



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DO SERTÃO
UNIDADE SEDE – DELMIRO GOUVEIA
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ROBERTA OLIVEIRA SILVA SANTOS

**EFICIÊNCIA EM GERENCIAMENTO DE PROCESSOS DE NEGÓCIOS (BPM) EM
UM GRUPO EMPRESARIAL DO AGRESTE DE ALAGOAS: ESTUDO DE CASO**

Delmiro Gouveia

2024

ROBERTA OLIVEIRA SILVA SANTOS

**EFICIÊNCIA EM GERENCIAMENTO DE PROCESSOS DE NEGÓCIOS (BPM) EM
UM GRUPO EMPRESARIAL DO AGRESTE DE ALAGOAS: ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia de Produção do Campus do Sertão da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharelado Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Dr. Victor Diogho Heuer de Carvalho.

Delmiro Gouveia

2024

Catlogação na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca do Campus Sertão
Sede Delmiro Gouveia

Bibliotecária responsável: Renata Oliveira de Souza CRB-4/2209

S237e Santos, Roberta Oliveira Silva

Eficiência em gerenciamento de processos de negócio (BPM) em um grupo empresarial do agreste alagoano: estudo de caso / Roberta Oliveira Silva Santos. - 2024.

78 f. : il.

Orientação: Victor Diogho Heuer de Carvalho.

Monografia (Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Alagoas. Curso de Engenharia de Produção. Delmiro Gouveia, 2024.

1. Engenharia de produção. 2. *Business Process Management* - BPM. 3. Gestão de processo. 4. *Data Envelopment Analysis* – DEA. 5. Eficiência. 6. Empresas. I. Carvalho, Victor Diogho Heuer de, orient. II. Título.

CDU: 658.562

Folha de Aprovação

ROBERTA OLIVEIRA SILVA SANTOS

Eficiência em Gerenciamento de Processos de Negócios (BPM) em um Grupo Empresarial do Agreste de Alagoas: Estudo de Caso

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à banca examinadora do curso de Bacharelado em Engenharia de Produção do Campus do Sertão da Universidade Federal de Alagoas e aprovada em 12 de março de 2024.

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 VICTOR DIOGHO HEUER DE CARVALHO
Data: 21/03/2024 13:40:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador – Victor Diogho Heuer de Carvalho, Dr.
Universidade Federal de Alagoas

Documento assinado digitalmente
 THYAGO CELSO CAVALCANTE NEPOMUCENO
Data: 23/03/2024 11:15:23-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinador Externo – Thyago Celso Cavalcante Nepomuceno, Dr.
Universidade Federal de Pernambuco

Documento assinado digitalmente
 ROBERIO JOSE ROGERIO DOS SANTOS
Data: 25/03/2024 20:03:25-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinador Interno – Robério José Rogério dos Santos, Me.
Universidade Federal de Alagoas

AGRADECIMENTOS

Aqui gostaria de dedicar palavras de agradecimentos aos que foram verdadeiros pilares ao longo desta jornada:

A Deus, por me permitir todos os dias conseguir lutar para enfrentar os grandes desafios que me trouxeram até aqui. Sem a Sua presença em minha vida, transformando as adversidades em força e resiliência, eu jamais conseguiria concluir minha graduação.

À minha mãe Sandra Maria, minha rocha inabalável, cujo amor e apoio incondicional foram meu refúgio nos momentos de incerteza. Suas palavras de encorajamento foram o combustível que alimentou minha determinação, mesmo nos momentos mais difíceis.

Ao professor Victor Diogho Heuer de Carvalho, meu mentor e guia nesta jornada acadêmica, expresso minha profunda gratidão. Sua orientação sábia e seu apoio inestimável foram o farol que iluminou o caminho quando eu já desacreditava dele, tornando possível a concretização deste trabalho com excelência.

Às minhas amadas irmãs, Mirths e Renata e toda minha família, que sempre estiveram ao meu lado, compartilhando não apenas os bons momentos, mas também as adversidades. Seu apoio inabalável e sua fé em mim foi uma constante fonte de resiliência.

Às minhas queridas colegas de faculdade, Dani, Erika, Maila, Karol e Sarah, que compartilharam comigo não apenas as aulas e as longas noites de estudo, mas também risadas, lágrimas e sonhos. Sua presença foi o que tornou essa jornada acadêmica mais leve e feliz.

Às minhas colegas de trabalho, Clara, Klivia e Tamires, que acreditaram em mim mesmo quando eu duvidava de minhas próprias habilidades. Sua confiança e apoio foram um verdadeiro presente, impulsionando-me a alcançar o melhor de mim mesmo.

E, por fim, ao noivo, Eduardo, que foi o abraço que encontrei sempre ali nos momentos mais difíceis dessa reta final, dando-me forças para superar todos os obstáculos e perseverar.

A cada um de vocês, meu mais profundo e sincero agradecimento. Sem a presença e o apoio de cada um, esta jornada não teria sido tão memorável e enriquecedora. Vocês são os verdadeiros tesouros em minha vida, e sou eternamente grato por fazerem parte desta incrível jornada. Que nossa amizade e parceria sigam florescendo, mesmo além dos limites deste trabalho. Obrigado por tornarem este momento não apenas especial, mas também inesquecível.

RESUMO

Este estudo teve como propósito aplicar a Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis*, DEA) em quatro cenários distintos para avaliar a eficiência dos Processos de Negócio de um Grupo de Empresas atuantes nos setores de Distribuição, Indústria e *Cash&Carry*, os quais têm seus processos de negócio mapeados e gerenciados por meio do *Business Process Management* (BPM), com foco na melhoria contínua dos processos. O trabalho trouxe a inovadora aplicação modelo DEA no contexto do BPM, estabelecendo as unidades de decisão como os próprios processos e definindo seus inputs e outputs com base nos componentes dos processos de negócios. O objetivo principal foi validar esse modelo na identificação das áreas eficientes e aquelas que necessitam de melhorias. No primeiro cenário de aplicação, foram empregados dados brutos para calcular os scores de eficiência nos modelos de Retornos Constantes de Escala (*Constant Returns to Scale*, CRS) e Retornos Variáveis de Escala (*Variable Returns to Scale*, VRS). No segundo cenário, foram consideradas as variações nos inputs e outputs. Por fim, o terceiro cenário envolveu a aplicação dos modelos CRS e VRS após ajustes nos inputs. Os resultados evidenciaram a robustez da DEA na avaliação da eficiência dos processos de negócio, evidenciando a sensibilidade dos modelos CRS e VRS a diferentes condições de análise. A comparação entre esses modelos permitiu identificar suas respectivas vantagens e limitações, enquanto as variações nos pesos das DMUs sugeriram áreas específicas para a implementação de melhorias organizacionais.

Palavras-chave: Análise Envoltória de Dados; Business Process Management; Eficiência; Modelos CRS e VRS; Sensibilidade;

ABSTRACT

This study aimed to apply Data Envelopment Analysis (DEA) in four distinct scenarios to evaluate the efficiency of Business Processes within a Group of Companies operating in the Distribution, Industry, and Cash & Carry sectors, whose business processes are mapped and managed through Business Process Management (BPM), focusing on continuous process improvement. The work brought innovative application of the DEA model in the context of BPM, establishing decision-making units as the processes themselves and defining their inputs and outputs based on business process components. The main objective was to validate this model in identifying efficient areas and those in need of improvement. In the first application scenario, raw data was used to calculate efficiency scores in the Constant Returns to Scale (CRS) and Variable Returns to Scale (VRS) models. In the second scenario, variations in inputs and outputs were considered. Finally, the third scenario involved applying the CRS and VRS models after adjustments to inputs. The results demonstrated the robustness of DEA in evaluating the efficiency of business processes, highlighting the sensitivity of CRS and VRS models to different analysis conditions. Comparing these models allowed identifying their respective advantages and limitations, while variations in DMU weights suggested specific areas for organizational improvements.

Keywords: Data Envelopment Analysis; Business Process Management; Efficiency; CRS and VRS Models; Sensitivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo de Vida BPM.	15
Figura 2 - Comparação entre os modelos CRS e VRS de DEA.	25
Figura 3 – Fluxo de trabalho.	28
Figura 4 – Gráfico de scores de eficiência (Output orientation, CRS), para o Cenário 1.	37
Figura 5 – Ordenação gráfica conforme magnitude dos scores de eficiência das DMUs (modelo CRS), para o Cenário 1.	38
Figura 6 – Gráfico de scores de eficiência (Output orientation, VRS), para o Cenário 1.	39
Figura 7 – Ordenação gráfica conforme magnitude dos scores de eficiência das DMUs (modelo VRS), para o Cenário 1.	39
Figura 8 - Gráfico de scores de eficiência (Output orientation, CRS), para o Cenário 2.	44
Figura 9 - Gráfico de scores de eficiência (Output orientation, VRS), para o Cenário 2.	44
Figura 10 - Gráfico de scores de eficiência (Output orientation, CRS), para o Cenário 3.	49
Figura 11 - Gráfico de scores de eficiência (Output orientation, VRS), para o Cenário 3.	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Perspectivas de diversos autores sobre o Ciclo de Vida do BPM.....	14
Tabela 2 – Benefícios de BPM sob diferentes perspectivas.	17
Tabela 3 – Seleção dos processos.	29
Tabela 4 – Extração de dados dos processos.	32
Tabela 5 - Proposta de Insumos e Produtos	33
Tabela 6 - Scores de eficiência do modelo orientado ao output, CRS, Cenário 1.....	37
Tabela 7 - Scores de eficiência do modelo orientado ao output, VRS, Cenário 1.....	38
Tabela 8 – Pesos dos inputs e output para cada DMU no Cenário 1.....	40
Tabela 9 – Matriz de Comparação Cruzada entre pares eficientes de DMUs, conforme modelo CRS, no Cenário 1.....	40
Tabela 10 – Tipo de retorno obtido para cada par eficiente (Modelo CRS) no Cenário 1.	41
Tabela 11 – Matriz de Comparação Cruzada entre pares eficientes de DMUs, conforme modelo VRS, no Cenário 1.....	42
Tabela 12 – Tipo de retorno obtido para cada par eficiente (modelo VRS), no Cenário 1.....	42
Tabela 13 – Scores de eficiência do modelo orientado ao output, CRS, Cenário 2.	43
Tabela 14 – Scores de Eficiência (Output orientation, VRS), para o Cenário 2.....	44
Tabela 15 – Pesos dos inputs e output para cada DMU no Cenário 2.....	45
Tabela 16 – Matriz de Comparação Cruzada entre pares eficientes de DMUs, conforme modelo CRS, no Cenário 2.....	46
Tabela 17 – Tipo de retorno obtido para cada par eficiente (modelo VRS), no Cenário 2.....	46
Tabela 18 – Matriz de Comparação Cruzada entre pares eficientes de DMUs, conforme modelo VRS, no Cenário 2.....	47
Tabela 19 – Tipo de retorno obtido para cada par eficiente (modelo VRS), no Cenário 2.....	47
Tabela 20 – Scores de Eficiência (Output orientation, CRS), para o Cenário 3.....	48
Tabela 21 – Scores de Eficiência (Output orientation, VRS), para o Cenário 3.....	49
Tabela 22 – Pesos dos inputs e output para cada DMU no Cenário 3.....	50
Tabela 23 – Matriz de Comparação Cruzada entre pares eficientes de DMUs, conforme modelos CRS e VRS, no Cenário 3.....	51
Tabela 24 – Tipo de retorno obtido para cada par eficiente (modelos CRS), no Cenário 3.	51
Tabela 25 – Tipo de retorno obtido para cada par eficiente (modelos VRS), no Cenário 3.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABPMP	<i>Association of Business Process Management Professionals</i>
BPM	<i>Business Process Management</i> (Gerenciamento de Processos de Negócio)
CRS	<i>Constant Returns to Scale</i> (Retornos Constantes de Escala)
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i> (Análise Envoltória de dados)
DMU	<i>Decision-Making Units</i> (Unidades Tomadoras de Decisão)
IRS	<i>Incremental Returns to Scale</i> (Retornos Incrementais de Escala)
VRS	<i>Variable Returns to Scale</i> (Retornos Variáveis de Escala)
SFA	<i>Stochastic Frontier Analysis</i> (Análise de Fronteira Estocástica)

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Justificativa da Pesquisa	5
1.2	Problema da Pesquisa	6
1.3	Objetivo da Pesquisa	6
1.4	Metodologia.....	7
1.5	Estrutura do Trabalho	7
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1	Conceitos e princípios do BPM	9
2.2	A Gestão de Processos	11
2.3	Ciclo de Vida BPM.....	12
2.4	Benefícios Potenciais do BPM na Eficiência Organizacional	16
2.5	Análise de Eficiência e Desempenho em BPM	18
2.6	Análise Envoltória de Dados (<i>Data Envelopment Analysis</i> , DEA).....	20
3.	METODOLOGIA.....	27
3.1	Fluxo de Trabalho	27
3.2	Seleção dos Processos	29
3.3	Coleta dos Dados	31
3.4	Definição dos indicadores de Desempenho (<i>inputs e outputs</i>).....	33
3.5	Análise de dados usando DEA	34
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
4.1	Primeiro Cenário (12 DMUs)	37
4.2	Segundo Cenário (8 DMUs)	43
4.3	Terceiro Cenário (8 DMUS com valores translacionados em um dos <i>inputs</i>)	48
4.4	Resumo dos Resultados Obtidos	52
4.5	Discussões	54
5.	CONCLUSÕES	57
5.1	Limitações e Desafios.....	57
5.2	Implicações Práticas	58
5.3	Direções para Novas Pesquisas	60
5.4	Considerações Finais	61
	REFERÊNCIAS	63
	APÊNDICE A – Fluxo de Trabalho – Fase 1	67

1. INTRODUÇÃO

A eficiente gestão dos processos de negócios desempenha um papel crucial na prosperidade e competitividade das organizações contemporâneas. Com a evolução dos mercados em complexidade e dinâmica, as empresas enfrentam a necessidade de aprimorar a eficiência operacional, otimizar recursos e oferecer produtos e serviços de alta qualidade aos clientes. Nesse contexto, o Gerenciamento de Processos de Negócios (em inglês, *Business Process Management*, BPM) emerge como uma abordagem estratégica voltada para analisar, modelar, implementar e aprimorar os processos organizacionais.

Brocke e Rosemann (2013) enfatizam que, por meio do BPM, uma organização pode desenvolver processos altamente eficientes, nos quais os benefícios operacionais proporcionam uma maior eficiência empresarial e, conseqüentemente, uma elevada satisfação do cliente. Esse ciclo positivo, por sua vez, impulsiona o desempenho organizacional.

Conforme ressalta Ragsdale (2019), a modelagem de processos é uma técnica valiosa para representar os processos de negócios de uma empresa. Essa abordagem oferece às organizações uma compreensão aprofundada de seus processos, permitindo a identificação de oportunidades de melhoria. Além disso, a modelagem de processos serve como uma ferramenta eficaz para documentar e comunicar os processos empresariais a diversas partes interessadas. A integração da modelagem de processos com outras técnicas de análise amplia ainda mais a perspectiva das empresas.

O ABPMP (*Association of Business Process Management Professionals*) de 2018 destaca a importância das ferramentas e tecnologias no campo da Gestão de Processos de Negócios (BPM). Conforme mencionado no guia, os profissionais de BPM empregam uma variedade de recursos, incluindo *software* de modelagem, simulação, análise de dados, entre outros (ABPMP, 2018).

Especificamente, o guia ressalta o papel crucial do software de análise de dados no contexto da BPM. Segundo o ABPMP, essa ferramenta é fundamental para a análise de conjuntos extensos de dados. Ao fazê-lo, os profissionais de BPM conseguem identificar padrões e tendências nos dados, proporcionando uma base sólida para tomar decisões informadas sobre a otimização dos processos de negócios (ABPMP, 2018).

Ainda segundo o ABPMP (2018) Métodos Estatísticos são técnicas usadas para analisar dados e identificar padrões e tendências. Os métodos estatísticos podem ser

usados para medir a eficiência dos processos de negócios, identificar problemas e encontrar soluções. O guia caracteriza métodos estatísticos como a ciência de coletar, analisar, apresentar e interpretar dados para entender e então reduzir ou eliminar a variabilidade nos processos.

A aplicação da Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis*, DEA) no contexto do Gerenciamento de Processos de Negócios (BPM) representa uma oportunidade significativa para aprimorar a eficiência e eficácia dos processos empresariais, pois é uma ferramenta que se concentra na avaliação da eficiência relativa de unidades de decisão, como empresas ou organizações, considerando conjuntos de dados de múltiplas entradas e saídas.

Seu objetivo é identificar as unidades eficientes, ou seja, aquelas que produzem resultados desejados utilizando a menor quantidade possível de insumos, além de fornecer *insights* sobre como alocar recursos de forma mais eficaz e identificar áreas de melhoria nos processos empresariais. Portanto, embora a DEA tenha suas raízes em métodos de otimização, ela pode se beneficiar da integração com técnicas estatísticas para fornecer uma visão mais abrangente e robusta da eficiência e desempenho das unidades de decisão analisadas. Essa combinação pode enriquecer a interpretação dos resultados.

A literatura acadêmica tem explorado a aplicação da DEA em diferentes contextos empresariais, demonstrando que essa técnica possui percepções valiosas para aprimorar a eficiência operacional e identificar oportunidades de melhoria em diversas áreas e setores. Nesse cenário, a aplicação da DEA pode fornecer uma abordagem quantitativa para medir a eficiência dos processos, identificando as unidades de decisão que estão operando abaixo do seu potencial e auxiliar na tomada de decisão estratégica para elevação dela.

O ciclo de vida do BPM compreende diversas fases, sendo a etapa de monitoramento e controle de particular importância neste estudo. Nesse momento, os processos são submetidos não apenas a auditorias, mas também a outras formas de medição e mensuração de desempenho. Isso inclui a análise de indicadores-chave de desempenho (*Key Performance Indicators*, KPIs), a avaliação do tempo de execução de tarefas, a monitorização da conformidade com os padrões estabelecidos e a coleta de feedback de stakeholders. Conforme salientado por Hitt *et al.* (2016), a medição de desempenho é um componente crucial para as empresas, visando proporcionar a análise da produtividade e eficiência dos sistemas produtivos.

Durante a fase de monitoramento e controle do ciclo de vida BPM, os processos de negócios são acompanhados de perto, permitindo a avaliação contínua do desempenho e a identificação de possíveis desvios em relação aos objetivos estabelecidos. Essa análise não apenas fornece informações valiosas para gestores qualificarem suas decisões, mas também direciona a melhor utilização de recursos, redução de custos, alocação eficiente de investimentos e estabelecimento de metas mais precisas, como destacado por Piran *et al.* (2018).

A análise de produtividade, que se refere à relação entre outputs e inputs em uma operação, e eficiência, como a medida comparativa do aproveitamento dos recursos, desempenham um papel crucial no ambiente empresarial contemporâneo (CHARNES *et al.*, 1978; CUMMINS e WEISS, 2013). Contudo, é importante destacar que muitas empresas ainda restringem a avaliação da eficiência a métricas simples, como a relação entre horas trabalhadas e horas disponíveis, negligenciando a consideração de outros recursos críticos no processo de produção. Essa abordagem limitada reduz a abrangência e a utilidade das informações de eficiência para a tomada de decisões gerenciais eficazes (PIRAN *et al.*, 2018).

Portanto, ao integrar a DEA à fase de monitoramento e controle do BPM, as organizações se habilitam a adquirir uma perspectiva mais completa e precisa da eficiência de seus processos. Essa abordagem possibilita não apenas a coleta de dados mais abrangentes, mas também a análise de diversos fatores, inputs e outputs, proporcionando uma compreensão mais detalhada e fundamentada.

Com essa visão mais refinada, as decisões gerenciais podem ser tomadas com base em informações sólidas, e a implementação de ações corretivas pode ser direcionada de maneira mais eficaz, contribuindo para o aprimoramento contínuo dos processos organizacionais.

No contexto de busca por padrões superiores de desempenho, organizações têm recorrido a ferramentas de benchmarking para reunir conhecimento. Min e Min (1997) definem benchmarking como a busca pelas melhores práticas em uma indústria, visando um desempenho mais elevado. Em análises de eficiência e benchmarking, a utilização de um único KPI não é suficiente para mensurar o desempenho (BOGETOFT; OTTO, 2011). Muitas indústrias utilizam múltiplos recursos, e a DEA surge como uma ferramenta pertinente nesse contexto. Farrell (1957) introduziu a DEA, e Charnes *et al.* (1978, 1979) e Banker *et al.* (1984) desenvolveram a técnica, permitindo a análise de eficiência relativa entre DMUs (*Decision Making Units*), unidades produtivas

semelhantes e comparáveis.

