

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



**PROPOSTA DE UM MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO À TOMADA DE
DECISÃO PARA EXCLUSÃO DE ITENS DE PORTFÓLIO EM EMPRESAS DE
PRODUCT-SERVICE SYSTEM (PSS)**

GUILHERME PIRES RUIZ

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

GUILHERME PIRES RUIZ

**PROPOSTA DE UM MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO À TOMADA DE
DECISÃO PARA EXCLUSÃO DE ITENS DE PORTFÓLIO EM EMPRESAS DE
PRODUCT-SERVICE SYSTEM (PSS)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre profissional em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Roberto A. Martins

SÃO CARLOS-SP

2026

Ruiz, Guilherme Pires

Proposta de um modelo multicritério de apoio à tomada de decisão para exclusão de itens de portfólio em empresas de product-service system (pss) / Guilherme Pires Ruiz, Roberto Antonio Martins -- 2026. 162f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus São Carlos, São Carlos
Orientador (a): Roberto Antonio Martins
Banca Examinadora: Roberto Antonio Martins, Gilberto Miller Devós Ganga, Lucas Gabriel Zanon
Bibliografia

1. Engenharia de Produção. 2. Ciências da decisão. 3. Exclusão de itens de portfólio. I. Ruiz, Guilherme Pires. II. Martins, Roberto Antonio. III. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Arildo Martins - CRB/8 7180

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Folha de aprovação

Assinatura dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Mestrado do candidato Guilherme Pires Ruiz, realizada em 10/02/2026:

Prof. Dr. Roberto Antonio Martins

UFSCar Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Campus São Carlos

Prof. Dr. Gilberto Miller Devós Ganga

UFSCar Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Campus São Carlos

Prof. Dr. Lucas Gabriel Zanon

Universidade de São Paulo (USP), Campus São Carlos.

AGRADECIMENTOS

À minha esposa, Beatriz, por todo incentivo e companheirismo e a Deus, pela vida e pelas bênçãos ao longo deste mestrado.

Aos meus pais, Sonia e Benjamim[†], os grandes responsáveis pela minha educação e por toda minha formação como pessoa e como profissional.

Às minhas irmãs, Jaqueline e Larissa, pelo exemplo e inspiração na busca de conhecimento e crescimento.

Ao meu orientador Prof. Dr. Roberto A. Martins, por todo trabalho de orientação, bem como ao Prof. Dr. Lucas Gabriel Zanon, Prof. Dr. Pedro Carlos Oprime e Prof. Dr. Gilberto Miller Devós Ganga pelo apoio e participação das bandas de qualificação e defesa.

À Universidade Federal de São Carlos, por todo o conhecimento, experiências e ter dado a oportunidade de ter chegado aqui.

RESUMO

Diante da crescente adoção de *Product-Service Systems* (PSS) por empresas tradicionalmente orientadas a produtos, e considerando a ampliação da complexidade na gestão de portfólio decorrente dessa transição, este trabalho aborda o problema da decisão de exclusão de ofertas de baixo desempenho em uma empresa brasileira do setor de energia. Embora a literatura apresente contribuições consolidadas sobre gestão de portfólio e eliminação de produtos, observa-se uma lacuna quanto a modelos estruturados de apoio à decisão voltados à exclusão de PSS em ambientes reais. Diante dessa lacuna, o objetivo do estudo é propor e avaliar um modelo MCDM de apoio à tomada de decisão para exclusão de itens de portfólio em um caso real. A pesquisa foi estruturada em duas etapas. Inicialmente, realizou-se uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) que permitiu identificar a evolução do tema e a carência de aplicações específicas em PSS. Complementarmente, adotou-se a abordagem *Design Science Research* (DSR) para o desenvolvimento e aplicação de um artefato decisório que integra o *Best-Worst Method* (BWM), para definição dos pesos dos critérios, e o *fuzzy-TOPSIS*, para avaliação e ranqueamento das alternativas sob incerteza linguística. Os resultados evidenciaram que o modelo permitiu estruturar critérios estratégicos, financeiros e operacionais de forma integrada, reduzir divergências entre os avaliadores e gerar um *ranking* transparente para apoio à exclusão de PSS de baixo desempenho.

Palavras-chave: *Product-Service System*; *Multi-Criteria Decision Making*; MCDM; Portfólio; *Product Deletion*; BWM; *fuzzy-TOPSIS*.

ABSTRACT

Given the increasing adoption of Product-Service Systems (PSS) by companies traditionally oriented toward products and considering the growing complexity in portfolio management resulting from this transition, this dissertation addresses the problem of deciding on the exclusion of underperforming offerings in a Brazilian energy company. Although the literature provides well-established contributions on portfolio management and product deletion, a gap remains regarding structured decision-support models specifically aimed at the exclusion of PSS in real-world organizational contexts. In light of this gap, the objective of this study is to propose and evaluate an MCDM-based decision-support model for the exclusion of portfolio items in a real case. The research was structured in two stages. First, a Systematic Literature Review (SLR) was conducted to identify the evolution of the topic and the lack of specific applications focused on PSS. Complementarily, the Design Science Research (DSR) approach was adopted for the development and application of a decision artifact integrating the Best-Worst Method (BWM), for defining criteria weights, and fuzzy-TOPSIS, for evaluating and ranking alternatives under linguistic uncertainty. The results demonstrate that the proposed model enabled the structured integration of strategic, financial, and operational criteria, reduced divergences among decision-makers, and generated a transparent ranking to support the exclusion of low-performing PSS offerings.

Keywords: Product-Service System; Multi-Criteria Decision Making; MCDM; Portfolio; Product Deletion; BWM; fuzzy-TOPSIS.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas da DSR e suas saídas	9
Figura 2 - Produção científica anual e seu impacto	30
Figura 3 - Principais autores e suas publicações no tempo	35
Figura 4 - Lei de Lotka para os autores sobre o tema	37
Figura 5 - Evolução de publicações nos periódicos	38
Figura 6 - Conjunto de palavras-chave mais frequentes usadas pelos autores	39
Figura 7 - Conjunto de tópicos mais pesquisados ao longo do tempo	40
Figura 8 - Diagrama de Sankey	41
Figura 9 - Rede de co-ocorrência de bigrams	42
Figura 10 - Rede de co-ocorrência de palavras-chave	43
Figura 11 - Rede de cocitação de referências	45
Figura 12 - Mapa conceitual dos cinco clusters temáticos identificados	46
Figura 13 - Classificação dos métodos de análise de decisões	80
Figura 14 - Modelo proposto	99
Figura 15 - Modelo explicativo da proposta de modelo de exclusão de PSS	100
Figura 16 - Exemplo de escala de valores linguísticos fuzzy triangulares	106

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Caracterização da pesquisa	7
Quadro 2 - Métodos e técnicas para avaliação dos artefatos	11
Quadro 3 - Protocolo de coleta de dados para análise bibliométrica	28
Quadro 4 - Temas trabalhados pelos autores mais relevantes da amostra	35
Quadro 5 - Cluster Métodos MCDM	48
Quadro 6 - Cluster Exclusão de Portfólio	51
Quadro 7 - Principais contribuições dos Cluster Método MCDM e Cluster Exclusão de Portfólio para pesquisas futuras	55
Quadro 8 - Periódicos do Cluster Método MCDM e Cluster Exclusão de Portfólio e aderência ao estudo	57
Quadro 9 - Principais diferenças entre Produto, Serviço e PSS	73
Quadro 10 - Comparação entre os principais dos métodos baseados em MCDM	83
Quadro 11 - Tipos de Artefatos	91
Quadro 12 - Requisitos do modelo de MCDM para exclusão de PSS	94
Quadro 13 - Resumo das justificativas para a escolha das técnicas	95
Quadro 14 - Divisão e descrição dos critérios de julgamento	97
Quadro 15 - Escala de avaliação para o BWM	104
Quadro 16 - Definição dos pesos dos decisores	110
Quadro 17 - Definição dos critérios de decisão	110
Quadro 18 - Melhor e pior critério por decisor	111
Quadro 19 - Vetores por Decisor	112
Quadro 20 - Pesos ótimos por decisor	112
Quadro 21 - Critérios em ordem decrescente de pesos ponderados	113
Quadro 22 - Legenda escala linguística de avaliação	113
Quadro 23 - Avaliação multicritério dos PSS - Diretor executivo	114
Quadro 24 - Avaliação multicritério dos PSS - Gerente comercial	114
Quadro 25 - Avaliação multicritério dos PSS - Coordenador de desenvolvimento	114
Quadro 26 - Matriz de decisão combinada	115
Quadro 27 - Solução ideal positiva e solução ideal negativa	116
Quadro 28 - Valores (FPIS, $A +$) e distâncias $D_i +$	116
Quadro 29 - Valores (FPIS, $A -$) e distâncias $D_i -$	117
Quadro 30 - Coeficiente de aproximação e ranking dos PSS	117

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Trabalhos mais citados da amostra globalmente e seus temas	33
Tabela 2 - Principais periódicos sobre o tema	37

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	28
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Caracterização do tema	1
1.2 Formulação do problema e objetivo da pesquisa	3
1.3 Justificativa da pesquisa	4
1.4 Síntese dos métodos de pesquisa	7
1.4.1 Caracterização da pesquisa	7
1.5 Organização do trabalho	13
SEGUNDA PARTE	19
Artigo 1 - Utilização de MCDM para apoio a tomada de decisão de exclusão de portfólios de produtos, serviços e PSS: Uma revisão da literatura	20
2. INTRODUÇÃO	21
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
3.1 Product-Service System (PSS)	23
3.2 Gestão de Portfólio	24
3.3 Decisão de exclusão	25
3.4 Multi-Criteria Decision Making (MCDM)	25
4. MÉTODO DE PESQUISA	27
5. ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA	29
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
REFERÊNCIAS	62
Artigo 2 - Desenvolvimento e Proposição do modelo BWM fuzzy-TOPSIS para auxílio à exclusão de PSS: Uma modelagem prática	70

7. INTRODUÇÃO	71
8. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	72
8.1 Product-Service System (PSS)	72
8.2 Gestão de Portfólio	75
8.3 Processo decisório	76
<i>8.4 Multi-Criteria Decision Making (MCDM)</i>	<i>77</i>
<i>8.4.1.Lógica fuzzy</i>	<i>84</i>
<i>8.4.2.Modelo BWM e fuzzy-TOPSIS</i>	<i>85</i>
9. MÉTODO DE PESQUISA	88
9.1 Concepção metodológica	88
9.2 Design Science Research (DSR)	89
9.3 Condução da Pesquisa	92
10. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	93
10.1 Ferramentas usadas para o desenvolvimento do artefato	102
10.2 Procedimento de avaliação	102
10.3 Descrição do artefato construído	103
11. RESULTADOS E DISCUSSÃO	109
11.1 Descrição do caso	109
11.2 Resultados da aplicação do modelo	110
11.3 Resultados do questionário e entrevista	118
11.4 Discussão	121
TERCEIRA PARTE	127
12. CONCLUSÕES	128
12.1 Limitações da pesquisa	130
12.2 Possibilidades de trabalhos futuros	131

PRODUTO TECNOLÓGICO

133

APÊNDICE A – PRODUTO TECNOLÓGICO

135

PRIMEIRA PARTE

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo é apresenta o contexto do trabalho com todos os pontos e justificativas que levam ao problema de pesquisa, seus objetivos e consequente estruturação.

1.1 Caracterização do tema

Segundo o Fórum Econômico Mundial (2022), a diversificação do mix energético, compromissos climáticos obrigatórios e investimentos em descarbonização são essenciais para enfrentar a crise energética e combater as mudanças climáticas, garantindo resiliência e equidade na transição energética. Diante destes desafios, o tradicional mercado de Petróleo, Gás e Energia enfrenta uma série de movimentações estratégicas que impactam diretamente os modelos de negócios, o que implica mudanças que ditarão a competitividade e perenidade das principais empresas do setor.

Hannan e Freeman (1984) afirmam que organizações longevas, como as do mercado de Petróleo, Gás e Energia, tendem a desenvolver forte inércia estrutural, o que torna mudanças estratégicas mais lentas e reforça rotinas consolidadas em detrimento de decisões que rompam com o status quo. De forma complementar, March (1991) argumenta que empresas maduras privilegiam a exploração de certezas antigas em vez da exploração de novas possibilidades, o que favorece um perfil decisório mais conservador, especialmente quando há risco de comprometer a base instalada de clientes e ativos.

Paralelamente, a adoção de *Product-Service System* (PSS) como representação da ampliação dos portfólios organizacionais, por meio da agregação de serviços a produtos tradicionais, implica em uma mudança estrutural na lógica de geração e captura de valor de empresas tradicionais. Segundo Morelli (2002), os PSS são ofertas baseadas em conceitos de economia compartilhada, que a partir do uso intensivo dos produtos, atendem requisitos sustentáveis que objetivam oferecer soluções que cumpram perspectivas ambientais e mercadológicas, promovendo modificações culturais e comportamentais nos consumidores.

Contudo, conforme Borchardt *et al.* (2010), essa ampliação de escopo também intensifica a complexidade gerencial. Segundo Gebauer *et al.* (2005), ao buscar maior agregação de valor e receitas recorrentes, o fornecedor assume riscos adicionais e responsabilidades operacionais no ambiente do cliente. Assim, em comparação com produtos comuns, os PSS envolvem maior interdependência entre critérios de desempenho, maior incerteza quanto aos resultados futuros e maior necessidade de coordenação interfuncional, tornando sua avaliação e eventual exclusão decisões substancialmente mais complexas.

Diferentemente de produtos convencionais que, segundo Tukker (2004), o desempenho pode ser avaliado mais facilmente por indicadores financeiros e operacionais estáveis, os PSS combinam ativos tangíveis e intangíveis, contratos de longo prazo, responsabilidades compartilhadas, eficiência operacional e apelo sustentável, ampliando significativamente a complexidade da avaliação gerencial.

De acordo com Eggers (2012) as organizações competem por meio da gestão de portfólio e, segundo Cooper, Edgett e Kleinschmidt (2001), a gestão de portfólio é decisiva para a competitividade e pode determinar a própria sobrevivência organizacional. Zhu, Martins, Shah e Sarkis (2023) complementam que, para ter sucesso no mercado dinâmico e competitivo de hoje, é de suma importância que as empresas gerenciem suas marcas e portfólios de modo que não apenas criem ou adquiram novas marcas e produtos, gerenciem os existentes, mas também excluam aqueles que apresentam baixo desempenho.

No contexto de exclusão de produtos, Zhu, Shah e Sarkis (2018) e Zhu, Shah e Sarkis (2020) mostram que gestores frequentemente postergam decisões de exclusão por aversão ao risco, receio de afetar receitas e conflitos entre áreas. O'Reilly e Tushman (2013) destacam que companhias que atravessam décadas de operação precisam equilibrar inovação e continuidade, mas, na prática, o lado da continuidade costuma prevalecer, sobretudo em setores regulados e intensivos em capital. Esse padrão ajuda a compreender o comportamento da empresa estudada que se traduz em cautela quanto às decisões de exclusão de portfólio e dificuldade de definição de critérios de desempenho em cenários complexos de incerteza.

Dado o contexto apresentado, observa-se na empresa estudada, uma distribuidora de GLP tradicional no mercado brasileiro, uma forte competição e pressão para o aumento das margens de lucro sem que haja perdas de volume de vendas, o que implicou a recente implementação deste novo modelo de negócio, PSS, no portfólio de ofertas da companhia.

Em contraste com o perfil conservador, a empresa estudada lançou ao mercado inúmeros tipos de PSS dedicados aos segmentos de comércio e serviço, residencial, agronegócio e industrial, o que ampliou significativamente a complexidade de seu portfólio com ofertas até então desconhecidas. A aposta nos PSS com finalidade de ampliar sua fonte de receita, até então limitada em Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), busca promover inovação e fidelização das relações comerciais em diversos segmentos, mas acarretou uma série de desafios competitivos que ameaçam alguns PSS do portfólio.

Apesar do avanço da literatura sobre PSS, Hernandez (2019) alerta que grande parte dos estudos se concentra em aspectos de servitização, modelos de negócio, sustentabilidade e

criação de valor, enquanto a gestão estratégica do portfólio de PSS ainda permanece relativamente pouco explorada, sobretudo no que se refere à avaliação e eventual exclusão dessas ofertas. Estudos recentes, como Zhu, Martins, Shah e Sarkis (2023) e Bai *et al.* (2024), indicam que a literatura de gestão de portfólio tende a privilegiar contextos de manufatura ou produtos tradicionais, com menor ênfase em ofertas híbridas caracterizadas por contratos de longo prazo, riscos compartilhados e desempenho baseado em resultados.

1.2 Formulação do problema e objetivo da pesquisa

A dissertação foi desenvolvida em uma empresa nacional, tradicional na distribuição de GLP e, atualmente, posicionada como uma plataforma integrada de distribuição de diversos combustíveis, energia elétrica e PSS. A organização possui um valor de mercado de aproximadamente 30 bilhões de reais, com mais de 11,5 bilhões de reais em receita anual. Sua estrutura organizacional abrange mais de 16 mil funcionários, operando em dois setores principais: 1) Empresarial, que distribui GLP a granel, e 2) Domiciliar, que distribui GLP em botijões envasados. O foco desta pesquisa recai sobre o setor Empresarial, com envolvimento direto do diretor executivo, responsável por toda operação do setor, um gerente comercial, responsável pela comercialização de GLP e do portfólio de PSS e, por fim, o coordenador de desenvolvimento, responsável pela criação e implementação dos PSS.

Após observação exploratória inicial, bem como conversas com os executivos, foi identificada de forma empírica uma rápida proliferação dos PSS e um baixo *know-how* da companhia, que depende de terceiros para construir e operar os sistemas. Estes fatos elevaram a complexidade operacional e estratégica, o que resultou em uma sobrecarga no tamanho do portfólio da organização. Como o modelo de negócio ainda é recente na empresa, as dificuldades geradas, especialmente no que se refere à gestão e impacto no resultado da organização geraram incertezas sobre a decisão de manutenção ou descontinuidade, o que justifica a delimitação analítica adotada.

Com base em Cooper, Edgett e Kleinschmidt (2001), Hall e Naruda (1990) e Figueira *et al.* (2005), existem diversos métodos para gestão de portfólio, que podem ser agrupados em cinco categorias principais: 1) financeiros, baseados em métricas como VPL e TIR; 2) estratégicos e matriciais, como BCG e McKinsey; 3) modelos de *scoring*; 4) modelos de otimização; e 5) métodos multicritério (MCDM). Embora a gestão de portfólio envolva decisões de seleção, priorização, balanceamento e alocação de recursos, o presente estudo opta por concentrar-se especificamente na decisão de exclusão de PSS por compreender que essa

etapa representa um dos pontos mais críticos e menos estruturados do ciclo de gestão. Zhu, Shah e Sarkis (2018) afirmam que, diferentemente da introdução ou expansão de ofertas, que tendem a receber maior atenção estratégica e apoio organizacional, a exclusão envolve conflitos interfuncionais, resistência política e receio de impactos financeiros imediatos, sendo frequentemente postergada mesmo diante de sinais de desempenho inferior.

A definição de critérios para o julgamento e exclusão de Sistemas PSS é uma tarefa complexa corroborada pela literatura que, embora tenha sólidas abordagens por temas de exclusão em portfólios, centraliza os estudos em aplicações voltadas à manufatura, investimentos e, com destaque para, Zhu, Martins, Shah e Sarkis (2023) e Bai *et al.* (2024), produtos e serviços, em que afirmam que a eliminação ainda é pouco estudada na prática e carece de abordagens decisórias bem desenhadas que consigam articular múltiplas áreas e critérios conflitantes em ambientes de alta incerteza.

Assim, segundo Lacerda *et al.* (2013), essa pesquisa parte da premissa da *Design Science*, ao gerar conhecimento para resolver um problema específico de natureza organizacional. Diante do contexto apresentado, o objetivo principal deste estudo é: Propor um modelo multicritério de apoio à tomada de decisão para exclusão de itens de portfólio em empresas de PSS.

Para atender ao objetivo principal, foram declarados três objetivos específicos:

- 1) Identificar os constructos e requisitos fundamentais acerca do tema fundamentado a partir do conhecimento estabelecido na literatura;
- 2) Projetar o modelo, com base em um método de pesquisa orientado ao desenvolvimento de soluções e adaptado às condições da empresa estudada;
- 3) Avaliar e discutir sobre os resultados do método em uma aplicação real, bem como a percepção dos tomadores de decisão acerca da sua utilidade.

1.3 Justificativa da pesquisa

Estudos recentes, como Cherepovitsyn e Rutenko (2022), Halttunen (2023) e Chrysikopoulos *et al.* (2024), mostram que o setor de óleo e gás está sendo forçado a rever estratégias e portfólios para permanecer relevante em um cenário de transição energética, necessitando de diversificação e adaptação gradual. No caso da empresa estudada, a introdução de um portfólio amplo de PSS amplia a complexidade decisória quando se trata de gerir e avaliar a exclusão de itens.

A lacuna identificada torna-se particularmente relevante, pois, conforme argumentam

Gebauer *et al.* (2005), o provedor de PSS assume riscos operacionais ampliados e responsabilidades contínuas, o que intensifica a complexidade das decisões de manutenção ou descontinuidade. Assim, a interseção entre gestão de portfólio, exclusão estratégica e PSS permanece pouco consolidada no estado da arte, justificando a necessidade de investigações que articulem essas dimensões sob uma perspectiva decisória estruturada, que demandado critérios específicos de avaliação que ainda não se encontram consolidados no estado da arte.

Em linha, Zhu *et al.* (2022) e Zhu, Martins, Shah e Sarkis (2023) apontam que a eliminação de produtos ainda é pouco estudada na prática, apesar de sua relevância para a saúde do portfólio, enquanto Bai *et al.* (2018) mostram que a manutenção de produtos obsoletos reduz a eficiência da cadeia de suprimentos e eleva custos gerais ao longo do ciclo de vida. Outros autores, como Golrizgashti *et al.* (2021) e Abbasnia *et al.* (2025) têm reforçado a natureza estratégica desse tipo de decisão, evidenciando que a exclusão de produtos pode melhorar competitividade, liberar capacidade e alinhar a cadeia de suprimentos a novas prioridades.

Segundo Zhu, Martins, Shah e Sarkis (2023), a literatura de exclusão, centraliza os estudos em aplicações voltadas à manufatura, investimentos e produtos, portanto, diferentemente de produtos isolados, cuja exclusão pode ser fundamentada em métricas como margem, giro ou participação de mercado, os PSS demandam a consideração simultânea de fatores estratégicos, relacionais, operacionais, financeiros e ambientais. Tal multiplicidade de dimensões torna inadequadas análises baseadas exclusivamente em critérios financeiros e operacionais, exigindo abordagens capazes de lidar com *trade-offs* complexos e avaliações qualitativas.

No contexto da empresa estudada, o baixo *know-how* para proliferação de PSS em múltiplos segmentos, somado à dificuldade em avaliar e excluir aqueles que não entregam o desempenho esperado, pode resultar em aumento de complexidade operacional, dispersão de foco estratégico e uso mal de recursos. Contudo, Zhu, Martins, Shah e Sarkis (2023) e Bai *et al.* (2024) reforçam a necessidade de mais estudos sobre eliminação na prática, a fim de fortalecer a utilização de novas abordagens decisórias bem desenhadas que consigam articular múltiplas áreas e critérios conflitantes em ambientes de alta incerteza.

Embora decisões de exclusão possam ser conduzidas com base apenas em análises financeiras tradicionais, tais abordagens mostram-se insuficientes quando aplicadas a PSS, cuja avaliação envolve, segundo Roman *et al.* (2023), dimensões estratégicas, relacionais, operacionais e ambientais que devem ser consideradas. Pourhejazy *et al.* (2019), afirma que modelos estatísticos ou análises puramente quantitativas não contemplam, necessariamente,

juízos qualitativos e percepções subjetivas dos decisores, especialmente em contextos marcados por incerteza e ambiguidade.

Portanto torna-se crucial um modelo que ajude a equalizar a seleção e compreensão dos critérios, alinhar a percepção de valor entre decisores da empresa e transformar uma discussão, hoje predominantemente política e intuitiva, em um processo estruturado, rastreável e passível de revisão. Ao mesmo tempo, o perfil da liderança e os desafios internos exigem que qualquer modelo de exclusão seja claro, simples e eficaz, sem perder robustez analítica. Belton e Stewart (2002) ressaltam que métodos multicritério são particularmente adequados para apoiar decisões estratégicas complexas, desde que ofereçam transparência na estruturação dos critérios e compreensibilidade dos resultados.

Nesse cenário, métodos MCDM apresentam-se como alternativa mais adequada, pois segundo Belton e Stewart (2002) e Figueira *et al.* (2005), permitem integrar critérios heterogêneos, explicitar preferências, tratar conflitos entre objetivos e estruturar o processo decisório de forma transparente. Assim, a adoção do MCDM não representa apenas uma escolha metodológica, mas uma resposta coerente à natureza multidimensional e estratégica do problema investigado.

Figueira *et al.* (2005) ressaltam que o papel dos métodos MCDM não é substituir o gestor, mas organizar o debate, tornar explícitas as preferências e reduzir a arbitrariedade, adequando-se às exigências da empresa em questão. Estudos recentes, como os de Pourhejazy *et al.* (2020) e Bai *et al.* (2024) reforçam essa agenda ao propor estruturas analíticas baseadas em MCDM, especificamente voltadas à exclusão de produtos e ajuste estratégico de portfólios, no entanto, ainda há uma lacuna clara quanto à utilização para exclusão de PSS, o que reforça a relevância deste estudo.

Por fim, a construção e aplicação de um modelo MCDM de PSS, adaptado às características da liderança e aos desafios estratégicos da empresa estudada, contribui tanto para a prática gerencial, ao oferecer um instrumento concreto de apoio à gestão de portfólio, quanto para a literatura, ao avançar na lacuna da integração entre exclusão de produtos, PSS e métodos de decisão multicritério em setores intensivos em capital como o de Petróleo, Gás e Energia. Considerando esse conjunto de elementos, o contexto empírico da pesquisa se justifica pela lacuna existente e pela grande relevância do tema para estudo.

1.4 Síntese dos métodos de pesquisa

De acordo com Marconi e Lakatos (2021), o senso comum é baseado na experiência cotidiana, enquanto a ciência busca compreender a realidade por meio de métodos controlados, sistemáticos e verificáveis. Os autores ainda afirmam que o conhecimento científico deve ser construído com base em procedimentos metodológicos rigorosos e estar sujeito à comprovação empírica e à possibilidade de repetição por outros pesquisadores. Segundo Martins e Theóphilo (2016), esse nível de rigor é estabelecido baseado nas práticas científicas e na validação da comunidade acadêmica.

1.4.1 Caracterização da pesquisa

Conforme a classificação de pesquisas apresentada por Turrioni e Mello (2012), este trabalho pode ser classificado por sua natureza, objetivos, abordagem e pelo método. No Quadro 1 são apresentados esses conceitos de forma resumida, juntamente com seu racional de definição:

Quadro 1 - Caracterização da pesquisa

Característica	Classificação	Racional
Natureza	Aplicada	Interesse prático dos resultados e foco em resolver problema real de exclusão de PSS no contexto organizacional estudado.
Objetivos	Prescritiva	Propõe um modelo para apoiar a tomada de decisão de exclusão de PSS e o avalia em aplicação prática com coleta de opinião em ambiente empresarial.
Abordagem	Mista	Combina evidências quantitativas, com a aplicação do modelo, e qualitativas, capturando a percepção de utilidade, facilidade de uso e aderência organizacional por meio de pesquisa com grupo focal.
Método	<i>Design Science Research</i> (DSR)	Proporciona arcabouço rigoroso e procedimentos sistemáticos e rastreáveis para projetar e avaliar o artefato, com comunicação dos resultados.

Fonte: Autoria própria (2025).

