PARA ANÁLISE DA EFICIÊNCIA NOS SUPERMERCADOS BRASILEIROS**. 2008. Disponível em: <https://congressosp.fipecafi.org/anais/artigos82008/182.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2023.

SENRA, Luis Felipe Aragão de Castro; NANCI, Luiz Cesar; MELLO, João Carlos Correia Baptista Soares de; MEZA, Lidia Angulo. Estudo sobre métodos de seleção de variáveis em DEA. **Pesquisa Operacional**, [S.L.], v. 27, n. 2, p. 191-207, ago. 2007. *FapUNIFESP (SciELO)*. <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-74382007000200001>.> Acesso em: 12 jun 2023.

SILVA JUNIOR, Julio Cesar Araujo; NODARI, Douglas; CAVALHEIRO, Mariana de Oliveira; VICTOR, Fernanda Gomes. Performance of supermarkets in Santa Catarina: an analysis of small and medium-sized units. **Gestão & Produção**, [S.L.], v. 27, n. 4, p. 1-18, 2020. *FapUNIFESP (SciELO)*. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530x4685-20>.> Acesso em: 25 nov. 2023.

THOMPSON, Arthur. A.; FORMBY, John. P. **Microeconomia da firma**: teoria e prática. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

VARIAN, Hal. **Microeconomia**: uma abordagem moderna. 9. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2016.

WONNACOTT, Paul. **Introdução à economia**. São Paulo: McGraw Hill do Brasil, 1985.