Este estudo visa realizar uma análise da eficiência da Metodologia de BPM em um grupo de empresas do ramo de indústria, distribuição e Cash&Carry situado em Arapiraca, Alagoas. Através de um estudo de caso aprofundado, a pesquisa almeja compreender o impacto da implementação do BPM na eficiência dos processos internos da empresa ao longo do tempo, considerando que a Eficiência Operacional é um dos objetivos estratégicos prementes do grupo e que toda organização é composta por unidades (setores) orientados por processos. E com isso, busca-se identificar áreas específicas de melhoria e oportunidades para aprimorar a eficiência operacional, assim como os benefícios decorrentes da adoção de uma metodologia no âmbito do BPM.

A DEA utiliza *inputs* e *outputs* de unidades de medidas distintas para calcular a eficiência relativa, indicando unidades de *benchmark* para as ineficientes e oportunidades de melhoria. Essa abordagem fornece um conjunto significativo de informações para gestores melhorarem a eficiência produtiva, alinhando-se ao conceito de *benchmarking* ao proporcionar oportunidades de aprendizado e reflexão (BOGETOFT, 2011). Assim, a DEA destaca-se como uma ferramenta essencial na busca contínua pela eficiência empresarial.

Skinner (1974) destaca a importância de uma abordagem global na análise de eficiência, considerando a empresa como um todo. A falta de uma avaliação sistêmica pode resultar em decisões equivocadas, como investimentos desnecessários em recursos de menor prioridade ou a falta de investimentos em recursos críticos.

Portanto, ao se aprofundar na metodologia de Gerenciamento de Processos de Negócios (BPM) implementada no grupo empresarial alvo, esse estudo fornecerá contribuição significativa para o entendimento da eficiência operacional. Ao abordar essa temática, busca-se não apenas um conhecimento teórico, mas insights práticos que possam ser efetivamente aplicados para aprimorar a gestão de processos não apenas no grupo, mas também em organizações similares. Compreender como essa metodologia impacta a gestão de processos proporciona um terreno fértil para o desenvolvimento de práticas empresariais mais eficazes e adaptáveis.

A fundamentação deste estudo é cuidadosamente construída sobre uma revisão sistemática da literatura, abordando de maneira abrangente os conceitos e princípios do BPM e aos da DEA, o que adiciona uma camada de robustez à pesquisa. Dessa forma, o estudo não se limita a um exercício acadêmico; ele busca ativamente informar e orientar práticas empresariais que contribuam para a eficiência e competitividade em um

contexto mais amplo.

Ao final deste trabalho, almeja-se constatar a eficácia das ações relacionadas ao BPM no grupo empresarial alvo do estudo desenvolvido, oferecendo recomendações direcionadas para a otimização contínua das práticas de gerenciamento de processos no contexto empresarial de todo o Grupo.

1.1 Justificativa da Pesquisa

A análise de processos emerge como uma prática indispensável para avaliar a eficiência operacional de organizações, oferecendo discernimentos fundamentais para embasar decisões informadas sobre as atividades de negócios.

No contexto dinâmico do ambiente empresarial, a adaptação contínua é imperativa, e a análise ininterrupta dos processos desempenha papel vital na garantia de atendimento às necessidades de negócios. Rápidas mudanças em regulamentações, condições econômicas e estratégias de marketing podem tornar obsoletos os processos existentes. Assim, uma revisão holística alinhada à estratégia organizacional é essencial para efetuar mudanças fundamentais que permitam à organização alcançar seus objetivos e estratégias.

A medição da eficiência do processo, conforme enfatizado no ABPMP BPM CBOOK Versão 4.0, ocorre por meio da quantificação dos recursos utilizados durante a execução das atividades. Essa abordagem proporciona uma visão clara sobre a possível onerosidade, lentidão, propensão a desperdícios ou outras deficiências, revelando o desempenho global. Essa análise não apenas identifica problemas, mas também fornece dados valiosos para orientar o redesenho dos processos, aprimorando sua capacidade de atender aos objetivos da organização.

A proposta metodológica da DEA foi, originalmente, apresentada por Charnes *et al.* (1978) e é um método de análise de sistema baseado na eficiência relativa. Nesse caso, o método de avaliação é não paramétrico, sendo o problema de avaliação da eficiência feito com base em entradas e saídas múltiplas. Trata-se de uma ferramenta amplamente utilizada em muitos campos, como Economia, Matemática e Pesquisa Operacional (PO) (ISMAIL; SULAIMAN, 2007; PATARI *et al.*, 2010; WEN *et al.*, 2010; SCHWARTZ *et al.*, 2016).

As informações geradas por uma análise de processo incorporam elementos contextuais cruciais, tais como a declaração clara da estratégia, metas e objetivos organizacionais. A visualização do processo em um contexto multifuncional mais amplo

contribui para uma compreensão abrangente. Além disso, a coleta de dados sobre entradas e saídas do processo, funções das unidades de negócios, escalabilidade, regras de negócios e métricas de desempenho oferece uma base sólida para a otimização.

Quanto ao *timing* apropriado para realizar a análise de processos, o estudo destaca duas abordagens. O monitoramento contínuo, integrado ao BPM, permite avaliação em tempo real, identificando desvios no desempenho que podem requerer ações corretivas imediatas. Por outro lado, eventos específicos, como atualizações no planejamento estratégico, problemas de desempenho ou a introdução de novas tecnologias, podem desencadear a análise, proporcionando uma oportunidade para realinhamento e melhoria contínua.

Em síntese, a análise de eficiência de processos se revela como prática essencial para organizações que almejam adaptação, evolução e alcance de objetivos em um ambiente empresarial dinâmico. Compreendendo o funcionamento dos processos e utilizando dados concretos para impulsionar mudanças, as organizações podem otimizar suas operações e tomar decisões estratégicas informadas. Este trabalho, ademais, contribui para o desenvolvimento econômico e a eficiência operacional do grupo empresarial alvo da análise, fortalecendo o tecido empresarial local em Arapiraca, no estado de Alagoas, e desempenhando um papel crucial na promoção do desenvolvimento sustentável do ambiente empresarial.

1.2 Problema da Pesquisa

A pesquisa visa explorar a eficácia da Metodologia de BPM por meio da utilização da DEA. A questão central da pesquisa é: *de que maneira a DEA pode ser empregada para avaliar a eficiência da metodologia de BPM nas organizações?*

1.3 Objetivo da Pesquisa

O objetivo geral desta pesquisa é realizar uma avaliação abrangente e quantitativa da eficiência da Metodologia de Gerenciamento de Processos de Negócios praticada nesta empresa, será empregada a DEA através da análise dos dados de solicitações recebidas nos processos como entradas e dados solicitações concluídas com sucesso como saídas ao longo do tempo.

Como objetivos específicos, tem-se:

- Analisar o impacto do Gerenciamento de Processos de Negócios (BPM) na eficiência operacional das empresas do grupo alvo da pesquisa.

- Avaliar como os processos BPM contribuem para a otimização dos fluxos de trabalho, redução de gargalos e melhoria da produtividade de departamentos da empresa, identificando possíveis tendências de melhorias e áreas de maior impacto.
- Contribuir para o conhecimento acadêmico sobre a aplicação do BPM e sua influência na eficiência das organizações, por meio da apresentação de um estudo de caso abrangente e detalhado.

1.4 Metodologia

O trabalho passou pelas seguintes etapas:

1. Revisão abrangente da literatura acadêmica e fontes relevantes para obter uma compreensão aprofundada dos conceitos, princípios e benefícios do gerenciamento de processos de negócios (BPM), bem como dos desafios comuns na implementação do BPM em organizações.
2. Coleta de dados, incluindo, observação direta de processos, análise de documentos internos e relatórios de auditorias.
3. Definição dos indicadores de desempenho, as entradas e saídas determinantes para a técnica de análise eficiência dos processos escolhida.
4. Análise de dados usando *Data Envelopment Analysis* (DEA) para medição e definição de unidades eficientes e ineficientes. Além disso, será realizada uma análise de conteúdo das pesquisas e documentos para obter insights qualitativos relevantes.
5. Discussão dos resultados obtidos em relação aos objetivos da pesquisa, à revisão bibliográfica e aos conceitos teóricos relacionados ao BPM.
6. Identificadas as principais conclusões e tendências emergentes, destacando os pontos fortes, as áreas de melhoria e os desafios encontrados na DEA à metodologia de gerenciamento de processos da empresa.
7. Proposição de recomendações específicas para as empresas do grupo. Essas recomendações visam aprimorar os processos de negócios, superar desafios identificados e maximizar a eficiência organizacional.

1.5 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho estrutura-se em 5 capítulos:

Capítulo I – Introdução, Justificativa, Problema, Objetivos e Metodologia da

Pesquisa: o primeiro capítulo destina-se a introduzir o leitor ao contexto da pesquisa, fornecendo uma justificativa para a escolha do tema, delineando claramente o problema a ser abordado e apresentando os objetivos propostos. Além disso, este capítulo delinea a metodologia que será empregada ao longo da pesquisa.

Capítulo II – Revisão da Literatura sobre Gestão de Processos de Negócio e Análise de Eficiência por meio da Análise Envoltória de Dados: o segundo capítulo realiza uma revisão abrangente da literatura relacionada à gestão de processos de negócio, destacando os princípios fundamentais e as melhores práticas. Além disso, explora a aplicação da DEA como ferramenta para avaliar a eficiência nesse contexto, proporcionando um referencial teórico essencial para fundamentar a abordagem central do trabalho.

Capítulo III – Proposta de Análise de Eficiência na Metodologia de Gerenciamento de Processos em um Grupo de empresas do ramo da Indústria, Distribuição e Cash&Carry: o terceiro capítulo apresenta a proposta central do estudo, que consiste na análise da eficiência da metodologia de gerenciamento de processos nas empresas que constituem o grupo alvo do estudo. As unidades de análise são caracterizadas pelos setores orientados por processos, os quais são monitorados e controlados conforme a Metodologia de Gerenciamento de Processos de Negócios (MBPM) implementada pelo grupo empresarial alvo da pesquisa.

Capítulo IV – Resultados da Análise de Eficiência: o quarto capítulo expõe os resultados obtidos na análise de eficiência, destacando as unidades eficientes e ineficientes identificadas no contexto da Metodologia de Gerenciamento de Processos. Os dados e as conclusões derivadas da aplicação da DEA são apresentados de forma detalhada, proporcionando uma compreensão abrangente do desempenho das unidades analisadas.

Capítulo V – Considerações Finais: no quinto e último capítulo, são apresentadas as considerações finais do estudo. Isso inclui uma avaliação crítica da análise de eficiência realizada, uma discussão aprofundada dos resultados obtidos e sugestões para direcionamentos futuros de pesquisa. Esse capítulo encerra a pesquisa, consolidando as descobertas e destacando a contribuição do estudo para o entendimento e aprimoramento da gestão de processos de negócio.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Conceitos e princípios do BPM

A Associação de Profissionais em Gerenciamento de Processos de Negócio (*Association of Business Process Management Professionals*, ABPMP), foi fundada nos Estados Unidos em 2003, passando por expansão para todo o mundo a partir de 2010, tendo como missão fomentar o BPM, contribuindo para o progresso profissional na área além de estabelecer padrões que orientem o desenvolvimento de sistemas de informação. Ela é a responsável pela elaboração do Guia ABPMP CBOK (*Common Body Of Knowledge*), é uma compilação abrangente de conhecimentos em Gerenciamento de Processos de Negócio, tratado pelos profissionais da área como um padrão e guia de referência para a gestão de uma variedade de processos em diferentes setores (ABPMP, 2013; ABPMP, 2018).

O BPM, também conhecido como Gerenciamento de Processos de Negócio, é uma disciplina gerencial que se concentra em harmonizar os processos de negócios de uma organização com as demandas e expectativas dos clientes. Seu objetivo é otimizar a eficiência operacional, aprimorar a satisfação do cliente e estimular a expansão do negócio (ABPMP, 2018).

Conforme definem van der Aalst, Ter Hofstede e Weske (2003, p. 4), em tradução, o gerenciamento de processos de negócios é uma abordagem para:

Apoiar processos de negócios usando métodos, técnicas e software para projetar, implementar, controlar e analisar processos operacionais envolvendo humanos, organizações, aplicações, documentos e outras fontes de informação.

Entre os princípios fundamentais do BPM, que são centrais para a execução e devem orientar a prática de BPM, o Guia destaca:

1. **Disciplina de Gestão Orientada ao Desempenho:** a mudança no negócio é uma disciplina de gestão focada em melhorias de desempenho.
2. **Envolvimento de Stakeholders:** As mudanças no negócio devem englobar todas as partes interessadas no processo.
3. **Abordagem "Outside In" nas Mudanças nos Processos de Negócio:** as alterações nos processos de negócio devem ser abordadas de fora para dentro, orientadas ao cliente.
4. **Gestão Holística dos Processos de Negócio:** os processos de negócio devem ser gerenciados de forma abrangente em qualquer organização.

5. **Vínculo das Mudanças aos Critérios das Partes Interessadas:** as mudanças no negócio devem estar alinhadas aos critérios das partes interessadas.
6. **Alinhamento Estratégico e Métricas Operacionais:** as mudanças nos processos de negócios devem estar alinhadas à estratégia corporativa e às métricas do plano operacional.
7. **Segmentação dos Principais Processos Multifuncionais:** a organização deve segmentar os principais processos multifuncionais que entregam valor ao cliente.
8. **Inclusão de Pessoas e Processos nas Mudanças no Negócio:** as mudanças no negócio referem-se tanto às pessoas quanto aos processos.
9. **Jornada Contínua de Gerenciamento de Processos de Negócio:** o Gerenciamento de Processos de Negócio é uma jornada, não um destino.
10. **Gerenciamento Contínuo em um Modelo de Ciclo de Vida:** os processos de negócio devem ser gerenciados continuamente, seguindo um modelo de ciclo de vida.

Conforme indicado pelo Guia CBOK (ABPMP, 2018), os processos de negócios podem ser categorizados em três tipos distintos:

- **Processos Primários:** são interfuncionais, agregando valor ao cliente e são essenciais para a missão de uma organização. Eles influenciam diretamente a experiência do cliente e a percepção de valor. Atividades que impactam a experiência do cliente, mas não imediatamente, são consideradas parte dos processos de suporte. Representam cerca de 20% dos processos de negócio de uma empresa.
- **Processos de Suporte:** auxiliam processos primários e outros processos de suporte, entregando valor indiretamente aos clientes. Apesar de frequentemente interfuncionais, eles são vitais para a organização, pois aumentam a eficácia dos processos primários. Representam cerca de 70% dos processos de negócio de uma empresa.
- **Processos de Gerenciamento (10%):** são usados para medir, monitorar e controlar atividades, garantindo que a organização atinja seus objetivos. Embora não agreguem valor diretamente aos clientes, são essenciais para o funcionamento eficaz da organização. Representam cerca de 10% dos processos de negócios de uma empresa.

2.2 A Gestão de Processos

Segundo Hammer (2010) e Berti e Galelli (2021), a BPM originou-se dos estudos de Shewhart (1986) e Deming (1990) sobre controle estatístico de processos e do trabalho de Hammer sobre reengenharia de processos. Essas abordagens convergiram ao longo do tempo, formando a base do BPM como o conhecemos atualmente.

Brocke e Rosemann (2013, p.1) destacaram que:

[...] um crescente interesse nos últimos anos pela gestão de processos de negócio (BPM), observado entre gestores, analistas, consultores, acadêmicos e usuários finais. Esse interesse reflete-se em um amplo corpo de conhecimento, metodologias, ferramentas e técnicas relacionadas, evidenciando um campo em constante expansão.

Harmon (2007) identifica três tradições principais de processos: “a tradição de gestão e redesenho de processo, a tradição de controle de qualidade / pesquisa operacional e a tradição de tecnologia da informação”. O constante ambiente de mudanças organizacionais, ainda conforme Harmon (2007), é responsável por promover o desenvolvimento da área de Processos de Negócios, visando sua adequação aos novos padrões de tecnologias e exigências de qualidade.

A partir dessa perspectiva, as empresas estão passando por uma nova tendência voltada para os processos, estruturando sua gestão com base no conceito de processos de negócio. Hassan (2018) destaca que as empresas estão adotando uma visão por processo, e que a gestão de mudanças organizacionais envolvida na própria gestão de processos visa facilitar a ocorrência de mudanças em estratégias, estruturas e processos das empresas. Seu sucesso depende da resposta dos funcionários à mesma.

Nesse sentido, o BPM oferece uma maneira inovadora de enxergar as operações comerciais, superando os modelos funcionais tradicionais. Tal visão inclui o esforço intensivo em conhecimento empregado pelos funcionários (trabalhadores do conhecimento) para alcançar o resultado desejado, seja um produto ou serviço, independentemente das áreas funcionais ou locais envolvidos (DAVENPORT, 2010).

Historicamente, as organizações têm se transformado para atender às demandas do seu ambiente. As tecnologias da informação, por exemplo, são consideradas como habilitadoras e facilitadoras para transformações organizacionais gerando mudanças em processos de negócios (TRKMAN, 2010). No entanto, a condução dessas transformações enfrenta desafios significativos, especialmente por envolver decisões estratégicas que causam impactos significativos na estrutura organizacional

(IDOGAWA, BIZARRIAS e CÂMARA, 2023).

Para uma mudança organizacional ser efetiva e substancial, é crucial considerar a cultura organizacional. Qualquer empreendimento que busque implementar mudanças corporativas deve analisar suas crenças, valores organizacionais, o perfil e as habilidades dos líderes, sendo esses fatores determinantes para o sucesso da iniciativa (XIANG, ARCHER e DETLOR, 2014).

Alguns modelos teóricos como o de Kurt Lewin, conhecido como modelo de mudanças em três fases, auxiliam na compreensão de como lidar de forma sistemática e estruturada com o processo de mudança. Conforme Oliveira (2022), esse modelo consiste em: (1) descongelamento (*unfreezing*), (2) transacionar para o novo nível (*moving*) e (3) recongelar (*refreezing*). O *unfreezing* é o preparo da organização para a transição/transformação relativa aos novos sistemas estruturas ou conceitos; o *moving* é a própria execução do plano de mudanças; e o *refreezing* é a consolidação das mudanças, realizando o alinhamento com estruturas e processos organizacionais (OLIVEIRA, 2022).

Outro modelo de referência, ainda segundo Oliveira (2022), é o de oito passos de John Kotter (1996). Conforme Santos (2014) estes oito passos são: (i) Estabelecer um senso de urgência; (ii) Criar uma coligação de Liderança; (iii) Desenvolver a Visão e a Estratégia; (iv) Comunicar a Visão da Mudança; (v) Capacitar os funcionários para uma ampla ação; (vi) Gerar vitórias a curto prazo; (vii) Consolidar ganhos e produzir mais mudança; (viii) Incorporar a nova mudança na cultura.

Independente da abordagem adotada para a gestão de mudanças, à exemplo das propostas de Lewin e de Kotter, deve-se sempre buscar um panorama situacional que integre aspectos e fases importantes da mudança, levando em conta tanto elementos tangíveis quanto intangíveis.

2.3 Ciclo de Vida BPM

A implementação do BPM pode contribuir para aprimorar a eficiência operacional, diminuir custos, elevar a satisfação do cliente e fomentar a inovação (HAILU e CHEBO, 2023). Entretanto, essa adoção também pode apresentar desafios consideráveis, dado que demanda mudanças substanciais na estratégia empresarial (IDOGAWA, BIZARRIAS e CÂMARA, 2023). Para atender a necessidade de adaptação dos processos de negócio a um ambiente em constante mudança, o processo de BPM em si é estruturado como um ciclo de vida de melhoria contínua (SCHEER,

2013).

Fundamentalmente o ciclo de vida de processos de negócio obedece ao próprio ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*, ou seja, planejar, fazer, verificar e agir) garantindo que a melhoria contínua do processo possa ocorrer com um processo constante de aprendizagem organizacional (ABPMP, 2013). Diversos autores trazem descrições com designações diferentes para o ciclo de vida do BPM, contudo todas elas podem se associar ao ciclo PDCA. A Tabela 1 traz uma síntese entre os ciclos de vida de alguns autores, conforme E.R., Hanggara e Astuti (2019, p. 829).

O ciclo de vida do BPM é também um dos conceitos básicos abordados no CBOK (Versão 4.0), sendo delineado da seguinte forma (ABPMP, 2018):

Fase 1. Alinhamento à Estratégia e Objetivos: trata-se do início do ciclo de vida de BPM, envolvendo a criação de uma estratégia de processos e um plano organizacional. O objetivo é entender as metas da organização e garantir uma proposta de valor atraente para os clientes. O Plano Estratégico é a base para uma abordagem completa do BPM, alinhando-se à estratégia da organização e integrando processos, pessoas e sistemas.

Fase 2. Mudanças Arquiteturais: fase em que são realizadas atividades de modelagem, análise, desenho e avaliação de processos. Utilizando metodologias específicas, os profissionais identificam e alinham processos essenciais às metas desejadas. O foco é entender completamente os processos prioritários para implementação, com ênfase em como os novos papéis agregam valor aos clientes.