Este trabalho pode ser classificado como de natureza aplicada, em razão do interesse em seus resultados e foco na solução de problemas reais. Quanto aos objetivos, possui uma proposta prescritiva, pois visa propor e avaliar um modelo para exclusão de PSS de portfólio,

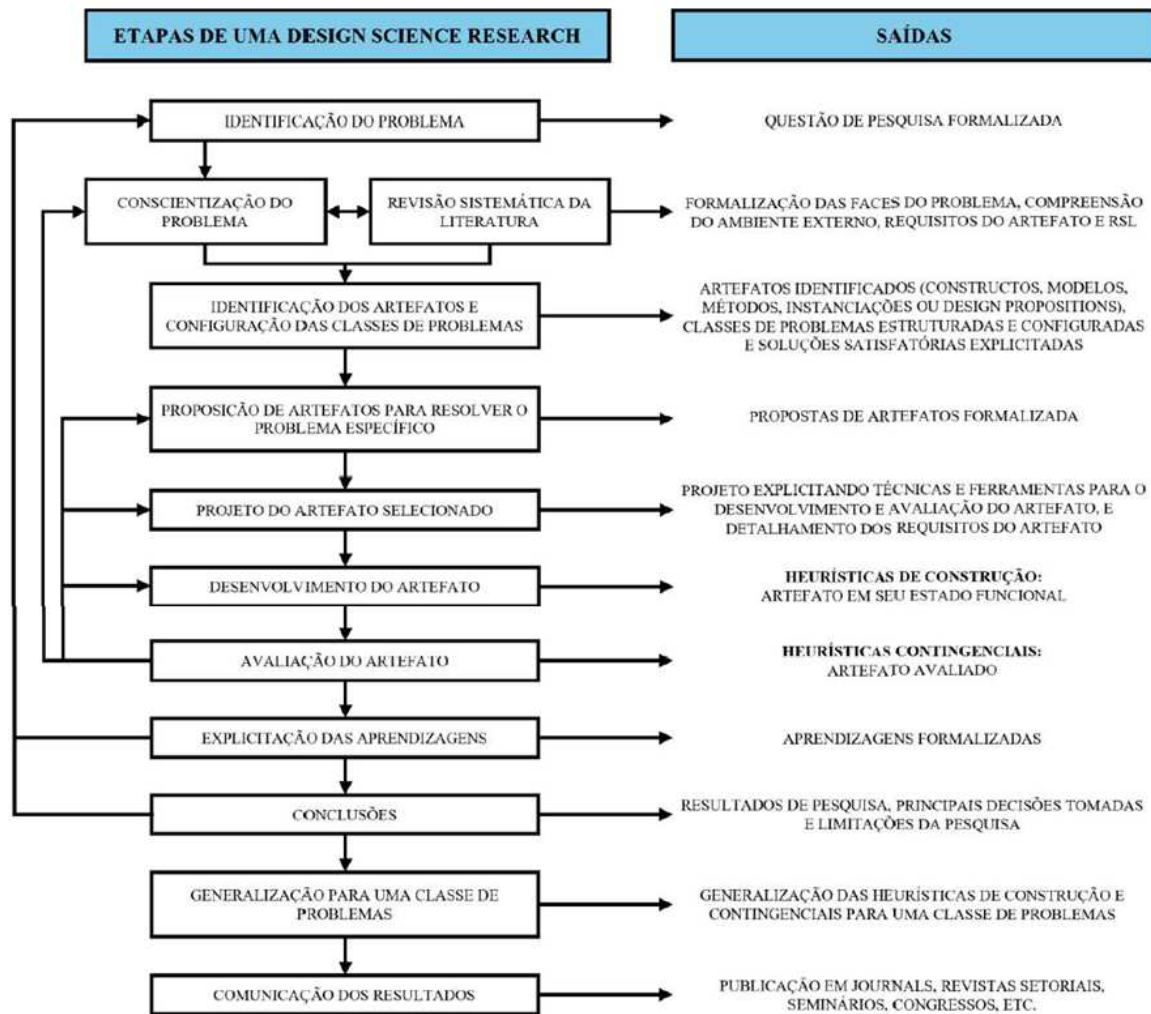
com validação prática e coleta de opinião dos participantes por meio de um questionário e entrevista aberta. A pesquisa tem abordagem combinada, com evidências quantitativas, a partir da aplicação do modelo, e qualitativas, com entrevista com o grupo focal. Dessa forma, foi possível triangular utilidade, facilidade de uso e aderência organizacional sob uma perspectiva observacional do artefato gerado pelo DSR, ao captar as percepções sobre a aplicação do modelo.

Conforme Costa e Pinheiro de Lima (2011), a engenharia se preocupa com a utilização do conhecimento científico com o objetivo de projetar e construir artefatos para a solução dos problemas. Como a finalidade desta pesquisa foi projetar um modelo para apoio a tomada de decisão de exclusão em um portfólio de PSS, para atingir o objetivo principal, esta pesquisa aplicou o método *Design Science Research* (DSR) que segundo Lacerda *et al.* (2013), é um método de pesquisa orientado para a construção do conhecimento a serviço da ação. O DSR provê o arcabouço metodológico necessário para que sejam projetadas soluções a problemas reais. Com isso, o DSR se mostrou adequado para execução da pesquisa com base em procedimentos sistemáticos e rastreáveis para o projeto de artefatos e construção de conhecimento prescritivo.

1.4.2 Procedimentos da pesquisa

Há múltiplas formas de se conduzir pesquisas dentro do paradigma DS e, dentre essas abordagens, foi escolhida a estrutura metodológica proposta por Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015), que é composta por 12 etapas, cada uma acompanhada de suas respectivas entregas esperadas, conforme representado na Figura 1.

Figura 1 - Etapas da DSR e suas saídas



Fonte: Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015).

A etapa inicial DSR consiste na identificação do problema, cuja finalidade é justificar a relevância do tema, promovendo uma compreensão clara e objetiva do contexto investigado. Segundo Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015), a saída desta etapa formaliza a questão de pesquisa. No presente trabalho, essa etapa foi desenvolvida na introdução, por meio da apresentação dos objetivos da dissertação, os quais evidenciam a necessidade de se propor um novo modelo de exclusão de itens de um portfólio de PSS, com o intuito de gerar uma solução aplicável à prática profissional e ampliar o corpo de conhecimento sobre essa classe de problemas.

A etapa seguinte, denominada conscientização do problema, consiste na coleta e análise de informações relevantes sobre o tema, com o objetivo de identificar possíveis soluções satisfatórias. Essa fase foi contemplada pela fundamentação teórica, por meio de uma revisão convencional da literatura, na qual foram identificados os principais atributos de tomada de

decisão de exclusão de portfólio e PSS. Essa revisão compôs a base de conhecimento necessária à proposição do artefato. Ainda nesse estágio, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), cujo objetivo é compreender as funcionalidades, requisitos e desempenho esperado de soluções anteriores, conforme método adaptado de Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015).

Na sequência, foi feita a identificação dos artefatos e das classes de problemas utilizando *Template Analysis*. De acordo com King (2012), aplicar *Template Analysis* em pesquisas de DSR permite identificar explicitamente classes de problemas e os artefatos úteis para a ação nas organizações. Essa análise sistemática permite relacionar tipos de problemas com as soluções desenvolvidas de forma estruturada, facilitando a generalização e aplicabilidade dos artefatos no contexto organizacional. Essa abordagem flexível e adaptável à complexidade dos dados permitiu a classificação e análise das soluções já existentes, possibilitando a identificação dos requisitos que o novo artefato precisaria atender.

A proposição do artefato ocorre após a definição dos requisitos e é marcada pela formulação de soluções potenciais para o problema em questão. Segundo Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015), essa fase envolve o uso de raciocínio abduutivo, frequentemente conduzido de maneira criativa e não sistemática. Como forma de explicitação do modelo mental construído durante essa fase, foi elaborado um modelo ilustrativo representando o funcionamento ideal da solução proposta.

A etapa de projeto do artefato tem por finalidade descrever os procedimentos adotados para sua construção e avaliação. Aqui, o desempenho esperado é claramente delineado e os elementos técnicos que compõem o artefato são escolhidos com base na literatura e nos requisitos previamente definidos. As decisões tomadas são justificadas a partir de fundamentos teóricos.

Na etapa de desenvolvimento do artefato, de acordo com Lacerda *et al.* (2013), pode-se utilizar diferentes tipos de soluções, como algoritmos computacionais, protótipos, representações gráficas, maquetes em escala, entre outros, sempre com o propósito de resolver problemas e demonstrar viabilidade em contexto organizacional. Essa etapa busca materializar a solução em um ambiente funcional, sendo suas saídas o artefato desenvolvido e as heurísticas de construção associadas. No presente estudo, foi desenvolvido um modelo capaz de executar a tarefa de exclusão de itens do portfólio de PSS, utilizando o Microsoft Excel[®] para os cálculos e modelagens requeridos. Segundo Cormen *et al.* (2009), um algoritmo pode ser definido como uma sequência finita de passos bem definidos, que podem ser executados mecanicamente em

tempo finito, com o objetivo de realizar uma tarefa específica.

A etapa subsequente é a avaliação do artefato. Essa avaliação pode ser realizada em ambientes experimentais ou reais, sendo obrigatória a aplicação prática para os artefatos classificados como instanciações. O propósito é verificar se o artefato cumpre os requisitos definidos anteriormente e atende aos objetivos da pesquisa. Além disso, deve-se explicitar as heurísticas contingenciais, ou seja, os limites e condições sob os quais o artefato é considerado aplicável. Conforme proposto por Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015), diferentes estratégias de avaliação podem ser empregadas, conforme será apresentado no Quadro 2:

Quadro 2 - Métodos e técnicas para avaliação dos artefatos

Forma de Avaliação	Métodos Propostos
Observacional	<p>Estudo de Caso: Estudar o artefato existente, ou não, em profundidade no ambiente de negócios.</p> <p>Estudo de Campo: Monitorar o uso do artefato em projetos múltiplos. Esses estudos podem fornecer uma avaliação mais ampla do funcionamento dos artefatos, configurando um método misto de condução da pesquisa.</p>
Analítico	<p>Análise Estatística: Examinar a estrutura do artefato para qualidades estáticas.</p> <p>Análise da Arquitetura: Estudar o encaixe do artefato na arquitetura técnica do sistema técnico geral.</p> <p>Otimização: Demonstrar as propriedades ótimas inerentes ao artefato ou os limites de otimização no seu comportamento.</p> <p>Análise Dinâmica: Estudar o artefato durante o uso para avaliar suas qualidades dinâmicas (por exemplo, desempenho).</p>
Experimental	<p>Experimento Controlado: Estudar o artefato em ambiente controlado para verificar suas qualidades (por exemplo, usabilidade).</p> <p>Simulação: Executar o artefato com dados artificiais.</p>
Teste	<p>Teste Funcional (<i>Black Box</i>): Executar as interfaces do artefato para descobrir possíveis falhas e identificar defeitos.</p> <p>Teste Estrutural (<i>White Box</i>): Realizar testes de cobertura de métricas para a implementação do artefato (por exemplo, caminhos de execução).</p>

Descritivo	<p>Argumento Informado: Utilizar informações de bases de conhecimento (por exemplo, pesquisas relevantes) para construir um argumento convincente sobre a utilidade do artefato.</p> <p>Cenários: Construir cenários detalhados em torno do artefato, demonstrando sua utilidade.</p>
-------------------	---

Fonte: Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015).

Conforme os autores Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015), embora existam diferentes abordagens para avaliar artefatos, a escolha do método mais adequado não requer, necessariamente, técnicas sofisticadas, mas sim coerência com o tipo de artefato desenvolvido e sua aplicabilidade no contexto de pesquisa. Neste trabalho, a avaliação do artefato foi conduzida por meio de duas estratégias principais: 1) a aplicação em um caso real, a fim de demonstrar os resultados e validar o funcionamento da proposta, conforme identificado na revisão sistemática da literatura; e 2) a utilização de um questionário seguido de entrevista de um grupo focal com tomadores de decisão da organização analisada.

O questionário foi elaborado com base na proposta de Ghasemzadeh e Archer (2000), sendo adaptado para o contexto deste estudo, visando captar a percepção dos envolvidos quanto à utilidade e aplicabilidade do artefato desenvolvido. Já o grupo focal, utilizado como complemento qualitativo, foi estruturado conforme sugerido na literatura de *Design Science*, como mecanismo para análise crítica e aprofundamento dos resultados obtidos. O roteiro do grupo seguiu a mesma lógica das afirmações utilizadas no questionário, permitindo, no entanto, que os participantes tivessem liberdade para compartilhar percepções e sugestões adicionais.

De acordo com a tipologia apresentada por Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015), essa forma de avaliação pode ser classificada como observacional, uma vez que se baseia na aplicação prática do artefato e na análise da sua recepção pelos usuários finais. Por fim, os aprendizados derivados deste processo foram detalhados na conclusão, com a explicitação dos pontos fortes, limitações do artefato e contribuições para a classe de problemas abordada. A dissertação também contempla uma generalização dos conhecimentos gerados, buscando evidenciar como os resultados alcançados podem ser aplicados a contextos similares dentro da mesma categoria de problemas.

1.5 Organização do trabalho

A dissertação foi dividida em três partes, estruturadas em torno de dois artigos centrais, com objetivo de promover um desdobramento direto dos objetivos da pesquisa e do tipo de contribuição que se pretende gerar. A utilização deste modelo encontra respaldo em discussões recentes sobre teses e dissertações baseadas em publicações. Gustavii (2010) argumenta que a estrutura em artigos favorece a publicação em periódicos internacionais e estimula o pesquisador a produzir contribuições mais focadas e comunicáveis à comunidade científica. O autor ainda acrescenta que esse formato exige maior coerência entre objetivo geral, artigos e capítulos de integração, mas, em contrapartida, torna o trabalho mais próximo dos padrões de divulgação científica contemporâneos. Estudos como os de Tranfield, Denyer e Smart (2003) e Snyder (2019) indicam que a organização da pesquisa em artigos científicos auxilia na gestão do projeto de pesquisa, ao permitir que o pesquisador avance por entregas parciais já validadas e em diálogo contínuo com a comunidade acadêmica, em vez de concentrar toda a produção científica em um único texto final.

Dando sequência à estrutura deste trabalho, a primeira parte cumpre o papel de enquadramento e apresenta o contexto do setor de Petróleo, Gás e Energia, a especificidade dos PSS e o problema de exclusão de itens do portfólio na empresa estudada, além de explicitar objetivos, método e estrutura. Segundo Gustavii (2010), a adoção de dissertações em formato de artigos exige uma seção inicial que integre o projeto de pesquisa como um todo, contextualizando como cada artigo contribui para o problema central e garantindo unidade teórica e metodológica. Essa introdução, portanto, funciona como fio condutor, alinhando o leitor quanto às escolhas feitas e preparando para a leitura dos dois estudos que compõem o núcleo da dissertação.

Na segunda parte, a opção pela construção do primeiro artigo, intitulado como “Utilização de MCDM para apoio a tomada de decisão de exclusão de portfólios de produtos, serviços e PSS: Uma revisão da literatura”, como revisão sistemática da literatura decorre da necessidade de consolidar o estado da arte sobre PSS, gestão de portfólio, exclusão e MCDM, bem como de identificar lacunas específicas ligadas à exclusão de PSS. Tranfield, Denyer e Smart (2003) defendem que revisões sistemáticas constituem uma base robusta para o desenvolvimento de conhecimento aplicável em gestão, ao sintetizar evidências dispersas e apontar oportunidades claras de avanço teórico e prático. De forma complementar, Webster e Watson (2002) destacam que uma boa revisão deve organizar conceitos, correntes e resultados de forma a orientar pesquisas subsequentes. Snyder (2019) aponta que revisões bem conduzidas

são particularmente úteis em campos fragmentados e interdisciplinares, como é o caso da interface entre PSS, decisão exclusão e métodos MCDM. Assim, o primeiro artigo foi desenhado para mapear conceitos, identificar como a literatura trata os temas e derivar requisitos conceituais e práticos que alimentam diretamente o desenho do modelo proposto no segundo artigo.

Ainda na segunda parte, o segundo artigo, intitulado como “Desenvolvimento e Proposição do modelo BWM e *fuzzy*-TOPSIS para auxílio à exclusão de PSS: Uma modelagem prática”, segue a abordagem de *Design Science Research* (DSR) para desenvolver, propor, aplicar e avaliar um modelo de apoio multicritério à exclusão de PSS, com base em BWM e *fuzzy*-TOPSIS. Segundo Lacerda *et al.* (2013), a DSR é adequada a contextos em que se busca desenvolver e avaliar artefatos orientados à solução de problemas reais em Engenharia de Produção, produzindo simultaneamente contribuição prática e teórica. Dresch, Lacerda e Antunes (2015) reforçam que a DSR se ancora em ciclos iterativos de construção, aplicação e avaliação do artefato, em diálogo estreito com os decisores envolvidos, o que se alinha ao objetivo deste estudo de desenhar um modelo que não seja apenas teoricamente sólido, mas utilizável pela liderança da empresa.

No contexto deste trabalho, o primeiro artigo consolida a base conceitual e evidencia a lacuna relacionada à exclusão de PSS com apoio multicritério, o segundo artigo materializa a resposta metodológica a essa lacuna por meio de um artefato DSR aplicado à realidade de uma empresa centenária do setor de Petróleo, Gás e Energia, justificando a organização do trabalho nesse formato e potencializando seu impacto científico e prático. Por fim, na última parte, foi apresentada uma conclusão geral do trabalho, no qual se resumem todos os pontos que foram encontrados ao longo do trabalho, com a discussão e suas implicações, bem como as limitações da pesquisa.

Ao organizar a dissertação em torno de um primeiro artigo de RSL e um segundo artigo de modelagem e aplicação por meio de DSR, cria-se uma trajetória lógica de compreensão e síntese do conhecimento existente para a proposição e teste de uma solução adaptada ao problema concreto da organização estudada.

REFERÊNCIAS

ABBASNIA, F.; ZANDIEH, M.; BAHRAMI, F.; POURHEJAZY, P. A decision analysis framework for the identification and performance preservation of strategic products in the supply chain. **Logistics**, v. 9, n. 3, art. 89, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/logistics9030089>. Acesso em: 15 dez. 2025.

AHMAD, N. S.; TAHAR, R. Selection of enterprise resource planning systems using multi-criteria decision-making techniques. **Journal of Enterprise Information Management**, v. 27, n. 3, p. 264-285, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/JEIM-01-2013-0008>. Acesso em: 15 dez. 2025.

AMIRI, Maghsoud; HASHEMI-TABATABAEI, Mohammad; GHAREMANLOO, Mohammad; KESHAVARZ-GHORABAEI, Mehdi; ZAVADSKAS, Edmundas Kazimieras; ANTUCHEVICIENE, Jurgita. A novel model for multi-criteria assessment based on BWM and possibilistic chance-constrained programming. **Computers & Industrial Engineering**, v. 156, p. 107287, 2021. DISPONÍVEL EM: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107287>. Acesso em: 15 dez. 2025.

BAI, C.; MA, X.; ZHU, Q. Product portfolio decarbonization: deleting hot products for a cooler supply chain. **Business Strategy and the Environment**, v. 33, n. 8, p. 9161-9180, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/bse.3958>. Acesso em: 15 dez. 2025.

BAI, C.; SHAH, P.; ZHU, Q.; SARKIS, J. Green product deletion decisions: an integrated sustainable production and consumption approach. **Industrial Management & Data Systems**, v. 118, n. 2, p. 349-389, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IMDS-05-2017-0175>. Acesso em: 15 dez. 2025.

BELTON, V.; STEWART, T. J. Multiple criteria decision analysis: an integrated approach. Boston: **Kluwer Academic Publishers**, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1495-4>. Acesso em: 15 dez. 2025.

CHEREPOVITSYN, A.; RUTENKO, E. Strategic planning of oil and gas companies: the decarbonization transition. **Energies**, v. 15, n. 17, art. 6163, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/en15176163>. Acesso em: 15 dez. 2025.

CHRYSIKOPOULOS, S. K.; CHOUNTALAS, P. T.; GEORGAKELLOS, D. A.; LAGODIMOS, A. G. Decarbonization in the oil and gas sector: the role of power purchase agreements and renewable energy certificates. **Sustainability**, v. 16, n. 15, art. 6339, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su16156339>. Acesso em: 15 dez. 2025.

CINELLI, M.; COLES, S. R.; KIRWAN, K. Analysis of the potentials of multi-criteria decision analysis methods to conduct sustainability assessment. **Ecological Indicators**, v. 46, p. 138-148, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.06.011>. Acesso em: 15 dez. 2025.

COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. **Portfolio management for new products**. 2. ed. Cambridge, MA: Perseus Publishing, 2001.

CORMEN, T. H.; LEISERSON, C. E.; RIVEST, R. L.; STEIN, C. **Introduction to algorithms**. 3. ed. Cambridge, MA: MIT Press, 2009.

COSTA, S. E. G.; PINHEIRO DE LIMA, E. (Org.). **Gestão de operações: abordagens e tendências**. Curitiba: Juruá, 2008.

DÍAZ-BALTEIRO, L.; GONZÁLEZ-PACHÓN, J.; ROMERO, C. Measuring systems sustainability with multi-criteria methods: a critical review. **European Journal of Operational Research**, v. 258, n. 2, p. 607-616, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.08.075>. Acesso em: 15 dez. 2025.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

EGGERS, J. P. All experience is not created equal: learning, adapting, and focusing in product portfolio management. **Strategic Management Journal**, v. 33, n. 3, p. 315-335, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/smj.956>. Acesso em: 15 dez. 2025.

FIGUEIRA, J.; GRECO, S.; EHRGOTT, M. (Ed.). **Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys**. New York: Springer, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/b100605>. Acesso em: 15 dez. 2025.

GHASEMZADEH, F.; ARCHER, N. P. Project portfolio selection through decision support. **Decision Support Systems**, v. 29, n. 1, p. 73-88, 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0167-9236\(00\)00065-8](https://doi.org/10.1016/S0167-9236(00)00065-8). Acesso em: 15 dez. 2025.

GOLRIZGASHTI, S.; DAHAGHIN, M.; POURHEJAZY, P. Product deletion decisions for adjusting supply chain strategy: a case study from the food industry. **IEEE Engineering Management Review**, v. 49, n. 3, p. 182-198, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/EMR.2021.3101112>. Acesso em: 15 dez. 2025.

GOLRIZGASHTI, S.; HOSSEINI, S. H.; ZHU, Q.; SARKIS, J. Evaluating supply chain dynamics in the presence of product deletion. **International Journal of Production Economics**, v. 255, p. 108722, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108722>. Acesso em: 15 dez. 2025.

GOLRIZGASHTI, S.; ZHU, Q.; SARKIS, J. Formalizing the strategic product deletion decision: incorporating multiple stakeholder views. **Industrial Management & Data Systems**, v. 122, n. 4, p. 887-919, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IMDS-07-2021-0435>. Acesso em: 15 dez. 2025.

GUSTAVII, B. **How to write and illustrate a scientific paper**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.

HALTTUNEN, K.; SLADE, R. B.; STAFFELL, I. Diversify or die: strategy options for oil majors in the sustainable energy transition. **Energy Research & Social Science**, v. 104, art. 103253, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103253>. Acesso em: 15 dez. 2025.

HANNAN, M. T.; FREEMAN, J. Structural inertia and organizational change. **American**

Sociological Review, v. 49, n. 2, p. 149-164, 1984. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2095567>. Acesso em: 15 dez. 2025.

KING, N.; SYMON, G.; CASSELL, C. **Qualitative organizational research: core methods and current challenges**. London: Sage, 2012. p. 426-450.

LACERDA, D. P.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. Design science research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2013005000014>. Acesso em: 15 dez. 2025.

MARTINS, G. A.; THEÓPHILO, C. R. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

MARCH, J. G. Exploration and exploitation in organizational learning. **Organization Science**, v. 2, n. 1, p. 71-87, 1991. Disponível em: <https://doi.org/10.1287/orsc.2.1.71>. Acesso em: 15 dez. 2025.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

O'REILLY III, C. A.; TUSHMAN, M. L. Organizational ambidexterity: past, present, and future. **Academy of Management Perspectives**, v. 27, n. 4, p. 324-338, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5465/amp.2013.0025>. Acesso em: 15 dez. 2025.

POURHEJAZY, P.; SARKIS, J.; ZHU, Q. A fuzzy-based decision support system for product elimination. **Expert Systems with Applications**, v. 119, p. 110-124, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.11.001>. Acesso em: 15 dez. 2025.

POURHEJAZY, P.; SARKIS, J.; ZHU, Q. Product deletion as an operational strategic decision: Exploring the sequential effect of prominent criteria on decision-making. **Computers & Industrial Engineering**, v. 140, p. 106274, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106274>. Acesso em: 15 dez. 2025.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

SNYDER, H. Literature review as a research methodology: an overview and guidelines. **Journal of Business Research**, v. 104, p. 333-339, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>. Acesso em: 15 dez. 2025.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção**. Itajubá: UNIFEI, 2012. Apostila do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The global risks report 2022**. 17. ed. Geneva: World Economic Forum, 2022. ISBN 978-2-940631-09-4. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2022.pdf. Acesso em: 15 dez. 2025.

ZHU, Q.; DHAVALA, D. G.; SARKIS, J.; WANG, X. Formalizing organizational product deletion through strategic cross-functional evaluation: a Bayesian analysis approach. **International Journal of Production Economics**, v. 262, p. 108894, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108894>. Acesso em: 15 dez. 2025.

ZHU, Q.; GOLRIZGASHTI, S.; SARKIS, J. Product deletion and supply chain repercussions: risk management using FMEA. **Benchmarking: An International Journal**, v. 28, n. 2, p. 409-437, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/BIJ-01-2020-0007>. Acesso em: 15 dez. 2025.

ZHU, Q.; KOUHIZADEH, M.; SARKIS, J. Formalising product deletion across the supply chain: blockchain technology as a relational governance mechanism. **International Journal of Production Research**, v. 60, n. 1, p. 92-110, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1987552>. Acesso em: 15 dez. 2025.

ZHU, Q.; MARTINS, R. A.; SHAH, P.; SARKIS, J. A bibliometric review of brand and product deletion research: setting a research agenda. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 70, n. 6, p. 2166-2179, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/TEM.2021.3055459>. Acesso em: 15 dez. 2025.

ZHU, Q.; KOUHIZADEH, M. Blockchain technology, supply chain information, and strategic product deletion management. **IEEE Engineering Management Review**, v. 47, n. 1, p. 36-44, 2019. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8637776>. Acesso em: 15 dez. 2025.

ZHU, Q.; SARKIS, J. How loud is consumer voice in product deletion decisions? Retail analytic insights. **Journal of Retailing and Consumer Services**, v. 82, p. 104110, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2024.104110>. Acesso em: 15 dez. 2025.

ZHU, Q.; SHAH, P.; SARKIS, J. Addition by subtraction: integrating product deletion with lean and sustainable supply chain management. **International Journal of Production Economics**, v. 205, p. 201-214, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.035>. Acesso em: 15 dez. 2025.

ZHU, Q.; SHAH, P.; SARKIS, J. A paler shade of green: implications of green product deletion on supply chains. **International Journal of Production Research**, v. 58, n. 15, p. 4567-4588, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1781279>. Acesso em: 15 dez. 2025.

SEGUNDA PARTE

Artigo 1 - Utilização de MCDM para apoio a tomada de decisão de exclusão de portfólios de produtos, serviços e PSS: Uma revisão da literatura

RESUMO

O mercado de Petróleo, Gás e Energia vem passando por mudanças que impactam diretamente o modelo de negócio de empresas tradicionais do setor. Os *Product-Service Systems* (PSS) vêm sendo adotados em busca de maiores receitas e fidelização, o que torna a gestão desse novo tipo portfólio complexa, devido ao alto grau de inovação frente aos produtos historicamente comercializados pelo segmento. Neste contexto, este artigo tem como objetivo identificar e analisar os principais métodos de *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) utilizados em decisões de exclusão em portfólios de produtos, serviços e PSS. Para isso, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) nas bases *Web of Science* e *Scopus*, apoiada por uma análise bibliométrica com o pacote R Bibliometrix, contemplando 630 documentos publicados entre 1971 e 2025. Os resultados mostram crescimento consistente do interesse no tema a partir de 2014, com destaque para autores como Zhu, Sarkis e Pourhejazy, e evidenciam a predominância de métodos MCDM como BWM, TOPSIS, AHP, VIKOR, DEMATEL, DEA, bem como abordagens *fuzzy* e *grey* aplicadas a problemas de exclusão, seleção e priorização de portfólio. Observa-se ainda padrões de associação entre os tipos de problema, por exemplo, ranqueamento de alternativas, dependência entre critérios, incerteza, e técnica MCDM escolhida, além da identificação uma lacuna específica na aplicação desses métodos à exclusão de PSS em contextos empresariais reais. A originalidade do estudo reside em sistematizar esse campo sob a ótica da exclusão de portfólio e em fornecer uma base conceitual e metodológica para o desenvolvimento de modelos MCDM voltados à exclusão de PSS.

Palavras-chave: RSL, Revisão Sistemática da Literatura, Análise Bibliométrica, R Bibliometrix. *Product-Service System*; *Multi-Criteria Decision Making*; MCDM; Portfolio; *Product Deletion*

2. INTRODUÇÃO

No cenário de transição energética, as empresas do ramo de petróleo estão sendo forçadas a rever estratégias e portfólios para permanecerem relevantes, de acordo com trabalhos recentes como Cherepovitsyn e Rutenko (2022), Halttunen (2023) e Chrysikopoulos *et al.* (2024), identificam que. Segundo Cooper, Edgett e Kleinschmidt (2001), o desenvolvimento de novos produtos é um pilar da competitividade organizacional e, conforme Gebauer (2008), a produção de itens manufaturados com serviços associados, ou *Product-Service System* (PSS), vem ganhando espaço.

De acordo com Goedkoop *et al.* (1999) o conceito de PSS se consolidou no norte da Europa no fim dos anos 1990. Conforme Borchardt *et al.* (2010), o PSS busca oferecer soluções integradas combinando produtos e serviços e, de forma mais recente, Roman *et al.* (2023) destacam que os PSS são hoje amplamente reconhecidos como modelos promissores, ao deslocar o foco da venda de produtos para a oferta de resultados e funções ao cliente. Hernandez (2019) acrescenta que suas configurações são capazes de transformar ofertas tradicionais em soluções mais circulares, gerando benefícios econômicos, ambientais e sociais. No entanto, Gebauer *et al.* (2005) alerta que, em busca de um maior valor agregado e receitas adicionais, o produtor dos PSS assume os riscos e a responsabilidade pela operação do sistema no cliente.

Zhu, Martins, Shah e Sarkis (2023) afirmam que, para ter sucesso no mercado dinâmico e competitivo de hoje, é de suma importância que as empresas gerenciem suas marcas e portfólios de modo que não apenas criem ou adquiram novas marcas e produtos, gerenciem os existentes, mas também excluam aqueles que apresentam baixo desempenho. Zhu, Shah e Sarkis (2018) alertam sobre a importância da exclusão dos itens que apresentam baixo desempenho, aumentando a eficácia do portfólio, o que reforça a afirmação de Eggers (2012), de que as organizações competem por meio da boa gestão de seu portfólio.