Fase 3. Desenvolvimento de Iniciativas: nesta fase, são traçados planos de implementação que incluem treinamento de processos, gerenciamento de mudanças, projeto, alterações tecnológicas e obtenção de benefícios. Mesmo sem detalhes sobre o desenvolvimento dessas iniciativas, o guia enfatiza a necessidade de planos específicos para assegurar o sucesso da implementação.

Fase 4. Implementação de Mudanças: durante esta fase, a organização executa todos os planos formulados na Fase 3, sob a coordenação e gestão do patrocinador do programa e do gerente do projeto. A implementação ocorre de acordo com um cronograma bem definido, que inclui a ativação da tecnologia (*Go-Live*) e a estabilização dos processos e tecnologias.

Tabela 1 – Perspectivas de diversos autores sobre o Ciclo de Vida do BPM.

Davenport (1998)	Zur Muehlen and Ho (2005)	van der Aalst, ter Hofstede e Weske (2003)	Netjes, Reijers e van der Aalst (2006)	Hallerbac, Bauer e Reichert (2008)	Kannengiesser (2008)	Dumas et al. (2013)
Identificação de processo para inovação	Análise organizacional	Projeto do processo	Projeto	Modelagem	Projeto do processo	Identificação do processo
Identificação das mudanças	Especificação e Modelagem	Configuração do sistema	Configuração	Instanciação ou seleção	Implementação do processo	Descoberta do processo
Desenvolvimento da visão de processo	Modelagem e implementação	Difusão do processo	Execução	Execução	Melhoria do processo	Análise do processo
Entendimento do processo atual	Fluxo de execução	Diagnóstico	Controle	Otimização	Avaliação do processo	Re-desenho do processo
Projeto e desenvolvimento do protótipo	Armazenagem/Controle/Mineração de Processos	--	Diagnóstico	--	--	Implementação do processo
--	Monitoramento das atividades de negócio	--	--	--	--	Monitoramento e controle do processo

Fonte: Traduzido de E.R., Hanggara e Astuti (2019, p. 829)

Fase 5. Medição do Sucesso: trata-se da última fase em que os benefícios são identificados e medidos em relação ao plano original. O modelo permanente do Gerenciamento Corporativo de Processos (EPM) e o modelo de governança são implementados. Há um monitoramento constante dos processos de negócio e das tecnologias, com todos os documentos e planos armazenados nos repositórios adequados. Um plano de melhoria contínua é implementado gradualmente, com o Dono de Processo assumindo a responsabilidade após a conclusão do projeto.

As fases do ciclo de vida do BPM correspondem a áreas de conhecimento específicas, assegurando uma abordagem unificada e eficaz, provendo entendimento e agilidade de processos, além de garantir formas de medição e controle, conduzindo toda a organização à melhoria contínua (MALINOVA e MENDLING, 2018). Conforme destacado pela ABPMP (2018), a melhoria contínua do processo é uma abordagem em que os profissionais de BPM avaliam de forma contínua o desempenho dos processos de negócio. Caso os resultados não atendam às expectativas, é iniciado novamente o ciclo de vida BPM. Cada uma das fases do ciclo de vida está representada na Figura 1.

Figura 1 – Ciclo de Vida BPM.



Fonte: Adaptado do BPM CBOK (ABPMP, 2018).

Ao adotar o BPM, as organizações fortalecem sua capacidade de alinhar estratégias, operações e aumentar a produtividade de maneira contínua. É crucial destacar que a execução bem-sucedida do ciclo de vida do BPM implica mudanças profundas e de forma incremental em elementos organizacionais, como processos, estrutura, cultura e pessoas, demandando uma abordagem disciplinada para orientar essas transformações de forma sólida em benefício de toda a organização (KOVACH *et al.*, 2023).

Entretanto, a implementação do BPM não está isenta de desafios, conforme indicado pelo BPM CBOK. Pode-se enfrentar resistência considerável, resultante de barreiras humanas, culturais, interesses ocultos e indiferenças, mas o BPM também possibilita a adoção de uma estratégia progressiva para mudanças e sua aceitação, à medida que as pessoas são introduzidas a novos conceitos através da participação na procura de soluções (ABPMP, 2013).

Em um programa de gerenciamento de mudança bem planejado as pessoas afetadas serão engajadas em um estágio inicial no ciclo de transformação. Isso assegura que os participantes obtenham uma compreensão do significado da mudança e que estejam envolvidos em treinamentos e outras atividades de mudança, de forma que se tornem culturalmente aceitáveis (ABPMP, 2013, p. 262).

De acordo com Oliveira, Alves e Valença (2016), o escritório de processos tem a função de guiar a implementação do BPM em toda a organização. Ele oferece direcionamento, capacitação e assistência para as equipes de projeto de processos e outros stakeholders relevantes. Analogamente aos escritórios de gerenciamento de projetos, os escritórios de gerenciamento de processos também são responsáveis por garantir a consistência e a padronização, utilizando a figura de líderes dentre gestores e coordenadores de equipes para garantia do sucesso das ações especialmente em cenários onde as mudanças são inerentes e necessárias (CARVALHO, RODRIGUES e FREITAS JÚNIOR, 2011).

O apoio da alta gestão é crucial para implementar propostas de melhoria e mitigar os riscos relacionados à cultura organizacional. A comunicação é uma componente fundamental de modo que qualquer mudança deve ser informada às partes envolvidas, demonstrando o porquê da necessidade daquela mudança e seus impactos sobre a dia a dia organizacional (SANTOS e AIRES, 2023).

Em resumo, a implementação do BPM em processos organizacionais é um processo contínuo de aprimoramento. Não se limita a projetos específicos, mas envolve a melhoria constante dos processos. A gestão de mudanças contínua e a colaboração eficaz são fundamentais para assegurar uma transformação duradoura e melhorar continuamente a eficiência operacional da organização.

2.4 Benefícios Potenciais do BPM na Eficiência Organizacional

Segundo a ABPMP (2018), o BPM pode auxiliar as organizações a obterem uma série de benefícios. Estes incluem a diminuição de custos, aprimoramento da eficiência e eficácia dos processos empresariais, aumento da satisfação do cliente, melhora na qualidade de produtos e serviços, maior agilidade e adaptabilidade organizacional, incremento na visibilidade e transparência dos processos de negócios, aperfeiçoamento da colaboração e comunicação entre os setores da organização, e melhora na habilidade de inovação e adaptação às alterações do mercado.

O BPM pode trazer vários benefícios para a eficiência organizacional, incluindo os listados na tabela a seguir, considerando as perspectivas da organização, do cliente, da gestão e dos atores do processo.

Tabela 2 – Benefícios de BPM sob diferentes perspectivas.

Vantagens do BPM para a Organização	Descrição
Definições Nítidas de Responsabilidade e Posse	A otimização de processos exige definições claras de responsabilidade e posse, essenciais para uma gestão eficiente das atividades.
Agilidade Aprimorada com Acompanhamento de Desempenho	O monitoramento constante do desempenho permite respostas ágeis a mudanças, promovendo uma adaptação rápida e eficaz da organização.
Contribuição para Controle de Custos e Qualidade	Métricas de desempenho oferecem dados cruciais para o controle de custos, assegurando eficiência financeira, qualidade e suporte à melhoria contínua.
Agilidade Aumentada com Visibilidade e Compreensão	Visibilidade, compreensão e prontidão para mudança ampliam a agilidade, permitindo uma resposta efetiva às dinâmicas do mercado e ambiente empresarial.
Facilitação da Transformação com Informações Relevantes	O acesso a informações relevantes simplifica o processo de transformação, fornecendo dados essenciais para decisões estratégicas e operacionais.
Controle E Redução de Custos com Avaliação de Processos	A avaliação de custos dos processos facilita o controle e a redução de custos, otimizando a eficiência financeira da organização.
Compreensão Efetiva e Gestão Proficiente das Operações	As operações de negócio são mais bem compreendidas e gerenciadas, promovendo eficiência e controle nas atividades organizacionais.
Vantagens do BPM para o Cliente	Descrição
Impacto Positivo nos Clientes com Transformação	A transformação dos processos tem um impacto positivo nos clientes, aprimorando a qualidade dos produtos ou serviços oferecidos.
Atendimento Superior às Expectativas	Colaboradores capacitados proporcionam um atendimento que supera as expectativas das partes interessadas, fortalecendo a relação com os clientes.
Gestão Aprimorada de Compromissos com Clientes	Compromissos com clientes são mais bem controlados, garantindo que prazos e expectativas sejam gerenciados de forma eficaz.
Vantagens do BPM para a Gestão	Descrição
Confirmação do Valor nas Atividades do Processo	Confirmação de que as atividades realizadas em um processo realmente agregam valor, assegurando uma abordagem centrada na eficiência e eficácia.

Aprimoramento Contínuo do Desempenho	Otimização contínua do desempenho ao longo do processo, garantindo uma busca incessante por melhorias e eficiência operacional.
Melhoria nas Projeções e Planejamento	Melhoria significativa nas projeções e planejamento, proporcionando uma visão clara e estratégica para o futuro da organização.
Superação de Obstáculos Funcionais	Superação eficaz de obstáculos relacionados às fronteiras funcionais, promovendo uma colaboração mais fluida e eficiente entre as áreas da organização.
Facilitação de Benchmarking Interno e Externo	Facilitação do benchmarking interno e externo de operações, permitindo à gestão comparar e adotar as melhores práticas do setor para otimizar processos.
Vantagens do BPM para os Atores do Processo	Descrição
Segurança e Consciência sobre Papéis e Responsabilidades	Maior segurança e consciência sobre os papéis e responsabilidades, proporcionando clareza nas expectativas e atribuições individuais.
Compreensão Abrangente do Todo	Compreensão abrangente do todo, permitindo uma visão holística dos processos e suas interconexões dentro da organização.
Clareza nos Requisitos do Ambiente de Trabalho	Clareza nos requisitos do ambiente de trabalho, garantindo que os atores do processo possuam as informações necessárias para executar suas atividades.
Uso Adequado de Ferramentas de Trabalho	Uso apropriado de ferramentas de trabalho, garantindo que os atores do processo possam realizar suas atividades de maneira eficiente e eficaz.

Fonte: elaborado pela autora com base no CBOK (ABPMP, 2013 e 2018).

2.5 Análise de Eficiência e Desempenho em BPM

Embora a análise do desempenho e eficiência dos processos de negócio seja um dos elementos centrais em questões de monitoramento conforme preconiza o BPM, aplicações de modelos de DEA ainda consiste em uma lacuna a ser preenchida com mais pesquisas e aplicações reportadas na literatura associada. A literatura traz diversas abordagens para a avaliação da eficiência em processos de negócios, a exemplo dos trabalhos desenvolvidos por Ahmad *et al.* (2018) e Mustansir *et al.* (2018), que empregam o próprio *feedback* dos clientes/consumidores para avaliação do desempenho de processos. Trata-se de um estudo com foco em mineração de textos, sendo os textos os próprios *feedbacks* dos clientes.

Tais estudos utilizaram *corpora* de *feedback* de clientes combinado com dois *frameworks* de BPM consolidados: o *Devil's Quadrangle* (Quadrilátero do Diabo) e

Business Process Redesign Implementation (Implementação de Redesenho de Processos de Negócios), gerando uma classificação manual de comentários relevantes ou não. Após a classificação, foram empregadas técnicas de aprendizagem de máquina, nominalmente máquina vetoriais de suporte (*Support Vector Machines*, SVM) (única técnica empregada no estudo de Mustansir *et al.*), regressão logística, *k-Nearest Neighbor* (kNN), árvores de decisão e florestas aleatórias. Os resultados apontaram o *framework Devil's Quadrangle* como mais adequado para auxiliar na identificação dos comentários mais relevantes sobre o desempenho dos processos, de modo que esses comentários podem ser utilizados como entradas para a avaliação definitiva do desempenho. Tal estudo, portanto, funcionou como uma etapa de evidencição fazendo uso dos próprios clientes para geração de dados de suporte à análise de desempenho.

Ingaldi (2021) realizou uma avaliação do processo de prestação de serviços foi feita utilizando os pressupostos da Análise de Importância Desempenho (*Importance Performance Analysis* - IPA), ajudando a definir o nível geral de qualidade de serviços ofertados, e a identificar os fatores que causam em grande parte a insatisfação do cliente. A pesquisa foi empregada em diversos países europeus com foco na aplicação de questionários visando obter dados de como os clientes avaliam o funcionamento das *e-shops* no mercado. O processo de análise dos dados coletados gerou a classificação em um gráfico com 4 quadrantes onde o eixo X é desempenho ou percepção, enquanto o eixo Y é peso ou importância, determinando: quadrante I, baixo desempenho e alta importância; quadrante II, alto desempenho e alta importância; quadrante III, baixo desempenho e baixa importância; e quadrante IV, alto desempenho e baixa importância. A visualização destes resultados permite que as *e-shops* adaptem-se às necessidades dos clientes, já que a análise ocorre sob a ótica deles, mas também verificar quais os requisitos que não foram tidos em conta até agora ou tratados como de pouca importância, melhorando o processo envolvido na sua prestação de serviços.

O estudo desenvolvido por Piessens *et al.* (2010) tem seu foco na concepção e implementação de um instrumento de análise de processos que simula, examina e apresenta uma gama de métricas de desempenho, utilizando uma definição de processo e seus respectivos registros de execução. Trata-se de um conceito ligado à mineração de processos utilizando o ambiente de automação de processos de negócios YAWL, e da estrutura de mineração de processos *ProM*. As métricas de desempenho obtidas são exibidas através de Diagramas de Desempenho, que apresentam as informações de desempenho calculadas por meio deles.

Li e Zhu (2008) construíram uma rede de fluxo de trabalho estocástico generalizado para análise de desempenho de processos de negócios, utilizando Rede de Petri Estocástica Generalizada e Cadeia de Markov. O experimento comparativo que eles desenvolveram demonstrou que a abordagem implementada é efetiva na avaliação de desempenho de processos, com ressalva para o fato de que o modelo de rede de Petri lida com o desafio do aumento exponencial do espaço de estados à medida que o modelo se torna mais complexo.

O estudo de Dohmen *et al.* (2010) introduz um novo método para avaliar a eficiência dos processos de negócios. Este método integra a DEA e a Simulação de Processos de Negócios (*Business Process Simulation*, BPS) no nível do processo. O método possui duas fases. Na 1ª fase, onde as condições básicas para a análise envolvem a definição do objetivo de melhoria da eficiência, como a redução do tempo de ciclo ou custo. As variáveis de saída na DEA podem ser as instâncias de processo processadas ou um indicador de qualidade. Definir as variáveis de entrada e saída para a análise de eficiência do processo é o primeiro passo. Na 2ª fase, para um processo de negócios específico, a DEA pode ser usada para avaliar a eficiência das instâncias do processo e, em seguida, do próprio processo. A DEA permite a aplicação de um modelo de múltiplos insumos-produtos, possibilitando a medição da eficiência de um processo ao integrar todos os indicadores de desempenho definidos na primeira fase. O método proposto une os benefícios do uso da DEA para analisar as relações de entrada-saída e do BPS para investigar de forma mais aprofundada o que normalmente seria visto como uma "caixa preta" na maioria das técnicas de medição de eficiência.

Leyer (2011) introduz uma nova metodologia para determinar o impacto de fatores contextuais no desempenho dos processos de negócios em relação ao tempo de processamento, observando o nível de atividade em um processo de negócio. Uma mineração de processos com base em *logs* de eventos registrando data/hora e que documentam o processamento de pedidos, seguido do emprego de uma análise de dependência utilizando testes estatísticos de análise de variância. Tal metodologia possibilita identificar claramente em quais etapas de um processo de negócio os fatores contextuais impactam. Isso permite uma análise focada das causas fundamentais de um desempenho insatisfatório devido à influência contextual.

2.6 Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis*, DEA)

A DEA é uma técnica matemática baseada em programação linear que visa determinar a eficiência de unidades produtivas, como empresas ou processos de negócios, buscando uma análise da relação entre recursos de entrada para produção (*inputs*) e resultados obtidos (*outputs*) (REGSDALE, 2008; NEPOMUCENO *et al.*, 2022). Essa ferramenta, integrada às fases de monitoramento e otimização, permite avaliações contínuas, identificando desvios, gargalos e oportunidades de melhoria (ZEMGULIENE e VALUKONIS, 2018):

- No monitoramento, a DEA fornece suporte na avaliação dos processos empresariais, identificando práticas eficazes e realizando comparações de desempenho relativo entre distintas unidades de negócios, com base nos objetivos e metas estabelecidos pela organização (SANTOS, 2019).
- Na otimização, a DEA auxilia no reconhecimento as melhores práticas e destaca oportunidades de aprimoramento, colaborando para o contínuo aperfeiçoamento da eficiência e eficácia dos processos (PIESSENS *et al.*, 2010).

Além disso, pode ser utilizada na avaliação de variados cenários, ajudando na identificação das melhores práticas para alcançar os objetivos estratégicos da empresa (NEPOMUCENO *et al.*, 2023). A avaliação da eficiência é essencial para analisar o desempenho empresarial, refletindo a habilidade da organização em usar seus recursos na produção (SANTOS, 2019). Em termos simples, mede a quantidade de recursos consumidos (entradas, insumos ou *inputs*) para produzir determinada quantidade de um item ou produto (saídas ou *outputs*) (LEŚNIEWSKA-GONTARZ, 2021).

É neste contexto que emerge a utilidade da DEA, uma vez que ela envolve modelagem e metodologia para avaliar a relativa eficiência, derivando um indicador associado à Unidades Tomadoras de Decisão (*Decision-Making Units*, DMU), que são unidades produtivas operando em condições similares e utilizando múltiplas entradas e saídas em comum (SIMIONATO, 2019; CHERCHYE *et al.*, 2023). As Unidades de Decisão de Mercado (DMU) compartilham homogeneidade ao pertencerem a um grupo independente, desempenhando funções idênticas, sendo cada unidade representada por um conjunto específico de *inputs* e *outputs* (SANTOS, 2019).

Exemplos de DMUs podem ser citados como projetos, produtos, departamentos, divisões, unidades administrativas ou a própria empresa, entre outros. Uma DMU pode ser uma unidade de uma fábrica, departamento de uma grande organização como uma universidade, escola, agência bancária, hospital, usina de hidroelétrica, delegacia de polícia, escritório de contabilidade, prisão, um conjunto

de filiais de uma empresa, regionais comerciais ou até indivíduos como médicos, bancários ou operários diversos (SIMIONATO, 2019, p.33).

Historicamente, a DEA surge a partir dos estudos de Abraham Charnes, William Wager Cooper e Edwardo Lao Rhodes, culminando com seu artigo “*Measuring the efficiency of decision making units*” (Medindo a eficiência de unidade de tomada de decisão, em tradução), publicado em 1978 (CHARNES *et al.*, 1978), tomando como base trabalhos anteriores desenvolvidos por Michael James Farrell, que em 1957 publicou o artigo intitulado “*The Measurement of Productive Efficiency*” (A Medição da Eficiência produtiva, em tradução) (FARRELL, 1957), onde definiu as premissas e conceitos do que ficaria chamado como “Medida de Eficiência de Farrell”, um método empírico para analisar a eficiência relativa, em contraste com o modelo teórico de produção funcional para eficiência (SANTOS, 2019).

A DEA é um método não-paramétrico que incorpora a Eficiência de Pareto-Koopmans (ou Eficiência Plena, ou ainda simplesmente Eficiência de Pareto) e fornece uma medida de eficiência relativa associada às DMUs (VICTORINO e PEÑA, 2023). A ideia da Eficiência de Pareto-Koopmans determina que a eficiência é alcançada quando não é possível realizar em uma DMU uma mudança que melhore a situação de uma entrada (*input*) exógena, resultado/saída (*output*) ou produto intermediário sem piorar a situação de outra entrada, resultado ou produto intermediário (MIRDEHGHAN e FUKUYAMA, 2016).

Há uma sequência de ações necessárias para gerar um modelo que seja capaz de representar a realidade da operação, gerando um indicador de eficiência capaz de mensurar apropriadamente a produtividade das operações, atendendo às expectativas dos gestores da empresa para suas decisões (SIMIONATO, 2019).

A exemplo desse conjunto de ações, Piran *et al.* (2020) trazem uma abordagem metodológica de suporte para a geração de modelos de DEA (*Modeling Method for DEA*, MMDEA) com um fluxo contendo vinte passos, iniciando-se com a definição do objetivo da análise e do tipo de eficiência a ser avaliada, passando por etapas como revisões sistemáticas de literatura, definição de unidades de análise, definição de modelo conceitual de DEA, coleta de dados, cálculo da eficiência e chegando à construção de relatórios. O fluxograma detalhado pode ser encontrado em Piran *et al.* (2020, p. 80).