Bai *et al.* (2018) e Zhu, Shah e Sarkis (2018) alertam que a racionalização e eliminação de um produto obsoleto pode aumentar a eficiência da cadeia de suprimentos e diminuir as despesas gerais. O processo de exclusão é uma decisão estratégica complexa que requer uma avaliação minuciosa de múltiplos critérios, como discutem Bai *et al.* (2018), Zhu, Shah e Sarkis (2018) e Golrizgashti *et al.* (2023), podendo incluir diversos aspectos e fatores de negócio. Pourhejazy *et al.* (2020) afirmam que a exclusão deve considerar uma abordagem estruturada, na qual múltiplos critérios como desempenho econômico, alinhamento estratégico e impacto ambiental. Zhu, Shah e Sarkis (2020) propõem um processo em etapas para mitigar riscos e maximizar benefícios organizacionais. Segundo Costa e Pinheiro de Lima (2008) o processo de

tomada de decisão deve ser realizado de forma cuidadosa, já que uma decisão equivocada pode ser bastante prejudicial à organização.

Decisões de exclusão de PSS podem ser complexas por dependerem de diversos critérios e, geralmente, de mais de um decisor. Almeida (2013) afirma que esse tipo de cenário pode ser definido pelo conceito de MCDM. Belton e Stewart (2002) afirmam que o conceito lida com decisões em que múltiplos critérios, muitas vezes conflitantes, precisam ser considerados simultaneamente e Mardani *et al.* (2015) complementam, definindo como um conjunto de métodos e processos voltados a apoiar decisões complexas que envolvem critérios quantitativos e qualitativos, o que permite avaliar, comparar, selecionar ou excluir alternativas em diversos contextos organizacionais.

Pourhejazy, Sarkis e Zhu (2019) tratam a exclusão como um problema de MCDM, integrando diversos critérios em um modelo de apoio à decisão. Os autores ainda argumentam que a avaliação de PSS é um problema tipicamente multicritério, propondo o uso de métodos de MCDM para apoiar a seleção sob múltiplos critérios econômicos, ambientais e técnicos. De forma convergente, estudos recentes de Bai *et al.* (2018) e Abbasnia *et al.* (2025) evidenciam que os critérios mais recorrentes para exclusão e gestão de portfólio incluem lucratividade, desempenho de vendas, tamanho e atratividade de mercado e reputação, bem como indicadores operacionais, como eficiência e impactos ambientais associados ao produto. Justifica-se, portanto, a classificação do problema de exclusão de PSS como adequada ao uso de MCDM.

Zhu *et al.* (2021) destacam que as investigações de eliminação de produtos são relativamente negligenciadas tanto na investigação como na prática. Segundo Golrizgashti *et al.* (2023) as decisões de eliminação em portfólios estão surgindo na literatura acadêmica, embora com um número limitado de estudos. Quanto à exclusão de PSS, identifica-se uma lacuna e uma oportunidade clara de contribuição. Por fim, com base na relevância do tema, este trabalho tem como questão de pesquisa: “Quais são os principais métodos MCDM para tomada de decisão de exclusão em portfólios de PSS existentes na literatura?”.

O objetivo deste trabalho foi revisar e identificar as principais publicações sobre tomada de decisão de exclusão em portfólios de produtos, serviços e PSS, que envolvam MCDM, por meio de uma revisão sistemática de literatura (RSL). A partir de uma análise bibliométrica, este trabalho também identificou os principais temas abordados em MCDM, portfólio e exclusão, bem como os principais autores, trabalhos e periódicos mais relevantes, juntamente com as principais palavras-chave, métodos e abordagens empregadas, a fim de criar uma base para aplicação de um modelo para exclusão de PSS em um caso real.

O presente artigo foi organizado em quatro seções. A primeira apresentou a fundamentação teórica, abordando os principais conceitos relacionados à métodos de tomada de decisão de exclusão de portfólios de produtos, serviços e PSS. Em seguida, a seção método de pesquisa descreve de forma detalhada o procedimento metodológico adotado. A terceira seção trata da análise bibliométrica, na qual são expostos os resultados obtidos a partir da revisão sistemática. Por fim, a última seção foi destinada às considerações finais, que sintetizam os principais achados e contribuições do estudo.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com base nas informações apresentadas anteriormente, este artigo tem como fundamento teórico explorar os conceitos para exclusão de PSS em ambientes reais, destacando o papel do MCDM com ferramentas essenciais para suportar decisões complexas de gestão de portfólio, especialmente no contexto de exclusão de itens. A seguir será apresentada uma síntese sobre o tema.

3.1 *Product-Service System* (PSS)

De acordo com Kotler (2000), um produto é qualquer coisa que possa ser oferecida a um mercado para ser consumida, utilizada, adquirida ou para chamar a atenção. O produto pode ser tangível (físico) ou intangível (serviço). Beuren *et al.* (2016) afirmam que os produtos possuem características físicas e um ciclo de vida definido, que inclui produção, entrega e descarte. Conforme Eggers (2012), os produtos são fundamentais para a competitividade das organizações, mas, segundo Morelli (2002) seu valor isolado pode ser limitado em mercados que demandam soluções mais integradas.

O *Product-Service System* (PSS) trata-se de uma abordagem inovadora que desloca o foco da aquisição de bens para a combinação de produtos e serviços que conforme Morelli (2002), combina bens e serviços para entregar uma solução. Tukker (2004) afirma que sua proposta de valor distinta, com uso orientado, leva à utilização intensiva dos recursos e pode induzir novos comportamentos do consumidor. Conforme Beuren *et al.* (2013) e Beuren *et al.* (2016) seu ciclo de vida é abrangente, englobando *design*, manutenção e descarte, e é orientado à cocriação de valor com o cliente. De forma mais recente, Hernandez (2019) e Roman *et al.* (2023) argumentam que essa configuração vem sendo reconhecida como um modelo promissor que pode transformar ofertas tradicionais em soluções mais circulares, gerando benefícios econômicos, ambientais e sociais ao longo do ciclo de vida.

Por outro lado, Gebauer *et al.* (2005) alerta que, na busca por maior valor agregado e receitas recorrentes, o provedor de PSS assume riscos adicionais e maior responsabilidade pela operação no cliente, o que exige capacidades organizacionais específicas em serviços, contratos de longo prazo e gestão de desempenho em uso. Nesse sentido, a adoção de PSS amplia o potencial de diferenciação e sustentabilidade, mas também aumenta a complexidade de gestão do portfólio e torna decisões sobre manutenção, reconfiguração ou exclusão de soluções ainda mais críticas para o desempenho organizacional.

3.2 Gestão de Portfólio

De acordo com Eggers (2012) e Tukker (2004), o conceito de portfólio refere-se não só a um conjunto de elementos organizados que representam os ativos, produtos ou serviços de uma empresa, mas também os sistemas integrados que combinam ambos. Segundo Cooper, Edgett e Kleinschmidt (2001) e Oliveira *et al.* (2012) o portfólio de produtos abrange itens tangíveis que a organização comercializa, já o portfólio de serviços inclui atividades intangíveis oferecidas aos clientes. Por sua vez, Beuren *et al.* (2013) afirmam que os portfólios de PSS representam a integração de produtos e serviços em soluções que atendem a requisitos econômicos, ambientais e sociais.

De acordo Miguel (2012), uma gestão eficaz de portfólio permite identificar oportunidades de melhoria às tomadas de decisão corporativas. Killen *et al.* (2008) e Kester *et al.* (2011) afirmam que a governança de portfólio exige a consideração simultânea de múltiplos critérios, como desempenho financeiro, impacto ambiental, viabilidade técnica e satisfação do cliente. No entanto, Zhu, Shah e Sarkis (2018) alertam que com o aumento da complexidade dos portfólios organizacionais, surge a necessidade de decisões criteriosas sobre itens devem ser priorizados ou excluídos. Zhu, Martins, Shah e Sarkis (2023) argumentam que essas estratégias são indispensáveis para garantir a eficiência operacional e a sustentabilidade financeira.

Segundo Cooper, Edgett e Kleinschmidt (2001), a gestão de portfólio envolve garantir equilíbrio e alinhamento com a estratégia, o que inclui encerrar iniciativas que já não contribuem para os objetivos do negócio. Estudos empíricos, como Kester *et al.* (2011) destacam que processos decisórios pouco estruturados tendem a gerar portfólios inflados, com projetos que deveriam ser acelerados, revisados ou encerrados permanecendo em execução. Bai *et al.* (2018) e Abbasnia *et al.* (2025), tratam a racionalização de portfólio como um problema multicritério que afeta custos, capacidade, relacionamentos na cadeia e sustentabilidade de

longo prazo. Nesse sentido, a literatura reforça que, em portfólios de PSS, decisões de exclusão deixam de ser questões meramente operacionais e passa a configurar uma decisão estratégica central para a competitividade e a coerência do posicionamento da empresa.

3.3 Decisão de exclusão

Conforme Bai *et al.* (2018), a remoção de elementos de baixo desempenho não apenas libera recursos para iniciativas mais promissoras, mas também melhora a eficiência operacional e reduz custos. O autor ressalta, ainda, que a exclusão de itens subutilizados pode resultar em uma alocação mais eficiente de recursos e na redução de custos operacionais. Para Beuren *et al.* (2013), uma análise sistemática é essencial para embasar decisões complexas de gestão e do ciclo de vida dos PSS, alinhando práticas organizacionais aos objetivos de longo prazo.

A exclusão de produtos, serviços ou PSS de um portfólio é uma decisão estratégica do tipo semiestruturada. Segundo Mintzberg (1976), esse tipo de decisão define os objetivos de longo prazo e orientam o direcionamento organizacional, em que parte das variáveis são quantitativas e conhecidas, enquanto outras são subjetivas e qualitativas. Este tipo de cenário, conforme Hwang e Yoon (1981), requer análises criteriosas e bem fundamentadas, enquanto Almeida (2013) complementa com a necessidade de inovação e criatividade, como a aplicação de modelos baseados em MCDM.

Zhu, Shah e Sarkis (2018) mostram que políticas de exclusão bem desenhadas podem gerar benefícios financeiros, ao eliminar itens que consomem recursos e capacidade sem retorno proporcional. Pourhejazy, Sarkis e Zhu (2019) tratam explicitamente a exclusão como uma decisão operacional e estratégica multicritério, evidenciando que critérios financeiros, de mercado, operacionais e de sustentabilidade precisam ser considerados de forma estruturada para evitar decisões equivocadas. Neste contexto, modelos baseados em métodos multicritério, como em Rezaei *et al.* (2015), Abdollahi *et al.* (2015), Pourhejazy *et al.* (2019) e Zhu *et al.* (2019), mostram que a utilização de estruturas analíticas explícitas contribui para identificar itens estratégicos, sustentar a performance desejada do portfólio e apoiar decisões mais transparentes sobre quais itens devem ser mantidos, ajustados ou excluídos.

3.4 *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM)

Os tipos de decisão, segundo Anthony (1965) podem ser classificadas em decisões estratégicas, táticas e operacionais. As estratégicas definem objetivos de longo prazo e alocam recursos em alto nível, por exemplo na reformulação de portfólios ou entrada em novos

mercados de Wheelwright e Clark (1992). As táticas, como afirmado por Almeida (2013), desdobram essas diretrizes em planos funcionais de médio prazo. As operacionais, conforme Turban *et al.* (2011), tratam da execução de atividades cotidianas, como controle de estoques ou programação de turnos.

Em paralelo, os tipos de decisão podem ser classificados também pelo grau de estruturação do problema e pelo seu alcance organizacional. Simon (1977) distingue decisões estruturadas, semiestruturadas e não estruturadas. As estruturadas são rotineiras, bem definidas e resolvidas por regras conhecidas, como a reposição automática de estoques tratada por Turban *et al.* (2011). As semiestruturadas combinam informações objetivas e incertezas, exigindo o uso conjunto de ferramentas analíticas e julgamento gerencial, como na seleção multicritério de fornecedores em Almeida (2013) Por fim, as não estruturadas envolvem problemas inéditos, complexos e ambíguos, típicos de decisões estratégicas de grande impacto.

Os modelos de tomada de decisão, particularmente, são construídos com base em critérios e alternativas, onde, de acordo com Keeney e Raiffa (1976) e Saaty (1980), os critérios refletem os valores do tomador de decisão e permitem discriminar entre as alternativas, enquanto estas representam cursos de ação que podem ser seguidos, sendo avaliadas em termos dos critérios estabelecidos. Na década de 1970, a eficácia dos modelos ortodoxos de pesquisa operacional, que buscavam apenas soluções ótimas para problemas gerenciais complexos, começou a ser questionada, o que segundo Bana e Costa e Vansnick (1999) marcou a transição do paradigma de otimização para soluções orientadas ao aprendizado e ao construtivismo, como os modelos baseados em *Multi-criteria Decision Making* (MCDM).

Hwang e Yoon (1981) classificam os métodos em compensatórios e não compensatórios: nos compensatórios, desempenhos fracos em certos critérios podem ser compensados por desempenhos fortes em outros. Já os métodos não compensatórios, conforme Roy (1996), utilizam relações de superação e não permitem que um bom desempenho em um critério anule deficiências em outro, sendo mais adequados quando existem requisitos rígidos ou critérios não negociáveis. A compreensão desses tipos de decisão e das propriedades dos métodos MCDM é fundamental para selecionar a abordagem mais coerente com os objetivos, as restrições e a natureza do problema analisado.

Belton e Stewart (2002) afirmam que os métodos baseados em MCDM são amplamente utilizados na análise de decisões, complementando abordagens de objetivo único e sistemas de apoio à decisão. Conforme Huang *et al.* (2011), essa categorização destaca a relevância do MCDM em situações que envolvem decisões complexas. Além disso, Almeida (2013) ressalta

que o MCDM é amplamente utilizado em cenários que exigem análise comparativa de alternativas, integrando dimensões qualitativas e quantitativas. A aplicação desse método se estende a áreas como planejamento estratégico, gestão de portfólio e avaliação ambiental.

A literatura de MCDM indica que esses modelos são particularmente adequados para problemas organizacionais complexos, com múltiplos critérios e decisores, onde Figueira, Greco e Ehrgott (2005) mostram que a área se consolidou justamente por possibilitar a representação estruturada de preferências e *trade-offs* em diferentes contextos decisórios. Velasquez e Hester (2013) ressaltam que há uma ampla família de métodos multicritério, cada qual com vantagens e limitações, o que exige alinhar a escolha metodológica às características do problema e ao tipo de informação disponível. Em paralelo, revisões sistemáticas, como as de Govindan *et al.* (2015) e Paul *et al.* (2021), evidenciam o uso crescente de abordagens multicritério e suas combinações para integrar critérios econômicos, ambientais e sociais em decisões de seleção, priorização e racionalização de portfólios de fornecedores, tecnologias e práticas de operação.

Neste contexto, o MCDM desempenha um papel crucial na gestão de portfólios, especialmente quando envolve decisões de exclusão. Zhu, Shah e Sarkis (2018) destacam que a exclusão de elementos do portfólio é uma tarefa estratégica essencial para manter a competitividade e a sustentabilidade organizacional. No entanto, esse processo é frequentemente desafiador devido aos conflitos entre critérios financeiros, sociais e ambientais, além da dificuldade de mesclar critérios quantitativos e qualitativos integrados às perspectivas de múltiplos decisores. Pourhejazy, Sarkis e Zhu (2019) incorporam fatores de cadeia e competitividade em um método *fuzzy* para tomada de decisão de exclusão, ampliando o ferramental analítico para esse tipo de escolha. Por fim, com base na literatura, fundamenta-se que métodos de MCDM oferecem instrumentos particularmente adequados para apoiar decisões de exclusão em portfólios de PSS.

4. MÉTODO DE PESQUISA

Para a realização desta pesquisa, utilizou-se a análise bibliométrica, além da análise do conteúdo da literatura. O termo bibliometria foi introduzido por Pritchard em 1969, que a definiu como a aplicação de métodos matemáticos e estatísticos a livros e outras fontes de comunicação. Pritchard (1969) esclareceu que embora tenha cunhado o termo, a prática da bibliometria já existia desde 1922, com os estudos de E. Wyndham Hulme, que a denominou "bibliografia estatística".

Zupic e Cater (2015) e Donthu *et al.* (2021) ressaltam que os indicadores da produção científica auxiliam no planejamento e execução de novas pesquisas, além de enriquecer o conhecimento da comunidade científica. Caviggioli e Ughetto (2019) afirmam que a bibliometria é uma ferramenta adequada para avaliar a produção científica, identificando problemas a serem investigados em pesquisas futuras. Zupic e Cater (2015) complementam que a análise bibliométrica aplica cálculos matemáticos e estatísticos para avaliar a produtividade e o impacto da produção científica.

Naseer e Mahmood (2009) identificam dois tipos de análises bibliométricas: a descritiva e a avaliativa. A análise descritiva inclui estudos como a contagem de produções, autorias e palavras, enquanto a análise avaliativa se concentra na qualificação de periódicos e na contagem de referências e citações. Este trabalho seguiu os passos sugeridos por Zupic e Cater (2015): 1) Definição do estudo, incluindo o objetivo, escolha do índice científico e os filtros para delimitação da amostra; 2) Compilação dos dados, que envolveu a seleção, coleta e tratamento dos dados; 3) Análise, utilizando *software* para análise bibliométrica e estatística; 4) Visualização, com a escolha do *software* para suportar a visualização das informações; 5) Interpretação, esclarecendo os dados e disseminando os resultados encontrados.

Para a coleta de dados, escolheu-se os indexadores científicos *Web of Science* e *Scopus*, devido à abrangência de trabalhos contidos nas plataformas, o que permite estudar a base teórica em que os documentos da amostra se fundamentam. A fim de delimitar a amostra e garantir a consistência dos dados, a pesquisa foi realizada conforme o protocolo de coleta de dados apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 - Protocolo de coleta de dados para análise bibliométrica

Tipo de documento	Artigos, reviews, livros e capítulos de livros
Termos de busca	<p>"Brand deletion" OR "Brand discontinuation" OR "Brand elimination" OR "Product deletion" OR "Product discontinuation" OR "Product elimination" OR "Service deletion" OR "Service discontinuation" OR "Service elimination" OR "PSS deletion" OR "PSS discontinuation" OR "PSS elimination" OR "Product-Service System deletion" OR "Product-Service System discontinuation" OR "Product-Service System elimination" (All Fields) or ("MCDM" OR "Multi-criteria decision-making" OR "multi-criteria decision making") AND "portfolio" (All Fields) or "Product-Service System" AND portfolio (All Fields) and Article or Proceeding Paper or Review Article or Books (Document Types) and Engineering or Computer Science or Business Economics or Operations Research Management Science or Science Technology Other Topics or Environmental Sciences Ecology or Energy Fuels (Research Areas)</p>

Operador booleano	AND e OR - Aplicados aos termos de busca
Base de dados	<i>Web of Science e Scopus</i>
Áreas de pesquisa	<i>Engineering or Computer Science or Business Economics or Operations Research Management Science or Science Technology Other Topics or Environmental Sciences Ecology or Energy Fuels (Research Areas)</i>
Idiomas	Sem filtro
Anos de publicação	Sem filtro

Fonte: Autoria própria (2025).

Os resultados da amostra foram avaliados com o uso do pacote R Bibliometrix, versão 4.1.4, executado integralmente no ambiente de desenvolvimento RStudio, versão 2024.04.1-748. As duas bases de dados foram mescladas utilizando a função *Merge Datasets*, na ferramenta *Biblioshiny*. Alguns dados também foram exportados para planilhas eletrônicas para a elaboração de gráficos e análises.

Vale salientar que a ausência do termo *Multi-Criteria Decision Analysis* (MADA) na *string* de busca não impactou a amostra selecionada para análise, pois a correlação direta com o termo *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) já contempla mais de 95% dos possíveis artigos.

Quanto aos termos relacionados a *Product-Service System* (PSS), fica explícito o esforço para que fosse captado todo potencial de trabalhos para a amostra, dada a lacuna que será apresentada quanto à utilização de métodos MCDM e exclusão para portfólios de PSS.

5. ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

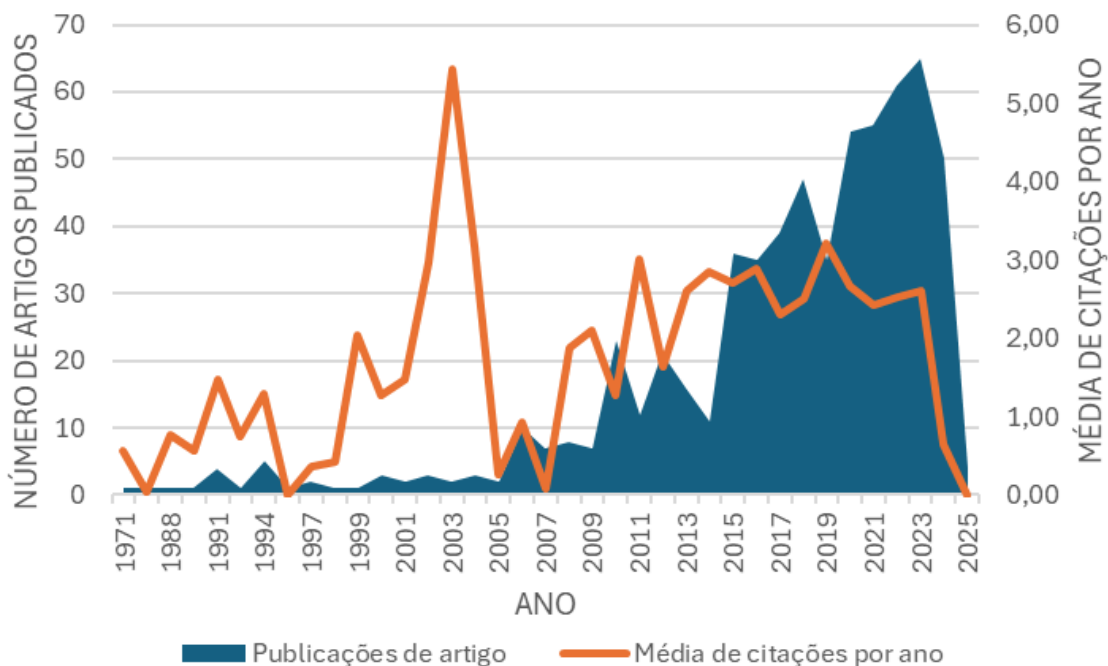
Seguindo o protocolo de coleta de dados apresentado acima no Quadro 1, e após mesclar as bases de dados, obteve-se o resultado de 630 registros de documentos. Desses, 21 são capítulos de livros (3%), 21 são revisões (3%) e 588 artigos (93%), publicados em 413 periódicos, com 1.955 diferentes palavras-chave dos autores entre os anos de 1971 e 2025, apresentando uma taxa de crescimento anual de 2,6% no período.

A Figura 2 ilustra a produção científica do tema ao longo do tempo e ilustra seu impacto, a partir da avaliação entre a razão da média de citações por ano dividido pelo número de artigos que foram publicados. Mediante aos dados analisados, a primeira publicação da amostra trata-se de Weckles (1971), na qual o autor discute a importância de eliminar ou simplificar linhas de produtos como uma estratégia essencial para as empresas. Ele argumenta que, embora essas decisões possam ser difíceis, são necessárias para manter a eficiência operacional e a

lucratividade. O autor destaca que a manutenção de produtos não rentáveis ou obsoletos pode drenar recursos e desviar o foco de oportunidades mais promissoras. Portanto, a avaliação contínua do portfólio de produtos e a disposição para realizar cortes estratégicos são fundamentais para o sucesso empresarial a longo prazo. Entre 1975 e 2005 observa-se um total de apenas 34 artigos publicados (5%) e, a partir do ano de 2006, em que foram publicados 10 artigos, inicia-se a tendência de crescimento das publicações anuais até o ano de 2025.

Quanto à média de citações por ano, observa-se um pico no 2003, com 5,43 citações anuais. Steuer e Na (2003), que possui um total de 243 citações, apresentam um estudo bibliográfico sobre a aplicação de técnicas de decisão multicritério em finanças, reunindo 265 referências e organizando-as por abordagens metodológicas e por áreas de aplicação, incluindo análise de portfólio. O levantamento evidencia a relevância do MCDM em decisões financeiras complexas e documenta o uso de métodos de alternativas discretas. A partir do ano de 2008 a média de citações anuais manteve-se estável, com média de 2,21.

Figura 2 - Produção científica anual e seu impacto



Fonte: Autoria própria (2025).

O Tabela 1 apresenta os 15 documentos com o maior impacto no que se refere ao total de citações, observa-se que o tema MCDM foi o mais explorado e citado na lista, com 12 trabalhos, seguido de gestão de Exclusão / Seleção, com 10 trabalhos e o tema Gestão de Portfólio com 7. Os 9 trabalhos que aplicam métodos de MCDM são descritos na sequência.

Vale salientar que o tema *Product-Service* não está na lista dos trabalhos mais citados devido ao fato do recente início das produções científicas acerca do assunto.

Ehrgott *et al.* (2004) modelam a seleção de portfólio de investimentos via MAUT, representando as preferências de risco e retorno por funções de utilidade multiatributo aditivas, de modo a identificar carteiras eficientes alinhadas ao perfil do investidor. Çelikbilek e Tuysuz (2016) integram *Grey-DEMATEL*, *Grey-ANP* e *Grey-VIKOR* para avaliar fontes renováveis sob incerteza, mapeando relações entre critérios, estimando pesos com dependências e ranqueando alternativas por solução de compromisso. Linton (2002) propõe um procedimento em duas etapas para seleção de projetos de P&D, usando DEA para separar projetos em aceitar/rejeitar/considerar e o *Value Creation Model* para apoiar a comparação gerencial nas principais dimensões de valor. Abdollahi, Arvan e Razmi (2015) combinam DEMATEL, ANP e DEA para selecionar um portfólio de fornecedores coerente com estratégias enxutas e ágeis, evidenciando *trade-offs* entre eficiência e responsividade. Tsai (2009) desenvolve um *framework* de seleção de investimentos socialmente responsáveis baseado em *Sustainability Balanced Scorecard*, que integra DEMATEL, ANP e escolha binária para compor carteiras alinhadas a metas econômicas, ambientais e sociais, explicitando os *trade-offs* ESG.

Al Garni (2016) utiliza AHP para priorizar fontes de energia renovável, estruturando o problema em objetivo, critérios e alternativas e atribuindo pesos com base em julgamentos de especialistas. O modelo integra dimensões técnicas, econômicas, ambientais e de disponibilidade, normalizando os dados para gerar um *ranking* de tecnologias que apoia decisões de alocação de investimentos e explicita *trade-offs* entre custo, desempenho e impacto ambiental. De forma semelhante, Stein (2013) aplica AHP para ranquear tecnologias de geração elétrica, renováveis e não renováveis, a partir das dimensões financeira, técnica, ambiental e sociopolítica, coletando julgamentos de especialistas.

Mehlawat e Gupta (2008) formula a otimização de portfólio de ativos por meio de um modelo multicritério de programação matemática *fuzzy* que concilia retorno, risco, metas e restrições, representando retornos e riscos por funções de pertinência e incorporando explicitamente as preferências do decisor, o que resulta em carteiras mais resilientes a variações de mercado e mais flexíveis que modelos determinísticos. Nesse sentido, Joshi e Kumar (2014) aplica TOPSIS em ambiente *intuitionistic fuzzy* para ranquear alternativas quando as avaliações incluem graus de pertinência, não-pertinência e hesitação, construindo uma matriz de decisão ponderada, definindo soluções ideal e anti-ideal *intuitionistic fuzzy* e calculando o coeficiente de proximidade por medidas de distância adequadas, de modo a consolidar informação

qualitativa e quantitativa sob forte subjetividade. Esses resultados sugerem que abordagens baseadas em *fuzzy-TOPSIS* são particularmente adequadas para problemas de portfólio avaliados sob múltiplos critérios e incerteza, como no caso deste estudo, em que a seleção e exclusão de PSS exige tratar julgamentos linguísticos, *trade-offs* e imprecisão de dados de forma estruturada.

Por fim, o trabalho mais citado da amostra, Rezaei (2015) apresenta o *Best-Worst Method* (BWM) como um procedimento de ponderação de pesos em que o decisor, em vez de comparar todos os critérios entre si, identifica inicialmente aquele que considera “melhor” (mais importante) e aquele que considera “pior” (menos importante) e realiza comparações apenas em relação a esses dois extremos. A partir dos vetores “melhor *versus* demais” e “demais *versus* pior”, o autor formula um problema de programação linear que estima os pesos dos critérios e um índice de consistência associado aos julgamentos. Segundo Rezaei (2015), essa estrutura reduz significativamente o número de comparações par a par em relação a métodos tradicionais, como o AHP, ao mesmo tempo em que tende a produzir matrizes mais consistentes e estáveis, especialmente quando o número de critérios é elevado e as avaliações são predominantemente subjetivas. Além disso, o estudo mostra que o BWM é facilmente aplicável em contextos gerenciais com múltiplos decisores, permitindo agregar opiniões de especialistas, testar cenários e comparar configurações de pesos de forma transparente, o que sugere boa aplicabilidade na perspectiva deste trabalho de exclusão de PSS em um portfólio empresarial real.

Tabela 1 - Trabalhos mais citados da amostra globalmente, temas, método abordado e aplicação

Primeiro autor (ano)	Citações	Principais temas abordados					
		PSS	Gestão de Portfólio	Exclusão / Seleção	MCDM	Método Abordado	Aplicação
Rezaei (2015)	269		✓		✓	BWM	Proposição do método
Steuer (2003)	243		✓		✓	Não	
Al Garni (2016)	235			✓	✓	AHP	Fontes de energia renovável
Ehrgott (2004)	201		✓	✓	✓	MAUT	Portfólio de investimentos
Stein (2013)	191			✓	✓	AHP	Fontes de energia renovável
Sawik (2011)	166		✓	✓		Não	
Nielsen (2016)	146				✓	Não	
Çelikbilek (2016)	144			✓	✓	<i>Grey-DEMATEL + Grey-ANP + Grey- VIKOR</i>	Fontes de energia renovável
Joshi (2014)	140			✓	✓	<i>Intuitionistic fuzzy-TOPSIS</i>	Investimentos em ações
Kouhizadeh (2019)	136					Não	
Mehlawat e Gupta (2008)	135		✓	✓	✓	<i>Fuzzy + Programação Matemática</i>	Portfólio de ativos
Tsai (2009)	126		✓	✓	✓	DEMATEL + ANP + BSC	Portfólio de investimentos
Linton (2002)	122		✓	✓	✓	DEA + VCM	Portfólio de projetos de P&D
Abdollahi (2015)	114		✓	✓	✓	DEMATEL + ANP + DEA	Portfólio de fornecedores
Zhu (2019)	110			✓		Não	

Fonte: Autoria própria (2025).