Fundamentalmente, conforme Golany e Roll (1989), a implementação dos modelos propostos pela Análise Envoltória de Dados (DEA) envolve três fases:

1. Definição e escolha das DMUs que irão entrar na análise;
2. Determinação dos fatores de input e output que serão relevantes e adequados para a análise da eficiência relativa das DMUs selecionadas;
3. Aplicação dos modelos DEA, e análise dos resultados.

Conforme Santos (2019, p. 40), a análise das DMUs para verificação de eficiência/ineficiência ocorrerá sob o seguinte raciocínio:

[...] uma DMU é eficiente, quando nenhuma outra DMU no conjunto homogêneo de referência produz maior *output* com igual nível de *input*, ou quando nenhuma DMU no conjunto produz um nível maior que ou igual de *outputs*, empregando menor quantidade de *input*.

Quando existe interdependência entre as partes, a eficiência total da DMU é inevitavelmente composta por uma parcela de eficiência resultante do desempenho ineficiente das partes e outra parcela decorrente da distribuição inadequada de recursos entre os diversos componentes do conjunto conforme definido por quem toma decisões nas DMUs (PEYRACHE e SILVA, 2023).

2.6.1 Modelos Fundamentais de DEA

Ao longo dos anos, a DEA ganhou uma série de modificações, inclusive por seus autores originais. O modelo original de DEA é chamado CCR em referência à Charnes, Cooper e Rhodes, mas também conhecido como modelo de Retorno de Constantes de Escala (*Constant Returns-to-Scale*, CRS) (PATRICK e ALBA, 1994), onde qualquer variação nos *inputs* gera variação proporcional nos *outputs* (ROSANO-PEÑAA, 2012).

Posteriormente, Rajiv Banker descreveu o modelo CCR axiomáticamente, permitindo a demonstração de como ele poderia ser estendido para retornos de variáveis de escala pela junção da convexidade às restrições envolvidas, dando origem ao modelo chamado de BCC (Banker, Charnes e Cooper) (COOPER, 2014). Os trabalhos originais sobre o modelo BCC são: Banker (1980) e Banker, Charnes e Cooper (1984).

O CCR-DEA, com retornos constantes de escala, pode ser representado pelo modelo matemático dual (dito “envoltório”) de programação linear apresentado na Equação 1 a seguir (GOLANY e ROLL, 1989; COOK E SEIFORD, 2009).

$$\text{Min } \theta_0 - \varepsilon \left(\sum_r s_r^+ + \sum_i s_i^- \right) \quad (2)$$

Sujeito a

$$\sum_j \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta_0 x_{i0}, \quad \text{com } i = 1, \dots, m$$

$$\begin{aligned} \sum_j \lambda_j y_{rj} - s_r^+ &= y_{r0}, \quad \text{com } r = 1, \dots, s \\ \lambda_j, \quad s_i^- \text{ e } s_i^+ &\geq 0, \forall i, j, r \\ \theta_0 &\text{ irrestrito} \end{aligned}$$

No modelo temos: θ como função objetivo representando a eficiência; os y_{ri} são os *outputs* e x_{ij} os *inputs* da associados às DMUs; e u_r e v_i são os pesos a serem determinados para solucionar o problema; s_i^- e s_i^+ são variáveis de folga dos *outputs* e *inputs*; o λ_j representa a contribuição da DMU para a meta; o ε é um valor não arquimediano projetado para impor positividade estrita nas variáveis. Este modelo, com a relação entre produtos e insumos é denominado modelo orientado aos *inputs*, de modo que se esta relação for investida, tem-se o modelo orientado aos *outputs*.

O modelo BCC-DEA, buscando solucionar uma deficiência do modelo anterior, considera retornos variáveis (não-proporcionais) de escala (*Variable Returns-to-Scale*, VRS) para a maximização da eficiência com orientação aos *inputs*, focando-se na redução do consumo de insumos com a manutenção dos níveis de produção; ou com orientação aos *outputs*, com o aumento da produção conservando os insumos (ROSANO-PENAA, 2012). A modelagem matemática dual do BCC-DEA é dada conforme Equação 2, já na forma de programação linear (GOLANY e ROLL, 1989; COOK E SEIFORD, 2009).

$$\text{Min } \theta_0 - \varepsilon \left(\sum_i s_i^- + \sum_r s_r^+ \right) \quad (2)$$

Sujeito a

$$\begin{aligned} \sum_j \lambda_j x_{ij} + s_i^- &= \theta_0 x_{i0}, \quad \text{com } i = 1, \dots, m \\ \sum_j \lambda_j y_{r0} - s_r^+ &= y_{r0}, \quad \text{com } r = 1, \dots, s \\ \sum_j \lambda_j &= 1 \\ \lambda_j, s_i^- \text{ e } s_r^+ &\geq 0, \forall i, j, r \\ \theta_0 &\text{ irrestrito} \end{aligned}$$

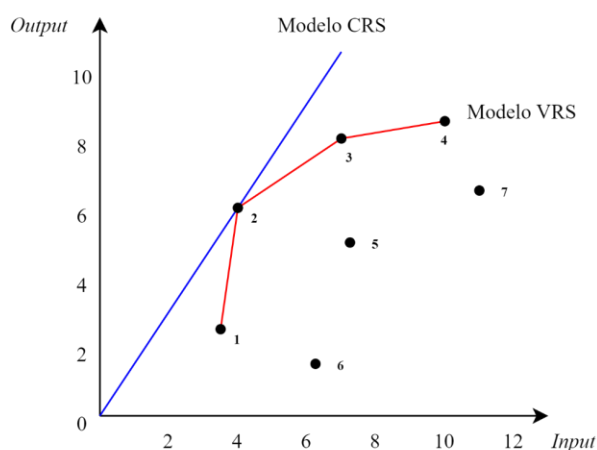
Da mesma forma que no modelo CCR-DEA, no BCC, tem-se na Equação 2 o modelo orientado aos *inputs* que, com a inversão da relação, transforma-se no modelo orientado aos *outputs*.

Sumarizando a ideia associada a cada modelo, Charnes *et al.* (1994) esclarece que o CCR-DEA produz uma avaliação objetiva da eficiência geral, identificando as

fontes e estimando os montantes das ineficiências assim identificadas. Já o BCC-DEA estima a eficiência técnica pura em uma determinada escala de operação e se há possibilidades de retornos crescentes, decrescentes ou retorno de constante de escala para exploração adicional.

A interpretação gráfica para a análise de eficiência de DMUs com ambos os tipos de modelo DEA pode ser visualizada através da Figura 2.

Figura 2 - Comparação entre os modelos CRS e VRS de DEA.



Fonte: Adaptado de Cook e Seiford (2009, p. 4).

Conforme Piran, Lacerda e Carmargo (2020), a linha sem pontos demarcados representa a fronteira de eficiência de um modelo CRS-DEA, enquanto a linha com os pontos demarcados é referente a fronteira de eficiência de um modelo VRS-DEA. No CRS-DEA, fundamentalmente a linha é a delimitação da própria fronteira. No VRS-DEA, a fronteira associada começa com o ponto 1 e finaliza no ponto 4.

Na Figura 2, entre os pontos 1 e 2, há retornos crescentes de escala; o ponto 2 enfrenta retornos constantes de escala ($v = 0$); entre os pontos 2 e 3, e em seguida, 3 e 4, há retornos decrescentes de escala ($v < 0$) (COOK e SEIFORD, 2009). Os pontos 5, 6 e 7 podem ser entendidos como pontos na zona de ineficiência, dado que a eficiência estaria na região acima das fronteiras de eficiência em ambos os casos (CRS e VRS).

2.6.2 Integrando DEA e BPM

A integração do BPM com a DEA oferece uma oportunidade única de quantificar a eficiência dos processos de negócios. Enquanto o BPM foca na melhoria contínua e na gestão proativa dos processos, a DEA fornece uma abordagem quantitativa para medir o desempenho, identificando práticas eficientes e ineficientes. No entanto, deve-se ressaltar alguns desafios e Considerações Práticas na Aplicação

Conjunta de BPM e DEA.

1. Sensibilidade aos Dados: sensibilidade dos resultados da DEA aos dados de entrada e saída é um ponto de atenção (GOLANY e ROLL, 1989). No contexto do BPM, a qualidade e precisão dos dados são cruciais para garantir análises significativas e conclusões confiáveis
2. Seleção Adequada de Variáveis: a escolha criteriosa das variáveis é fundamental para a correta aplicação da DEA em processos de BPM. A definição de entradas e saídas relevantes deve ser alinhada aos objetivos específicos de otimização e melhoria estabelecidos pelo BPM (FERNANDEZ-PALACIN, LOPEZ-SANCHEZ e MUÑOZ-MÁRQUEZ, 2018).
3. *Benchmarking* e Melhores Práticas: a DEA, quando integrada ao BPM, não apenas mede a eficiência, mas também oferece insights valiosos para *benchmarking* (NEPOMUCENO, DE CARVALHO e COSTA, 2020). A identificação de melhores práticas por meio da comparação com unidades eficientes é um aspecto crucial na implementação de estratégias de BPM.

Neste estudo, a análise será direcionada aos setores da empresa, nos quais os processos são meticulosamente monitorados por meio da metodologia de gerenciamento de processos implementada. Os dados objeto de análise compreendem o período de 2021 a 2023. Atualmente, a eficiência dos processos é avaliada por auditorias internas, e esses processos passam por transformações periódicas, sendo também mensurados por indicadores de transformação ao longo do período mencionado.

3. METODOLOGIA

O terceiro capítulo da metodologia oferece uma visão detalhada e fundamentada de cada etapa do processo de pesquisa. A representação gráfica dos fluxos de trabalho realizados para o estudo fora desenvolvida no *Bizagi Modeler* neste capítulo, e esta reforça a sequência lógica e a interconexão entre as fases do estudo. Posteriormente é detalhado todos os passos para execução de cada atividade mapeada no fluxo de trabalho apresentado.

3.1 Fluxo de Trabalho

Para a condução deste estudo, as diferentes etapas metodológicas foram visualmente mapeadas por meio de fluxograma de processo, representado graficamente no *software* Bizagi Modeler. Essa representação gráfica oferece uma visão clara e sequencial do processo, permitindo uma compreensão maior das fases envolvidas, desde a coleta inicial dos dados até a aplicação do modelo DEA.

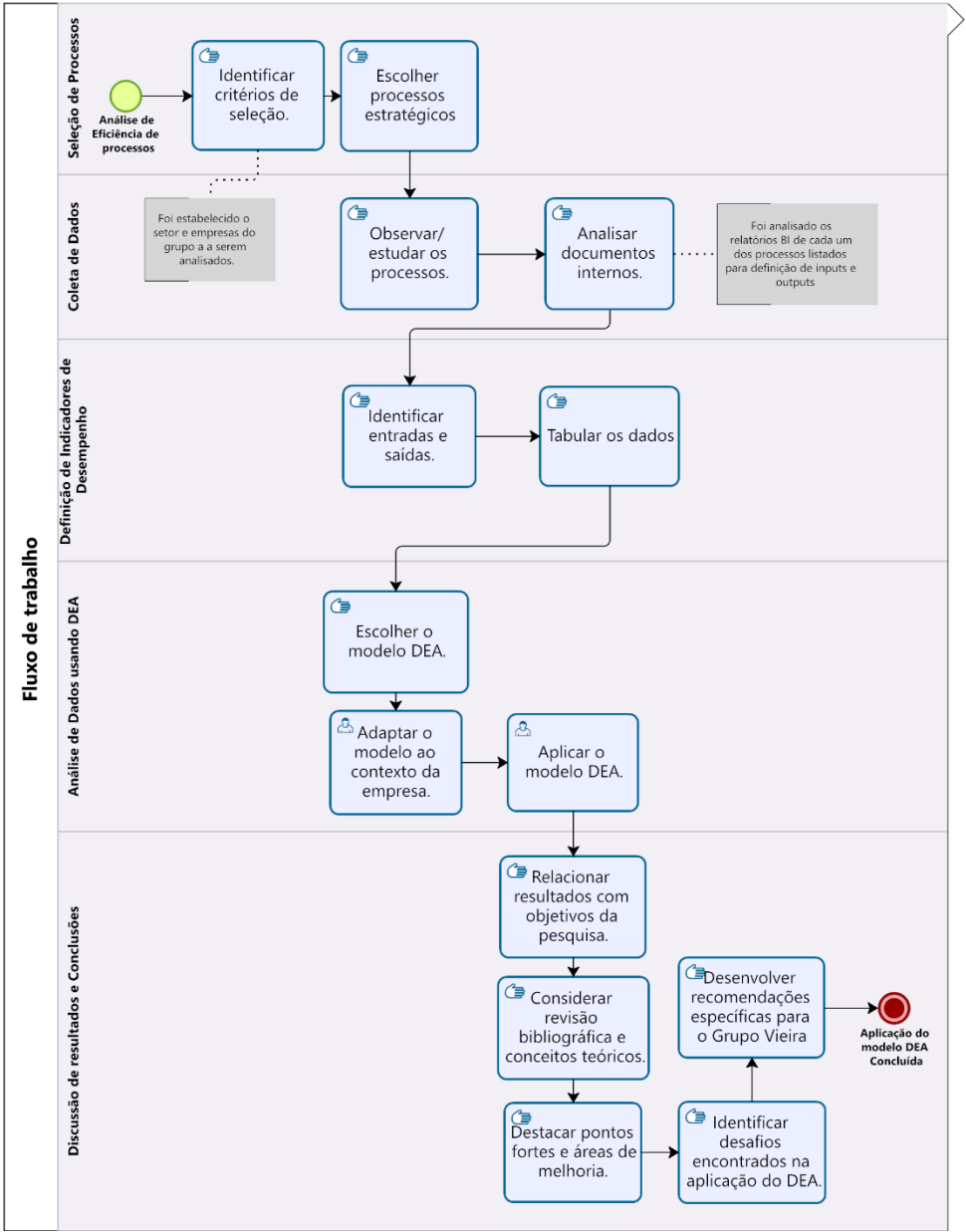
No primeiro fluxo, que pode ser observado no Apêndice A, o processo destaca as atividades executadas no desenvolvimento do capítulo I desse trabalho, onde foi definida abordagem do trabalho e desenvolvidos os tópicos da introdução, justificativa, problemas de pesquisa, objetivos, estruturação do trabalho e em seguida a fase da exploração das práticas da Análise Envoltória de Dados, bem como a coleta de dados e referenciais teórico para embasamento da abordagem escolhida e composição textual da fundamentação teórica.

No segundo fluxo, o cerne do trabalho é representado. O fluxo inicia com a fase de seleção dos processos, em que foram analisados e elencados os processos definidos como unidades a serem avaliadas. Em seguida, a fase de coleta de dados, evidenciando a utilização de algumas fontes, como observação direta e análise documental. Em seguida a fase de definição dos indicadores de desempenho onde fora definido os principais insumos e produtos a serem analisados através do modelo. A etapa subsequente ressalta a tabulação dos dados, onde os dados foram e organizados por meio de uma tabela no *software* Microsoft Excel.

Logo após, ocorre a modelagem conforme a DEA, onde são executadas as atividades de a escolha do modelo DEA, a adaptação do modelo ao contexto da empresa, onde fora normalizado os dados de forma a atender as necessidades do modelo DEA, a aplicação do modelo e a interpretação dos resultados obtidos. A representação gráfica se conclui com a fase de discussão dos resultados, ressaltando a interconexão entre a

aplicação do modelo e os objetivos do trabalho. O fluxo de trabalho está representado na Figura 3.

Figura 3 – Fluxo de trabalho.



Fonte: elaborado pela autora (2024).

Com base na Figura 3, abaixo é descrito as atividades executadas em cada uma das fases da metodológica do estudo.

3.2 Seleção dos Processos

A etapa de seleção dos processos foi realizada elegendo inicialmente o setor da empresa em que seus processos possuem registros e dados de suas execuções para que pudessem ser analisados: o setor escolhido foi o Administrativo. Para dar início, foi solicitado autorização necessária do Gerente do escritório de projetos e processos, como Gestor da autora, para acessar e utilizar os dados do setor. Essa autorização foi formalizada por meio de um ofício que detalhava os objetivos do estudo e os processos específicos a serem abordados, estabelecendo assim uma base sólida e transparente para a coleta de informações.

O setor escolhido abrange processos nas áreas de Recebimento de Mercadorias, Cadastro, *Facilities*, Almoxarifado e CRC (Central de Relacionamento com o Cliente). Após a determinação desse setor, procedeu-se à listagem dos processos executados nele, realizando uma seleção com foco nos processos que apresentassem entradas e saídas claramente definidas e comparáveis, de acordo com o modelo DEA.

A Tabela 2 apresenta os processos relacionados ao setor Administrativo.

Tabela 3 – Seleção dos processos.

Processo	Entradas	Saídas
Lançar NFs de Uso e Consumo e Serviços	Solicitação de NF com divergência para ser ajustada, Solicitação de lançamento de NF	NFs lançadas, Lançamentos de NF não realizado
Emitir Nota de Devolução para Fornecedor	Solicitação de Devolução recebida	Nota de devolução emitida, Mercadoria totalmente devolvida
Atender Solicitação de Recursos	Solicitação de Recursos	Solicitação atendida, solicitação cancelada
Cadastrar Produto para Revenda	Solicitação de cadastro de Novo Produto,	Solicitação de cadastro atendida, solicitação cancelada
Cadastrar Novo Fornecedor	Solicitação de Cadastro de Novo Fornecedor, Solicitação de ajuste de cadastro de fornecedor	Solicitação de cadastro/ajuste atendida
Realizar Manutenção De Cadastro para Produto de Revenda	Solicitação de ativação ou inativação, solicitação de alteração de código de fornecedor, solicitação de ajuste no cadastro de produtos	Cadastro de produto atualizado com sucesso, solicitações canceladas, chamados excluídos por não aprovação
Gerenciar Aquisições de Suprimentos	Solicitação de compra recebida	Compra realizada, compra cancelada por não aprovação,

		solicitação cancelada
Requisitar e Monitorar Produtos do Almojarifado	Requisição de Produtos do Almojarifado,	Solicitações atendidas, solicitações não atendidas para o não aprovação
Realizar Inventário do Almojarifado	Necessidade de inventário	Inventário realizado
Gerenciar Cadastro de Produtos do Almojarifado	Solicitação de cadastro de produto do almojarifado, solicitação de exclusão de cadastro de produto do almojarifado.	Solicitação reprovada, Solicitação de cadastro concluída, solicitação de exclusão concluída
Cadastrar Brindes	Solicitação Cadastro de Novos Brindes	Brindes cadastrados
Cadastrar Fornecedor Como Cliente para Emitir NFs de Devolução	Solicitação Cadastro de Fornecedor como Cliente	Fornecedor cadastrado como cliente com sucesso
Receber Devolução de Recursos	Recebimento de solicitação Devolução de Recursos	Recurso recebido e armazenado
Disponibilizar EPIs e Fardamentos para Colaborador	Solicitação de EPIs e Fardamentos	EPIs e fardamentos disponibilizados com sucesso, EPIs e fardamentos não disponibilizados
Solicitar Recursos para Viagens	Solicitação de Recursos para Viagens	Recursos para viagens solicitados com sucesso
Realizar Reserva de Hospedagem	Solicitação Reserva de Hospedagem	Reserva de hospedagem realizada, reserva de hospedagem não realizada
Gerenciar Solicitações de Autorização de Refeição	Gerenciamento de Autorizações para Refeições	Autorizações para refeições gerenciadas com sucesso
Receber de Fornecedor	Solicitação de entrada de mercadoria via milldesck	Recebimento concluído, recebimento cancelado
Reclassificar Embalagem (Fatiados)	Solicitação de reclassificação de Embalagem	Embalagem reclassificada com sucesso
Reclassificar Embalagens	Solicitação de reclassificação de Embalagem	Embalagem reclassificada com sucesso
Estornar NFs	solicitação Estorno de Nota Fiscal de revenda, solicitação de estorno de nota fiscal de reclassificados	Nota fiscal estornada com sucesso
Cadastrar ou Reativar Cliente	Solicitação de Cadastro ou Reativação de Cliente	Cliente cadastrado ou reativado com sucesso
Cadastrar Cliente no E-Commerce	Solicitação de Cadastro de Cliente no e-Commerce	Cliente cadastrado no e-commerce com sucesso, Cadastro não realizado
Atender Solicitação da Central de Relacionamento ao	Solicitação de informações ou reclamações recebidas da Central	Solicitação atendida com sucesso

Cliente - CRC		
Receber Mercadoria de Fornecedor	Recebimento de Mercadoria do Fornecedor	Mercadoria recebida do fornecedor com sucesso, Mercadoria não recebida
Receber Produtos Terceirizados	Solicitação de liberação para Recebimento de Produtos Terceirizados	Produtos terceirizados recebidos com sucesso, recebimentos não realizados
Fonte: elaboração da autora (2024).		