A amostra da Tabela 1 revela padrões consistentes de associação entre tipo de problema decisório e técnica MCDM empregada. Em situações em que o foco está na atribuição de pesos aos critérios, como em processos de priorização genéricos com múltiplos decisores, métodos como o BWM são preferidos pois, segundo Rezaei (2015), exigem menos comparações e produzem julgamentos mais consistentes que abordagens pareadas tradicionais, o que sugere boa aplicabilidade em cenários dinâmicos reais, que exigem agilidade.

Quando o problema envolve ranqueamento de alternativas sob estrutura hierárquica, como tecnologias, fontes de energia ou projetos urbanos, observa-se o uso recorrente de TOPSIS, AHP e VIKOR. O AHP, de acordo com Saaty (1990), exige captar julgamentos par a par de especialistas, o que pode gerar grande esforço para aplicação em contextos empresariais. Já o TOPSIS e VIKOR são preferidos em contextos nos quais o decisor aceita a ideia de proximidade a uma solução ideal ou de solução de compromisso, como proposto por Hwang e Yoon (1981) e Opricovic e Tzeng (2004), sendo o TOPSIS mais adequado pela aplicação intuitiva e a menor exposição a distorções por julgamentos extremos.

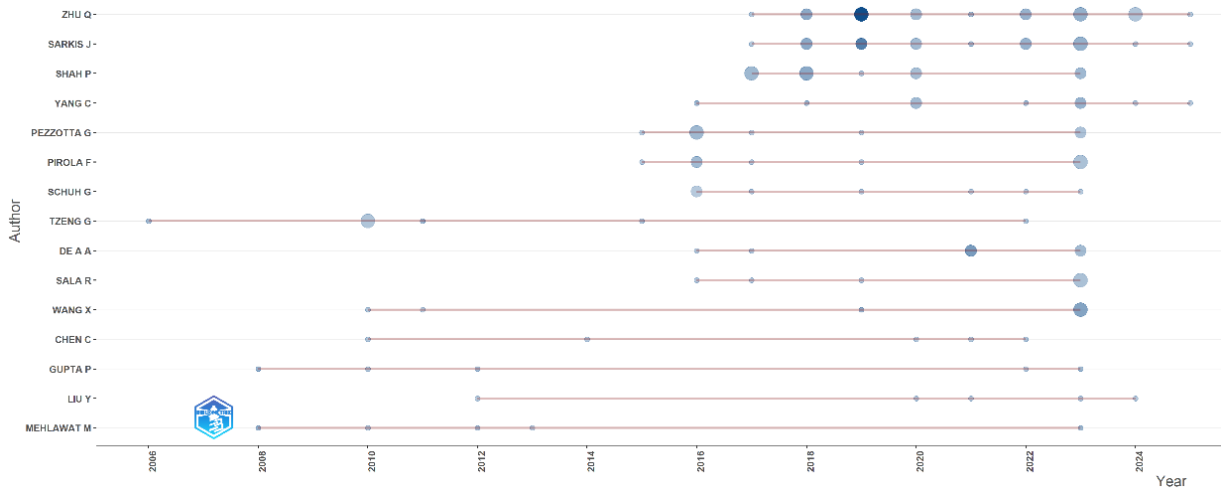
Nos casos marcados por forte incerteza e avaliações linguísticas, isto é, que não são expressas por valores numéricos exatos, a avaliação é feita na forma de como os indivíduos percebem e comunicam preferências, desempenhos e níveis de importância em situações complexas. Neste contexto surgem versões *fuzzy*, *grey* ou *intuitionistic fuzzy* de métodos como o TOPSIS. Segundo Zadeh (1965), criador da teoria dos conjuntos *fuzzy*, a linguagem humana é inerentemente imprecisa, pois seus termos não possuem fronteiras rígidas e objetivamente delimitadas. Por exemplo, o que um decisor considera “alto desempenho” pode ser interpretado como “médio-alto” por outro, evidenciando variações subjetivas.

Esse movimento reflete a busca por representar imprecisão por graus de pertinência ou intervalos, mantendo a lógica decisória original, em linha com as discussões de Chen (2008) e Liu (2009) que acomodam melhor a hesitação do decisor.

A Figura 3 ilustra os principais autores numa linha do tempo, em que o tamanho das bolhas representa a quantidade de artigos publicados no ano e sua intensidade de coloração foi proporcional ao número de citações no ano. Foi possível observar que os autores mais relevantes tiveram 3 publicações na média, com uma distância temporal de 19 anos entre a primeira e última publicação, o que resulta em 6,4 publicações ao ano. Outro ponto importante para destacar foi o aumento significativo de pesquisas no campo a partir do ano de 2015 e tendo Qinghua Zhu, com 18 publicações, e Joseph Sarkis, com 15 publicações, como os autores mais regulares e produtivos do campo, com publicações anuais de 2017 a 2025. Também foi possível

observar os dois autores com a maior quantidade de publicações relevantes durante os anos, somando uma média de 137,3 citações ao ano.

Figura 3 - Principais autores e suas publicações no tempo



Fonte: Autoria própria (2025).

Complementando as informações apresentadas na Figura 3, o Quadro 4 busca de forma resumida, representar os principais tópicos abordados pelos autores mais relevantes encontrados na literatura. Com base na leitura dos trabalhos, foram elencados 6 tópicos principais como linha de pesquisa seguida pelos autores, sendo eles MCDM, Exclusão de Produto, Gestão de Portfólio, Lógica *fuzzy*, Sustentabilidade, e Modelagem Financeira.

Quadro 4 - Temas trabalhados pelos autores mais relevantes da amostra

Primeiro Autor e Período de Publicações	Temas abordados				Temas principais
	Gestão de Portfólio	Exclusão / Seleção	MCDM	PSS	
Zhu (2018-2024)		✓	✓		Cadeia de suprimentos verde, economia circular, desempenho ambiental, governança
Sarkis (2018-2025)	✓	✓	✓		Avaliação de sustentabilidade, GSCM, economia circular, resiliência
Yang (2016-2025)	✓	✓	✓		Planejamento energético, avaliação tecnológica, <i>Evidential Reasoning</i> , MCDM combinado, incerteza

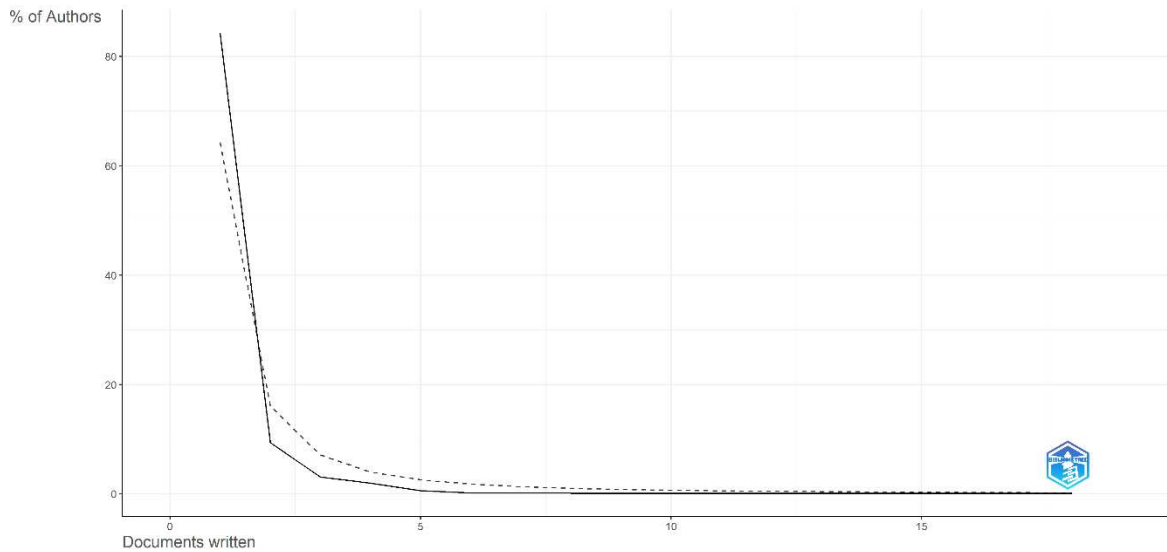
Shah (2017-2023)	✓	✓			Gestão de portfólio de marcas, exclusão de produtos e marcas, estratégia de <i>marketing</i>
Wang (2010-2023)	✓	✓	✓		Energia e finanças, otimização e programação, <i>fuzzy</i> e estocástica, seleção e exclusão de ativos e projetos

Fonte: Autoria própria (2025).

A Figura 4 apresenta uma perspectiva sobre a publicação científica, mostrando a porcentagem de autores com um ou mais artigos, onde a linha contínua mostra a distribuição empírica da amostra obtida pela *string* de pesquisa e a linha tracejada indica a frequência teórica esperada pela Lei de Lotka.

Criada por Alfred J. Lotka, na década de 1926, esta lei sugere como um campo científico se desenvolve e amadurece. Ela descreve a produtividade de autores por meio de uma função de potência, em que o número de autores A_n que publicam n artigos é proporcional a $1/n^\alpha$, com expoente geralmente próximo de 2, ou seja, à medida que o número de artigos aumenta, a quantidade de autores cai de forma abrupta.

Observa-se que a maior parte dos autores publicou apenas um ou dois documentos e uma pequena fração produziu muitos trabalhos, aproximando-se do comportamento previsto pela função de potência. Isso indica que, dentro do recorte temático definido pela *string* de busca que integra “Exclusão e PSS ou Produto ou Serviço ou Marca” ou “Portfólio e PSS” ou “Portfólio e MCDM”, o campo segue um padrão típico de concentração de produtividade, onde há poucos autores muito produtivos e muitos autores ocasionais. Este padrão mostra que o campo segue um processo de consolidação e com dinâmica de publicação semelhante à observada em outros campos científicos descritos pela lei.

Figura 4 - Lei de Lotka para os autores sobre o tema

Fonte: Autoria própria (2025).

A Tabela 2 contém os 10 principais periódicos que tiveram artigos publicados sobre o tema, juntamente com a quantidade de citações e o índice h, também conhecido como “índice de Hirsch”, que segundo Hirsch (2005) é uma estimativa da relevância e impacto da produção científica acumulada. Como foi possível observar, o periódico “*Sustainability*” foi o que mais publicou artigos, seguido pelo “*Expert Systems With Applications*” que possui 14 publicações e a maior quantidade de citações (944) e Índice H (13). Destaca-se que “*Computers & Industrial Engineering*” e “*Journal of Cleaner Production*” possuem grande relevância nos temas.

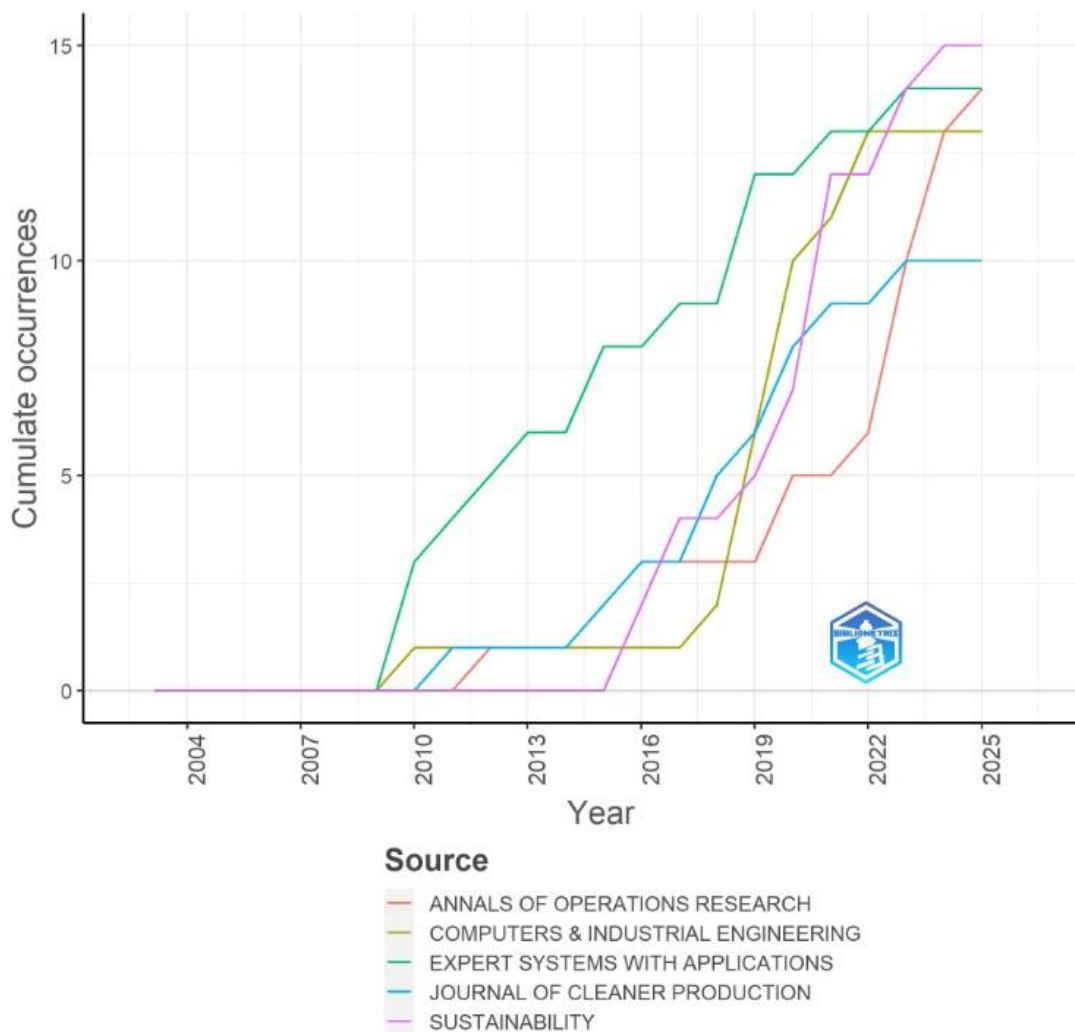
Tabela 2 - Principais periódicos sobre o tema

Periódico	Publicações	Citações	H Index
EXPERT SYSTEMS WITH APPLICATIONS	14	944	13
COMPUTERS & INDUSTRIAL ENGINEERING	13	491	12
JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	10	367	9
SUSTAINABILITY	15	254	8
ANNALS OF OPERATIONS RESEARCH	14	214	7
APPLIED SOFT COMPUTING	7	220	7
DECISION SUPPORT SYSTEMS	5	140	5
EUROPEAN JOURNAL OF OPERATIONAL RESEARCH	5	620	5
INFORMATION SCIENCES	5	286	5
JOURNAL OF THE OPERATIONAL RESEARCH SOCIETY	5	276	5

Fonte: Autoria própria (2025).

Complementando os dados apresentados na Tabela 2, a Figura 5 busca apresentar uma perspectiva dinâmica sobre as publicações ao longo do tempo nos periódicos da amostra. Os 5 principais periódicos tiveram início entre o ano de 2009 e 2015, observa-se o “*Sustainability*” com um grande crescimento, tendo sido o último a iniciar, no ano de 2015, e ultrapassando todos os demais em menos de 10 anos, o que reforça a escalada da importância do tema sustentabilidade relacionada à gestão de operações, portfólios e tomada de decisão.

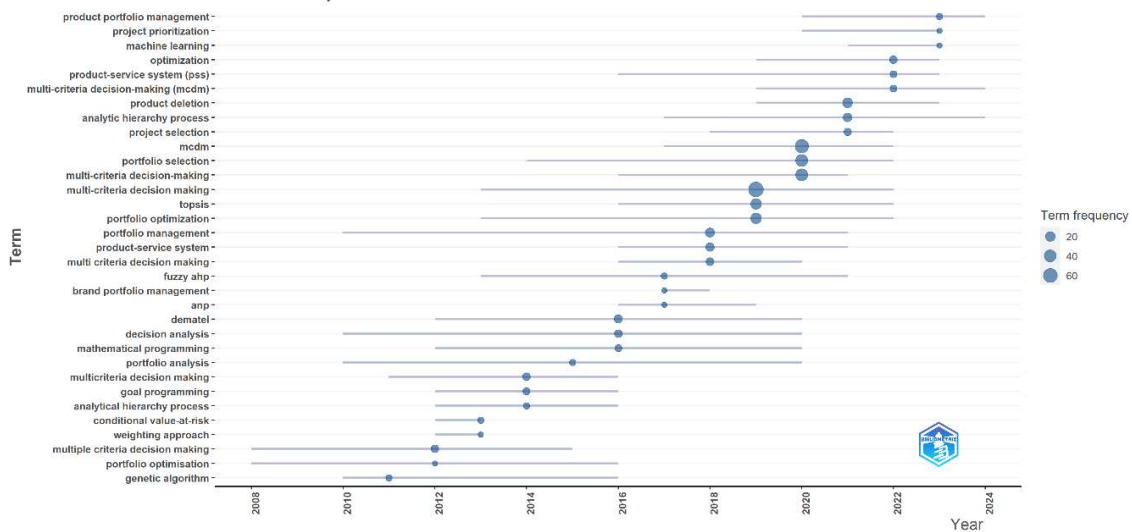
Figura 5 - Evolução de publicações nos periódicos



Fonte: Autoria própria (2025).

A Figura 6 apresenta um "tree map" do conjunto de palavras-chave mais utilizadas pelos autores da amostra, sem grupamentos de sinônimos ou correlatos para que não fossem perdidos possíveis *insights* na análise.

Figura 7 - Conjunto de tópicos mais pesquisados ao longo do tempo

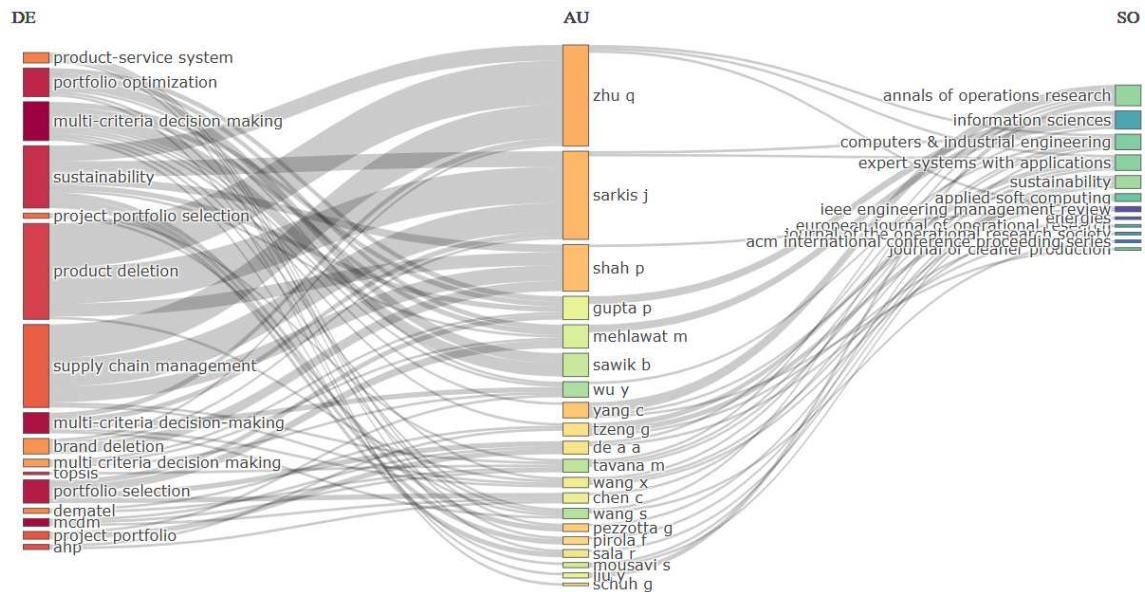


Fonte: Autoria própria (2025).

Observa-se um forte interesse por “MCDM” e seus termos correlatos, estendendo-se de 2013 até 2025, explicitando variações de escrita dos termos durante o tempo. Termos relacionados à gestão de portfólio possuem grande longevidade, perdurando por 16 anos, até 2024. Dentre os termos relacionados a modelos de MCDM, “AHP” e “TOPSIS” possuem intensidade de interesse semelhantes, porém com o primeiro perdurando até 2024. Essas tendências indicam um foco contínuo em como decisões complexas e integradas são abordadas na literatura científica, especialmente em relação à gestão ambiental e sustentabilidade. Observa-se que o termo “*product-deletion*” ganhou tração no ano de 2019, com grande interesse que perdurou até 2023.

A Figura 8 ilustra o Diagrama de Sankey, demonstrando a ligação entre palavras-chave, autores e periódicos. Zhu, Sarkis e Shah estão relacionados a temas como “*product-service system*”, “*product deletion*”, “*supply chain management*”, “*multi-criteria decision making*” e “*sustainability*”. Observa-se que esses autores publicam frequentemente em periódicos como o “*Computers & Industrial Engineering*”, “*Expert Systems With Applications*”, “*IEEE Engineering Management Review*” dadas as palavras relacionadas. Isso reflete o foco nas áreas de interesse deste estudo, corroborando tendências vistas em análises anteriores.

Figura 8 - Diagrama de Sankey

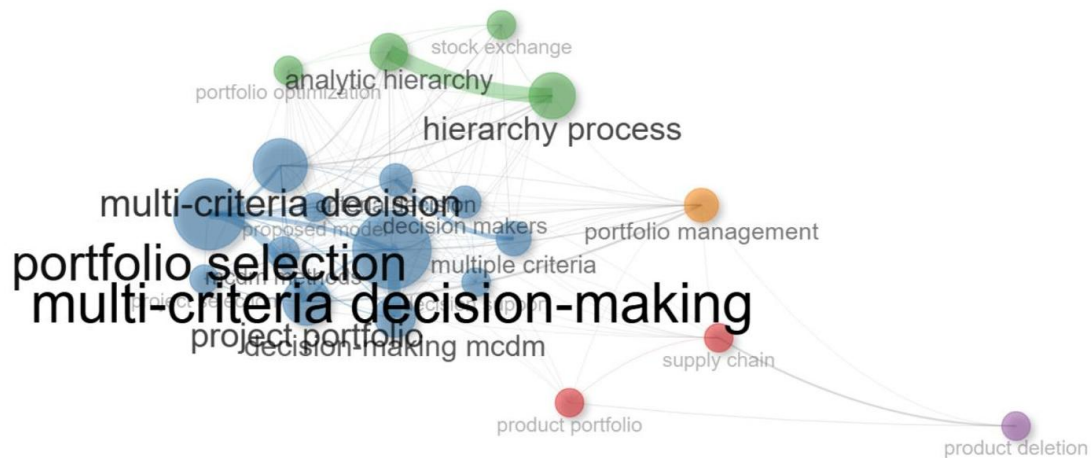


Fonte: Autoria própria (2025).

Zupic e Cater (2015) destacam que a análise de co-ocorrência de palavras-chave, também conhecida como análise de cocitação, é uma técnica bibliométrica que examina a frequência com que termos específicos aparecem juntos em documentos, permitindo identificar temas centrais e tendências em um campo de estudo. Essa abordagem possibilita a construção de redes que destacam a estrutura temática de uma área de pesquisa, auxiliando na compreensão de sua evolução e dinâmica. O conceito central desse método é que a frequência com que certas palavras-chave aparecem juntas em textos sugere uma relação estreita entre os conceitos envolvidos.

A Figura 9 representa o conceito de rede de co-ocorrência de bigrams, que corresponde a uma estrutura formada pelos termos presentes nos resumos e suas inter-relações. Essa abordagem visa construir uma rede colaborativa, possibilitando a identificação de linhas de pesquisa e temas relacionados. No *cluster* azul, foi possível observar o grande foco na relação entre seleção de portfólio, MCDM e suporte à decisão, onde podemos identificar forte correlação com o *cluster* laranja, que trata de gestão de portfólio, bem como com *cluster* verde, no qual destacam-se análises e processos hierárquicos. Nos *clusters* vermelho e roxo, são destacados os temas sobre cadeia de suprimentos, portfólio e exclusão, indicando que o tema possui correlação, porém ainda em processo de crescimento, ainda caracterizado como um nicho.

Figura 9 - Rede de co-ocorrência de bigrams



Fonte: Autoria própria (2025).

A rede de co-ocorrência de palavras-chave, conforme descrito por Zupic e Cater (2015), utiliza os termos associados aos documentos analisados para identificar e estabelecer relações conceituais entre eles. O princípio fundamental dessa abordagem é que palavras-chave que ocorrem com frequência em conjunto nos documentos indicam uma forte conexão conceitual entre os temas que representam. O resultado dessa análise é uma rede que evidencia os principais tópicos e suas inter-relações, configurando o espaço conceitual do campo de estudo.

A Figura 10 apresenta a rede de co-ocorrência de palavras-chave mais frequentes nos artigos presentes na amostra. Nas posições centrais, temos os sinônimos *multi-criteria decision making* e MCDM, as quais estão interconectadas com uma série de outras palavras-chave, sendo possível observar a formação de *clusters* específicos. Para o *cluster* verde, temos o enfoque na otimização e seleção de portfólio. Já no *cluster* de cor vermelha, foi possível observar a concentração em trabalhos referente à utilização de métodos como AHP e TOPSIS. Por fim, o *cluster* azul traz o termo *product deletion* fortemente relacionado à sustentabilidade, cadeia de suprimentos e seleção de portfólios.

Concluindo, é demonstrada a relação do tema tomada de decisão e métodos multicritério com problemas complexos, relevantes e atuais, focados em otimizar cadeias de suprimentos por meio de seleção de portfólio. A análise da rede azul corrobora que o tema *product deletion* vem ganhando força na literatura devido ao apelo sustentável e, tratando-se de *product-service deletion*, o fato de o objeto deste trabalho possuir grande originalidade e pioneirismo.

Figura 10 - Rede de co-ocorrência de palavras-chave



Fonte: Autoria própria (2025).

Após o mapeamento das palavras-chave e resumos, a Figura 11 apresenta a rede de cocitação de autores, ou seja, quais autores são citados nos trabalhos presentes na amostra.

Os *clusters* azul escuro, azul claro, marrom escuro e marrom claro possuem baixa relevância ao estudo, no qual abordam principalmente métodos de decisão multicritério voltada para avaliação de riscos, incertezas e otimização financeira. Os *clusters* verde, laranja e vermelho, roxo e cinza, também com pouca aderência, destacam temas como inovação tecnológica produtiva, desenvolvimento de negócios sustentáveis e gestão estratégica, bem como a integração de produtos com alta variabilidade de demanda nas cadeias produtivas.

Já o *cluster* cinza, com bastante aderência ao estudo, composto por Pezzotta, Pirola e Sala, autores do livro "*Data-Driven Decision Making for Product-Service Systems*", foca no desenvolvimento, implementação e otimização de PSS, destacando a integração de produtos e serviços ao longo de todo o ciclo de vida. Os autores destacam-se por suas contribuições como a "*Product-Service System Lean Design Methodology (PSSLDM)*", uma abordagem que integra componentes de produtos e serviços ao longo de todo o ciclo de vida, auxiliando empresas na concepção e implementação de PSS. Além disso, no livro *Data-Driven Decision Making for Product-Service Systems*, os autores exploram como a utilização de dados pode otimizar a tomada de decisão em diferentes níveis organizacionais, promovendo a servitização em empresas manufatureiras. Em outro estudo, investigam o uso de Processamento de Linguagem Natural (PLN) para extrair e reutilizar informações operacionais, demonstrando como essa tecnologia pode melhorar a gestão de manutenção e o desempenho geral dos PSS. Essas pesquisas reforçam a relevância da integração de serviços, da digitalização de processos e da

tomada de decisão baseada em dados para a sustentabilidade e inovação em ambientes industriais.

Pezzotta concentra-se no design e na engenharia de PSS, com ênfase em métodos que integram componentes de produto e serviço ao longo de todo o ciclo de vida, com destaque para a *Product-Service System Lean Design Methodology* (PSSLDM). Pirola investiga o uso de tecnologias digitais e abordagens de simulação na concepção e desenvolvimento de PSS em contextos manufatureiros, apoiando a servitização e o desenho operacional. Sala explora a aplicação de Processamento de Linguagem Natural (PLN) para extrair e reutilizar conhecimento de dados operacionais em PSS, aprimorando manutenção, troubleshooting remoto e desempenho de ativos. Em comum, esses autores empregam modelagem de processos e estudos de caso com orientação *data-driven*, reforçando a integração produto-serviço, no entanto, técnicas multicritério não constituem o foco central de suas contribuições.

Por fim, o *cluster* rosa, também com alta aderência e relevância ao estudo, inclui os autores Zhu, Sarkis, Shah e Golrizgashti, em que os temas principais estão centrados em estratégias de exclusão, gerenciamento sustentável da cadeia de suprimentos e o impacto ambiental e econômico dessas decisões. Esse grupo de autores utiliza uma abordagem robusta de tomada de decisão estratégica, muitas vezes apoiada MCDM, mas também buscando incorporar princípios de inovação e sustentabilidade como pilares centrais.

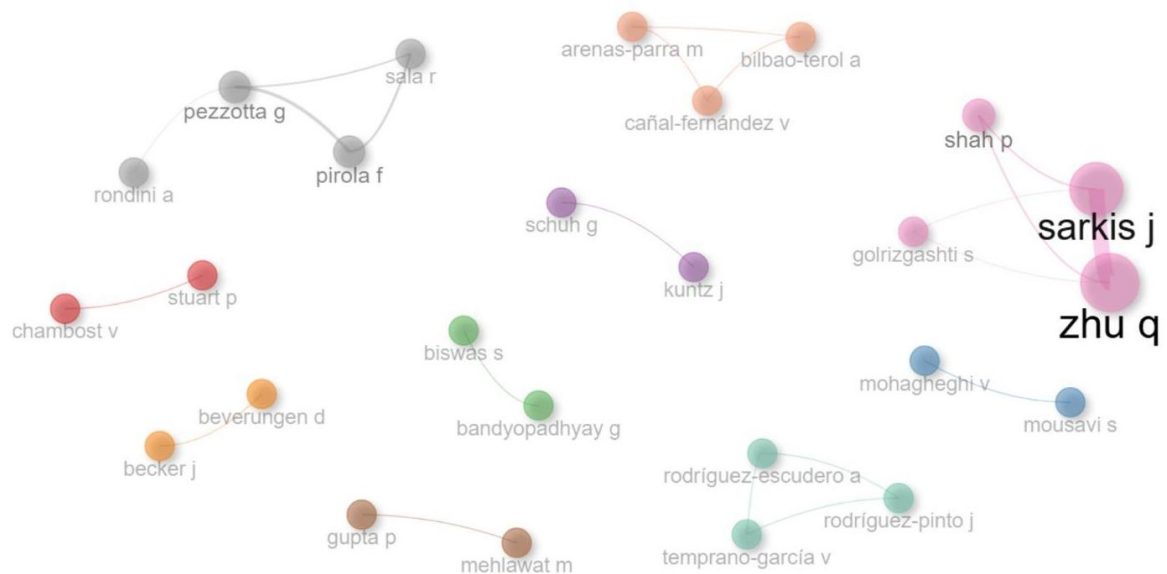
Os autores têm contribuído significativamente para a integração de práticas de exclusão com a gestão enxuta e sustentável da cadeia de suprimentos. No estudo "*Addition by Subtraction: Integrating Product Deletion with Lean and Sustainable Supply Chain Management*", publicado no *International Journal of Production Economics*, eles propõem um modelo de decisão que utiliza o Processo Analítico Hierárquico/Processo de Rede Analítica (AHP/ANP) e uma análise de Benefícios, Oportunidades, Custos e Riscos (BOCR) para auxiliar na tomada de decisões de exclusão, visando desenvolver uma cadeia de suprimentos mais enxuta e sustentável.

Shah também explora as reações dos clientes à exclusão de marcas em diferentes contextos. Em "*Managing Customer Reactions to Brand Deletion in B2B and B2C Contexts*", publicado no *Journal of Retailing and Consumer Services*, ela investiga como as empresas podem gerenciar as respostas dos clientes durante o processo de exclusão de uma marca, destacando a importância de notificações oportunas e da oferta de substitutos para reduzir a rotatividade de clientes.

Além disso, Zhu, Martins, Shah e Sarkis (2023) como síntese do estado da arte, Zhu,

em colaboração com Martins, Shah e Sarkis, realizaram uma revisão bibliométrica intitulada "*A Bibliometric Review of Brand and Product Deletion Research: Setting a Research Agenda*", publicada no *IEEE Transactions on Engineering Management*. Este trabalho analisa a literatura existente sobre exclusão de marcas e produtos, identificando lacunas de pesquisa e propondo uma agenda para estudos futuros, sendo este um dos principais motivadores para execução deste estudo.

Figura 11 - Rede de cocitação de referências



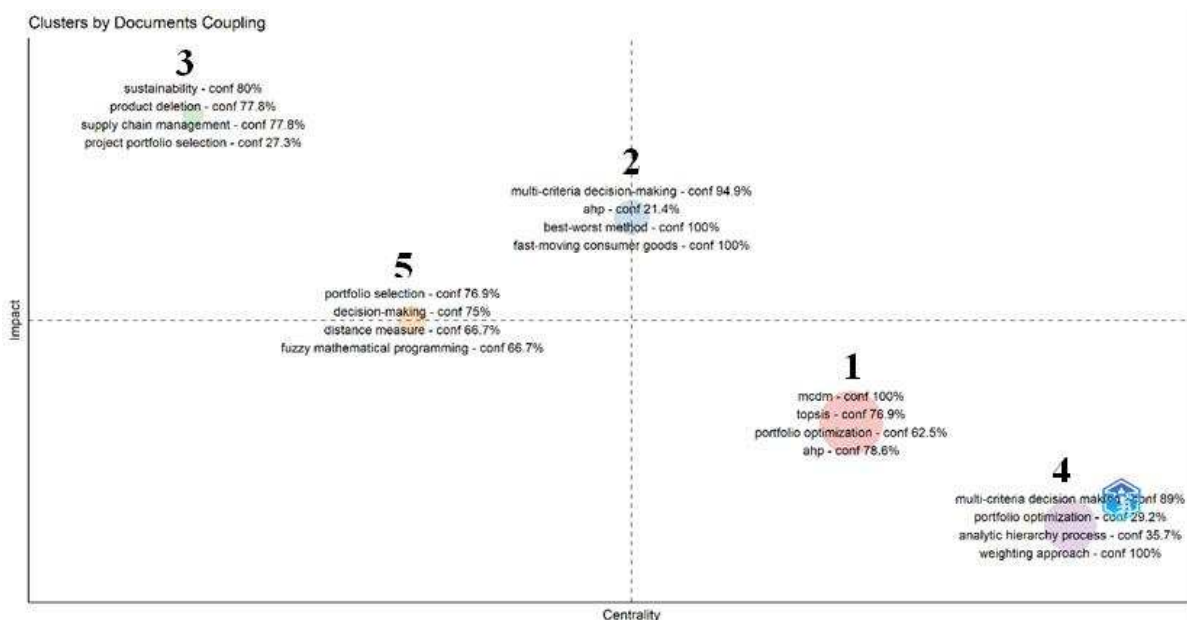
Fonte: Autoria própria (2025).

Por meio da análise das palavras-chave, resumos, autores e demais informações presentes na amostra, foi possível mapear a estrutura conceitual do campo, abrangendo um total de 150 artigos distribuídos entre os cinco *clusters* definidos. Conforme Xu *et al.* (2018), os *clusters* representam agrupamentos de publicações com similaridades em seus temas, métodos e padrões de colaboração. O mapeamento dos artigos avaliados foi realizado com base nas palavras-chave associadas aos *clusters*, além da análise de centralidade e impacto. A Figura 12 apresenta o mapa conceitual do campo com as principais palavras-chave utilizadas pelos autores, sendo possível identificar cinco linhas de pesquisa: *Cluster 1* na cor rosa (*mcdm*, *TOPSIS*, *portfolio optimization*, *AHP*) contendo 94 artigos; *Cluster 2* na cor azul (*multi-criteria decision making*, *AHP*, *Best-Worst Method*, *fast-moving consumer goods*) contendo 37 artigos; *Cluster 3* na cor verde (*sustainability*, *product deletion*, *supply chain management*, *project portfolio selection*) contendo 24 artigos; *Cluster 4* na cor roxa (*multi-criteria decision making*,

portfolio optimization, analytic hierarchy process, weighting approach) contendo 65 artigos; e o *Cluster 5* na cor laranja (*portfolio selection, decision-making, distance measure, fuzzy mathematical programming*) contendo 30 artigos.

Com base na Figura 12, foi realizado uma análise profunda do conteúdo da literatura, com foco nos *clusters* 2 e 3, que serão nomeados como *Cluster Métodos MCDM* e *Cluster Exclusão de Portfólio*, respectivamente, em razão de sua associação intrínseca ao tema do estudo que é a busca de métodos baseados em MCDM para apoio à tomada de decisão de exclusão de itens em um portfólio de PSS.

Figura 12 - Mapa conceitual dos cinco *clusters* temáticos identificados



Fonte: Autoria própria (2025).

Os *clusters* 1, 4 e 5 contêm 189 artigos, nos quais 35 deles tratam da aplicação direta de métodos de tomada de decisão com foco gestão de riscos otimização de processos industriais, logísticos, financeiros. Dessa forma, foi aplicada a técnica de “*text mining*” diretamente em seus abstracts a fim de identificar possíveis trabalhos aderentes ao tema.

No *cluster* 1, destacam-se trabalhos amplamente citados, como Steuer *et al.* (2005) e Ehrgott *et al.* (2004), reconhecidos como marcos teóricos na aplicação de métodos multicritério em contextos financeiros e industriais. O primeiro concentra-se em métodos quantitativos para seleção de portfólios com múltiplos objetivos, enquanto o segundo sistematiza abordagens de otimização multicritério aplicáveis a decisões estratégicas em operações complexas, ambos tendo influenciado significativamente a literatura sobre análise de risco e alocação eficiente de

recursos.

Bilbao-Terol *et al.* (2012) demonstram aplicação de programação por metas e modelos de compromisso *fuzzy* a um problema de portfólio em ambientes de incerteza. Joshi e Kumar (2014) trazem uma versão de TOPSIS em ambiente intuitivo-*fuzzy* para a tomada de decisão multicritério, abordando a incerteza e a hesitação inerentes às avaliações humanas e promovendo maior precisão na ponderação dos critérios. Balezentis *et al.* (2012) apresenta contribuições para a incorporação de critérios de sustentabilidade em decisões multicritério, ao enfatizar a necessidade de conciliar desempenho econômico e impacto ambiental na exploração florestal, tema especialmente relevante em contextos de desenvolvimento sustentável.

Trabalhos mais recentes, como Danesh *et al.* (2018) e Rudnik *et al.* (2021), exemplificam o crescimento da aplicação de MCDM em decisões complexas contemporâneas. Danesh *et al.* (2018) apresentam uma revisão sistemática da literatura sobre métodos de tomada de decisão multicritério aplicáveis à gestão de portfólio de projetos. O estudo propõe um novo *framework* de classificação para essas abordagens, identificando desafios chave e orientando gestores na compreensão e seleção dos métodos mais adequados ao contexto decisório. Já Rudnik *et al.* (2021) entregam uma extensão do método WASPAS baseada em *Ordered Fuzzy Numbers* (OFNs), aplicada à seleção de projetos de melhoria organizacional. A abordagem busca capturar incertezas e representar a direção futura das avaliações de desempenho, permitindo antecipar tendências de evolução nos projetos analisados.

Nos *clusters* 4 e 5, destaca-se Sawik (2011) que trata a gestão de risco em cadeias de suprimentos, através da modelagem de portfólio de fornecedores. Stein (2013) com foco na modelagem e avaliação de risco de crédito em instituições financeiras. Jiang *et al.* (2011), propõe um modelo multicritério baseado em AHP para a seleção de portfólios de tecnologia de manufatura, integrando critérios econômicos e ambientais como custo, qualidade e impacto ecológico. A abordagem destaca-se por avaliar explicitamente as sinergias entre as diferentes tecnologias do portfólio para otimizar a implementação sustentável.

O *Cluster* Métodos, representado pelos artigos analisados e ilustrado pelo Quadro 7, apresenta forte aderência ao tema deste trabalho e evidencia a aplicação recorrente de MCDM, como BWM, programação *fuzzy* e abordagens mistas, aplicados em contextos estratégicos como energia renovável, gestão de fornecedores, sustentabilidade urbana e investimentos financeiros. Esses métodos são fundamentais para apoiar decisões complexas sob incerteza, promovendo maior eficiência e sustentabilidade. Embora não haja menção direta à exclusão de PSS nos textos analisados, a natureza das abordagens, voltadas à seleção e priorização de

alternativas, mostra amplo potencial para contribuir com processos decisórios relacionados à gestão de portfólios e exclusão deste tipo de modelo de sistema.

Quadro 5 - Cluster Métodos MCDM

Autor (Ano)	Resumo	Problema de Pesquisa	Método
Amiri <i>et al.</i> (2021)	Proposta de modelos de programação linear difusa para o método BWM em ambientes de incerteza (otimista/pessimista).	Como calcular pesos ótimos de critérios sob incerteza considerando a atitude de risco do decisor.	BWM e Programação Possibilística
Gao <i>et al.</i> (2023)	Modelo híbrido para otimização de investimento em redes elétricas (PGI) considerando risco e benefício colaborativamente.	Como balancear riscos financeiros e benefícios sustentáveis em investimentos de redes elétricas.	<i>Bayesian BWM</i> e TOPSIS
Hocine <i>et al.</i> (2018)	Seleção de portfólio de energia renovável sob incerteza, considerando critérios conflitantes (técnicos, ambientais, sociais).	Como otimizar a matriz energética com dados imprecisos e múltiplos objetivos.	<i>Multi-Segment Fuzzy Goal Programming (MS-FGP)</i>
Kassem <i>et al.</i> (2016)	Criação de uma "Árvore de Valor" baseada em especialistas para avaliar tecnologias solares térmicas em países em desenvolvimento.	Quais são os critérios de consenso para avaliar tecnologias de energia solar térmica.	<i>Delphi Method</i> e <i>Value Tree</i>
Kumar <i>et al.</i> (2021)	Estratégia de investimento que transforma informações de comunidades virtuais em recomendações de ações.	Como validar e utilizar a inteligência coletiva online para decisões de investimento.	Sugere <i>Opinion Mining</i> e TOPSIS
Lambert <i>et al.</i> (2006)	Síntese de evidências quantitativas (dados) e qualitativas para análise de acidentes e planejamento de rodovias.	Como integrar dados rígidos e fatores qualitativos no planejamento de segurança viária.	Análise de Risco e Abordagem de síntese
Matrosov <i>et al.</i> (2015)	Integração de simulação de recursos hídricos com otimização multiobjetivo para o abastecimento de Londres.	Como revelar <i>trade-offs</i> complexos em grandes sistemas hídricos.	<i>Many-Objective Evolutionary Optimization</i>
Mosallaeipour <i>et al.</i> (2020)	Sistema de apoio à decisão (EDSS) para localização de imóveis corporativos sob incerteza e múltiplos critérios.	Onde localizar instalações estratégicas considerando desejos da gestão e incertezas.	<i>Fuzzy AHP</i> e <i>Global Criterion Method</i>

Nielsen <i>et al.</i> (2016)	Revisão de ferramentas de decisão para as fases iniciais de projetos de renovação de edifícios sustentáveis.	Quais ferramentas existem para apoiar decisões de design e sustentabilidade em reformas.	Revisão de Literatura
Rezaei, Wang e Tavasszy (2015)	Abordagem integrativa para segmentar fornecedores baseada em capacidades e disposição para direcionar desenvolvimento.	Como segmentar fornecedores estrategicamente para alocar recursos de desenvolvimento de forma eficiente.	<i>Best Worst Method (BWM)</i>
Snášel <i>et al.</i> (2024)	<i>Framework</i> para seleção de ações usando fusão de dados de múltiplas fontes e aprendizado de máquina.	Como superar a fraqueza de modelos únicos na previsão e seleção de ações.	Fusão de Dados e <i>Dynamic Time Warping</i>

Fonte: Autoria própria (2025).

Dentre os estudos mais relevantes no campo da decisão multicritério e com forte aderência à busca deste trabalho, destacam-se Rezaei (2015) e Amiri *et al.* (2021), com modelos baseados em BWM, Kumar *et al.* (2021), com o uso de ferramentas de MCDM aplicadas à inteligência coletiva, e Gao *et al.* (2023), que propõem um modelo misto entre BWM Bayesiano e TOPSIS.

Rezaei (2015) apresenta o desenvolvimento do método BWM para melhorar a consistência e a eficiência na atribuição de pesos aos critérios de decisão. O estudo é aplicado ao contexto de segmentação e desenvolvimento de fornecedores, em que diferentes grupos são avaliados com base em dimensões de capacidades e disposição para colaborar. A principal contribuição metodológica reside na estruturação de comparações pareadas apenas entre o melhor e o pior critério em relação aos demais, reduzindo o número de julgamentos necessários e aumentando a confiabilidade dos pesos gerados. Os resultados sugerem que o BWM fornece uma estrutura simples e robusta para a definição de estratégias de avaliação em cenários complexos.

Amiri *et al.* (2021) trazem um modelo inovador de avaliação multicritério voltado à priorização de alternativas em contextos de incerteza, por meio da integração do método BWM com a Programação Possibilística. O modelo considera os julgamentos de especialistas expressos em números *fuzzy* trapezoidais, o que permite lidar com a imprecisão inerente às avaliações subjetivas e a incerteza epistêmica. O método foi testado por meio de exemplos numéricos, demonstrando como a combinação de técnicas possibilísticas com métodos MCDM pode fornecer resultados mais confiáveis na definição de prioridades estratégicas, ajustando-se

à atitude de risco otimista ou pessimista do decisor.

Kumar *et al.* (2021) exploram abordagens baseadas em ferramentas de tomada de decisão multicritério para identificar especialistas confiáveis em comunidades virtuais, com o objetivo de subsidiar decisões de investimento em ações. O estudo integra dados qualitativos de mídias sociais com a performance passada para avaliar e ranquear as recomendações dos especialistas. O método adotado permite considerar simultaneamente aspectos como a precisão histórica das previsões e a confiabilidade da fonte, proporcionando uma visão mais informada e estruturada do comportamento de mercado. A proposta evidencia o potencial do uso combinado de inteligência coletiva e análise multicritério, onde sugere o uso do TOPSIS na construção de sistemas aplicáveis a contextos reais e dinâmicos.

Gao *et al.* (2023) desenvolvem um modelo misto de otimização para decisões de investimento em redes de energia, combinando os métodos *Bayesian-BWM* e TOPSIS. O modelo tem como foco principal a consideração simultânea dos fatores de risco e benefício nos processos decisórios, sendo aplicado à seleção de projetos de infraestrutura elétrica. Por meio da integração dessas abordagens, o estudo permite capturar tanto a subjetividade das preferências dos tomadores de decisão quanto a objetividade dos critérios quantitativos, proporcionando um suporte robusto à alocação de recursos em ambientes de alta complexidade e incerteza. A aplicação prática demonstrou que a modelagem colaborativa entre risco e retorno contribui significativamente para decisões mais equilibradas e sustentáveis.

Com base nos artigos do *Cluster* Métodos MCDM, é possível identificar uma aderência significativa entre os métodos explorados na literatura e os objetivos centrais do presente trabalho, que trata da exclusão de PSS no setor de petróleo, gás e energia. Os estudos do *cluster* evidenciam que o MCDM é amplamente aplicável em contextos de alta complexidade, como aqueles que envolvem avaliação de riscos, otimização de portfólios e decisões estratégicas sob múltiplos critérios. Trabalhos como o de Nielsen *et al.* (2016) revisam ferramentas de suporte à decisão para renovação sustentável, enquanto Rezaei (2015) e Gao *et al.* (2023) validam métodos como o BWM e o TOPSIS como alternativas metodológicas robustas para atribuição de pesos e ranqueamento.

Nesse contexto, o arcabouço metodológico explorado no *cluster* oferece suporte direto à construção de um modelo misto decisório estruturado, transparente e replicável. O uso do BWM é especialmente indicado para a etapa de ponderação dos critérios decisórios, pois permite incorporar a expertise dos decisores com menor inconsistência nos julgamentos. Complementarmente, a lógica *fuzzy* e métodos como TOPSIS mostram-se eficazes para o

ranqueamento de alternativas, especialmente quando há incerteza e subjetividade nas avaliações, condições comuns ao ambiente de decisão envolvendo PSS. A combinação destes métodos sugere ótima precisão e consistência, com fácil aplicabilidade, superando as limitações de métodos tradicionais isolados.

O *Cluster* Exclusão de Portfólio, ilustrado pelo Quadro 8, apresenta forte aderência aos objetivos deste trabalho, ao abordar de forma direta e aprofundada o tema da exclusão, com implicações em sustentabilidade, cadeia de suprimentos e processos estratégicos. As publicações analisadas abrangem o período de 2018 a 2023, com um aumento expressivo de interesse a partir de 2019, especialmente por meio dos estudos de Zhu, Bai, Pourhejazy e Golrizgashti. Esses autores investigam aspectos como os impactos organizacionais da exclusão, critérios sustentáveis, estratégias operacionais e suporte à tomada de decisão.

Zhu, Martins, Shah e Sarkis (2023) serviu como base para o início dessa investigação, no qual os autores realizam uma revisão bibliométrica abrangente, que mapeia o desenvolvimento teórico e as lacunas da literatura sobre exclusão, o que reforça a relevância e a atualidade do tema para a pesquisa científica e a prática gerencial. Adicionalmente, Zhu *et al.* (2018, 2020, 2021) analisam como a exclusão influencia o desempenho e a resiliência da cadeia de suprimentos, integrando perspectivas de gestão enxuta e sustentabilidade ambiental. Já Bai *et al.* (2018) e Pourhejazy *et al.* (2019) trabalham modelos baseados em *soft computing* e lógica *fuzzy* que estruturam decisões sob múltiplos critérios em cenários de incerteza. Por sua vez, Golrizgashti *et al.* (2022) contribuem com uma abordagem conceitual para a formulação de estratégias de exclusão baseadas na integração de visões de múltiplos *stakeholders*.

Quadro 6 - Cluster Exclusão de Portfólio

Autor (Ano)	Problema de Pesquisa / Objetivo	Método / Abordagem Principal	Tema Central
Bai <i>et al.</i> (2018)	Como avaliar a exclusão de produtos verdes integrando perspectivas de oferta (produção) e demanda (consumo)?	Híbrido Multiestágio: Teoria dos Conjuntos Aproximados de Vizinhança (<i>Neighborhood Rough Set</i>), <i>Fuzzy C-Means</i> e Teoria da Perspectiva Cumulativa.	Sustentabilidade e Decisão Multicritério (Foco em <i>Soft Computing</i>).
Golrizgashti <i>et al.</i> (2022)	Como formalizar a decisão de exclusão alinhando estratégias de manufatura, finanças, marketing e cadeia de suprimentos?	<i>Quality Function Deployment</i> (QFD) (Desdobramento da Função Qualidade) para	Alinhamento Estratégico e Visão de <i>Stakeholders</i> .

		integrar a voz de múltiplos <i>stakeholders</i> .	
Pourhejazy et al. (2019)	Como tomar decisões de exclusão de produtos de consumo rápido (FMCG) sob incerteza e com múltiplos critérios conflitantes?	<i>Nested-Fuzzy Inference System with Interactions</i> (NFISI) (Sistema de Inferência Fuzzy Aninhado com Interações).	Produtos de Alto Giro (FMCG) e Lógica <i>Fuzzy</i> .
Zhu, Shah e Sarkis (2018)	Como a exclusão de produtos pode contribuir para uma cadeia de suprimentos mais enxuta (<i>lean</i>) e sustentável?	Modelo AHP/ANP integrado com análise BOCR (Benefícios, Oportunidades, Custos e Riscos).	Integração Lean-Green na Cadeia de Suprimentos.
Zhu, Shah e Sarkis (2020)	Quais são as implicações estratégicas e operacionais da exclusão de produtos "verdes" na cadeia de suprimentos?	Framework Conceitual (Teórico). Propõe a evolução do "Verde Profundo" para "Tons mais pálidos de verde".	Gestão da Cadeia de Suprimentos Verde (GSCM).
Zhu et al. (2021)	Como identificar e mitigar os riscos associados à exclusão de produtos ao longo da cadeia de suprimentos?	FMEA (Análise de Modos de Falha e Efeitos).	Gestão de Riscos na Cadeia de Suprimentos.
Zhu, Martins, Shah e Sarkis (2023)	Qual é a estrutura intelectual, tendências e lacunas da literatura sobre exclusão de marcas e produtos?	Revisão Bibliométrica e Mapeamento Científico.	Estado da Arte e Agenda de Pesquisa.

Fonte: Autoria própria (2025).

Zhu, Shah e Sarkis (2018) propõem que a exclusão estratégica de produtos atua como mecanismo de otimização em cadeias de suprimentos sob uma perspectiva *lean-green*. O estudo argumenta que eliminar produtos de baixo desempenho pode reduzir desperdícios, estoques obsoletos e alocar recursos de maneira mais eficiente, sobretudo quando unido à sustentabilidade organizacional. Os autores enfatizam que essa exclusão não deve ser guiada apenas por métricas financeiras, pois possui impactos nas dimensões ambiental, logística e de descarte. Eles indicam que o uso de abordagens estruturadas pode ajudar a equilibrar decisões com vários critérios, tornando a exclusão um movimento estratégico e não apenas reativo.

Zhu, Shah e Sarkis (2020) investigam os efeitos da exclusão de produtos verdes sobre o desempenho da cadeia de suprimentos e a coerência estratégica do portfólio. O estudo mostra que retirar itens com baixa margem ou demanda reduzida pode melhorar a eficiência

operacional e o custo efetivo do portfólio. Entretanto, os autores alertam que essa decisão pode gerar impactos negativos de reputação e percepção de valor, dado que *stakeholders* valorizam compromissos ambientais. Eles sugerem que a exclusão de produtos sustentáveis deve ser suportada por critérios sólidos para minimizar riscos e preservar a integridade de marca e a lealdade dos consumidores.

Zhu *et al.* (2021) aprofundam a discussão ao conectar a exclusão à gestão de riscos na cadeia de suprimentos. Eles destacam que a retirada de um produto pode gerar efeitos em cascata, como alterar relações com fornecedores, provocar realocação de processos e influenciar a distribuição. O estudo recomenda que a exclusão seja analisada por meio da ferramenta FMEA para identificar e mitigar *trade-offs* entre custo, eficiência logística e perdas potenciais. A aplicação desta ferramenta é apontada como caminho para apoiar decisões que equilibrem competitividade e resiliência da cadeia.

Golrizgashti *et al.* (2022) focam na formalização do processo estratégico de exclusão com base no alinhamento aos objetivos de negócio e *stakeholders*. Embora não utilizem um método MCDM quantitativo clássico de escolha, sugerem o uso de *Quality Function Deployment* (QFD) para mapear necessidades de *stakeholders* (como *marketing*, finanças e clientes) e priorizar produtos candidatos à exclusão. Por meio de um estudo de caso em manufatura, eles demonstram que esse *framework* multidimensional pode tornar a exclusão mais planejada e menos arbitrária.

Bai *et al.* (2018) dedicam-se à exclusão de produtos sustentáveis, abordando o desafio de decidir quando excluir produtos com apelo ecológico sem prejudicar a reputação da marca. O estudo enfatiza que, embora a decisão possa ser suportada por critérios financeiros e operacionais, é preciso pesar os riscos de imagem e coerência com valores ambientais. Eles defendem que decisões de exclusão em produtos verdes demandem análises multicritério híbridas usando *Rough Set Theory* e *Fuzzy C-Means* que combinem dados quantitativos e qualitativos para evitar impactos negativos junto a *stakeholders*.

Pourhejazy *et al.* (2019) oferecem um modelo quantitativo para a exclusão em ambiente de incerteza, baseado em um Sistema de Inferência *Fuzzy* Aninhado (NFISI). Os autores definem critérios conflitantes (financeiros, estratégicos e operacionais) e empregam a lógica *fuzzy* para lidar com a imprecisão e as interações entre esses fatores ao avaliar candidatos à exclusão. O modelo é demonstrado em um estudo de caso de empresa de bens de consumo de giro rápido (FMCG), provando que a abordagem reduz o viés humano e aumenta a confiabilidade nas decisões, entregando um modelo aplicável para portfólios complexos.

Por fim, Zhu, Martins, Shah e Sarkis (2023) realizam uma revisão bibliométrica sobre exclusão de marcas e produtos, traçando a evolução do campo e identificando lacunas metodológicas e conceituais. O estudo revela que muitos trabalhos consideram apenas aspectos isolados, com poucas abordagens integradas. Os autores destacam a necessidade de incorporar métodos multicritério, dados empíricos e propostas práticas para apoiar exclusões em ambientes empresariais complexos, o que reforça a relevância e originalidade deste trabalho, que se propõe inserir PSS no contexto de exclusão.

Em conjunto, os trabalhos dos *clusters* 2 e 3 sustentam a ideia de que a proposição de um modelo não apenas aplica conceitos existentes, mas materializa a lacuna que a literatura expõe para decisões de exclusão em portfólios complexos. Nesse sentido, esses trabalhos indicam uma ótima aderência à classificação do problema em questão como um problema de MCDM, bem como apontam os métodos mais aderentes ao suporte da exclusão do portfólio de PSS, com destaque para abordagens que tratam hierarquização de critérios, modelagem da incerteza, ranqueamento de alternativas e avaliação de impactos estratégicos. Dentre os métodos recorrentes, destacam-se o BWM, o TOPSIS e a lógica *fuzzy*, utilizados isoladamente ou em combinação, em estudos que envolvem decisões de portfólio, sustentabilidade, eficiência operacional e risco.

O BWM, desenvolvido por Rezaei (2015), é utilizado para atribuir pesos a critérios com maior consistência e menor ambiguidade em comparação a métodos tradicionais. No estudo de Amiri *et al.* (2021), a aplicação revela que o BWM, quando integrado a abordagens possibilísticas, é especialmente eficaz para priorização de critérios estratégicos sob incerteza, sendo uma ferramenta essencial para apoiar a exclusão de PSS em setores sensíveis.

O TOPSIS é reconhecido por sua capacidade de ordenar alternativas com base na distância relativa à solução ideal. No estudo de Gao *et al.* (2023), o método é aplicado de forma híbrida para o ranqueamento de alternativas em contextos complexos de investimentos em redes elétricas. Essa aplicação demonstra a utilidade do TOPSIS para a seleção estruturada de PSS a serem excluídos, permitindo processar múltiplos critérios conflitantes, como custo, impacto estratégico e alinhamento operacional, para identificar as opções que mais se distanciam da solução ideal negativa.