3.3 Coleta dos Dados

Com a autorização em mãos, foi agendada uma reunião com Gerente Administrativo, responsável pelos processos do setor. Durante esse encontro, foi revisado minuciosamente todos os processos sob sua responsabilidade, além de analisar os registros de informações disponíveis nos relatórios do *software* Microsoft Power BI, ferramenta utilizada para monitorar e gerenciar os processos do departamento com suas solicitações atendidas. Essa análise detalhada permitiu identificar quais processos poderiam fornecer os dados necessários para a aplicação da DEA, considerando sua relevância e a disponibilidade de informações.

Os métodos de coleta de dados foram cuidadosamente executados junto ao Gestor do setor, assegurando uma compreensão completa dos processos analisados. A observação direta, realizada de maneira participativa, e a análise documental forneceram informações quantitativas e qualitativas, enriquecendo a análise com dados contextuais e históricos.

A lista inicial de processos abrangia uma ampla gama de atividades administrativas, desde o lançamento de notas fiscais até o cadastro de clientes. No entanto, ao revisar os relatórios e discutir com o gestor, foi necessário realizar uma triagem criteriosa para selecionar os processos mais pertinentes e que forneceriam dados mais relevantes para a análise proposta.

Após essa triagem, os processos selecionados foram:

- Lançar Nota Fiscal de Uso, Consumo e Serviços
- Emitir Nota de Devolução para Fornecedor
- Atender Solicitações de Recursos
- Cadastrar Produto para Revenda
- Gerenciar Aquisições de Suprimentos
- Requisitar e Monitorar Produtos do Almoxarifado
- Realizar Inventário do Almoxarifado
- Receber Devolução de Recursos
- Realizar Reserva de Hospedagem

- Receber Fornecedor
- Estornar Notas Fiscais
- Cadastrar ou Reativar Cliente

As seguintes informações foram fornecidas:

Tabela 4 – Extração de dados dos processos.

Processo: Lançar Notas Fiscais de Uso, Consumo e Serviços:
- Número total de notas lançadas.
- Número de notas conformes e não conformes.
- Responsáveis pelas notas não conformes.
- Tipos de não conformidade.
Processo: Emitir de Nota de Devolução para Fornecedor:
- Total de notas emitidas.
- Tipos de nota.
- Notas por fornecedor.
- Tipo de descarga e recebimento.
Processo: Atender Solicitações de Recursos:
- Quantidade por mês, por ano e por tipo de movimentação e recurso.
Processo: Cadastrar de Produto para Revenda:
- Quantidade de chamados para cadastro.
- Chamados por departamento e filial.
- Quantidade e tipos de divergências nos chamados.
Processo: Gerenciar Aquisições de Suprimentos:
- Quantidade total de requisições, ordens de compra e pedidos.
- Quantidade de requisições finalizadas, aprovadas, reprovadas e canceladas.
- Quantidade de pedidos de compras aprovados, reprovados e cancelados.
Processo: Requisitar e Monitoramento de Produtos do Almoxarifado:
- Total de requisições.
- Valor total das requisições por tipo de produto e centro de custo.
Processo: Realizar Inventário do Almoxarifado:
- Quantidade de inventários realizados e não realizados.
- Percentual de desvio em cada inventário realizado.
Processo: Receber Devolução de Recursos:
- Quantidade de recebimento de recursos devolvidos por mês e por tipo de movimentação e recurso.
Processo: Realizar Reserva de Hospedagem:
- Quantidade de reservas de apartamentos feitas por mês.
- Valor gasto com hospedagem por setor.
Processo: Receber de Fornecedor:
- Quantidade de chamados para liberação de recebimento de mercadoria por filial e técnico.
- Quantidade de SLAs atendidos e violados.
Processo: Estornar Notas Fiscais:
- Quantidade de notas fiscais lançadas.

-
- Quantidade de inventários feitos sob notas fiscais lançadas.
 - Motivos de inventário.

Processo de Cadastro ou Reativação de Cliente:

- Quantidade de chamados para cadastro por estado, tipo de pessoa e ramo de atividade.
-

Fonte: elaboração da autora (2024).

3.4 Definição dos indicadores de Desempenho (*inputs e outputs*)

Na fase de definição dos indicadores de desempenho, foi realizada uma metódica análise das entradas e saídas dos processos escolhidos. Durante esse processo, foi dedicada especial atenção à compreensão precisa de cada componente que influencia o desempenho dos processos estudados, considerando que estes apresentam padrões de análise distintos entre si de acordo com os registros do setor.

Observou-se que cada relatório do Microsoft Power BI analisado apresentava parâmetros e números distintos, evidenciando a necessidade de avaliar pontos em comum de cada processo. Essa abordagem permitiu interpretar os dados fornecidos de forma a consolidar insumos e produtos que abrangessem os processos como um todo e não somente considerando as entradas e saídas previamente definidas na primeira listagem dos processos.

Dessa forma, utilizando os dados coletados, foi realizada a tarefa de tabular, organizar e estruturar essas informações de acordo com os requisitos do modelo de Análise Envoltória de Dados (DEA). A tabulação deles foi feita em planilha do Microsoft Excel. Essa fase de organização foi crucial para garantir que os dados fossem adequados ao modelo DEA, tornando-os compatíveis e passíveis de análise.

A Tabela 5 apresenta os insumos e produtos definidos para cada processo:

Tabela 5 - Proposta de Insumos e Produtos

Processo	Inputs				Output
	Recursos Humanos	Tecnologia e Equipamentos	Materiais e Insumos	Tempo	Serviço concluído
Lançar Nota Fiscal de Uso, Consumo e Serviços	4	3	0	0,27	7626
Emitir Nota de Devolução para Fornecedor	6	4	2	0,1305	16000
Atender Solicitações de Recursos	3	2	1	0	1
Cadastrar Produto para Revenda	5	6	3	0,509	4039
Gerenciar Aquisições de Suprimentos	8	4	1	16,3	5692
Requisitar e Monitorar de Produtos do Almoxarifado	3	2	0	1,25	1674
Realizar de Inventário do Almoxarifado	4	4	3	8	10

Receber Devolução de Recursos	3	2	1	0	1
Realizar de Reserva de Hospedagem	2	3	1	1	29
Receber de Fornecedor	5	4	2	0,612	9195
Estornar NF	4	3	2	0,3	10012
Cadastro ou Reativação de Cliente	4	5	0	1,3	22029

Fonte: elaboração da autora (2024).

A seguir, é apresentada a descrição detalhada de como foram definidos os insumos e produtos para a análise:

- *Recursos Humanos:* Os recursos humanos foram definidos com base na quantidade de pessoas envolvidas em cada processo. Essa medida considerou a mão-de-obra necessária para realizar as atividades específicas de cada processo.
- *Tecnologia e Equipamentos:* A avaliação dos recursos tecnológicos e equipamentos levou em conta os dispositivos, softwares e equipamentos físicos utilizados para a execução dos processos.
- *Materiais e Insumos:* Esses materiais foram identificados e quantificados como suprimentos de escritório e artefatos utilizado na execução das atividades.
- *Tempo Médio:* O tempo médio necessário para completar cada processo foi estimado com base nos dados quantitativos fornecidos de período analisado e o tempo de trabalho em horas, para geração de um tempo médio de atendimento de cada solicitação atendida nos processos.
- *Serviço Concluído:* O serviço concluído representou a quantidade total de atividades ou tarefas realizadas com sucesso em cada processo. Essa medida foi quantificada em unidades específicas para cada atividade, refletindo a entrega efetiva dos resultados esperados.

3.5 Análise de dados usando DEA

3.5.1 A escolha do modelo DEA

Optou-se por utilizar o modelo DEA orientado aos *outputs*, justificado na seção 2.6.1. Neste estudo, o modelo DEA orientado aos *outputs* se concentra na maximização da eficiência dos resultados (*outputs*) dos processos de negócio do grupo empresarial, tendo estes processos como DMUs. Isso significa que ele busca identificar como uma organização pode alcançar o máximo de produção ou resultados desejados com o mínimo de recursos necessários.

O principal interesse é analisar o impacto do uso do BPM na eficiência operacional das empresas do grupo em análise. Ao utilizar um modelo que prioriza a maximização dos

resultados produzidos através do uso de um conjunto comum de recursos produtivos empresariais (*inputs*), podemos aperfeiçoar o uso desses recursos e identificar oportunidades de melhoria dentro dos processos administrativos da empresa, para otimizar as saídas (*outputs*) relacionadas.

3.5.2 Adaptação ao contexto da Empresa

É fundamental destacar que algumas unidades não puderam fornecer dados precisos devido à falta de uma padronização na mensuração desses dados dentro do setor Administrativo. Essa inconsistência sugere inclusive, um potencial oportunidade de melhoria para o setor, pois a padronização dos registros de dados pode resultar em uma análise de eficiência mais precisa e, consequentemente, contribui para validar o modelo DEA neste estudo.

Apesar dessa variação nos procedimentos de registro, foi possível construir uma base de dados robusta e abrangente, que será essencial para conduzir a análise por meio da DEA. Essa abordagem estruturada e detalhada é crucial para garantir que os objetivos do trabalho sejam alcançados de forma eficaz.

Buscando utilizar da melhor forma os dados que foram fornecidos, a aplicação do modelo foi feita trabalhando em cenários distintos os dados foram tratados para aplicar o modelo testando sua sensibilidade ao tratamento.

3.5.3 Aplicação do Modelo DEA

A aplicação do modelo DEA foi realizada trabalhando em cenários distintos, utilizando a DEA implementada em *Python* através do *framework* PyDEA. As mudanças existentes entre os cenários propostos fornecem uma análise de sensibilidade dos modelos DEA sendo utilizados. Cada cenário foi avaliado com o modelo CRS e o VRS, ambos orientados para *output*, já que o que se deseja é a maximização dos Serviços Concluídos.

Os quatro cenários considerados neste estudo foram os seguintes:

- Primeiro Cenário: constituído pelo uso de todas as DMUs definidas a partir da avaliação inicial dos processos viáveis para aplicação da DEA, sem nenhum tipo de ajuste.
- Segundo Cenário: consiste na eliminação de DMUs com magnitude muito discrepante em relação às demais DMUs no *output*.
- Terceiro Cenário: consiste no ajuste das DMUs que apresentaram zeros em um dos *inputs* no segundo cenário, evitando distorções relacionadas à super-

eficiência dessas unidades naquele recurso. O ajuste é baseado na translação dos valores, com o acréscimo do valor 10 para cada uma das DMUs no *input* com zeros.

Tais abordagens estão em alinhamento com as definições dadas por SARKIS (2007) em relação ao preparo dos dados para uso na DEA. A seguir serão apresentados os resultados de eficiência para cada cenário com suas respectivas análises.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Primeiro Cenário (12 DMUs)

Com a aplicação da DEA conforme ambos os modelos CRS e VRS, foi possível obter os scores de eficiência para identificar DMUs (processos) eficientes e ineficientes, garantindo também suas interpretações gráficas. A Tabela 6 apresenta as DMUs em ordem crescente de eficiência. Trata-se de um primeiro cenário considerando as 12 unidades.

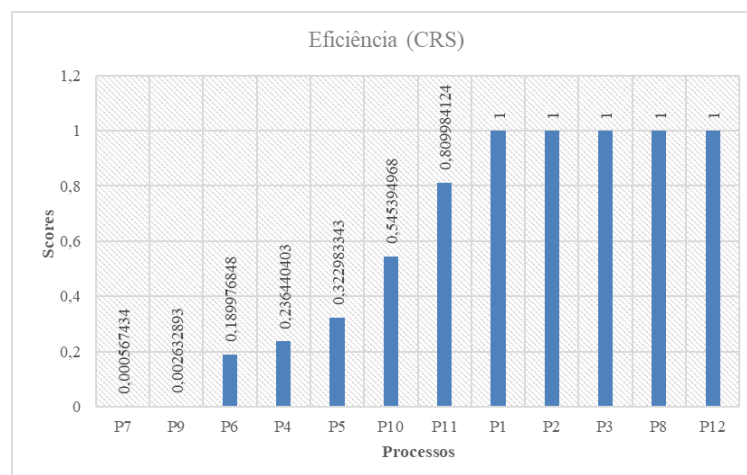
Tabela 6 - Scores de eficiência do modelo orientado ao output, CRS, Cenário 1.

Processos (DMUs)	Eficiência
P7	0,000567434
P9	0,002632893
P6	0,189976848
P4	0,236440403
P5	0,322983343
P10	0,545394968
P11	0,809984124
P1	1
P2	1
P3	1
P8	1
P12	1

Fonte: elaboração da autora (2024).

Observa-se que algumas DMUs (P4, P5, P6, P7, P9, P10 e P11) apresentam eficiência inferior a 1, indicando que estas unidades estão operando abaixo de seu potencial máximo. Por outro lado, as DMUs P1, P2, P3, P8 e P12 alcançaram eficiência máxima de 1, sugerindo que estão operando de forma eficiente. A Figura 4 contém um gráfico de barras permitindo a visualização da informação na Tabela 6.

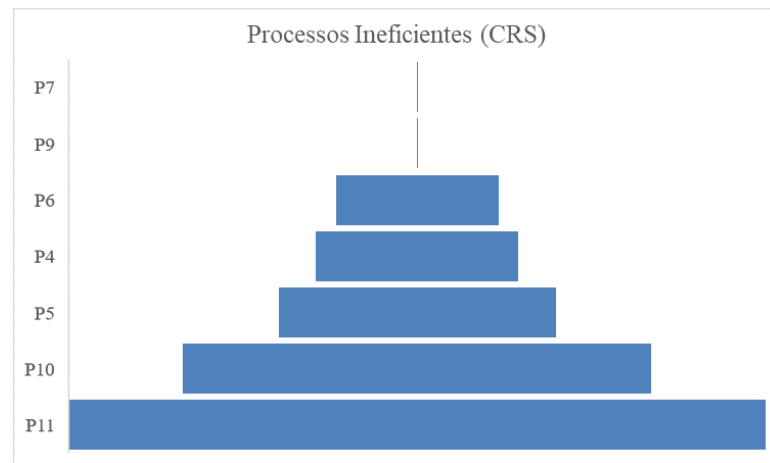
Figura 4 – Gráfico de scores de eficiência (Output orientation, CRS), para o Cenário 1.



Fonte: elaboração da autora (2024).

No gráfico da Figura 4, deve-se notar que os scores de eficiência das DMUs P7 e P9 são muito pequenos para estarem na escala, comparados com as eficiências das demais unidades. Mesmo extraindo um novo gráfico, conforme apresentado na Figura 5, empilhando as eficiências das piores para as melhores, entre as unidades ineficientes, a magnitude dos scores obtidos ainda permanece bastante discrepante.

Figura 5 – Ordenação gráfica conforme magnitude dos scores de eficiência das DMUs (modelo CRS), para o Cenário 1.



Fonte: elaboração da autora (2024).

Ainda considerando o primeiro cenário, também foi aplicado o modelo VRS que gerou resultados diferentes do CRS. A Tabela 7 apresenta os scores de eficiência conforme esse modelo.

Tabela 7 - Scores de eficiência do modelo orientado ao output, VRS, Cenário 1.

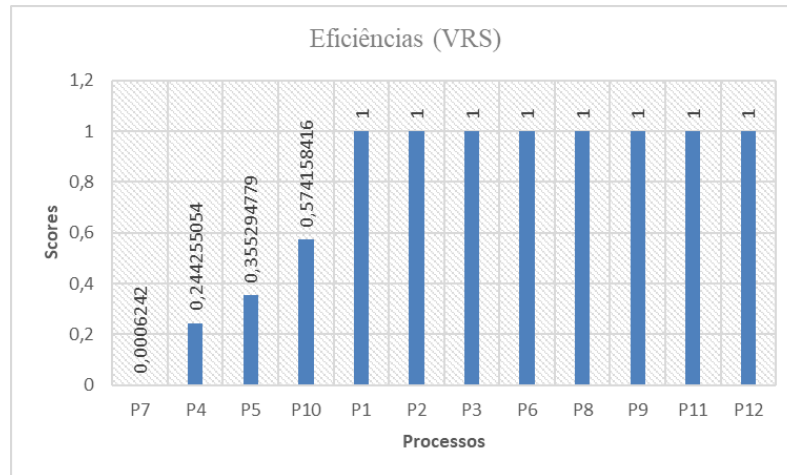
Processos (DMUs)	Eficiência
P7	0,0006242
P4	0,244255054
P5	0,355294779
P10	0,574158416
P1	1
P2	1
P3	1
P6	1
P8	1
P9	1
P11	1
P12	1

Fonte: elaboração da autora (2024).

Observa-se que as DMUs P4, P5, P7 e P10, permanecem ineficientes. No entanto,

houve algumas diferenças nas eficiências das demais DMUs P1, P2, P3, P6, P8, P9, P11 e P12 obtiveram score 1, demonstrando sua eficiência. A observação gráfica deste comportamento pode ser feita através da Figura 6.

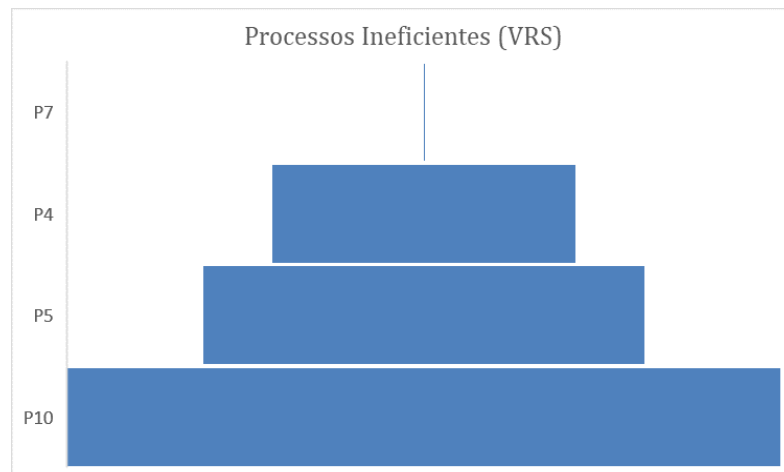
Figura 6 – Gráfico de scores de eficiência (Output orientation, VRS), para o Cenário 1.



Fonte: elaboração da autora (2024).

Do mesmo modo que no modelo CRS, a Figura 7 contém o empilhamento das unidades ineficientes, conforme os scores obtidos. Deve-se notar que a única DMU que ficou consideravelmente distante das demais foi P7 (o que também aconteceu no modelo anterior).

Figura 7 – Ordenação gráfica conforme magnitude dos scores de eficiência das DMUs (modelo VRS), para o Cenário 1.



Fonte: elaboração da autora (2024).

Os pesos dos *inputs* e *outputs* são obtidos no processo da DEA, sendo um elemento indispensável para a obtenção dos *scores* de eficiência apresentados anteriormente. Os pesos atribuídos a cada uma das variáveis das DMUs fornecem a compreensão necessária sobre qual variável contribui mais significativamente na eficiência de cada DMU. Assim, podemos considerar os pesos como componentes críticas, indispensáveis do modelo. A Tabela 8

apresenta os pesos de cada DMU para cada *input* e *output* em ambos os modelos CRS e VRS.

Tabela 8 – Pesos dos inputs e output para cada DMU no Cenário 1.

Pesos (CRS)					
Processos (DMUs)	Tempo	Recursos Humanos	Materiais e Insumos	Tecnologia e Equipamentos	Serviço concluído
P1	1,833661	0,12622791	0,55071266	0	0,00013113
P2	0,873968	0,06016338	0,26248342	0	0,0000625
P3	122590	0,33333333	0	0	1
P4	2,319172	0,60978745	0	0	0,000247586
P5	0	0	0	0,77403373	0,000175685
P6	0	0	0	2,6318996	0,000597372
P7	0	0	0	440,58	0,1
P8	122590	0,33333333	0	0	1
P9	0	189,90517	0	0	0,034482759
P10	0,194096	0	0	0,42868664	0,000108755
P11	0,178258	0	0	0,39370492	9,98801E-05
P12	0,634777	0,043697584	0,19064573	0	4,53947E-05
Pesos (VRS)					
Processos (DMUs)	Tempo	Recursos Humanos	Materiais e Insumos	Tecnologia e Equipamentos	Serviço concluído
P1	1,833661	0	0,67694057	0	0,00013113
P2	0,585446	0,15393322	0	0	0,0000625
P3	122590	0,33333333	0	0	1
P4	2,975241	0,9934243	0	0	0,000247586
P5	0	0	0,13641954	1,1920239	0,000175685
P6	0,499275	0	0,70517516	4,0448448	0,000597372
P7	0	0	0	600,85	0,1
P8	122590	0,33333333	0	0	1
P9	0	379,31034	0	0	0,034482759
P10	0,00333	0	0	0,65178794	0,000108755
P11	1,20026	0,40076316	0	0	9,98801E-05
P12	0,634777	0	0,23434331	0	4,53947E-05

Fonte: elaboração da autora (2024).

Uma vez que a comparação entre as DMUs através somente dos *scores* de eficiência acaba sendo limitada pelo entendimento de que uma unidade eficiente é aquela que atinge valor 1, e havendo mais de uma unidade eficiente, faz-se necessária também uma comparação cruzada entre elas, para entender se há alguma relação com outra variável, e se essa relação, por exemplo, produz um retorno constante, um aumento ou decréscimo no retorno de escalas.

A Tabela 9 apresenta a matriz de comparação dos pares eficientes de DMUs, considerando somente aqueles que possuem este tipo de relação para o modelo CRS.

Tabela 9 – Matriz de Comparação Cruzada entre pares eficientes de DMUs, conforme modelo CRS, no Cenário 1.

Processos (DMUs)	Pares Eficientes				
	P1	P2	P3	P8	P12
P1	1	-	-	-	-
P2	-	1	-	-	-
P3	-	-	1	-	-
P4	-	0,613355	-	-	0,329967
P5	-	-	-	-	0,8
P6	-	-	-	-	0,4
P7	-	-	-	-	0,8
P8	-	-	1	-	-
P9	-	-	-	-	0,5
P10	-	0,470588	-	-	0,423529
P11	-	0,527763	-	-	0,17779
P12	-	-	-	-	1
Contagem de Pares	1	4	2	8	7

Fonte: elaboração da autora (2024).

Em complemento a matriz representada acima, a Tabela 10 complementa com o tipo de retorno obtido para cada par eficiente, de modo que CRS representa o que já foi definido anteriormente, ou seja, retorno constante de escala (*constant returns on scale*), e IRS representa retorno incremental de escala (*incremental returns on scale*).

Tabela 10 – Tipo de retorno obtido para cada par eficiente (Modelo CRS) no Cenário 1.

DMU	Par	Lambda (Peso do Par)	Classificação
P1	P1	1	CRS
P2	P2	1	CRS
P3	P3	1	CRS
P4	P2 P12	0,61335532 0,32996702	IRS
P5	P12	0,8	IRS
P6	P12	0,4	IRS
P7	P12	0,8	IRS
P8	P3	1	CRS
P9	P12	0,5	IRS
P10	P2 P12	0,47058824 0,42352941	IRS
P11	P2 P12	0,52776251 0,17778999	IRS
P12	P12	1	CRS

Fonte: elaboração da autora (2024).

As unidades P4, P10 e P11 apresentaram cada uma delas relações de retorno incremental de escala (IRS) com outros dois pares: repetidamente, para cada uma delas, P2 e P12. Subentende-se que, a título de benchmarking entre as unidades, P4, P10 e P11 os

processos eficientes que devem ser considerados como bases para sua melhoria são P2 e P12, conforme o modelo DEA-CRS. O processo P12 é um par eficiente com relação de retorno incremental de escala com P5, P6, P7 e P9. Outros pares mantêm relação de retornos constantes: P1, P2 P3 e P12 cada um consigo mesmo, e P8 com P3.

Passando agora para o modelo VRS, a Tabela 11 apresenta a comparação cruzada entre os pares considerados eficientes na análise envoltória.

Tabela 11 – Matriz de Comparação Cruzada entre pares eficientes de DMUs, conforme modelo VRS, no Cenário 1.

Pares Eficientes								
Processos (DMUs)	P1	P2	P3	P6	P8	P9	P11	P12
P1	1	-	-	-	-	-	-	-
P2	-	1	-	-	-	-	-	-
P3	-	-	1	-	-	-	-	-
P4	-	0,5	-	-	-	-	0,20625	0,29375
P5	-	-	-	-	-	-	0,5	0,5
P6	-	-	-	1	-	-	-	-
P7	-	-	-	-	-	-	0,5	0,5
P8	-	-	1	-	-	-	-	-
P9	-	-	-	-	-	1	-	-
P10	-	0,280807	-	-	-	-	0,359597	0,359597
P11	-	-	-	-	-	-	1	-
P12	-	-	-	-	-	-	-	1
Contagem de Pares	1	3	2	1	1	1	5	5

Fonte: elaboração da autora (2024).

A Tabela 12 apresenta as indicações dos tipos de retornos conforme as comparações par-a-par.

Tabela 12 – Tipo de retorno obtido para cada par eficiente (modelo VRS), no Cenário 1.

DMU	Par	Lambda (Peso do Par)	Classificação
P1	P1	1	CRS
P2	P2	1	CRS
P3	P3	1	CRS
P4	P2	0,5	IRS
	P12	0,29375	
	P11	0,20625	
P5	P12	0,5	IRS
	P11	0,5	
P6	P6	1	CRS
P7	P12	0,5	IRS
	P11	0,5	
P8	P3	1	CRS
P9	P9	1	CRS

P10	P2	0,28080657	IRS
	P12	0,35959671	
	P11	0,35959671	
P11	P11	1	CRS
P12	P12	1	CRS

Fonte: elaboração da autora (2024).

Na tabela, pode-se observar que P4, P5, P7 e P10 são unidades que possuem mais de um par eficiente. Os processos P4 e P10 definem relações com os mesmos processos P2, P12 e P11, enquanto P5 e P7 possuem relações com P12 e P11. Desta forma, os processos P11 e P12 são referências de *benchmarking* para todos os listados anteriormente (P4, P5, P7 e P10), enquanto o processo P2 é referência para P4 e P10. Todos estes casos de relação com pares eficientes possuem retornos incrementais de escala.

Os demais processos (P1, P2, P3, P6, P8, P9, P11 e P12), estabelecendo relações consigo mesmo, possuem retornos constantes de escala.

4.2 Segundo Cenário (8 DMUs)

No segundo cenário, com o objetivo de se avaliar a sensibilidade dos modelos DEA com retornos constantes e variáveis de escala, optou-se por reduzir o número de DMUs consideradas na análise devido aos dados discrepantes de *outputs* das unidades P3, P7, P8 e P9. Além disso, as unidades 3 e 8 apresentam tempo de processamento zero, uma vez que não foi possível medir a média de tempo de atendimento nesses processos. Esses dados atípicos poderiam resultar em deformidades significativas na fronteira de eficiência entre os modelos CRS e VRS, conforme observado no cenário 1. Os scores de eficiência para as unidades remanescentes são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 – Scores de eficiência do modelo orientado ao output, CRS, Cenário 2.

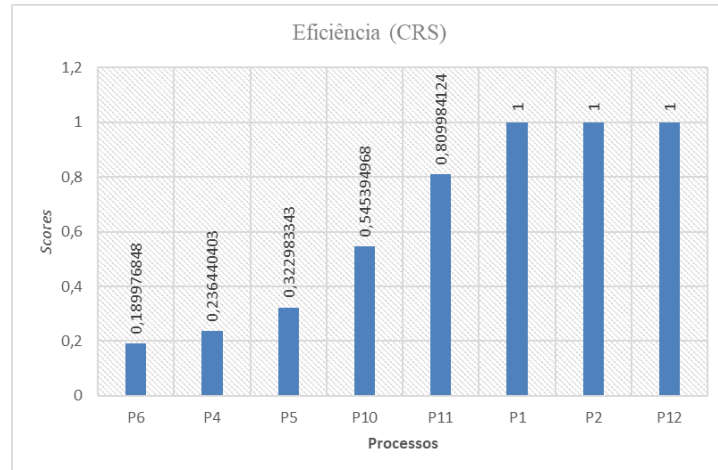
Processos	Eficiência
P6	0,189976848
P4	0,236440403
P5	0,322983343
P10	0,545394968
P11	0,809984124
P1	1
P2	1
P12	1

Fonte: elaboração da autora (2024).

Com a eliminação das DMUs com quantidades discrepantes das demais no output, permaneceram apenas 3 unidades eficientes: P1, P2 e P12. O gráfico de barras na Figura 8

permite observar a diferença de magnitude entre os *scores* de eficiência. Também verificando-se o efeito obtido pelas eliminações sobre as unidades eficientes, P1, P2 e P2 que obtiveram *score* 1, já eram unidades eficientes na análise do primeiro cenário. As unidades P3, P8 e P9, que antes eram eficientes, saíram da análise, em conjunto com a unidade P7.

Figura 8 - Gráfico de *scores* de eficiência (Output orientation, CRS), para o Cenário 2.



Fonte: elaboração da autora (2024).

Diferente do que ocorreu no primeiro cenário, agora não há mais DMUs com valores tão pequenos a ponto de não terem representação visível no gráfico de barras. Deve-se observar que as duas unidades que sofreram este efeito no primeiro cenário foram justamente duas das eliminadas (P7 e P9) por gerarem distorções na fronteira eficiente.

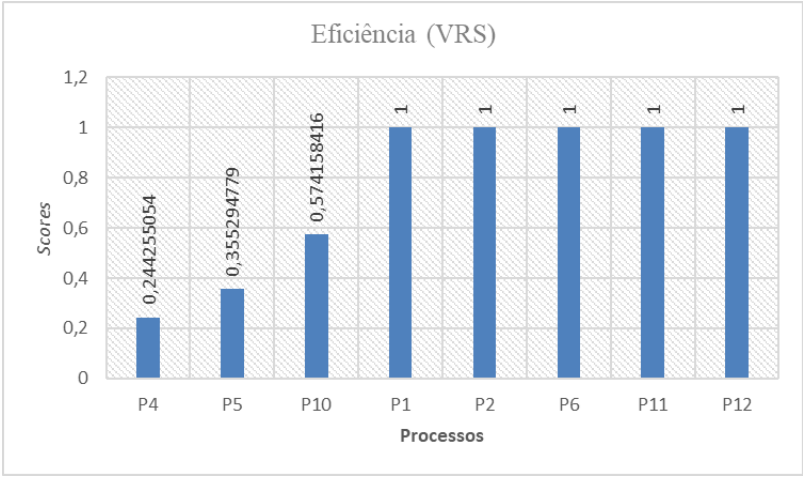
A análise com o modelo VRS, conforme Tabela 14 e visualização gráfica na Figura 9, sofreu o acréscimo de mais duas DMUs eficientes: P6 e P11.

Tabela 14 – *Scores* de Eficiência (Output orientation, VRS), para o Cenário 2.

Processos	Eficiência
P4	0,244255054
P5	0,355294779
P10	0,574158416
P1	1
P2	1
P6	1
P11	1
P12	1

Fonte: elaboração da autora (2024).

Figura 9 - Gráfico de *scores* de eficiência (Output orientation, VRS), para o Cenário 2.



Fonte: elaboração da autora (2024).

Desta forma, julgou-se válida a análise conforme este segundo cenário, pois as unidades que geraram distorções na análise da eficiência foram eliminadas, deixando apenas as unidades com valores mais ajustados, com magnitudes próximas associados ao *output* empregado.

Os pesos obtidos para cada DMU de acordo com os *inputs* e o *output* estão registrados na Tabela 15.

Tabela 15 – Pesos dos inputs e output para cada DMU no Cenário 2.

Pesos (CRS)					
Processos (DMUs)	Tempo	Recursos Humanos	Materiais e Insumos	Tecnologia e Equipamentos	Serviço concluído
P1	1,8336605	0,12622791	0,55071266	0	0,00013113
P2	0,68522059	0	0,26087906	0,097205147	0,0000625
P4	2,3191715	0,60978745	0	0	0,000247586
P5	0	0	0	0,77403373	0,000175685
P6	0	0	0	2,6318996	0,000597372
P10	0,19409645	0	0	0,42868664	0,000108755
P11	0,17825778	0	0	0,39370492	9,98801E-05
P12	0,63477666	0,043697584	0,19064573	0	4,53947E-05
Pesos (VRS)					
Processos (DMUs)	Tempo	Recursos Humanos	Materiais e Insumos	Tecnologia e Equipamentos	Serviço concluído
P1	1,8336605	0	0,67694057	0	0,00013113
P2	0,87396845	0	0,3226468	0	0,0000625
P4	2,9752414	0,9934243	0	0	0,000247586
P5	0	0	0,13641954	1,1920239	0,000175685
P6	0,49927476	0	0,70517516	4,0448448	0,000597372
P10	0,00333006	0	0	0,65178794	0,000108755
P11	1,3966735	0,41740923	0,098206909	0	9,98801E-05
P12	0,63477666	0	0,23434331	0	4,53947E-05

Fonte: elaboração da autora (2024).

Também foi possível realizar a comparação cruzada entre os pares eficientes,

demonstrando qual tipo de relação existe entre (se CRS ou IRS). A Tabela 16 contém a matriz de comparação cruzada entre os pares eficientes no modelo CRS.

Tabela 16 – Matriz de Comparação Cruzada entre pares eficientes de DMUs, conforme modelo CRS, no Cenário 2.

Processos (DMUs) \ Pares Eficientes	P1	P2	P12
P1	1	-	-
P2	-	1	-
P4	-	0,613355	0,329967
P5	-	-	0,8
P6	-	-	0,4
P10	-	0,470588	0,423529
P11	-	0,527763	0,17779
P12	-	-	1
Contagem de Pares	1	4	6

Fonte: elaboração da autora (2024).

Complementarmente, a Tabela 17 demonstra quais os tipos de relação estabelecidas com os pares eficientes.

Tabela 17 – Tipo de retorno obtido para cada par eficiente (modelo VRS), no Cenário 2.

Processos (DMUs)	Par	Lambda (Pesos dos Pares)	Classificação
P1	P1	1	CRS
P2	P2	1	CRS
P4	P2	0,613355	IRS
	P12	0,329967	
P5	P12	0,8	IRS
P6	P12	0,4	IRS
P10	P2	0,470588	IRS
	P12	0,423529	
P11	P2	0,527763	IRS
	P12	0,17779	
P12	P12	1	CRS

Fonte: elaboração da autora (2024).

Observa-se que, em relação ao primeiro cenário, P4, P10 e P11 se mantiveram com relações com P2 e P12 como seus pares eficientes, ou seja, em termos de benchmarking, como suas referências para melhoria. Estas três unidades possuem relação de retornos incrementais de escala com seus pares. P5 e P6 também mantiveram paridade com P12 como sua unidade de referência com retorno incremental. As demais unidades mantêm relação de retorno constante de escalas somente consigo mesmas.

Para o modelo VRS, a Tabela 18 apresenta as relações das DMUs com os pares

eficientes. Aqui, há agora cinco DMUs eficientes, conforme apresentado anteriormente, funcionando como referências de benchmarking para as demais unidades em análise.

Tabela 18 – Matriz de Comparação Cruzada entre pares eficientes de DMUs, conforme modelo VRS, no Cenário 2.

Processos (DMUs) \ Pares Eficientes	P1	P2	P6	P11	P12
P1	1	-	-	-	-
P2	-	1	-	-	-
P4	-	0,5	-	0,20625	0,29375
P5	-	-	-	0,5	0,5
P6	-	-	1	-	-
P10	-	0,280807	-	0,359597	0,359597
P11	-	-	-	1	-
P12	-	-	-	-	1
Contagem de Pares	1	3	1	4	4

Fonte: elaboração da autora (2024).

Finalizando a análise conforme o segundo cenário, a Tabela 19 apresenta as relações entre as unidades e seus pares eficientes.

Tabela 19 – Tipo de retorno obtido para cada par eficiente (modelo VRS), no Cenário 2.

Processos (DMUs)	Par	Lambda (Pesos dos Pares)	Classification
P1	P1	1	CRS
P2	P2	1	CRS
P4	P2	0,5	IRS
	P11	0,20625	
	P12	0,29375	
P5	P11	0,5	IRS
	P12	0,5	
P6	P6	1	CRS
P10	P2	0,280807	IRS
	P11	0,359597	
	P12	0,359597	
P11	P11	1	CRS
P12	P12	1	CRS

Fonte: elaboração da autora (2024).

Similarmente ao que ocorreu no primeiro cenário, as unidades P4, P5 e P10 possuem relação com mais de um par eficiente. Enquanto P11 e P12 são referências de benchmarking para as três unidades mencionadas, P2 é referência para P4 e P10. Todas as relações estabelecidas são de retornos incrementais de escala. As unidades P1, P2, P6, P11 e P12 estabelecem relações com retornos constantes de escala consigo mesmas.

Note-se que em ambos os casos com os modelos CRS e VRS, os valores de lambda,

isto é, os pesos dos pares, permanecem os mesmos que na análise do primeiro cenário. A eliminação das quatro DMUs deste segundo cenário, não afeta de forma alguma as relações das unidades remanescentes com seus pares eficientes.

4.3 Terceiro Cenário (8 DMUS com valores translacionados em um dos *inputs*)

Considerando que ainda há dados com valores zero (0), especificamente no conjunto de dados de inputs, para as DMUs P1, P6 e P12. Para corrigir essa questão, utilizou-se a proposta de Sarkis (2007), sobre a questão da existência de zeros, realizando-se uma adição de 10 à cada valor do *input* Materiais e Insumos, eliminando os zeros e mantendo a ideia de que o que se deseja é um consumo eficiente dos recursos para maximizar as saídas.

Por exemplo: comparando P1 com P2 em Materiais e Insumos, os valores associados às unidades, com o acréscimo de 10, passam a ser 10 e 12, logo, subentende-se que P1 tem um menor consumo de materiais que P2. As DMUs P1, P6 e P12 são passíveis de aplicação de tal estratégia uma vez que elas não geram consumo dos recursos associados a esse *input* de Materiais e Insumos em específico, tendo consumo apenas de recursos Humanos e Tecnologia e Equipamentos. Sendo assim, os valores das três DMUs para este insumo, com a translação, passaram a ser 10 ($0 + 10$).

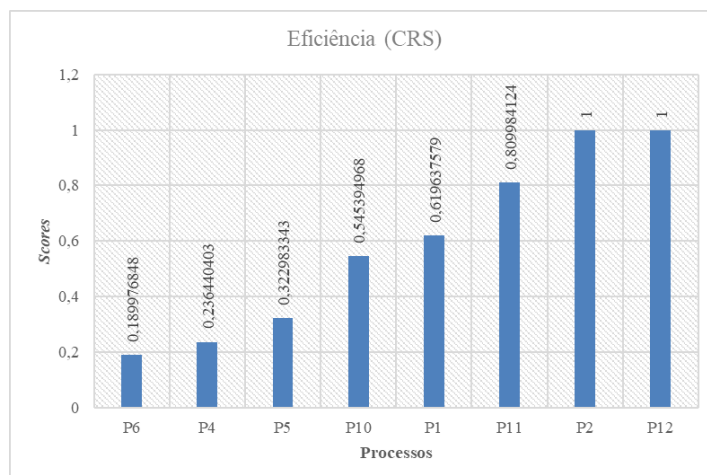
A Tabela 20 e a Figura 10 apresentam os dados dos resultados gerais da análise de eficiência das DMUs remanescentes conforme o modelo CRS, com base na translação dos valores de Materiais e Insumos.

Tabela 20 – Scores de Eficiência (Output orientation, CRS), para o Cenário 3.

Processos	Eficiência
P6	0,189977
P4	0,23644
P5	0,322983
P10	0,545395
P1	0,619638
P11	0,809984
P2	1
P12	1

Fonte: elaboração da autora (2024).

Figura 10 - Gráfico de scores de eficiência (Output orientation, CRS), para o Cenário 3.



Fonte: elaboração da autora (2024).

É notável que a quantidade de unidades eficientes reduziu, uma vez que a super-eficiência de P1, P6 e P12 foram ajustadas. Contudo, P12 permaneceu junto a P2 entre as unidades com *score* de eficiência igual a 1. A unidade P6 passou a ser a mais ineficiente dentre as analisadas.

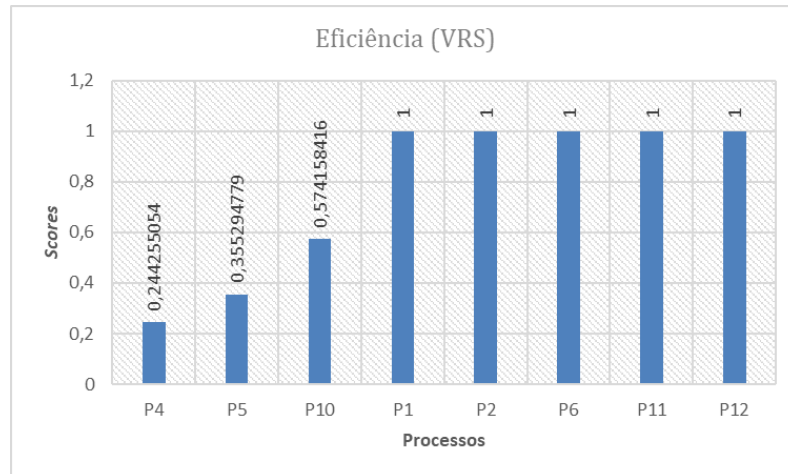
A seguir, na Tabela 21 e na Figura 11, são apresentados os resultados obtidos conforme o modelo VRS, com os ajustes realizados.