A programação *fuzzy* aparece como abordagem complementar, permitindo representar incertezas e subjetividades na avaliação de alternativas. Em Pourhejazy *et al.* (2019), por exemplo, a lógica *fuzzy* é usada para avaliar produtos candidatos à exclusão considerando julgamentos imprecisos de especialistas. Já em Snášel *et al.* (2024), conceitos de fusão de dados

e incerteza são aplicados para o ranqueamento de ativos. A abordagem *fuzzy*, portanto, é crucial para capturar nuances qualitativas nas decisões de exclusão de PSS, como percepção de mercado, riscos regulatórios e variações de desempenho ao longo do ciclo de vida.

Dessa forma, os trabalhos e métodos analisados oferecem uma base sólida para classificar o problema como MCDM, bem como para construir e propor um modelo de apoio à tomada de decisão de exclusão de PSS de forma estruturada, transparente e alinhada aos objetivos organizacionais. Com o intuito de identificar a relevância e contribuição da proposição de um modelo baseado em BWM *fuzzy*-TOPSIS para o problema deste trabalho, o quadro 7 sintetiza as principais contribuições que os autores indicaram para pesquisas futuras.

Quadro 7 - Principais contribuições dos Cluster Método MCDM e Cluster Exclusão de Portfólio para pesquisas futuras

Referência	Contribuições para pesquisas futuras
Amiri <i>et al.</i> (2021)	Testar o modelo BWM em outros tipos de problemas multicritério e setores, comparar com outros esquemas <i>fuzzy</i> de ponderação de critérios, aprofundar análise de sensibilidade em diferentes perfis de decisores.
Gao <i>et al.</i> (2023)	Aplicar o modelo híbrido de otimização em outros problemas de seleção de portfólio de investimentos em energia, integrar explicitamente métodos MCDM na priorização de projetos sob múltiplos critérios (custo, confiabilidade, sustentabilidade).
Hocine <i>et al.</i> (2018)	Estender o modelo multi-objetivo e <i>fuzzy</i> para novos portfólios de geração renovável, explorar outras funções de pertinência e combinar com MCDM para seleção de combinações de tecnologias sob diferentes cenários de incerteza.
Kassem <i>et al.</i> (2016)	Refinar a árvore de critérios e integrá-la com métodos MCDM em problemas de seleção de tecnologias solares e alternativas de projeto em contextos distintos.
Kumar <i>et al.</i> (2021)	Explorar a integração entre dados simulados e virtuais e MCDM em problemas de seleção e priorização, testar o <i>framework</i> em diferentes setores e tipos de decisão estratégica.
Matrosov <i>et al.</i> (2015)	Aplicar a abordagem <i>many-objective</i> e de <i>visual analytics</i> a outros problemas de seleção de portfólios (energia, infraestrutura etc.), facilitando a escolha entre alternativas com muitos objetivos conflitantes.
Mosallaeipour <i>et al.</i> (2020)	Adaptar o sistema de suporte à decisão robusto a outros problemas de seleção de ativos e localização, comparando o uso de diferentes métodos MCDM dentro da arquitetura de DSS.

Nielsen <i>et al.</i> (2016)	Desenvolver <i>frameworks</i> de seleção e priorização de alternativas de <i>retrofit</i> com base em MCDM, aplicar em portfólios de edifícios e avaliar como diferentes métodos de ponderação influenciam o <i>ranking</i> das alternativas.
Rezaei (2015)	Aplicar BWM em novos contextos de avaliação e segmentação (fornecedores, projetos, produtos, tecnologias) e desenvolver extensões <i>fuzzy</i> e em grupo para problemas de seleção multicritério.
Snášel <i>et al.</i> (2024)	Generalizar o <i>framework</i> de fusão de múltiplas fontes de informação para outros problemas de seleção de portfólios (ativos, produtos, projetos), integrando mais critérios (risco, ESG, liquidez) em um contexto MCDM.
Zhu, Martins, Shah e Sarkis (2023)	Desenvolver modelos MCDM para exclusão de produtos/marcas, aplicar em portfólios complexos e usar dados empíricos para entender como diferentes critérios (financeiros, estratégicos, de risco, ESG) entram nas decisões de exclusão.
Bai <i>et al.</i> (2018)	Aplicar e testar <i>frameworks</i> multicritério de exclusão de produtos sustentáveis em outros setores, investigar como critérios financeiros, operacionais e reputacionais são equilibrados e modelados em MCDM na hora de excluir produtos verdes.
Golrizgashti <i>et al.</i> (2022)	Integrar o QFD de exclusão de produtos com métodos MCDM quantitativos <i>fuzzy</i> para priorizar itens a excluir, aplicar o <i>framework</i> em portfólios maiores e setores diferentes, envolvendo múltiplos <i>stakeholders</i> .
Pourhejazy <i>et al.</i> (2019)	Testar o modelo <i>fuzzy</i> BWM em outros portfólios de produtos, considerar dinâmicas de entrada e saída de itens ao longo do tempo e comparar com outros mistos <i>fuzzy</i> -MCDM para decisões de exclusão.
Zhu, Shah e Sarkis (2018)	Integrar estruturas MCDM às decisões de exclusão de produtos em cadeias <i>lean-green</i> , quantificando como a exclusão impacta simultaneamente custos, desperdício e sustentabilidade, aplicar em diferentes setores.
Zhu, Shah e Sarkis (2020)	Aprofundar o uso de ferramentas multicritério em exclusão de produtos verdes, considerando efeitos em eficiência, imagem e coerência de portfólio, testar o <i>framework</i> em diferentes cadeias de suprimentos.
Zhu <i>et al.</i> (2021)	Combinar o <i>framework</i> de análise de risco com métodos MCDM para priorizar deleções sob múltiplos critérios de risco e desempenho, aplicar em outros setores e tipos de portfólio.

Fonte: Autoria própria (2025).

Deve-se destacar que Zhu *et al.* (2018, 2020, 2021) e Bai *et al.* (2018) apontam a necessidade de modelos multicritério que apoiem a exclusão, considerando simultaneamente critérios econômicos, operacionais, de risco e de sustentabilidade, além dos impactos em *stakeholders*. Essas lacunas se conectam diretamente ao problema empírico de exclusão de PSS em um setor pressionado por eficiência e transição energética, reforçando a relevância de um

modelo que trate múltiplas dimensões e incerteza. Além disso, Golrizgashti *et al.* (2022) e Zhu, Martins, Shah e Sarkis (2023) reforçam que a literatura ainda carece de modelos estruturados e empiricamente aplicados para exclusão estratégica de produtos, integrando a voz dos stakeholders, critérios estratégicos e ferramentas MCDM.

De forma complementar, o Quadro 8 indica um conjunto coeso de research *venues* para pesquisas que combinam exclusão de portfólio e métodos MCDM. O mapeamento foi realizado a partir dos artigos dos *clusters* 2 e 3, onde identificou-se periódicos das publicações e o respectivo escopo declarado. Em seguida, analisou-se o padrão de contribuições com base no objetivo, escopo e descrições oficiais contidas no site de cada periódico. Por fim, avaliou-se qualitativamente o grau de aderência de cada *venue* ao escopo desta dissertação, destacando aqueles que apresentam maior convergência com o tema de exclusão de PSS em portfólios complexos, uso de BWM e *fuzzy*-TOPSIS no contexto setorial de petróleo, gás e energia.

Quadro 8 - Periódicos do Cluster Método MCDM e Cluster Exclusão de Portfólio e aderência ao estudo

Periódico	Área principal	Artigos publicados	Aderência ao estudo
Expert Systems with Applications (ESWA)	Sistemas inteligentes, IA e MCDM aplicados	Rezaei (2015); Pourhejazy <i>et al.</i> (2019)	Muito alta
Industrial Management & Data Systems (IMDS)	Interface operações, supply chain, sistemas de informação e <i>analytics</i>	Bai <i>et al.</i> (2018); Golrizgashti <i>et al.</i> (2022)	Muito alta
Computers & Industrial Engineering (C&IE)	Engenharia de produção e computação	Amiri <i>et al.</i> (2021)	Alta
Energies	Energia (tecnologia, planejamento, política, gestão)	Gao <i>et al.</i> (2023)	Alta
IEEE Transactions on Engineering Management (IEEE-TEM)	Gestão de engenharia, tecnologia e inovação	Zhu, Martins, Shah e Sarkis (2023)	Alta
International Journal of Production Economics (IJPE)	Interface engenharia e gestão da produção, operações e cadeias de suprimentos	Zhu, Shah e Sarkis (2018)	Alta

International Journal of Production Research (IJPR)	Pesquisa em produção, manufatura e logística	Zhu, Shah e Sarkis (2020)	Alta
Benchmarking: An International Journal (BIJ)	<i>Benchmarking</i> , desempenho e melhores práticas	Zhu <i>et al.</i> (2021)	Média
Renewable Energy	Sistemas de energia renovável	Hocine <i>et al.</i> (2018)	Média
Journal of Modelling in Management (JM2)	Modelagem gerencial e sistemas de informação	Kumar <i>et al.</i> (2021)	Média
Sustainable Energy Technologies and Assessments	Avaliação de tecnologias de energia sustentável	Kassem <i>et al.</i> (2016)	Média

Fonte: Autoria própria (2025).

No contexto desta pesquisa, alguns periódicos se destacam como canais naturais para publicação de estudos que combinam métodos MCDM, análise de portfólio e decisões em ambientes complexos. O periódico *Expert Systems with Applications* (ESWA) é um dos principais veículos internacionais para trabalhos que integram sistemas inteligentes, lógica *fuzzy* e métodos multicritério a problemas reais de decisão. Seu escopo enfatiza o desenho, desenvolvimento, teste e implementação de sistemas especialistas e de decisão em contextos industriais, governamentais e acadêmicos, com forte ênfase em modelos aplicados a seleção, classificação e priorização de alternativas.

O *Industrial Management & Data Systems* (IMDS), por sua vez, ocupa uma posição relevante na interface entre gestão de operações e sistemas de informação. O periódico foca em como dados, *analytics* e tecnologias de informação suportam decisões de gestão industrial, processos de negócio e cadeias de suprimentos, frequentemente combinando abordagens quantitativas com estudos empíricos em empresas. Nesse sentido, o IMDS constitui um *venue* particularmente adequado para trabalhos que tratam de gestão de portfólio de produtos e serviços, exclusão estratégica apoiada por estruturas analíticas explícitas.

O periódico *Computers & Industrial Engineering* (C&IE) concentra-se na interseção entre engenharia de produção e métodos computacionais. Seu escopo abrange modelagem matemática, otimização, simulação, análise de dados e MCDM aplicados a problemas de produção, logística e engenharia de sistemas. Predominam contribuições que propõem ou

refinam modelos computacionais para apoiar decisões complexas, validados por estudos de caso ou experimentos numéricos robustos. Essa característica torna C&IE um canal natural para pesquisas que proponham modelos para exclusão em portfólios industriais.

No eixo setorial de energia, o periódico *Energies* (MDPI) é um veículo de acesso aberto voltado a pesquisas em tecnologia, política e gestão de energia. Seu escopo cobre desde aspectos tecnológicos de conversão, suprimento e uso de energia até estudos de planejamento, avaliação de alternativas e políticas energéticas, incluindo aplicações de métodos de otimização e MCDM em decisões de investimento e desenho de portfólios energéticos. A combinação entre foco setorial em energia e abertura a modelos de decisão multicritério reforça a aderência do *Energies* a estudos sobre PSS e exclusão de portfólio em cadeias de petróleo, gás e energia.

O periódico *IEEE Transactions on Engineering Management* (IEEE-TEM) está posicionado entre gestão de engenharia, tecnologia e inovação. Seu escopo oficial enfatiza a gestão de funções técnicas, como pesquisa, desenvolvimento e engenharia, e a formulação de políticas e decisões em organizações intensivas em tecnologia. São comuns contribuições teóricas e empíricas sobre portfólio de projetos, estratégia tecnológica, inovação e, mais recentemente, revisões bibliométricas que estruturam campos de pesquisa emergentes, como é o caso da exclusão. Assim, IEEE-TEM se configura como um *venue* de referência para trabalhos que, além de propor modelos, buscam consolidar e orientar agendas de pesquisa em gestão de portfólios tecnológicos.

Por fim, o *International Journal of Production Economics* (IJPE) é um periódico interdisciplinar na interface entre engenharia e gestão, cobrindo todas as etapas do ciclo de produto e dos fluxos de materiais, desde pesquisa e desenvolvimento até produção, distribuição e descarte. O foco está em decisões econômicas e de gestão associadas à produção, operações e cadeias de suprimentos, incluindo estudos sobre portfólio de produtos, *trade-offs* de custo, serviço e sustentabilidade, e integração de abordagens quantitativas a problemas empresariais concretos. O histórico de publicações que tratam de exclusão de produtos, *lean* e sustentabilidade em cadeias de suprimentos coloca o IJPE como um *venues* alinhado ao enquadramento desta dissertação, tanto para o mapeamento bibliométrico quanto para trabalhos futuros derivados do modelo proposto.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão sistemática de literatura, apoiada por análise bibliométrica, proporcionou uma compreensão profunda acerca do tema MCDM para apoio à tomada de decisão de exclusão em

um portfólio de PSS, identificando os principais tópicos abordados, os periódicos mais relevantes e os autores com maior impacto, entre eles Zhu, Bai, Pourhejazy e Golrizgashti. Esses estudos emergem como referências fundamentais ao reforçar que a tomada de decisão de exclusão de produtos ou serviços deve ser embasada em avaliações multicritério robustas, integrando diversos aspectos, como financeiros, operacionais, ambientais e estratégicos. A partir dessa análise, foi possível mapear as principais tendências do campo e delimitar as abordagens metodológicas mais promissoras.

O BWM, desenvolvido por Rezaei (2015), demonstrou-se eficaz na atribuição de pesos mais consistentes e menos sujeitos a inconsistência, sendo amplamente aplicado para priorização de critérios em estudos como o de Amiri *et al.* (2021). Já o TOPSIS, proposto originalmente por Hwang e Yoon (1981) e posteriormente estendido com lógica *fuzzy* por Chen (2000), é utilizado para ranquear alternativas com base na proximidade da solução ideal, conforme exemplificado em Kumar *et al.* (2021) e, de forma híbrida, em Gao *et al.* (2023). A aplicação da lógica *fuzzy*, nesses casos, permite incorporar incertezas e subjetividades inerentes ao julgamento humano, aspecto crucial quando se trabalha com avaliações qualitativas e múltiplos decisores.

Os resultados obtidos demonstram que o uso de modelos combinados aumenta a confiabilidade da tomada de decisão de exclusão de PSS, reduz viés humano e contribui para o alinhamento estratégico organizacional. A análise dos *clusters* de literatura evidenciou que, além dos benefícios operacionais, a exclusão de PSS também afeta positivamente a sustentabilidade e a resiliência do portfólio, reforçando a necessidade de utilizar uma estrutura decisória bem definida.

A integração de métodos multicritério sob incerteza emerge como uma estratégia metodológica robusta para guiar decisões de exclusão de PSS. O estudo de Pourhejazy *et al.* (2019) aplica lógica *fuzzy* para ponderar critérios e avaliar alternativas de forma integrada, lidando com a imprecisão dos dados. Gao *et al.* (2023) combinam BWM e TOPSIS em decisões de portfólio energético, enquanto Amiri *et al.* (2021) aplicam BWM com lógica possibilística para avaliação multicritério em contextos industriais. A combinação dessas técnicas permite modelar critérios estratégicos, ranquear PSS com precisão e incorporar incertezas reais do ambiente decisório.

A análise dos principais temas e problemas caracterizados como MCDM convergem para a ideia de que os tipos de decisão, incluindo a exclusão de PSS, não são apenas operacionais, mas movimentos estratégicos que redesenham portfólios, empresas e percepções

de valor, o que corrobora o dilema da empresa estudada. Trabalhos como Zhu *et al.* (2018, 2020, 2021) e Bai *et al.* (2018) mostram que a exclusão pode aumentar eficiência, reduzir desperdícios e otimizar recursos, mas também expõem que, quando se trata de produtos alinhados à sustentabilidade, há riscos de imagem, perda de coerência estratégica e impactos em stakeholders. Em um contexto de PSS no setor de petróleo, gás e energia, isso é ainda mais sensível, pois exclusões não afetam apenas o portfólio físico, mas contratos vigentes, serviços associados, relacionamentos de longo prazo, metas ambientais e regulatórias, o que torna o problema empírico da empresa extremamente complexo e repleto de *trade-offs*.

Por outro lado, Golrizgashti *et al.* (2022), Pourhejazy *et al.* (2019) e a revisão de Zhu, Martins, Shah e Sarkis (2023) reforçam que falta, na literatura, um arcabouço realmente integrado e aplicável para apoiar decisões de exclusão em ambientes reais, com múltiplos critérios e alta incerteza. Golrizgashti *et al.* (2022) mostram a importância de mapear expectativas de *stakeholders* e alinhar exclusão a objetivos de marca, mas ainda sem um MCDM quantitativo explícito. Bai *et al.* (2018) e Zhu, Martins, Shah e Sarkis (2023) destacam justamente a carência de abordagens que combinem dados quantitativos, julgamentos qualitativos e ferramentas multicritério em casos empíricos mais complexos. Já Pourhejazy *et al.* (2019) avançam ao propor um modelo para exclusão em bens de consumo, evidenciando o potencial de métodos combinados *fuzzy* em cenários incertos.

Assim, ao trazer um modelo BWM fuzzy-TOPSIS aplicado a um problema real e subjetivo de exclusão de PSS com múltiplos decisores e critérios conflitantes (econômicos, operacionais, estratégicos e ambientais), esta dissertação responde diretamente às lacunas apontadas por esses autores, oferecendo uma ferramenta estruturada, transparente e sensível à incerteza para transformar um problema empírico até então tratado de forma fragmentada em um processo de decisão sistemático e replicável.

Para estudos futuros, baseado nos *clusters* 2 e 3, recomenda-se explorar a aplicação prática de *frameworks* de exclusão em outros setores empresariais, bem como investigar a integração de técnicas de inteligência artificial, aprendizado de máquina e suas integrações com métodos de tomada de decisão.

Por fim, o presente estudo atinge seu objetivo ao responder à questão de pesquisa: “Quais são os principais métodos para tomada de decisão de exclusão em portfólios de PSS existentes na literatura?”. A identificação do modelo com os métodos BWM *fuzzy*-TOPSIS se justifica pela capacidade dessas técnicas em lidar com decisões complexas, especialmente em contextos com múltiplos decisores e critérios qualitativos e quantitativos.

REFERÊNCIAS

- ABBASNIA, F.; ZANDIEH, M.; BAHRAMI, F.; POURHEJAZY, P. A decision analysis framework for the identification and performance preservation of strategic products in the supply chain. **Logistics**, v. 9, n. 3, art. 89, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/logistics9030089>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- ABDOLLAHI, M.; ARVAN, M.; RAZMI, J. An integrated approach for supplier portfolio selection: Lean or agile? **Expert Systems with Applications**, v. 42, n. 1, p. 679-690, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.08.019>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- AL GARNI, H. Z.; KASSEM, A.; AWASTHI, A.; KOMLJENOVIC, D.; AL-HADDAD, K. A multicriteria decision making approach for evaluating renewable power generation sources in Saudi Arabia. **Sustainable Energy Technologies and Assessments**, v. 16, p. 137-150, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.seta.2016.05.006>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- ALMEIDA, A. T. de. **Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério**. São Paulo: Atlas, 2013.
- BAI, C.; MA, X.; ZHU, Q. Product portfolio decarbonization: deleting hot products for a cooler supply chain. **Business Strategy and the Environment**, v. 33, n. 8, p. 9161-9180, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/bse.3958>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- BAI, C.; SHAH, P.; ZHU, Q.; SARKIS, J. Green product deletion decisions: an integrated sustainable production and consumption approach. **Industrial Management & Data Systems**, v. 118, n. 2, p. 349-389, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IMDS-05-2017-0175>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- BALEŽENTIS, A.; BALEŽENTIS, T.; MISIŪNAS, A. An integrated assessment of Lithuanian economic sectors based on financial ratios and fuzzy MCDM methods. **Technological and Economic Development of Economy**, v. 18, n. 1, p. 34-53, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.3846/20294913.2012.656151>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- BANA E COSTA, C. A.; ENSSLIN, L.; CORRÊA, E. C.; VANSNICK, J.-C. Decision Support Systems in action: Integrated application in a multicriteria decision aid process. **European Journal of Operational Research**, v. 113, n. 2, p. 315-335, 1999. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(98\)00219-7](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(98)00219-7). Acesso em: 15 dez. 2025.
- BELTON, V.; STEWART, T. J. Multiple criteria decision analysis: an integrated approach. Boston: **Kluwer Academic Publishers**, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1495-4>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- BEUREN, F. H.; CAUCHICK-MIGUEL, P. A. Proposal of a framework for product-service systems characterization. **Production**, v. 27, e20170052, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20170052>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- BEUREN, F. H.; FERREIRA, M. G.; CAUCHICK MIGUEL, P. A. Product-service systems: a literature review on integrated products and services. **Journal of Cleaner Production**, v. 47, p. 222-231, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.028>. Acesso em: 15 dez. 2025.

- BILBAO-TEROL, A.; ARENAS-PARRA, M.; CAÑAL-FERNÁNDEZ, V. Selection of socially responsible portfolios using goal programming and fuzzy technology. **Information Sciences**, v. 189, p. 110-125, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ins.2011.12.001>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- BORCHARDT, M.; SELLITTO, M. A.; PEREIRA, G. M. Sistemas produto-serviço: referencial teórico e direções para futuras pesquisas. **Revista Produção Online**, v. 10, n. 4, p. 837-860, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v10i4.510>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- BRANS, J. P.; VINCKE, P. A preference ranking organisation method: The PROMETHEE method for multiple criteria decision-making. **Management Science**, v. 31, n. 6, p. 647-656, 1985. Disponível em: <https://doi.org/10.1287/mnsc.31.6.647>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- CAVIGGIOLI, F.; UGHETTO, E. A bibliometric analysis of the research dealing with the impact of additive manufacturing on industry, business and society. **International Journal of Production Economics**, v. 208, p. 254-268, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.11.022>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- ÇELİKBİLEK, Y.; TÜYSÜZ, F. An integrated grey based multi-criteria decision making approach for the evaluation of renewable energy sources. **Energy**, v. 115, p. 442-458, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.09.091>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- CHEREPOVITSYN, A.; RUTENKO, E. Strategic planning of oil and gas companies: the decarbonization transition. **Energies**, v. 15, n. 17, art. 6163, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/en15176163>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- CHEN, C.-T. Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. **Fuzzy Sets and Systems**, v. 114, n. 1, p. 1-9, 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(97\)00377-1](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(97)00377-1). Acesso em: 15 dez. 2025.
- CHRYSIKOPOULOS, S. K.; CHOUNTALAS, P. T.; GEORGAKELLOS, D. A.; LAGODIMOS, A. G. Decarbonization in the oil and gas sector: the role of power purchase agreements and renewable energy certificates. **Sustainability**, v. 16, n. 15, art. 6339, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su16156339>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. **Portfolio management for new products**. 2. ed. Cambridge, MA: Perseus Publishing, 2001.
- DANESH, D.; RYAN, M. J.; ABBASI, A. Multi-criteria decision-making methods for project portfolio management: a literature review. **International Journal of Management and Decision Making**, v. 17, n. 1, p. 75-94, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1504/IJMDM.2018.088813>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- DONTHU, N.; KUMAR, S.; MUKHERJEE, D.; PANDEY, N.; LIM, W. M. How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. **Journal of Business Research**, v. 133, p. 285-296, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>. Acesso em: 15 dez. 2025.

EGGERS, J. P. All experience is not created equal: learning, adapting, and focusing in product portfolio management. **Strategic Management Journal**, v. 33, n. 3, p. 315-335, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/smj.956>. Acesso em: 15 dez. 2025.

EHRGOTT, M. **Multicriteria optimization**. 2. ed. Berlin: Springer, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/3-540-27659-9>. Acesso em: 15 dez. 2025.

GAO, Changzheng; WANG, Xiuna; LI, Dongwei; HAN, Chao; YOU, Weiyang; ZHAO, Yihang. A novel hybrid power-grid investment optimization model with collaborative consideration of risk and benefit. **Energies**, Basel, v. 16, n. 20, art. 7215, 2023. DOI 10.3390/en16207215. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/en16207215>. Acesso em: 15 dez. 2025.

GEBAUER, H. Identifying service strategies in product manufacturing companies by exploring environment-strategy configurations. **Industrial Marketing Management**, v. 37, n. 3, p. 278-291, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2007.05.018>. Acesso em: 15 dez. 2025.

GEBAUER, H.; FLEISCH, E.; FRIEDLI, T. Overcoming the service paradox in manufacturing companies. **European Management Journal**, v. 23, n. 1, p. 14-26, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.emj.2004.12.006>. Acesso em: 15 dez. 2025.

GOEDKOOP, M. J.; VAN HALEN, C. J. G.; TE RIELE, H. R. M.; ROMMENS, P. J. M. Product service systems, ecological and economic basics. **The Hague: Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM)**, 1999.

GOLRIZGASHTI, S.; DAHAGHIN, M.; POURHEJAZY, P. Product deletion decisions for adjusting supply chain strategy: a case study from the food industry. **IEEE Engineering Management Review**, v. 49, n. 3, p. 182-198, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/EMR.2021.3101112>. Acesso em: 15 dez. 2025.

GOLRIZGASHTI, S.; HOSSEINI, S. H.; ZHU, Q.; SARKIS, J. Evaluating supply chain dynamics in the presence of product deletion. **International Journal of Production Economics**, v. 255, p. 108722, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108722>. Acesso em: 15 dez. 2025.

GOLRIZGASHTI, S.; ZHU, Q.; SARKIS, J. Formalizing the strategic product deletion decision: incorporating multiple stakeholder views. **Industrial Management & Data Systems**, v. 122, n. 4, p. 887-919, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IMDS-07-2021-0435>. Acesso em: 15 dez. 2025.

HALTTUNEN, K.; SLADE, R. B.; STAFFELL, I. Diversify or die: strategy options for oil majors in the sustainable energy transition. **Energy Research & Social Science**, v. 104, art. 103253, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103253>. Acesso em: 15 dez. 2025.

HERNANDEZ, J. M. C.; WRIGHT, S. A.; AFFONSO, F. M. The importance of advertising skepticism for brand extension appeals. **Psychology & Marketing**, v. 36, n. 7, p. 687-699, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/mar.21205>. Acesso em: 15 dez. 2025.

HWANG, C. L.; YOON, K. Multiple attribute decision making: methods and applications a state-of-the-art survey. **Economics and Mathematical Systems**, v. 186, 1981. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9>. Acesso em: 15 dez. 2025.

JIANG, Z.; ZHANG, H.; SUTHERLAND, J. W. Development of multi-criteria decision making model for remanufacturing technology portfolio selection. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, n. 17-18, p. 1939-1945, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.07.010>. Acesso em: 15 dez. 2025.

JOSHI, D.; KUMAR, S. Intuitionistic fuzzy entropy and distance measure based TOPSIS method for multi-criteria decision making. **Egyptian Informatics Journal**, v. 15, n. 1, p. 11-22, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eij.2014.03.002>. Acesso em: 15 dez. 2025.

KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. **Decisions with multiple objectives: preferences and value tradeoffs**. New York: John Wiley & Sons, 1976.

KESTER, L.; GRIFFIN, A.; HULTINK, E. J.; LAUCHE, K. Exploring portfolio decision-making processes. **Journal of Product Innovation Management**, v. 28, n. 5, p. 641-661, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2011.00832.x>. Acesso em: 15 dez. 2025.

KILLEN, C. P.; HUNT, R. A.; KLEINSCHMIDT, E. J. Project portfolio management for product innovation. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 25, n. 1, p. 24-38, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/02656710810843559>. Acesso em: 15 dez. 2025.

KOTLER, P. **Marketing management**. 10. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000.

KOUHIZADEH, M.; SARKIS, J. Blockchain practices, potentials, and perspectives in greening supply chains. **Sustainability**, v. 10, n. 10, p. 3652, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su10103652>. Acesso em: 15 dez. 2025.

LACERDA, D. P.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. Design science research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2013005000014>. Acesso em: 15 dez. 2025.

LINTON, J. D. Assessing research program performance using the DEA and the value creation model. **R&D Management**, v. 32, n. 5, p. 377-388, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1467-9310.00246>. Acesso em: 15 dez. 2025.

MARDANI, A.; JUSOH, A.; NOR, K. M.; KHALIFAH, Z.; ZAKWAN, N.; VALIPOUR, A. Multiple criteria decision-making techniques and their applications: a review of the literature from 2000 to 2014. **Economic Research-Ekonomska Istraživanja**, v. 28, n. 1, p. 516-571, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/1331677X.2015.1075139>. Acesso em: 15 dez. 2025.

MEHLAWAT, M. K.; GUPTA, P. Asset portfolio optimization using fuzzy mathematical programming. **Information Sciences**, v. 178, n. 11, p. 2410-2426, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ins.2007.10.025>. Acesso em: 15 dez. 2025.

MIGUEL, P. A. C. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.

MINTZBERG, H. Planning on the left side and managing on the right. **Harvard Business Review**, v. 54, n. 4, p. 49-58, 1976.

MORELLI, N. Designing product/service systems: a methodological exploration. **Design Issues**, v. 18, n. 3, p. 3-17, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1162/074793602320223253>. Acesso em: 15 dez. 2025.

NASEER, M. M.; MAHMOOD, K. Use of bibliometrics in LIS research. **LIBRES: Library and Information Science Research Electronic Journal**, v. 19, n. 2, p. 1-11, set. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.32655/LIBRES.2009.2.4>. Acesso em: 15 dez. 2025.

NIELSEN, A. N.; JENSEN, R. L.; LARSEN, T. S.; NISSEN, S. B. Early stage decision support for sustainable building renovation – A review. **Building and Environment**, v. 103, p. 165-181, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.04.009>. Acesso em: 15 dez. 2025.

PEZZOTTA, G.; SALA, R.; BOUCHER, X.; BERTONI, M.; PIROLA, F. (ed.). Data-driven decision making for product-service systems. **Cham: Springer**, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-60082-1>. Acesso em: 15 dez. 2025.

POURHEJAZY, P.; SARKIS, J.; ZHU, Q. A fuzzy-based decision support system for product elimination. **Expert Systems with Applications**, v. 119, p. 110-124, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.11.001>. Acesso em: 15 dez. 2025.

POURHEJAZY, P.; SARKIS, J.; ZHU, Q. Product deletion as an operational strategic decision: Exploring the sequential effect of prominent criteria on decision-making. **Computers & Industrial Engineering**, v. 140, p. 106274, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106274>. Acesso em: 15 dez. 2025.

PRITCHARD, A. Statistical bibliography or bibliometrics? **Journal of Documentation**, v. 25, n. 4, p. 348-349, 1969.

REZAEI, J.; WANG, J.; TAVASSZY, L. Linking supplier development to supplier segmentation using Best Worst Method. **Expert Systems with Applications**, v. 42, n. 23, p. 9152-9164, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.07.073>. Acesso em: 15 dez. 2025.

REZAEI, M.; ALHARBI, S. A.; RAZMJOO, A.; MOHAMED, M. A. Accurate location planning for a wind-powered hydrogen refueling station: Fuzzy VIKOR method. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 46, n. 67, p. 33360-33374, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.07.154>. Acesso em: 15 dez. 2025.

ROMAN, P.; THIRY, G.; MUYLAERT, C.; RUWET, C.; MARÉCHAL, K. Defining and identifying strongly sustainable product-service systems (SSPSS). **Journal of Cleaner Production**, v. 391, p. 136295, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136295>. Acesso em: 15 dez. 2025.

- SAWIK, T. Selection of supply portfolio under disruption risks. **Omega**, v. 39, n. 2, p. 194-208, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.omega.2010.06.007>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- SHAH, P. Managing customer reactions to brand deletion in B2B and B2C contexts. **Journal of Retailing and Consumer Services**, v. 57, 102223, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2020.102223>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.
- STEIN, E. W. A comprehensive multi-criteria model to rank electric energy production technologies. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 22, p. 640-654, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.02.001>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- STEUER, R. E.; NA, P. Multiple criteria decision making combined with finance: A categorized bibliographic study. **European Journal of Operational Research**, v. 150, n. 3, p. 496-515, 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00774-9](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00774-9). Acesso em: 15 dez. 2025.
- STEUER, R. E.; QI, Y.; HIRSCHBERGER, M. Multiple objectives in portfolio selection. **Journal of Financial Decision Making**, v. 1, n. 1, p. 11-26, 2005.
- THOMPSON, A. A.; PETERAF, M. A.; GAMBLE, J. E.; STRICKLAND III, A. J. **Crafting and executing strategy: the quest for competitive advantage: concepts and cases**. 19. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2014.
- TSAI, W.-H.; CHOU, W.-C. Selecting management systems for sustainable development in SMEs: A novel hybrid model based on DEMATEL, ANP, and ZOGP. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n. 2, p. 1444-1458, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2007.11.058>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- TUKKER, A. Eight types of product-service system: eight ways to sustainability? Experiences from SusProNet. **Business Strategy and the Environment**, v. 13, n. 4, p. 246-260, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/bse.414>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- WECKLES, R. Product line deletion and simplification: tough but necessary decisions. **Business Horizons**, v. 14, n. 5, p. 71-74, 1971. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0007-6813\(71\)90092-9](https://doi.org/10.1016/0007-6813(71)90092-9). Acesso em: 15 dez. 2025.
- WHEELWRIGHT, S. C.; CLARK, K. B. **Revolutionizing product development: quantum leaps in speed, efficiency, and quality**. New York: The Free Press, 1992.
- WORLD ECONOMIC FORUM. **The global risks report 2022**. 17. ed. Geneva: World Economic Forum, 2022. ISBN 978-2-940631-09-4. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2022.pdf. Acesso em: 15 dez. 2025.
- XU, X. *et al.* Supply chain finance: a systematic literature review and bibliometric analysis.

International Journal of Production Economics, v. 204, p. 160-173, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.003>. Acesso em: 15 dez. 2025.

ZHU, Q.; DHAVALA, D. G.; SARKIS, J.; WANG, X. Formalizing organizational product deletion through strategic cross-functional evaluation: a Bayesian analysis approach. **International Journal of Production Economics**, v. 262, p. 108894, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108894>. Acesso em: 15 dez. 2025.

ZHU, Q.; GOLRIZGASHTI, S.; SARKIS, J. Product deletion and supply chain repercussions: risk management using FMEA. **Benchmarking: An International Journal**, v. 28, n. 2, p. 409-437, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/BIJ-01-2020-0007>. Acesso em: 15 dez. 2025.

ZHU, Q.; KOUHIZADEH, M.; SARKIS, J. Formalising product deletion across the supply chain: blockchain technology as a relational governance mechanism. **International Journal of Production Research**, v. 60, n. 1, p. 92-110, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1987552>. Acesso em: 15 dez. 2025.

ZHU, Q.; MARTINS, R. A.; SHAH, P.; SARKIS, J. A bibliometric review of brand and product deletion research: setting a research agenda. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 70, n. 6, p. 2166-2179, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/TEM.2021.3055459>. Acesso em: 15 dez. 2025.

ZHU, Q.; KOUHIZADEH, M. Blockchain technology, supply chain information, and strategic product deletion management. **IEEE Engineering Management Review**, v. 47, n. 1, p. 36-44, 2019. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8637776>. Acesso em: 15 dez. 2025.

ZHU, Q.; SARKIS, J. How loud is consumer voice in product deletion decisions? Retail analytic insights. **Journal of Retailing and Consumer Services**, v. 82, p. 104110, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2024.104110>. Acesso em: 15 dez. 2025.

ZHU, Q.; SHAH, P.; SARKIS, J. Addition by subtraction: integrating product deletion with lean and sustainable supply chain management. **International Journal of Production Economics**, v. 205, p. 201-214, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.035>. Acesso em: 15 dez. 2025.

ZHU, Q.; SHAH, P.; SARKIS, J. A paler shade of green: implications of green product deletion on supply chains. **International Journal of Production Research**, v. 58, n. 15, p. 4567-4588, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1781279>. Acesso em: 15 dez. 2025.

ZUPIC, I.; ČATER, T. Bibliometric methods in management and organization. **Organizational Research Methods**, v. 18, n. 3, p. 429-472, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>. Acesso em: 15 dez. 2025.

Artigo 2 - Desenvolvimento e Proposição do modelo BWM fuzzy-TOPSIS para auxílio à exclusão de PSS: Uma modelagem prática

RESUMO

As mudanças estratégicas no setor de petróleo, gás e energia têm impacto direto nos modelos de negócios e na competitividade das tradicionais empresas do setor, que vêm adotando um novo modelo de negócio para compor seu portfólio, o *Product-Service System* (PSS). Nesse contexto empírico que mescla inovação, tradição e incerteza, a gestão eficiente do portfólio torna-se essencial, especialmente no que diz respeito à exclusão de PSS que não atendem aos critérios de desempenho esperados. Este artigo tem como objetivo principal construir, propor e aplicar, em uma empresa real, um modelo que integra os métodos *Best-Worst Method* (BWM) e *fuzzy-TOPSIS* e, de modo complementar entender a opinião dos participantes por meio de um questionário. O estudo utiliza o método de pesquisa *Design Science Research*, uma estrutura adequada para o desenvolvimento e validação de novos artefatos. A originalidade deste artigo está na proposição e aplicação real de um método robusto e de fácil utilização, baseado em MCDM, que entrega um *ranking* para apoio à tomada de decisão de exclusão dos PSS sem que a alta gestão da empresa perca sua autonomia de avaliação de critérios e do desempenho do portfólio, bem como a tomada de decisão final. Espera-se contribuir simultaneamente com a prática gerencial e com o avanço da literatura sobre exclusão de itens de portfólio em ambientes complexos, possibilitando que outras empresas utilizem o modelo para exclusão, manutenção ou priorização portfólios, além de promover oportunidades futuras de melhorias do modelo em outras pesquisas acadêmicas.

Palavras-chave: *Product-Service System; Multi-Criteria Decision Making; MCDM; Portfolio; Product Deletion, Best-Worst Method, BWM, fuzzy, TOPSIS, fuzzy-TOPSIS.*

7. INTRODUÇÃO

O mercado de Petróleo, Gás e Energia vem passando por uma série de movimentações estratégicas que impactam diretamente os modelos de negócios do setor, implicando em mudanças que ditarão a competitividade e perenidade das principais empresas do mercado. De acordo com o Fórum Econômico Mundial (2022), a diversificação do mix energético, compromissos climáticos obrigatórios e investimentos em descarbonização são essenciais para enfrentar a crise energética e combater as mudanças climáticas, garantindo resiliência e equidade na transição energética.

Eggers (2012) afirma que as organizações competem por meio da gestão de portfólio. Observa-se, na empresa estudada, uma forte competição no setor de distribuição de petróleo, gás e energia, o que implica na intensa criação de novos modelos de negócio, como os *Product-Service Systems* (PSS), com a finalidade de inovar na relação de compra e venda de energéticos em diversos segmentos como comércio e serviço, residencial, agronegócio e industrial. Segundo Morelli (2002), os PSS são baseados em conceitos de economia compartilhada que, a partir do uso intensivo dos produtos, atendem requisitos sustentáveis que objetivam oferecer soluções que cumpram perspectivas ambientais e mercadológicas, promovendo modificações culturais e comportamentais nos consumidores. De acordo com Zhu, Martins, Shah e Sarkis (2023), para ter sucesso no mercado dinâmico e competitivo de hoje, é de suma importância que as empresas gerenciem suas marcas e portfólios de produtos de modo que não apenas criem ou adquiram novas marcas ou produtos, gerenciem os existentes, mas também excluam aqueles que apresentam baixo desempenho.

Contudo, a criação desenfreada desta modalidade de negócio nem sempre entrega os resultados esperados pelos executivos, que enfrentam dificuldades na tomada de decisão sobre a estrutura do portfólio, bem como possíveis exclusões de PSS de baixo desempenho. As divergências acerca do tema entre gerências da empresa vêm gerando uma incoerência horizontal alta que, conforme Slack *et al.* (2018), nada mais é do que um fenômeno que pode surgir devido a falhas na transmissão de informações entre líderes, divergências na compreensão dos objetivos da empresa ou na falta de coordenação entre departamentos. A incoerência vertical pode minar a eficácia geral da empresa, levando a decisões desalinhadas e à perda de oportunidades.

Zhu *et al.* (2021) destacam que as investigações de eliminação de produtos são relativamente negligenciadas tanto na investigação como na prática. De acordo com Golrizgashti *et al.* (2023) as decisões de eliminação em portfólios estão surgindo na literatura

acadêmica, embora com um número limitado de estudos. Com base na importância do tema, este trabalho tem como o objetivo propor um modelo de apoio à tomada de decisão composto pelos métodos BWM (*Best Worst Method*) e *fuzzy-TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution)* com a aplicação em um caso de exclusão de PSS do portfólio da empresa estudada, além de explorar a percepção dos decisores acerca da utilização da ferramenta.

Este artigo está organizado em cinco seções, alinhados ao escopo da pesquisa e com a lógica de construção do artefato com o método para simulação. A Seção 1 apresenta a Introdução, contextualizando o setor, delimitando a lacuna de pesquisa e enunciando o objetivo do estudo. A Seção 2 compõe a Fundamentação Teórica, abrangendo conceitos de *Product-Service Systems* (PSS), Gestão de Portfólio, Processo Decisório e *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM). A Seção 3 descreve o Método de Pesquisa, baseado em *Design Science Research* (DSR), explicitando o enquadramento metodológico e os procedimentos de desenvolvimento e avaliação do artefato. A Seção 4 apresenta a proposição do modelo para apoio à exclusão de PSS, detalhando os requisitos do artefato, o modelo da solução, as justificativas de escolha, as ferramentas empregadas, o procedimento de avaliação e a descrição operacional do artefato por etapas e passos. A Seção 5 reúne Resultados e Discussão, incluindo o *ranking* das alternativas, as interpretações gerenciais e a percepção dos decisores.

8. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com base nas informações apresentadas anteriormente, este artigo tem como fundamento teórico explorar os principais conceitos para gestão de um portfólio de PSS, destacando o papel dos métodos de MCDM como ferramentas essenciais para suportar decisões complexas exclusão de itens. A seguir será apresentada uma síntese sobre os conceitos que sustentam o tema.

8.1 Product-Service System (PSS)

De acordo com Kotler (2000), um produto é qualquer coisa que possa ser oferecida a um mercado para atenção, aquisição, uso ou consumo, com o propósito de satisfazer necessidades ou desejos; nessa acepção, o conceito de produto abrange tanto bens quanto serviços. Os bens apresentam características físicas e percorrem um ciclo de vida que inclui produção, distribuição/entrega, uso e destinação final, servindo de base para análises gerenciais e ambientais. Segundo Eggers (2012), a competitividade associada a ofertas de produto decorre,

sobretudo, de como as organizações aprendem e focalizam seus portfólios, ajustando escolhas sob incerteza tecnológica, mais do que de sua simples expansão.

Serviços são atividades e processos intangíveis, baseados em interações e orientados à entrega de valor por meio de ações e desempenhos. De acordo com Vandermerwe e Rada (1988), a agregação de serviços às ofertas permite diferenciação e aumento de valor para o cliente, constituindo um movimento estratégico de servitização. Seu ciclo de vida caracteriza-se por entrega relacional e contínua e por personalização, tornando-os dependentes da gestão da experiência do cliente. Vandermerwe e Rada (1988) afirmam, ainda, que a servitização configura uma evolução estratégica pela qual as empresas agregam serviços às ofertas tradicionais, pavimentando a adoção de arranjos PSS, posteriormente.

O *Product-Service System* (PSS), segundo Mont (2002), trata-se de uma oferta integrada que desloca o foco da aquisição e posse para a combinação de produtos e serviços ao longo do ciclo de vida. Tukker (2004) afirma que os PSS constituem uma abordagem que reposiciona a ênfase no uso e no resultado, combinando artefatos tangíveis e serviços em diferentes tipos de arranjos. Morelli (2002) afirma que o PSS combina produtos tangíveis e serviços intangíveis em uma solução integrada voltada a objetivos econômicos, ambientais e sociais. O autor ainda afirma que a adoção de PSS exige novas lógicas de projeto e organização, promovendo uso mais eficiente dos recursos.

O quadro a seguir apresenta as principais diferenças entre produtos, serviços e PSS, com base em Kotler (2000), Grönroos (2006) e Tukker (2004), respectivamente, em que se destaca as principais características em termos de tangibilidade, valor, ciclo de vida, relação com o cliente e riscos/desafios.

Quadro 9 - Principais diferenças entre Produto, Serviço e PSS

Aspecto	Produto	Serviço	PSS
Tangibilidade	Predominantemente tangível e físico	Predominantemente intangível e baseado em processos/desempenho	Combinação de elementos tangíveis e intangíveis, conforme o arranjo
Valor	Associado à propriedade e à lógica de troca (<i>value-in-exchange</i>)	Derivado do uso e da coprodução na relação prestador-cliente (<i>value-in-use</i>)	Orientado a uso/resultados; benefícios econômicos/ambientais

Ciclo de Vida	Organizado por estágios de ciclo de vida (introdução, crescimento, maturidade, declínio)	Marcado por entrega contínua, gestão do processo e experiência	Abrange concepção, provisão em uso, manutenção e fim de vida, variando com a tipologia
Relação com o Cliente	Mais transacional no paradigma orientado a bens	Relacional e interativa, com personalização	Relacional de longo prazo, muitas vezes atrelada a desempenho em uso

Fonte: Autoria própria (2025).

Tukker (2004) organiza os PSS em três famílias, distinguindo os PSS orientados ao produto, nos quais o bem físico permanece central e os serviços o complementam, os PSS orientados ao uso, em que o provedor retém a propriedade e comercializa o acesso por arranjos como aluguel, compartilhamento e pagando por uso, e, por fim, os PSS orientados ao resultado, em que o cliente contrata desempenho ou solução e o provedor define os meios técnicos para garanti-los. Manzini e Vezzoli (2003) ressaltam que a integração entre artefatos tangíveis e serviços intangíveis, quando bem desenhada, pode favorecer eficiência de recursos e benefícios ambientais. Em perspectiva gerencial, Baines *et al.* (2009) apontam que a adoção de PSS amplia a servitização do modelo de negócio e redistribui riscos e responsabilidades entre provedor e cliente, exigindo novas capacidades de projeto, operação e governança ao longo do ciclo de vida.

Dadas à complexidade deste modelo, Morelli (2002) afirma que a implementação de PSS requer reconfigurações de projeto e organização, com mudanças nas interações entre atores e nos processos de criação. Segundo Beuren *et al.* (2013), o ciclo de vida do PSS é abrangente, englobando concepção, provisão e suporte em uso, com maior ênfase relacional na interface com o cliente. Portanto, de acordo com Tukker (2004), o foco no uso intensivo e compartilhado, característico de modelos orientados ao uso, podem demandar ajustes comportamentais dos consumidores e culturais das empresas. Com base nos desafios da implementação dos PSS e, com o aumento da complexidade do portfólio da empresa estudada, surge a necessidade de desenvolvimento de estratégias de gestão de portfólio e, conseqüente exclusão de PSS. Zhu, Martins, Shah e Sarkis (2023) argumentam que essas estratégias são indispensáveis para garantir a eficiência operacional e a sustentabilidade financeira, especialmente em setores dinâmicos como petróleo, gás e energia.

8.2 Gestão de Portfólio

O conceito de portfólio, segundo Cooper, Edgett e Kleinschmidt (2001), refere-se a um conjunto gerido de forma integrada, no qual decisões de priorização, balanceamento e alinhamento estratégico buscam maximizar valor para a organização. Os autores ainda afirmam que a gestão de portfólio estrutura objetivos, critérios e processos para seleção e balanceamento e conectando essas decisões ao nível estratégico. Archer e Ghasemzadeh (2000) afirmam essa visão se operacionaliza por modelos e suportes à decisão que integram objetivos, benefícios, riscos e recursos. De acordo com Eggers (2012), o aprendizado e o foco no portfólio de produtos moldam capacidades de adaptação, influenciando o desempenho em ambientes incertos.

Na literatura, os portfólios de projetos, marcas, produtos e serviços são os tipos mais recorrentes e apresentam lógicas e desafios de gestão complementares. Quanto aos dois primeiros tipos, menos aderentes a este estudo, o portfólio de projetos, segundo Archer e Ghasemzadeh (1999), demanda processos explícitos de triagem, priorização e seleção sob múltiplos objetivos e restrições, ao passo que a decisão deve ser suportada por sistemas e rotinas que assegurem alinhamento estratégico e balanceamento risco-retorno. O portfólio de marcas, Keller (2013) afirma que há maior exigência de coordenação de posicionamento, sinergias e riscos de sobreposição entre linhas.

Com maior aderência ao trabalho, o portfólio de produtos, conforme Cooper, Edgett e Kleinschmidt (1999), exige governança para equilibrar plataformas e variantes ao longo do ciclo de vida, mitigar canibalização e sustentar metas de valor, custo e tempo ao mercado. Harkonen *et al.* (2015) afirmam que o portfólio de serviços requer “produtização”, padronização, modularização e nível de serviço claros, a fim de reduzir ambiguidade operacional e habilitar escalabilidade. Em paralelo, o portfólio de PSS, segundo Tukker (2004), implica integrar bens e serviços ao longo do ciclo de vida e, de acordo com Baines *et al.* (2009) redistribuir riscos e responsabilidades entre provedor e cliente, o que requer capacidades de servitização, métricas de desempenho em uso e coerência entre proposta de valor, eficiência de recursos e resultados contratados.

De acordo com Cooper, Edgett e Kleinschmidt (1999), boas práticas de gestão de portfólio combinam seleção estratégica e balanceamento. No contexto de PSS, a gestão do portfólio torna-se mais complexa pela natureza interdisciplinar das soluções e pela multiplicidade de critérios relevantes. Tukker (2004) afirma que a tipologia de PSS implica *trade-offs* econômicos, operacionais e ambientais e Zhu, Shah e Sarkis (2018) alertam que decisões sobre exclusão requerem abordagem multicritério que conecte cadeia de suprimentos

e estratégia. Segundo Bai *et al.* (2018), a retirada de ofertas subutilizadas pode realocar recursos e reduzir custos e, conforme Zhu, Shah e Sarkis (2020), barreiras organizacionais e pressões políticas podem dificultar a decisão, reforçando a necessidade de critérios claros e transparência. Pourhejazy *et al.* (2020) afirmam que a exclusão configura uma decisão estratégico-operacional essencial para liberar capacidade e sustentar a renovação do portfólio.

8.3 Processo decisório

Conforme Bai *et al.* (2018), a remoção de elementos de baixo desempenho não apenas libera recursos para iniciativas mais promissoras, mas também melhora a eficiência operacional e reduz custos. Bai *et al.* (2018) ainda ressaltam que a exclusão de itens subutilizados pode resultar em uma alocação mais eficiente de recursos e na redução de custos operacionais. A exclusão de produtos, serviços ou PSS de um portfólio é uma decisão estratégica que requer uma análise e bem fundamentada com diversos critérios. Para Morelli (2002), uma análise sistemática é essencial para embasar decisões complexas de gestão e exclusão, alinhando o processo decisório aos objetivos estratégicos de uma organização.

O processo decisório nas organizações, segundo Mintzberg *et al.* (1976), pode ser visualizado em fases de identificação, desenvolvimento e seleção, com ciclos de iteração e interrupções, envolvendo múltiplos atores que tornam as decisões estratégicas dependentes de um contexto. Anthony (1965) afirma que a governança do processo de decisão se distribui em níveis estratégico, gerencial e operacional, diferenciadas pelo horizonte de tempo, escopo e responsabilidade, o que condiciona o tipo de informação necessária e os mecanismos de controle. A tomada de decisão, conforme Simon (1977), é condicionada pela racionalidade limitada, na qual a atenção, informação e capacidade de processamento são escassas, distanciando os decisores da otimização da solução. O autor distingue decisões programadas, apoiadas por regras e rotinas para problemas recorrentes, de decisões não programadas, marcadas por novidade e ambiguidade e que exigem formulação gradual do problema e maior grau de aprendizagem.

Gorry e Scott Morton (1971) afirmam que os tipos de problemas podem ser organizados em estruturados, semiestruturados ou não estruturados, distinção que orienta o desenho do suporte analítico e de informações. Segundo Gorry e Scott Morton (1971), problemas estruturados apresentam variáveis, restrições e critérios bem especificados, permitindo aplicação direta de modelos algorítmicos e rotinas padronizadas. Já os não estruturados, ainda conforme os autores, carecem de definição precisa do problema, de dados completos e de

procedimentos conhecidos, exigindo formulação incremental, interpretação e julgamento gerencial. Simon (1977) complementa que, situados entre esses extremos, os problemas do tipo semiestruturados combinam componentes bem especificados e outros com baixo nível de definição, que dependem da experiência e negociação entre os decisores. O autor ainda afirma que essa gradação se alinha ao contraste entre decisões programadas, associadas a situações recorrentes com regras estabilizadas, e não programadas, marcadas por novidade e incerteza que obrigam à criação de procedimentos à medida que a decisão evolui.

Nos problemas semiestruturados, segundo Gorry e Scott Morton (1971), a efetividade depende de sistemas de apoio à decisão que integrem dados, modelos e heurísticas para articular análise quantitativa com julgamento gerencial. Os autores sustentam que a dimensão “estrutura do problema” deve orientar o desenho do suporte informacional, isto é, quando parte do problema é modelável e parte é interpretativa, o arranjo ideal deve combinar modelagem, visualização e diálogo estruturado entre decisores. Mintzberg *et al.* (1976) reforçam que, mesmo em decisões estratégicas pouco estruturadas, há fases recorrentes de identificação, desenvolvimento e seleção, que podem ser exploradas por prototipação, análises e ciclos de *feedback* até que surjam padrões de ação factíveis.

Com base neste contexto, a decisão exclusão PSS estudada configura-se, segundo Gorry e Scott Morton (1971), como decisão semiestruturada, no qual parte dos elementos é formalizável e outra parte permanece ambígua e dependente de julgamento gerencial. Mintzberg *et al.* (1976) afirmam que, por envolver múltiplos atores e implicações estratégicas, o processo tende a apresentar baixa estruturação, o que reforça a importância de definir critérios, métodos e mecanismos de feedback ao longo das etapas decisórias. Zhu, Shah e Sarkis (2018) sustentam que a retirada planejada de itens pode gerar ganhos competitivos e de sustentabilidade. Os autores indicam, assim como Bai *et al.* (2018) e Pourhejazy, Sarkis e Zhu (2019), que conflitos entre dimensões e pesos de critérios, bem como divergências entre decisores, exigem análises criteriosas e transparentes, favorecendo a adoção de MCDM, como o BWM e TOPSIS, frequentemente em ambiente *fuzzy*, a fim de apoiar a priorização e a tomada de decisão de exclusão em portfólios.

8.4 Multi-Criteria Decision Making (MCDM)

Os métodos de tomada de decisão multicritério *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) constituem uma área significativa da pesquisa operacional, fundamentada na premissa de que tomadores de decisão raramente utilizam um único objetivo, critério ou ponto

de vista. A partir da década de 1970, a eficácia dos modelos ortodoxos de pesquisa operacional na análise de problemas gerenciais complexos começou a ser questionada. Nesse contexto, autores apontam que, nas décadas seguintes, tornou-se inadequado buscar apenas soluções ótimas para problemas complexos, sendo mais apropriado desenvolver projetos e soluções de compromisso que superem a confusão presente em situações problemáticas no ambiente empresarial. Isso marca a transição do paradigma da otimização para soluções orientadas ao aprendizado e ao construtivismo, conforme discutido por Bana e Costa (1999).

Em síntese, o MCDM é uma disciplina que se dedica à avaliação de alternativas baseando-se em múltiplos critérios, muitas vezes conflitantes, sendo essencial em áreas como negócios, indústria, finanças, governo e medicina. A complexidade inerente a decisões que envolvem diversos fatores exige abordagens estruturadas para garantir escolhas informadas e equilibradas. Dessa forma, o MCDM oferece ferramentas robustas para apoiar decisões complexas, proporcionando uma análise estruturada que integra múltiplos critérios, essenciais para escolhas estratégicas informadas.

Os tipos de decisões podem ser classificados com base no grau de estruturação dos problemas enfrentados, conforme proposto por Simon (1977). 1) Decisões estruturadas são aplicáveis em situações rotineiras e bem definidas, em que as informações necessárias estão prontamente disponíveis e os métodos de solução já são conhecidos. Esse tipo de decisão é característico de problemas repetitivos, como a reposição automática de estoques, que não exige análise subjetiva ou criatividade, mas sim a aplicação de regras previamente estabelecidas, como sugerem Turban *et al.* (2011). Por outro lado, as 2) Decisões semiestruturadas envolvem problemas em que parte das informações é conhecida, enquanto outras variáveis ainda apresentam incertezas. Nesses casos, é necessário combinar ferramentas analíticas e julgamento humano, como ocorre na seleção de fornecedores baseada em múltiplos critérios, conforme descrito por Almeida (2013). Já as 3) Decisões não estruturadas lidam com problemas inéditos, complexos e ambíguos, nos quais não há métodos predefinidos para análise, exigindo inovação e criatividade. Segundo Mintzberg *et al.* (1976), esse tipo de decisão é frequentemente observado em contextos estratégicos de grande impacto organizacional.

As decisões também podem ser classificadas com base em seu alcance e impacto, como discutido por Anthony (1965). 1) Decisões estratégicas são aquelas que definem os objetivos de longo prazo e orientam o direcionamento organizacional, lidando com a alocação de recursos em alto nível. Exemplos incluem reformulação de portfólios ou entrada em novos mercados, como destacado por Wheelwright e Clark (1992). As 2) Decisões táticas, por sua vez, traduzem

as estratégias em ações práticas de médio prazo, organizando os recursos em áreas específicas, como campanhas de *marketing* ou aprimoramento de processos, conforme apontado por Almeida (2013). Já as 3) Decisões operacionais são voltadas para a execução de tarefas rotineiras e de curto prazo, como o controle de estoques ou a programação de turnos, atendendo às demandas cotidianas, de acordo com Turban *et al.* (2011). A identificação desses tipos de decisão permite a escolha de métodos de análise mais adequados, sendo os métodos multicritério especialmente úteis para decisões estratégicas e táticas, pela sua capacidade de integrar critérios diversos e múltiplas perspectivas.

Os modelos de tomada de decisão, particularmente os multicritérios, são construídos com base em critérios e alternativas. De acordo com Keeney e Raiffa (1976) e Saaty (1980), os critérios refletem os valores do tomador de decisão e permitem discriminar entre as alternativas, enquanto estas representam cursos de ação que podem ser seguidos, sendo avaliadas em termos dos critérios estabelecidos.

Os métodos multicritério são amplamente utilizados na análise de decisões, complementando abordagens de objetivo único e sistemas de apoio à decisão. Conforme Zhou *et al.* (2006), essa categorização destaca a relevância do MCDM em situações que envolvem decisões complexas. Além disso, Almeida (2013) ressalta que o MCDM é amplamente utilizado em cenários que exigem análise comparativa de alternativas, integrando dimensões qualitativas e quantitativas. A aplicação desse método se estende a áreas como planejamento estratégico, gestão de portfólio e avaliação ambiental.