Tabela 21 – Scores de Eficiência (Output orientation, VRS), para o Cenário 3.

Processos	Eficiência
P4	0,244255
P5	0,355295
P10	0,574158
P1	1
P2	1
P6	1
P11	1
P12	1

Fonte: elaboração da autora (2024).

Figura 11 - Gráfico de scores de eficiência (Output orientation, VRS), para o Cenário 3.



Fonte: elaboração da autora (2024).

No modelo VRS as unidades que sofreram o ajuste no input Materiais e Insumos continuaram como unidades eficientes, demonstrando que o modelo CRS é mais sensível a este tipo de mudança em termos de obtenção do *score* de eficiência, uma vez que os *scores* de P1 e P6 foram reduzidos. Os pesos dos *inputs* e *outputs*, neste cenário, estão postos na Tabela 22.

Tabela 22 – Pesos dos inputs e output para cada DMU no Cenário 3.

Pesos (CRS)					
Processos (DMUs)	Tempo	Recursos Humanos	Materiais e Insumos	Tecnologia e Equipamentos	Serviço concluído
P1	0,23403054	0	0,51688613	0	0,00013113
P2	0,58544586	0	0	0,15393322	0,0000625
P4	2,3191715	0	0	0,60978745	0,000247586
P5	0	0	0,77403373	0	0,000175685
P6	0	0	2,6318996	0	0,000597372
P10	0,19409645	0	0,42868664	0	0,000108755
P11	0,17825778	0	0,39370492	0	9,98801E-05
P12	0,4252183	0	0	0,11180405	4,53947E-05
Pesos (VRS)					
Processos (DMUs)	Tempo	Recursos Humanos	Materiais e Insumos	Tecnologia e Equipamentos	Serviço concluído
P1	1,8336605	0,67694057	0	0	0,00013113
P2	0,7510625	0	0	0,25077755	0,0000625
P4	2,9752414	0	0	0,9934243	0,000247586
P5	0	0,13641954	1,1920239	0	0,000175685
P6	0	0	4,9808841	0	0,000597372
P10	0,003330056	0	0,65178794	0	0,000108755
P11	0,003058317	0	0,59860069	0	9,98801E-05
P12	0,00138998	0	0,27205911	0	4,53947E-05

Fonte: elaboração da autora (2024).

As Tabelas 23, 24 e 25 apresentam as associações das DMUs com os pares eficientes nos modelos CRS e VRS, auxiliando novamente no entendimento das referências em

benchmarking para apoiar a melhoria das unidades avaliadas como ineficientes.

Tabela 23 – Matriz de Comparação Cruzada entre pares eficientes de DMUs, conforme modelos CRS e VRS, no Cenário 3.

CRS			VRS					
Pares Eficientes DMUs	P2	P12	Pares Eficientes DMUs	P1	P2	P6	P11	P12
P1	0,560748	0,151402	P1	1	-	-	-	-
P2	1	-	P2	-	1	-	-	-
P4	0,613355	0,329967	P4	-	0,5	-	0,20625	0,29375
P5	-	0,8	P5	-	-	-	0,5	0,5
P6	-	0,4	P6	-	-	1	-	-
P10	0,470588	0,423529	P10	-	0,280807	-	0,359597	0,359597
P11	0,527763	0,17779	P11	-	-	-	1	-
P12	-	1	P12	-	-	-	-	1
Contagem de Pares	5	7	Contagem de Pares	1	3	1	4	4

Fonte: elaboração da autora (2024).

Tabela 24 – Tipo de retorno obtido para cada par eficiente (modelos CRS), no Cenário 3.

DMU	Par	Lambda (Peso dos Pares)	Classificação
P1	P2	0,560748	IRS
	P12	0,151402	
P2	P2	1	CRS
P4	P2	0,613355	IRS
	P12	0,329967	
P5	P12	0,8	IRS
P6	P12	0,4	IRS
P10	P2	0,470588	IRS
	P12	0,423529	
P11	P2	0,527763	IRS
	P12	0,17779	
P12	P12	1	CRS

Fonte: elaboração da autora (2024).

Tabela 25 – Tipo de retorno obtido para cada par eficiente (modelos VRS), no Cenário 3.

DMU	Par	Lambda (Peso dos Pares)	Classificação
P1	P1	1	CRS
P2	P2	1	CRS
	P2	0,5	
P4	P11	0,20625	IRS
	P12	0,29375	
P5	P11	0,5	IRS
	P12	0,5	
P6	P6	1	CRS
P10	P2	0,280807	IRS
	P11	0,359597	

	P12	0,359597	
P11	P11	1	CRS
P12	P12	1	CRS

Fonte: elaboração da autora (2024).

Na Tabela 23, referente aos pares conforme análise do modelo CRS, as DMUs P1, P4, P10 e P11 apresentaram mais de um par eficiente, contudo, todos com relação de retorno incremental de escala com P2 e P12, logo, tomando ambos estes processos eficientes como base comparativa. As DMUs P2, P6, P11 e P12 tem uma relação de retornos constantes consigo mesmos como pares eficientes.

Por sua vez, a Tabela 24 traz P4, P5 e P10 com mais de uma relação de retornos incrementais: P4 e P10 possuem relações com P2, P11 e P12 como pares eficientes enquanto P5 somente com P11 e P12. Demais unidades, têm retornos constantes consigo mesmas.

4.4 Resumo dos Resultados Obtidos

Tabela 26 – Resumo dos Resultados Obtidos

Cenário	Modelo	DMUS Eficientes	Variável de maior contribuição na eficiência	DMUS <i>benchmark</i> para as ineficientes
1º	CRS	P1, P2, P3, P8, P12	Tempo	P2, P12
	VRS	P1, P2, P3, P6, P8, P9, P11, P12	Tempo, Recursos Humanos	P2, P12, P11
2º	CRS	P1, P2, P6, P11, P12	Tempo, Tecnologia e Equipamentos	P2, P12
	VRS	P1, P2, P6, P11, P12	Tempo	P2, P11, P12
3º	CRS	P4, P5, P10, P11, P12	Tempo, Materiais e Insumos	P4, P5, P12
	VRS	P1, P2, P6, P11, P12	Recursos Humanos, Tempo e Tecnologias e Equipamentos	P2, P11, P12
4º	CRS	P4, P5, P10, P11, P12	Tempo, Tecnologias e Equipamentos	P4, P5, P12
	VRS	P1, P2, P6, P11, P12	Tempo, Tecnologias e Equipamentos	P2, P11, P12

Fonte: elaboração da autora (2024).

Tabela 27 – Apresentação nominal dos processos eficientes.

Cenário	Modelo	Processos Eficientes	Áreas Do Processo Eficiente
1	CRS	Lançar Nota Fiscal de Uso, Consumo e Serviços, Emitir Nota de Devolução para Fornecedor, Atender Solicitações de Recursos, Receber Devolução de Recursos, Cadastrar ou Reativar Cliente	Recebimento de Mercadoria, Facilities, Cadastro, Central de Relacionamento com o Cliente
	VRS	Lançar Nota Fiscal de Uso, Consumo e Serviços, Emitir Nota de Devolução para Fornecedor, Atender Solicitações de Recursos, Requisitar e Monitorar Produtos do Almoxarifado, Receber Devolução de Recursos, Estornar Notas Fiscais, Cadastrar ou Reativar Cliente	Recebimento de Mercadoria, Facilities, Almoxarifado, Cadastro, Central de Relacionamento com o Cliente
2	CRS	Lançar Nota Fiscal de Uso, Consumo e Serviços, Emitir Nota de Devolução para Fornecedor, Requisitar e Monitorar Produtos do Almoxarifado, Estornar Notas Fiscais, Cadastrar ou Reativar Cliente	Recebimento de Mercadoria, Almoxarifado, Cadastro, Central de Relacionamento com o Cliente
	VRS	Lançar Nota Fiscal de Uso, Consumo e Serviços, Emitir Nota de Devolução para Fornecedor, Requisitar e Monitorar Produtos do Almoxarifado, Estornar Notas Fiscais, Cadastrar ou Reativar Cliente	Recebimento de Mercadoria, Almoxarifado, Cadastro, Central de Relacionamento com o Cliente
3	CRS	Cadastrar Produto para Revenda, Gerenciar Aquisições de Suprimentos, Receber Fornecedor, Estornar Notas Fiscais, Cadastrar ou Reativar Cliente	Cadastro, Almoxarifado, Recebimento de Mercadoria
	VRS	Lançar Nota Fiscal de Uso, Consumo e Serviços, Emitir Nota de Devolução para Fornecedor, Requisitar e Monitorar Produtos do Almoxarifado, Estornar Notas Fiscais, Cadastrar ou Reativar Cliente	Recebimento de Mercadoria, Almoxarifado, Cadastro, Central de Relacionamento com o Cliente
4	CRS	Lançar Nota Fiscal de Uso, Consumo e Serviços, Requisitar e Monitorar Produtos do Almoxarifado, Emitir Nota de Devolução para Fornecedor, Estornar Notas Fiscais, Cadastrar ou Reativar Cliente	Almoxarifado, Recebimento de Mercadoria, Cadastro, Central de Relacionamento com o Cliente
	VRS	Lançar Nota Fiscal de Uso, Consumo e Serviços, Requisitar e Monitorar Produtos do Almoxarifado, Emitir Nota de Devolução para Fornecedor, Estornar Notas Fiscais, Cadastrar ou Reativar Cliente	Almoxarifado, Recebimento de Mercadoria, Cadastro, Central de Relacionamento com o Cliente

Fonte: elaboração da autora (2024).

Tabela 28 – Apresentação nominal dos processos ineficientes.

Cenário	Modelo	Processos Ineficientes	Áreas do Processo Ineficiente
1	CRS	Cadastrar Produto para Revenda, Gerenciar Aquisições de Suprimentos, Requisitar e Monitorar Produtos do Almoxarifado, Realizar Inventário do Almoxarifado, Realizar Reserva de Hospedagem, Receber Fornecedor, Estornar Notas Fiscais	Cadastro, Almoxarifado, Facilities, Recebimento de Mercadoria
	VRS	Cadastrar Produto para Revenda, Gerenciar Aquisições de Suprimentos, Realizar Inventário do Almoxarifado, Receber Fornecedor	Cadastro, Almoxarifado, Recebimento de Mercadoria
2	CRS	Cadastrar Produto para Revenda, Gerenciar Aquisições de Suprimentos, Receber Fornecedor	Cadastro, Almoxarifado, Recebimento de Mercadoria
	VRS	Cadastrar Produto para Revenda, Gerenciar Aquisições de Suprimentos, Receber Fornecedor	Cadastro, Almoxarifado, Recebimento de Mercadoria
3	CRS	Lançar Nota Fiscal de Uso, Consumo e Serviços, Emitir Nota de Devolução para Fornecedor, Requisitar e Monitorar Produtos do Almoxarifado	Cadastro, Almoxarifado, Recebimento de Mercadoria
	VRS	Cadastrar Produto para Revenda, Gerenciar Aquisições de Suprimentos, Receber Fornecedor	Cadastro, Almoxarifado, Recebimento de Mercadoria
4	CRS	Cadastrar Produto para Revenda, Gerenciar Aquisições de Suprimentos, Receber Fornecedor	Cadastro, Almoxarifado, Recebimento de Mercadoria
	VRS	Cadastrar Produto para Revenda, Gerenciar Aquisições de Suprimentos, Receber Fornecedor	Cadastro, Almoxarifado, Recebimento de Mercadoria

Fonte: elaboração da autora (2024).

4.5 Discussões

No primeiro cenário, a discrepância nos scores de eficiência sugere a necessidade de revisão dos processos nas unidades ineficientes. A adoção de práticas benchmarking das unidades eficientes pode oferecer caminhos para a melhoria, focando na otimização de inputs e na maximização de outputs. Essa análise inicial já aponta para a relevância de ajustes estratégicos nas DMUs ineficientes, visando alcançar a eficiência operacional observada nas unidades de desempenho superior.

A redução do número de DMUs no segundo cenário, eliminando unidades com dados discrepantes, refina a análise de eficiência, oferecendo uma visão mais clara da performance real das unidades restantes. Essa sensibilidade do modelo DEA à seleção de DMUs enfatiza a importância da precisão na coleta e na seleção de dados para análise. As variações observadas nos scores de eficiência, com a adição de P6 e P11 como unidades eficientes no modelo VRS, ressaltam a capacidade do modelo em adaptar-se a diferentes configurações de dados, proporcionando uma ferramenta flexível para a análise de eficiência.

No cenário subsequentes, a adoção de ajustes específicos nos inputs permitiu uma análise ainda mais aprofundada da eficiência operacional. Essas modificações metodológicas evidenciaram o quanto a DEA como ferramenta analítica, é capaz de acomodar diferentes nuances, mesmo em contextos de dados complexos.

A distinção entre retornos constantes e incrementais de escala oferece diretrizes para a tomada de decisão estratégica, especialmente na alocação de recursos e na expansão de operações. Unidades com retornos incrementais de escala, por exemplo, podem se beneficiar de estratégias de expansão, enquanto unidades com retornos constantes podem necessitar de otimização interna para melhorar a eficiência.

4.5.1 Comparação Entre os Modelos

No primeiro cenário, o modelo CRS identifica um grupo de DMUs eficientes (P1, P2, P3, P8, P12), sugerindo que estas unidades operam em plena capacidade. O modelo VRS, por sua vez, expande a lista de unidades eficientes, incluindo P6, P9, e P11, além das já mencionadas. Esta expansão reflete a capacidade do modelo VRS de ajustar-se às variações de escala operacional entre as DMUs, fornecendo uma visão mais granular da eficiência quando há variação nos níveis de produção. O modelo VRS demonstra ser particularmente útil em identificar potenciais de eficiência em unidades que, embora não maximizem a proporção de inputs para outputs, operam eficientemente dentro de sua escala de produção.

No Segundo Cenário, com a redução do número de DMUs para eliminar distorções, ambos os modelos CRS e VRS ajustam suas avaliações de eficiência. No modelo CRS, observa-se uma diminuição no número de unidades consideradas eficientes, o que indica a influência de dados discrepantes nas avaliações de eficiência sob a perspectiva de retornos constantes de escala. Em contrapartida, o modelo VRS, ao considerar retornos variáveis de escala, adapta-se melhor à nova configuração, mantendo a eficiência de um conjunto maior de DMUs. Esta diferença reforça o argumento de que o modelo VRS pode ser mais adequado para análises em ambientes onde a homogeneidade entre as unidades não é garantida.

A introdução de ajustes nos inputs para as DMUs no terceiro cenário ilustra ainda mais a flexibilidade do modelo VRS em comparação com o CRS. Ao modificar os valores de input para corrigir distorções específicas, o modelo VRS consegue manter a consistência nas avaliações de eficiência, refletindo a capacidade das unidades de adaptar-se eficientemente a mudanças nas condições operacionais. O modelo CRS, com sua premissa de retornos constantes, mostra-se mais sensível a essas modificações, resultando em alterações mais significativas nos scores de eficiência.

Em suma, enquanto o modelo CRS oferece uma visão simplificada e robusta da eficiência sob a premissa de retornos constantes de escala, o modelo VRS destaca-se pela sua capacidade de adaptar-se a variações na escala operacional das DMUs, fornecendo uma análise mais detalhada e flexível. A escolha entre CRS e VRS deve, portanto, ser guiada pela natureza dos dados disponíveis e pelos objetivos específicos da análise. Em ambientes onde a escala de produção varia significativamente entre as unidades ou onde ajustes nos inputs e outputs são necessários, o modelo VRS pode oferecer insights mais precisos e úteis para a otimização operacional e a tomada de decisão estratégica.

4.5.2 Implicações de Melhorias

O presente estudo, ao se concentrar em como maximizar a produção ou os resultados desejados com o mínimo de recursos, destaca o potencial impacto positivo do Gerenciamento de Processos de Negócios (BPM) na realização desse objetivo. Algumas implicações de melhoria e oportunidades podem ser destacadas no universo DEA-BPM:

A otimização dos recursos revela oportunidades significativas para melhorar a alocação de recursos dentro das empresas do grupo em análise. Ao identificar unidades que operam abaixo de sua capacidade máxima de eficiência, a gestão pode direcionar esforços para reestruturar processos, eliminando desperdícios e realocando recursos de maneira mais eficaz.

A falta de padronização na mensuração e registro de dados operacionais identificada sugere uma área crítica para intervenção. A implementação de procedimentos padronizados para coleta e análise de dados não apenas facilitará análises futuras de eficiência, mas também contribuirá para a gestão mais precisa e informada de recursos e processos.

A aplicação do modelo DEA em cenários distintos, ajustando-se às peculiaridades de cada configuração de dados, demonstra a flexibilidade e aplicabilidade da metodologia em ambientes complexos e variados. Esta sensibilidade reforça a utilidade do modelo DEA como ferramenta de diagnóstico para a identificação de áreas de melhoria e para o teste de impacto de potenciais intervenções.

A orientação aos outputs como critério principal para a análise de eficiência coloca em destaque a importância dos resultados dos processos. Este foco implica que estratégias de melhoria devem não apenas visar a economia de recursos, mas também a maximização do valor gerado por esses recursos. Intervenções que ampliem a capacidade de produção ou melhorem a qualidade dos outputs podem, assim, ser valorizadas dentro do processo de tomada de decisão estratégica.

5. CONCLUSÕES

5.1 Limitações e Desafios

A aplicação do modelo DEA neste estudo, apesar de suas vantagens significativas, enfrenta uma série de limitações e desafios que são cruciais reconhecer para uma compreensão completa da metodologia e de seus resultados.

1. **Qualidade e Disponibilidade de Dados:** A eficácia da análise DEA está intrinsecamente ligada à qualidade e à completude dos dados disponíveis. No contexto do grupo empresarial alvo da pesquisa, a falta de padronização na mensuração dos dados operacionais representa um desafio significativo. Esta limitação não apenas afeta a precisão dos scores de eficiência calculados, mas também pode levar a interpretações equivocadas do desempenho operacional. Além disso, a ausência de dados completos e precisos para todas as unidades analisadas pode restringir a capacidade de realizar comparações mais.

2. **Sensibilidade do Modelo a Variações nos Dados:** Embora a sensibilidade do modelo DEA permita ajustes para acomodar diferentes cenários de dados, essa característica também pode ser vista como uma limitação. Pequenas variações nos dados ou na escolha dos inputs e outputs podem levar a grandes variações nos scores de eficiência. Essa sensibilidade requer um cuidado especial na preparação e na seleção dos dados para análise, a fim de evitar conclusões enganosas baseadas em flutuações insignificantes ou erros de dados.

3. **Interpretação dos Resultados e Implementação de Melhorias:** A identificação de DMUs como eficientes ou ineficientes é apenas o primeiro passo no processo de melhoria operacional. A interpretação dos resultados e a tradução dessas descobertas em ações concretas de melhoria representam desafios significativos. A complexidade dos processos operacionais e as nuances específicas de cada unidade podem dificultar a identificação das causas raízes da ineficiência e a implementação de soluções efetivas.

4. **Adaptação e Flexibilidade do Modelo DEA:** Embora a adaptação do modelo DEA a diferentes cenários seja uma vantagem, ela também implica desafios relacionados à escolha do modelo adequado (CRS vs. VRS) e à definição dos inputs e outputs. A decisão sobre quais variáveis incluir na análise e como ajustar o modelo para refletir com precisão a realidade operacional da organização requer um entendimento profundo dos processos de negócios e dos objetivos estratégicos. Essa complexidade pode limitar a aplicabilidade do modelo em situações em que esse conhecimento não está disponível ou é difícil de quantificar.

5. **Manutenção da Melhoria Contínua:** A análise DEA pode identificar áreas de ineficiência e potenciais melhorias, mas a manutenção dessas melhorias ao longo do tempo

representa um desafio contínuo. As organizações devem estabelecer mecanismos de monitoramento e revisão periódica para garantir que as melhorias implementadas resultem em ganhos sustentáveis de eficiência. Além disso, a dinâmica do mercado e as mudanças internas na organização podem exigir ajustes frequentes nos processos para manter ou melhorar a eficiência operacional.

Embora o modelo DEA ofereça uma metodologia poderosa para a análise da eficiência operacional, as limitações e os desafios destacados acima sublinham a importância de abordar a análise com cuidado, discernimento e uma compreensão clara dos contextos operacional e estratégico da organização. A superação desses desafios requer não apenas uma abordagem metódica para a coleta e análise de dados, mas também um compromisso com a melhoria contínua e a adaptação às mudanças no ambiente de negócios.

5.2 Implicações Práticas

Integrando a metodologia de Gerenciamento de Processos de Negócios (BPM) e Análise Envoltória de Dados (DEA) na gestão estratégica do grupo estudado, foi comprovada uma abordagem inovadora para impulsionar a eficiência operacional do grupo. Esta iniciativa, com seu foco inicial nos processos do setor Administrativo, pode também estender sua aplicabilidade para abranger todas as áreas da empresa, como logística, financeiro, controladoria, contabilidade, fiscal, TIC, segurança, ambiental, RH, DP, comercial, vendas, compras e marketing, enfatizando a universalidade da sua usabilidade.

Na prática, a aplicação da DEA permite à organização realizar uma comparação eficaz de suas operações com as melhores práticas, destacando as áreas onde a eficiência é máxima e aquelas que demandam intervenção. Este processo de comparação é essencial para tomar decisões bem-informadas, ajudando a empresa a reconhecer e adotar estratégias que funcionam bem, enquanto direciona melhorias para áreas que não estão rendendo como deveriam.

Por exemplo, ao aplicar a DEA no setor logístico, a organização pode quantificar precisamente a eficiência dos processos logísticos com base em uma série de input, como por exemplo, custos operacionais, tempo de trabalho, espaço de armazenamento etc. e outputs como volume de pedidos processados, número de entregas realizadas, tempo de entrega. Com esses dados, pode-se identificar claramente quais processos alcançam as melhores práticas e quais ficam abaixo do esperado, estabelecendo uma base para explorar as razões das diferenças e implementar alterações que aumentem a eficiência do setor.

Ao aplicar a DEA no setor financeiro e de controladoria, a organização tem a

capacidade de avaliar a eficiência levando em consideração uma variedade de inputs, tais como custos operacionais, investimento em tecnologia e despesas operacionais gerais. Como outputs, podemos considerar indicadores como retorno sobre o investimento (ROI), eficiência na gestão de caixa e acuracidade nas previsões orçamentárias. Essa análise detalhada possibilita uma clara distinção entre os processos que alcançam um padrão de excelência e aqueles que não atingem os benchmarks estabelecidos, fornecendo uma base concreta para explorar as razões por trás dessas variações.

No setor de Recursos Humanos e Departamento Pessoal, a organização pode quantificar com precisão a eficiência de seus processos internos, considerando inputs como o custo total de recrutamento e seleção, investimento em treinamento e desenvolvimento, e custo com benefícios e compensações. Do lado dos outputs, a análise foca em métricas como a satisfação e engajamento dos colaboradores, retenção de talentos, e produtividade do colaborador.

Ao implementar a Análise Envoltória de Dados (DEA) no setor de Vendas, a organização pode quantificar a eficiência dos processos baseando-se em inputs como o Tempo Médio de Fechamento de Vendas e as Despesas Operacionais de Vendas. Em contrapartida, os outputs considerados podem incluir a Receita Total de Vendas e Taxa de Conversão de Vendas. Essa análise ajuda a direcionar recursos e treinamentos para as equipes menos eficientes, além de replicar as estratégias das equipes de alto desempenho, otimizando a abordagem de vendas e marketing em toda a empresa.

Ao aplicar a DEA no setor de Compras, a empresa pode analisar a eficiência das práticas ao considerar inputs como o Volume de Compras e o Tempo de Negociação, e outputs como a Redução de Custos Totais, e a Satisfação Interna com Fornecedores. Isso pode orientar as decisões sobre quais práticas de negociação adotar e como alocar recursos entre diferentes equipes de compras, maximizando o poder de negociação da empresa e minimizando os custos dos insumos.

Para o setor de TIC, pode-se considerar *inputs* como o Investimento em Tecnologia, o e o Número de Recursos de TIC, e outputs como a Inovação Tecnológica Implementada, a Satisfação do Usuário Final e a Estabilidade do Sistema.

Por exemplo, processos que demonstram um alto nível de Inovação Tecnológica Implementada com um Investimento em Tecnologia relativamente baixo destacam-se por sua eficiência na gestão de recursos e na capacidade de inovar. Identificar as práticas de gestão de TI que maximizam o retorno sobre o investimento tecnológico permite à empresa focar seus recursos em tecnologias e abordagens que realmente impulsionam a eficiência operacional e a inovação.

Dado o exposto, ressalta-se que, como toda inovação significativa, sua aplicação vem acompanhada de desafios e limitações que precisam ser cuidadosamente gerenciados para garantir o sucesso. Um dos desafios mais críticos é a necessidade de registros padronizados de dados de *inputs* e *outputs*, essenciais para a análise precisa e comparativa que a DEA proporciona.

O engajamento dos gestores e diretores nesse processo é crucial para garantir que as descobertas da DEA sejam efetivamente traduzidas em ações. A liderança tem a responsabilidade de promover uma cultura que valoriza a análise de dados e a tomada de decisões baseada em evidências. Além disso, seu apoio é essencial para superar resistências à mudança, garantindo que as iniciativas de melhoria sejam implementadas de forma ágil e eficaz.

Portanto, a DEA não é apenas uma ferramenta analítica; é um convite à transformação organizacional, com o potencial de levar a empresa a novos patamares de eficiência e competitividade. Os gestores, como líderes desse processo, têm a responsabilidade e a oportunidade de guiar suas equipes através dessa jornada, assegurando que a organização possa colher todos os benefícios que a DEA tem a oferecer.

5.3 Direções para Novas Pesquisas

As limitações e os desafios identificados neste estudo abrem caminhos para futuras investigações. A seguir, são propostos direcionamentos para outras pesquisas que podem enriquecer o entendimento da eficiência operacional e contribuir para o desenvolvimento de práticas de gestão mais eficazes.

1. Comparação entre Modelos DEA e Outras Metodologias de Avaliação de Eficiência: Uma área de pesquisa promissora é a comparação do modelo DEA com outras metodologias de avaliação de eficiência, como a Análise de Fronteira Estocástica (SFA) ou técnicas de avaliação baseadas em indicadores. Essa comparação pode oferecer insights sobre as vantagens e limitações relativas de cada abordagem e orientar as organizações na escolha da metodologia mais adequada às suas necessidades específicas.

2. Estudos Longitudinais sobre a Eficiência Operacional: Pesquisas longitudinais que acompanham a evolução da eficiência operacional ao longo do tempo podem fornecer uma compreensão mais profunda das dinâmicas de melhoria e dos fatores que contribuem para mudanças sustentáveis na eficiência. Tais estudos poderiam explorar o impacto de intervenções específicas, mudanças estratégicas ou evoluções no ambiente de mercado sobre a eficiência operacional das organizações.

3. Impacto da Cultura Organizacional e da Liderança na Eficiência Operacional: Outra direção valiosa para futuras pesquisas é investigar o papel da cultura organizacional e da liderança na promoção da eficiência operacional. Estudos que examinem como diferentes estilos de liderança e valores organizacionais influenciam a adoção de práticas de eficiência podem oferecer orientações importantes para o desenvolvimento de estratégias de gestão alinhadas com os objetivos de eficiência.

Os direcionamentos propostos para futuras pesquisas refletem a complexidade e a multidimensionalidade da eficiência operacional nas organizações contemporâneas. Ao explorar essas áreas, pesquisadores e gestores podem construir um corpo de conhecimento mais rico e desenvolver estratégias mais eficazes para a promoção da eficiência e do desempenho organizacional sustentável.

5.4 Considerações Finais

Este estudo empreendeu uma análise inovadora do impacto do Gerenciamento de Processos de Negócios (BPM) na eficiência operacional das empresas que constituem o grupo analisado. O estudo também visou contribuir para o conhecimento acadêmico sobre a aplicação do BPM e sua influência na eficiência das organizações, por meio da apresentação de um estudo de caso abrangente e detalhado.

Os objetivos principais do estudo foram plenamente atingidos, proporcionando maior compreensão sobre a relação entre o BPM e a eficiência operacional.

A partir da identificação de unidades eficientes e ineficientes, foi possível destacar a importância da padronização dos procedimentos de registro e da qualidade dos dados para a análise de eficiência. Além disso, a sensibilidade do modelo DEA a variações nos dados enfatizou a necessidade de uma abordagem cuidadosa na seleção de inputs e outputs para a análise. A investigação também trouxe à tona o papel fundamental da cultura organizacional e da liderança na promoção da eficiência operacional, apontando para a necessidade de engajamento e capacitação contínua dos colaboradores.

Este estudo contribui de maneira significativa para o conhecimento acadêmico, evidenciando como a implementação eficaz do BPM pode levar a melhorias substanciais na eficiência operacional. A análise DEA ofereceu uma metodologia robusta para avaliar essa relação, enquanto os ajustes metodológicos e as análises de sensibilidade reforçaram a aplicabilidade do modelo em contextos organizacionais complexos. As limitações e desafios identificados, juntamente com os direcionamentos sugeridos para futuras pesquisas, abrem novos caminhos para a exploração da relação entre BPM e eficiência operacional em

diferentes setores e contextos organizacionais.

Em conclusão, o estudo não apenas atingiu seus objetivos principais, como também estabeleceu uma base sólida para futuras investigações sobre a otimização de processos e a melhoria da produtividade através do BPM. As descobertas destacam a relevância estratégica do BPM como ferramenta para alcançar a excelência operacional, fornecendo evidências claras de seu valor para gestores que buscam aprimorar a eficiência e a competitividade de suas organizações.

REFERÊNCIAS

- AALST, W. M. P. VAN DER; HOFSTEDE, A. H. M. TER; WESKE, M. Business Process Management: A Survey. **Business Process Management Journal**, v. 15, p. 1–12, 2003.
- ABPMP. **Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio Corpo Comum de Conhecimento ABPMP BPM CBOK V3.0**. Association of Business Process Management Professionals, 2013.
- AHMAD, S.; MUZAFFAR, S.I; SHAHZAD, K.; MALIK, K. Using BPM Frameworks for Identifying Customer Feedback About Process Performance. *In: R., D.; R., M. (Org.). Lecture Notes in Business Information Processing*. Springer Verlag, v. 316, p. 55–69, 2018.
- BANKER, R. D. **Studies in Cost Allocation and Efficiency Evaluation**. [Doctoral dissertation], Harvard University, Graduate School of Business, 1980.
- BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078–1092, 1984.
- BERTI, W.; GALELLI, A. **Promovendo mudança organizacional a partir da aplicação do Business Process Management em uma empresa de máquinas agrícolas**. Foz do Iguaçu: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2021.
- CARVALHO, Victor Diogho Heuer De; RODRIGUES, W. R. M.; FREITAS, O. De G. J. Um modelo de escritório de gerenciamento de projetos para as organizações públicas: o caso da UFAL. *In: Anais do 10º Congresso Brasileiro De Gestão Do Conhecimento*, 2011.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; LEWIN, A. Y.; SEIFORD, L. M. Basic DEA Models. *In: Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Applications*, n. ii, p. 23–47, 1994.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429–444, 1978.
- CHERCHYE, L.; ROCK, B. DE; SAELENS, D.; VERSCHELDE, M. Productive efficiency analysis with incomplete output information. **Journal of Productivity Analysis**, n. 1988, 2023.
- COOK, W. D.; SEIFORD, L. M. Data envelopment analysis (DEA) - Thirty years on. **European Journal of Operational Research**, v. 192, n. 1, p. 1–17, 2009.
- COOPER, W. W. Origin and Development of Data Envelopment Analysis: Challenges and Opportunities. **Data Envelopment Analysis Journal**, v. 1, n. 1, p. 3–10, 2014.
- DAVENPORT, T. H. Putting the enterprise into the enterprise system. **Harvard Business Review**, v. 76, n. 4, p. 1–11, 1998.
- DEMING, W. E. **Qualidade: A Revolução da Administração**. Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990.
- DOHMEN, A. Analyzing Business Process Efficiency by Combining Business Process Simulation with Data Envelopment Analysis. *In: Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists*, AIP Conference Proceedings, v. 1285, p. 29–43, 2010.

DUMAS, M.; LA ROSA, M.; MENDLING, J.; REIJERS, H. A. **Fundamentals of Business Process Management**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2018.

E.R., M.; HANGGARA, B. T.; ASTUTI, H. M. Model for BPM implementation assessment: evidence from companies in Indonesia. **Business Process Management Journal**, v. 25, n. 5, p. 825–859, 2019.

FARRELL, M. J. The Measurement of Productive Efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)**, v. 120, n. 3, p. 253, 1957.

FERNANDEZ-PALACIN, F.; LOPEZ-SANCHEZ, M. A.; MUÑOZ-MÁRQUEZ, M. Stepwise selection of variables in dea using contribution loads. **Pesquisa Operacional**, v. 38, n. 1, p. 31–52, 2018.

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

HAILU, T.; CHEBO, A. K. Mapping business process outsourcing and innovation towards a future research. **Business Process Management Journal**, v. 30, n. 1, p. 158-182, 2023.

HALLERBACH, A.; BAUER, T.; REICHERT, M. Managing Process Variants in the Process Life Cycle. *In: Proceedings of the Tenth International Conference on Enterprise Information Systems*, v. 2, p. 154–161, 2008.

HAMMER, M. What is Business Process Management? *In: Handbook on Business Process Management 1*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, p. 3–16, 2010.

HARMON, P. **Business Process Change: A Guide for Business Managers and BPM and Six Sigma Professionals**. 2nd. ed.: Morgan Kaufmann, 2007.

HASSAN, A. T. Organizational Change Management: A Literature Review. **SSRN Electronic Journal**, 2018.

IDOGAWA, J.; BIZARRIAS, F. S.; CÂMARA, R. Critical success factors for change management in business process management. **Business Process Management Journal**, v. 29, n. 7, p. 2009–2033, 2023.

INGALDI, M. Assessment of the Service Provision Process as a Business Process Management Tool. **Polish Journal of Management Studies**, v. 23, n. 1, p. 204–223, 2021

KANNENGIESSER, U. Subsuming the BPM Life Cycle in an Ontological Framework of Designing. *In: Lecture Notes in Business Information Processing*. v. 10 LNBIP, p. 31–45, 2008.

KOTTER, J. **Leading Change**. Cambridge: Harvard Business School Press, 1996.

KOVACH, J. V.; CARDOSO-GRILLO, T.; CARDOSO, M.; KALAKOU, S.; MARTINS, A. L. Advancing business process management lifecycle implementation through the integration of the design for Six Sigma method. **Business Process Management Journal**, 2023.

LEŚNIEWSKA-GONTARZ, M. Evaluation of Technical Efficiency in Financial Dimension of Private Medical Entities in Podkarpackie Voivodship – DEA Approach. **Financial Internet Quarterly**, v. 17, n. 2, p. 24–31, 2021.

LEYER, M. Towards a Context-Aware Analysis of Business Process Performance. ProcessLab, Frankfurt School of Finance and Management, Frankfurt, Germany: **SSRN Electronic Journal**, 2011.

- LI, S.; ZHU, H. **Generalized Stochastic Workflow Net-based quantitative analysis of business process performance**. IEEE, p. 1040–1044, 2008.
- MALINOVA, M.; MENDLING, J. Identifying do's and don'ts using the integrated business process management framework. **Business Process Management Journal**, v. 24, n. 4, p. 882–899, 2018.
- MIRDEHGHAN, S. M.; FUKUYAMA, H. Pareto-Koopmans efficiency and network DEA. **Omega (United Kingdom)**, v. 61, p. 78–88, 2016.
- MUEHLEN, M. Zur; HO, D. T.-Y. Risk Management in the BPM Lifecycle. In: **Lecture Notes in Computer Science**. v. 3812 LNCS, p. 454–466, 2006.
- MUSTANSIR, A., SHAHZAD, K., MUZAFFAR, S.I., MALIK, K. Utilizing Customer Feedback for Business Process Performance Analysis. In: J., S. *et al.* (Org.). **Lecture Notes in Business Information Processing**. Springer Verlag, v. 330, p. 235–249, 2018.
- NEPOMUCENO, T. C. C.; CARVALHO, V. D. H. DE; COSTA, A. P. C. S. Time-Series Directional Efficiency for Knowledge Benchmarking in Service Organizations. In: ROCHA, Á. *et al.* (Org.). **Trends and Innovations in Information Systems and Technologies**. Cham: Springer, p. 333–339, 2020.
- NEPOMUCENO, T. C. C.; CARVALHO, V. D. H. DE; NEPOMUCENO, K. T. C.; COSTA, A. P. C. S. Exploring knowledge benchmarking using time-series directional distance functions and bibliometrics. **Expert Systems**, v. 40, n. 1, p. 1–15, 2023.
- NEPOMUCENO, T. C. C.; PIUBELLO ORSINI, L.; CARVALHO, V. D. H. DE; POLETO, T.; LEARDINI, C. The Core of Healthcare Efficiency: A Comprehensive Bibliometric Review on Frontier Analysis of Hospitals. **Healthcare**, v. 10, n. 7, p. 1316, 2022.
- NEPOMUCENO, T. C. C.; DE CARVALHO, V. D. H.; COSTA, A. P. C. S. Time-Series Directional Efficiency for Knowledge Benchmarking in Service Organizations. In: ROCHA, Á. *et al.* (Org.). **Trends and Innovations in Information Systems and Technologies**. Cham: Springer, p. 333–339, 2020.
- NETJES, M.; REIJERS, H. A.; AALST, W. M. P. VAN DER. Supporting the BPM life-cycle with FileNet. In: **CEUR Workshop Proceedings**, v. 364, p. 135–146, 2006.
- OLIVEIRA, J. A.; ALVES, C. F.; VALENÇA, G. Fatores Envolvidos na Estruturação de um Escritório de Processos em uma Organização Pública. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação**, Sociedade Brasileira de Computação, p. 597–604, 2016.
- OLIVEIRA, R. A. **Mudança Organizacional a partir de um Projeto de Implantação de um Sistema Integrado: Um Estudo de Caso da Receita Estadual do Paraná**. Dissertação (Mestrado Profissional em Administração Pública) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2022.
- PATRICK, M.; ALBA, T. Health care benchmarking. **Quality Management in Health Care**, v. 2, n. 2, p. 38–47, 1994.
- PEYRACHE, A.; SILVA, M. C. A. Efficiency decomposition for multi-level multi-components production technologies. **Journal of Productivity Analysis**, v. 60, n. 3, p. 273–294, 2023.
- PIESSENS, D.; WYNN, M. T.; ADAMS, M.; DONGEN, B. F. VAN. **Performance analysis of business process models with advanced constructs**. In: Proceedings of the 21st

Australasian Conference on Information Systems. 2010

PIRAN, F. S.; LACERDA, D. P.; CAMARGO, L. F. R. **Analysis and Management of Productivity and Efficiency in Production Systems for Goods and Services**. 1st. ed. Boca Raton: CRC Press, 2020.

RAGSDALE, C. T. **Spreadsheet Modeling and Decision Analysis: a practical introduction to Management Science**. 5th. ed. Mason: Thomson Higher Education, 2008.

ROSANO-PENAA, C. Efficiency and impact of the context in the management through the DEA: Case study of the UEG. **Produção**, v. 22, n. 4, p. 778–787, 2012.

SANTOS, M. A. **O Modelo de Kotter: Os Profissionais e a Mudança. Um estudo sobre os estudantes do Mestrado em Gestão da Universidade de Évora**. Dissertação (Mestrado Gestão) – Universidade de Évora, 2014.

SANTOS, N. I. F.; AIRES, R. F. De F. Individuals' attitudes about organizational change: relationship between BPM and resistance to change. **Business Process Management Journal**, v. 29, n. 2, p. 413–429, 2023.

SANTOS, P. V. **Avaliação do Desempenho de Pequenas e Médias Empresas do APL do Gesso Pernambucano: uma análise integrada do Balanced Scorecard com o Data Envelopment Analysis**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Pernambuco, 2019.

SARKIS, J. Preparing Your Data for DEA. In: **Modeling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis**. Boston, MA: Springer US, 2007. p. 305–320.

SCHEER, A.-W. **ARIS — Business Process Modeling**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2000.

SHEWHART, W. A. **Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control**. Washington (DC): Dover Publications, 1986.

SIMIONATO, V. E. **Análise Envoltória de Dados (DEA) como Ferramenta para Melhoria de Processos Baseado na Eficiência dos Agentes: estudo de caso em uma instituição financeira**. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2019.

TRKMAN, P. The critical success factors of business process management. **International Journal of Information Management**, v. 30, n. 2, p. 125–134, 2010.

VICTORINO, T.; PEÑA, C. R. The Development of Efficiency Analysis in Transportation Systems: A Bibliometric and Systematic Review. **Sustainability (Switzerland)**, v. 15, n. 13, 2023.

XIANG, J.; ARCHER, N.; DETLOR, B. Business process redesign project success: The role of socio-technical theory. **Business Process Management Journal**, v. 20, n. 5, p. 773–792, 2014.

ZEMGULIENE, J.; VALUKONIS, M. Structured literature review on business process performance analysis and evaluation. **Entrepreneurship and Sustainability Issues**, v. 6, n. 1, p. 226–252, 2018.

APÊNDICE A – Fluxo de Trabalho – Fase 1