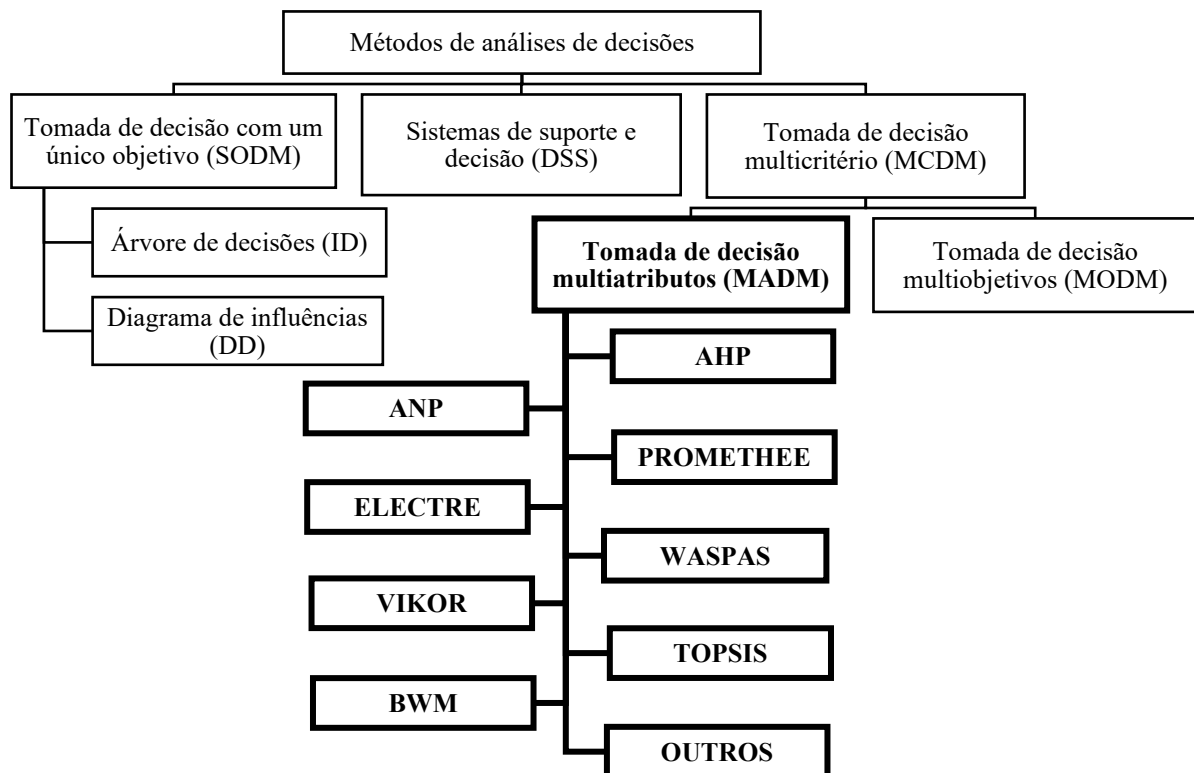
Os métodos de tomada de decisão multicritério pode ser classificados em compensatórios e não compensatórios, conforme a abordagem adotada para integrar os critérios de avaliação. Segundo Hwang e Yoon (1981), os métodos compensatórios permitem que o desempenho desfavorável em um critério seja compensado por um desempenho superior em outro, o que facilita a análise em cenários que há flexibilidade nas preferências. De acordo com Saaty (1991), o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) é um exemplo de método compensatório amplamente utilizado, pois realiza comparações paritárias entre critérios e alternativas, atribuindo pesos baseados no julgamento dos tomadores de decisão. Essa estrutura hierárquica permite analisar problemas complexos, ponderando os critérios de acordo com sua relevância e gerando uma matriz de prioridades que orienta a escolha da melhor alternativa.

Por outro lado, os métodos não compensatórios não permitem compensações entre critérios, tratando cada um de forma independente e atribuindo um peso absoluto às condições impostas. De acordo com Roy (1996), o ELECTRE é um exemplo de método não

compensatório, pois utiliza relações de superação para identificar alternativas preferíveis sem sintetizar as preferências em uma única solução. Essa abordagem é particularmente útil em contextos em que restrições rígidas ou critérios "não negociáveis" são determinantes, como na gestão de projetos críticos ou na formulação de políticas públicas.

Como mostrado na Figura 13, dentre os métodos relevantes identificados na Revisão Sistemática da Literatura, destacam-se o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), o *Analytic Network Process* (ANP), o *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations* (PROMETHEE), o *Elimination et Choix Traduisant la Réalité* (ELECTRE), o *Weighted Aggregated Sum Product Assessment* (WASPAS), O *Visekriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje* (VIKOR), o *Best Worst Method* (BWM), o *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS), além de abordagens baseadas em lógica *fuzzy*, como o *fuzzy-TOPSIS*. Cada um desses métodos possui características únicas que os tornam adequados para diferentes contextos de decisão.

Figura 13 - Classificação dos métodos de análise de decisões



Fonte: Adaptado de Zhou *et al.* (2006)

Entre os métodos multicritério mais amplamente utilizados, o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) é destacado por sua aplicabilidade em decisões estruturadas e semiestruturadas,

conforme observado por Saaty (1991). Esse método permite a decomposição de problemas complexos em níveis hierárquicos mais simples, facilitando a análise e a priorização de alternativas. Além disso, segundo Pourhejazy *et al.* (2019), o método possibilita a comparação paritária entre critérios e alternativas, gerando uma matriz de prioridades que orienta o processo decisório. Sua principal contribuição está na capacidade de incorporar julgamentos subjetivos dos tomadores de decisão, atribuindo pesos aos critérios com base em sua experiência, o que o torna amplamente utilizado em contextos como a priorização de projetos e a seleção de fornecedores.

O *Analytic Network Process* (ANP), proposto por Saaty (1996), trata-se de uma generalização do AHP que modela dependências e *feedback* entre critérios e alternativas por meio de uma supermatriz, permitindo capturar relações de influência que não cabem em estruturas hierárquicas estritas. Em aplicações práticas, o ANP tem sido usado para derivar pesos em problemas complexos de avaliação de risco e planejamento, justamente por acomodar interações entre *clusters* e dentro deles, preservando o esquema de comparações paritárias.

De acordo com Brans e Vincke (1985), o *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations* (PROMETHEE) é particularmente adequado para decisões semiestruturadas, que envolvem múltiplos critérios qualitativos e quantitativos. Esse método utiliza funções de preferência para realizar comparações paritárias entre alternativas, sendo flexível para lidar com diferentes escalas de medição. Sua aplicação é amplamente observada em problemas que demandam análises comparativas mais complexas, como a avaliação de investimentos ou a escolha de estratégias de expansão empresarial.

O *Elimination et Choix Traduisant la Réalité* (ELECTRE), conforme Gomes (2007), é mais indicado para decisões não estruturadas, caracterizadas pela alta complexidade dos problemas e por critérios conflitantes que dificultam análises simplistas. Esse método utiliza relações de superação para comparar alternativas, permitindo avaliar se uma é "no mínimo tão boa quanto" outra, sem a necessidade de sintetizar todas as preferências em uma única solução. O ELECTRE tem sido aplicado em cenários como planejamento urbano, formulação de políticas públicas e gestão de portfólios, em que a conciliação de critérios conflitantes é essencial.

O *Weighted Aggregated Sum Product Assessment* (WASPAS), proposto por Zavadskas *et al.* (2012), combina de forma ponderada as lógicas do *Weighted Sum Model* (WSM) e do *Weighted Product Model* (WPM), controlando essa combinação por um parâmetro de agregação (λ) para obter *rankings* mais estáveis e acurados. A literatura subsequente reporta

sua simplicidade algorítmica, bom desempenho frente a dados de natureza diversa e ampla difusão em aplicações de engenharia e sustentabilidade.

O *Visekriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje* (VIKOR), desenvolvido por Opricovic e Tzeng (2004), é um método de solução de compromisso que ordena alternativas com base na proximidade a um ponto ideal, buscando equilibrar critérios conflitantes sob a ótica de máxima utilidade do grupo e mínimo arrependimento individual. Em termos operacionais, calcula-se uma medida de utilidade agregada e outra de insatisfação, produzindo um índice de compromisso que sustenta a classificação e a seleção. Este método é indicado quando se deseja uma solução aceitável para a maioria, sem descuidar de minorias.

Para decisões estruturadas, o *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS), desenvolvido por Hwang e Yoon (1981), é uma abordagem multiatributo eficiente, amplamente utilizada em áreas como engenharia, gestão, economia e ciências sociais devido a sua capacidade, conforme Beleski (2023), de lidar com situações de incerteza e hesitação. Segundo Maitra *et al.* (2023), o TOPSIS é muito eficaz em avaliações de comparação, que requerem classificação de diversas opções com base em múltiplos critérios conflitantes entre si. O método avalia alternativas com base na proximidade de uma solução ideal e na distância de uma solução não ideal, utilizando normalização de critérios e cálculo de distâncias euclidianas. A simplicidade e a objetividade do TOPSIS o tornam amplamente aplicável em decisões operacionais, como a seleção de projetos ou a alocação de recursos.

O *Best Worst Method* (BWM), desenvolvido por Rezaei (2015), caracteriza-se pela identificação e comparação do melhor e pior critério frente aos demais, a fim de reduzir inconsistências na atribuição de pesos aos critérios de decisão. O método permite uma avaliação mais robusta e confiável das alternativas e tem sido amplamente aplicado na seleção de fornecedores, priorização de investimentos e tomada de decisão estratégica, sendo altamente relevante para a exclusão de PSS.

O Quadro 10 faz uma comparação entre os principais métodos baseados em MCDM.

Quadro 10 - Comparação entre os principais dos métodos baseados em MCDM

Método	Características	Vantagens	Limitações	Tipos de Decisão Mais Comuns
AHP	Método compensatório, estrutura hierárquica, com comparações paritárias entre critérios e alternativas.	Permite incorporar julgamentos subjetivos. Simples de aplicar em problemas hierárquicos.	Difícil de lidar com muitas alternativas. Julgamentos podem introduzir inconsistências.	Decisões estratégicas e estruturadas, como priorização de projetos e planejamento.
ANP	Método compensatório, estrutura em rede com uso de supermatriz e comparações paritárias.	Captura inter-relações entre critérios. Integra aspectos qualitativos e quantitativos. Adequado quando a estrutura não é hierárquica.	Exige maior esforço de modelagem. Número elevado de julgamentos. Necessidade de expertise para estruturar a rede.	Decisões semiestruturadas e estratégicas, como priorização, avaliação de riscos e planejamento.
PROMETHEE	Método compensatório, baseado em funções de preferência para comparações paritárias.	Flexível para diferentes escalas de medição. Útil para critérios qualitativos e quantitativos.	Exige conhecimento técnico para definir funções de preferência.	Decisões semiestruturada, como seleção de fornecedores e avaliação de investimentos.
ELECTRE	Método não compensatório, onde utiliza relações de superação para comparar alternativas e agregar preferências.	Adequado para problemas com muitas alternativas. Permite lidar com critérios conflitantes.	Complexidade de cálculo. Dificuldade de interpretação dos resultados.	Decisões não estruturadas, como planejamento urbano e análise de políticas públicas.
WASPAS	Método compensatório que combina WSM e WPM com cálculo de pontuação e ranqueamento.	Simple e de baixo custo computacional. Resultados estáveis e precisos. Possui variações para dados incertos.	Sensível ao tipo de normalização. Depende de pesos definidos e pressupõe	Decisões operacionais e semiestruturadas, como seleção de equipamentos e manutenção.

			independência entre critérios.	
VIKOR	Método de solução de compromisso baseado na proximidade ao ideal, com medidas de utilidade e insatisfação individual.	Lida bem com critérios conflitantes. Identifica solução de compromisso e fornece <i>ranking</i> . Considera equilíbrio entre utilidade do grupo e arrependimento individual.	Sensível à normalização. Depende de condições de aceitação e estabilidade. Interpretação requer cuidado.	Decisões semiestruturadas, como seleção de tecnologias, projetos, localizações e estratégias com <i>trade-offs</i> .
BWM	Método compensatório, baseado em comparações entre o melhor e o pior critério, buscando pesos ótimos dentre eles.	Gera pesos mais claros para diversos critérios e reduz inconsistências.	Requer definição clara do melhor e do pior critério, o que pode gerar subjetividade.	Decisões estratégicas e de priorização, como avaliação de fornecedores e estratégias corporativas.
TOPSIS	Método compensatório que avalia alternativas com base na proximidade da solução ideal e na distância da pior.	Simple e objetivo. Adequado para múltiplos critérios conflitantes.	Pouco adequado para critérios qualitativos.	Decisões operacionais e estruturadas, como seleção de equipamentos ou tecnologias.

Fonte: Autoria própria (2025).

8.4.1. Lógica *fuzzy*

Em situações caracterizadas por elevada incerteza e pela utilização de avaliações linguísticas, ou seja, em que julgamentos não são expressos por valores numéricos precisos, as avaliações se baseiam na forma como os indivíduos percebem e comunicam preferências, desempenhos e níveis de importância em contextos complexos. Nesses cenários, emergem extensões como as versões *fuzzy* de métodos tradicionais, como o TOPSIS, com o propósito de lidar formalmente com a imprecisão inerente aos julgamentos humanos.

A lógica *fuzzy*, introduzida por Zadeh (1965), representa uma abordagem inovadora para lidar com incertezas e subjetividades em sistemas de tomada de decisão. Diferentemente da lógica clássica, que opera com valores absolutos, verdadeiro ou falso, permitindo trabalhar com

graus de pertinência em um intervalo contínuo entre 0 e 1. Zadeh (1965) afirma que essa característica é especialmente útil em contextos em que os dados são imprecisos ou qualitativos, como avaliações de satisfação, risco ou percepção de valor.

Segundo Pourhejazy *et al.* (2019), no contexto de MCDM, a lógica *fuzzy* se mostra eficaz na integração de critérios qualitativos e quantitativos, possibilitando análises mais robustas. Métodos baseados em MCDM, como *fuzzy-AHP*, *fuzzy-ELECTRE*, *fuzzy-TOPSIS* e *fuzzy-BWM* utilizam conceitos *fuzzy* para tratar incertezas e subjetividades nos critérios avaliados, agregando flexibilidade ao processo decisório. Almeida (2013) ressalta que essa combinação é essencial em cenários onde as preferências dos tomadores de decisão não podem ser expressas com exatidão, mas sim em termos linguísticos, como "alto", "médio" ou "baixo".

Além disso, conforme Zadeh (1965), a Lógica *fuzzy* possibilita a integração de múltiplos critérios de forma não linear, capturando melhor as interdependências entre os fatores analisados e evitando simplificações excessivas típicas dos métodos tradicionais. Essa flexibilidade a torna amplamente utilizada em diversas áreas, como controle de processos industriais, otimização de portfólios e avaliação de riscos em cadeias de suprimentos. Zimmermann (1991) afirma que ao permitir uma representação mais adaptativa da incerteza e da subjetividade, a lógica *fuzzy* resulta em decisões mais robustas e realistas, garantindo maior confiabilidade na análise e modelagem de problemas complexos.

8.4.2. Modelo BWM e *fuzzy-TOPSIS*

O *Best-Worst Method* (BWM) e o *fuzzy-TOPSIS* são métodos conceitualmente independentes, pertencentes a etapas distintas do *design* do artefato. O BWM é utilizado exclusivamente para a determinação dos pesos relativos dos critérios, já o *fuzzy-TOPSIS* é aplicado na etapa subsequente, com a finalidade de avaliar o desempenho das alternativas em relação a esses critérios e calcular sua proximidade às soluções ideais positiva e negativa sob incerteza linguística. Assim, o *fuzzy-TOPSIS* não depende estruturalmente do BWM, podendo operar com quaisquer pesos previamente definidos, assim como o BWM não exige o uso do *TOPSIS* para sua aplicação, podendo ser combinado com outros métodos de agregação.

No presente estudo, embora os métodos sejam teoricamente autônomos, optou-se por integrá-los operacionalmente em uma única interface de entrada de dados, com o objetivo de simplificar a aplicação para os avaliadores. Dessa forma, as comparações do BWM e as avaliações linguísticas das alternativas são inseridas em uma etapa unificada, e, após o processamento interno dos dois métodos, o sistema devolve como *output* o *ranking* final dos

PSS. Essa integração ocorre apenas em nível operacional, preservando-se a independência lógica e metodológica entre a etapa de ponderação dos critérios e a etapa de avaliação e ranqueamento das alternativas.

De acordo com Rezaei (2016), o BWM reduz substancialmente o esforço de elicitação e fornece um índice explícito de consistência, o que permite fixar pesos de critérios com transparência e baixo custo cognitivo. Segundo Mohammadi e Rezaei (2020), o BWM viabiliza a consolidação de múltiplos julgamentos sem transformar o processo em uma simples votação, e preservando a autoridade decisória do topo, o que pode ser valioso em organizações com hierarquia verticalizada. No problema estudado, a facilidade de uso do BWM foi um dos fatores principais para que os critérios utilizados no *fuzzy*-TOPSIS pudessem ser ponderados de forma clara e eficaz, com intuito de suavizar a natureza compensatória do modelo, sem que exigisse alto esforço dos avaliadores.

Chen (2000), com o objetivo de adaptar o método TOPSIS a cenários de incerteza, propôs sua integração com a Teoria dos Conjuntos *fuzzy*. Zadeh (1973) afirma que, no *fuzzy*-TOPSIS, as avaliações das alternativas são representadas por variáveis linguísticas, cujos valores são expressos por termos qualitativos, normalmente quantificados por números *fuzzy* triangulares ou trapezoidais. Para o ranqueamento das alternativas, conforme Hwang e Yoon (1981), o *fuzzy*-TOPSIS produz um coeficiente que busca combinar a proximidade da solução ideal com o afastamento da não ideal, o que tende a tornar o processo de avaliação mais equilibrado e com menos exposição à riscos em empresas com perfil conservador.

A integração dos métodos BWM *fuzzy*-TOPSIS emerge como uma estratégia metodológica robusta para guiar decisões de exclusão de PSS. O estudo de Pourhejazy *et al.* (2019) aplica BWM e lógica *fuzzy* para ponderar critérios e avaliar alternativas de forma integrada. Gao *et al.* (2023) combina BWM e TOPSIS em decisões de portfólio energético, enquanto Amiri *et al.* (2021) aplica BWM com lógica *fuzzy* para avaliação multicritério em contextos industriais. A combinação dessas técnicas permite modelar critérios estratégicos, ranquear PSS com precisão e incorporar incertezas reais do ambiente decisório.

A escolha pela incorporação da lógica *fuzzy* ao TOPSIS exclusivamente na etapa de avaliação das alternativas, mantendo o BWM em sua forma clássica, fundamenta-se na natureza distinta da incerteza presente em cada fase do processo decisório. No presente estudo, a definição dos pesos dos critérios por meio do BWM envolveu comparações diretas entre critérios já conhecidos, previamente discutidos e delimitados pelos decisores, o que ressalta a nuance empírica do caso. Nesse estágio, observou-se menor ambiguidade conceitual, uma vez

que os gestores demonstraram maior clareza ao expressar preferências relativas de importância entre critérios. Assim, a incerteza associada à ponderação dos critérios mostrou-se predominantemente de ordem comparativa, e não linguística, podendo ser adequadamente tratada pela versão tradicional do método.

Por outro lado, a etapa de avaliação do desempenho dos PSS apresentou maior grau de imprecisão e subjetividade. O julgamento dos PSS revelou-se fortemente dependente de julgamentos linguísticos, nos quais os decisores utilizaram expressões qualitativas. Conforme argumenta Zadeh (1965), a linguagem humana é inerentemente vaga e não possui fronteiras rigidamente definidas, o que gera incerteza linguística. Nesse contexto, a adoção do *fuzzy-TOPSIS* mostrou-se mais adequada, pois permite converter avaliações qualitativas em números fuzzy, preservando a imprecisão inerente ao julgamento humano e representando-a por meio de intervalos e graus de pertinência. Portanto, a decisão metodológica de utilizar o BWM clássico para definição dos pesos e o *fuzzy-TOPSIS* para avaliação das alternativas não decorre de uma escolha arbitrária, mas da diferenciação entre dois tipos de incerteza presentes no problema.

O modelo proposto, classificado como compensatório, foi escolhido em função das características do problema de exclusão de PSS, que demanda a análise explícita de *trade-offs* entre critérios, em vez da aplicação de vetos rígidos. Em métodos compensatórios, conforme discutem Hwang e Yoon (1981), desempenhos inferiores em determinados critérios podem ser compensados por desempenhos superiores em outros, o que se mostra adequado em contextos em que as preferências da alta gestão são flexíveis e orientadas ao equilíbrio global do portfólio.

No caso estudado, a diretoria busca compreender a posição relativa de cada PSS no portfólio, admitindo, por exemplo, que uma solução com nível moderado de inovação possa ser mantida caso apresente desempenho econômico robusto e elevada aderência às prioridades estratégicas da organização. Dessa forma, confirma-se a importância do BWM na determinação dos pesos dos critérios, de forma que a compensação seja proporcional à importância dada pela empresa a cada um deles.

Por fim, o modelo entrega clareza quanto ao peso dos critérios, que são tratados de forma intuitiva e auditável, além de disponibilizar um *ranking* com avaliação equilibrada e baixa exposição ao risco dos extremos. A proposta desta ferramenta de apoio visa respeitar o perfil conservador da empresa e empírico do caso estudado, com gestão centralizadora e organograma vertical, mantendo o poder de decisão da alta liderança na escolha dos PSS para exclusão. Assim, ao trazer um modelo BWM *fuzzy-TOPSIS* aplicado a um problema real e subjetivo de exclusão de PSS com múltiplos decisores e critérios conflitantes (econômicos, operacionais,

estratégicos e ambientais) este modelo oferece uma ferramenta estruturada, transparente e sensível à incerteza para transformar um problema empírico, até então tratado de forma fragmentada, em um processo de decisão sistemático e replicável.

9. MÉTODO DE PESQUISA

Segundo Marconi e Lakatos (2021), o senso comum é baseado na experiência cotidiana, enquanto a ciência busca compreender a realidade por meio de métodos controlados, sistemáticos e verificáveis. Os autores ainda afirmam que o conhecimento científico deve ser construído com base em procedimentos metodológicos rigorosos e estar sujeito à comprovação empírica e à possibilidade de repetição por outros pesquisadores. Martins (2013), contribui afirmando que o alto nível de rigor é estabelecido com base nas práticas científicas e na validação pela comunidade acadêmica.

9.1 Concepção metodológica

Segundo Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015), as pesquisas consistem em investigações sistemáticas voltadas ao desenvolvimento de teorias ou à solução de problemas. Vergara (2016) afirma que a pesquisa científica pode assumir tanto um caráter descritivo, quando se propõe a retratar as características de determinado fenômeno, quanto prescritivo, quando tem por objetivo propor soluções, modelos ou intervenções para problemas concretos.

Um dos principais desafios enfrentados pela academia é a relevância prática dos estudos, conforme Romme (2003), especialmente quando há grande distanciamento entre teoria e realidade organizacional. Lacerda *et al.* (2013) afirmam que pesquisas com alto rigor, mas baixa aplicabilidade, tendem a permanecer restritas ao meio acadêmico e pouco contribuem para a resolução de problemas concretos. Van Aken (2004) argumenta que esse desafio pode ser enfrentado por meio da combinação entre pesquisas descritivas e prescritivas, sendo estas últimas orientadas ao desenvolvimento de soluções práticas com base no paradigma das *Design Sciences* (DS). De acordo com Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015), uma pesquisa baseada em DS oferece alto rigor e relevância, além de usar a abdução para construir, projetar e criar artefatos para resolver problemas específicos.

Segundo Lacerda *et al.* (2013), a *Design Science Research* (DSR) configura-se como um método de pesquisa com o propósito de resolver problemas reais na Engenharia de Produção, ao mesmo tempo em que contribui para o avanço do conhecimento científico, integrando teoria e prática de forma aplicada e verificável. Romme (2003) afirma que atividades

de *Design* estão presentes em diversas áreas profissionais e têm como premissa a proposição de soluções voltadas para resultados específicos. Por fim, a missão da DSR, afirma Van Aken (2004), é justamente apoiar esse tipo de transformação por meio da construção de artefatos prescritivos, que possam ser aplicados na prática e contribuam para a solução de problemas organizacionais.

Ainda conforme Lacerda *et al.* (2013), a DS é responsável pela geração de conhecimento prescritivo, ao propor e validar sistemas ainda inexistentes por meio da criação, modificação ou combinação de produtos, processos, *softwares* e métodos voltados à melhoria de situações reais. Já conforme Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015), essas soluções devem ser suficientemente eficazes para atender às demandas específicas do problema em análise. A DSR se mostra especialmente adequada para pesquisas do tipo aplicado, como é o caso desta dissertação. Ao propor um modelo para auxiliar a tomada de decisão sobre exclusão de PSS em um cenário organizacional específico, a pesquisa adota a DSR como base metodológica para construção e validação do artefato.

A escolha do método de pesquisa nesta dissertação, bem como o desenvolvimento do trabalho e a construção do conhecimento, é fundamentada na concepção metodológica da DS, uma vez que o objetivo central é propor um modelo para solucionar um problema em um contexto específico. Segundo Martins e Theóphilo (2016), essa abordagem se alinha à concepção de programa de pesquisa descrita por Marconi e Lakatos (2021), que é estruturado a partir de um núcleo irreduzível, composto pelos pressupostos fundamentais da área, protegido por um cinturão de hipóteses auxiliares e condições iniciais. O avanço desse programa ocorre justamente pelas mudanças nesse cinturão protetor, impulsionadas por novas descobertas. A DSR, ao gerar conhecimento por meio da proposição de artefatos, pode contribuir diretamente para tais transformações no cinturão de proteção do programa de pesquisa.

9.2 *Design Science Research (DSR)*

Conforme Gregor e Hevner (2013), as pesquisas que buscam construir soluções práticas por meio de artefatos devem se basear em fundamentos teóricos sólidos e seguir métodos rigorosos de desenvolvimento e avaliação, garantindo sua relevância prática e contribuição científica. Conforme Lacerda *et al.* (2013), a definição do enquadramento metodológico de uma pesquisa exige a escolha e a justificativa de um modelo capaz de atender a três critérios essenciais: 1) responder ao problema de pesquisa formulado, 2) ser passível de avaliação pela comunidade científica e 3) apresentar procedimentos que fortaleçam a confiabilidade dos

resultados.

Para pesquisas que têm como objetivo propor artefatos, aplicá-los em ambientes organizacionais e avaliá-los posteriormente, o método *Design Science Research* (DSR) oferece o suporte metodológico necessário, permitindo a operacionalização do processo de construção do conhecimento nesse tipo de contexto, conforme destacado por Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015). De acordo com Lacerda *et al.* (2013), a DSR fornece um processo sistemático e rigoroso tanto para o desenvolvimento dos artefatos quanto para sua avaliação e comunicação dos resultados.

Segundo Goecks *et al.* (2021), as classes de problemas em DSR representam agrupamentos de questões, sejam elas práticas ou teóricas, que podem incluir ou não artefatos previamente avaliados. A essência dessas classes está em sua utilidade para aplicação em organizações, permitindo a generalização e replicação dos resultados obtidos. Embora os problemas reais apresentem particularidades, diferentes situações podem compartilhar características semelhantes que possibilitam o agrupamento do conhecimento gerado por meio da *Design Science* em classes comuns. Esse agrupamento facilita a generalização e a evolução do conhecimento na área. Em certos casos, é a própria natureza do artefato que favorece a formação dessas classes.

De acordo com Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015), o desenvolvimento de artefatos em DSR envolve a identificação de uma classe de problemas apropriada e a construção criativa e avaliada de soluções que tenham aplicabilidade em contextos organizacionais e contribuam para o avanço do conhecimento científico. De acordo com Lacerda *et al.* (2013), artefatos podem ser compreendidos como elementos que compõem a estrutura interna de uma solução e que são desenvolvidos com o intuito de alcançar objetivos definidos em um ambiente externo, ou seja, no contexto em que o problema está inserido. Esses artefatos são, em geral, descritos a partir de seus objetivos, funções e mecanismos de adaptação. Os autores também sugerem uma classificação dos artefatos em quatro categorias distintas, conforme apresentado no Quadro 11.

Quadro 11 - Tipos de Artefatos

Descrição		
Tipos de Artefatos	Constructos	Constructos ou conceitos formam o vocabulário de um domínio. Eles constituem uma conceituação utilizada para descrever os problemas dentro do domínio e para especificar as respectivas soluções. Conceituações são extremamente importantes em ambas as ciências, natural e de <i>design</i> . Eles definem os termos usados para descrever e pensar sobre as tarefas. Eles podem ser extremamente valiosos para designers e pesquisadores.
	Modelos	Um modelo é um conjunto de proposições ou declarações que expressam as relações entre os constructos. Em atividades de <i>design</i> , modelos representam situações como problema e solução. Ele pode ser visto como uma descrição, ou seja, como uma representação de como as coisas são. Cientistas naturais muitas vezes usam o termo ‘modelo’ como sinônimo de ‘teoria’, ou ‘modelos’ como as teorias ainda incipientes. Na <i>Design Science</i> , no entanto, a preocupação é a utilidade de modelos, não a aderência de sua representação à verdade. Não obstante, embora tenda a ser impreciso sobre detalhes, um modelo precisa sempre capturar a estrutura da realidade para ser uma representação útil.
	Métodos	Um método é um conjunto de passos (um algoritmo ou orientação) usado para executar uma tarefa. Métodos baseiam-se em um conjunto de constructos subjacentes (linguagem) e uma representação (modelo) em um espaço de solução. Os métodos podem ser ligados aos modelos, nos quais as etapas do método podem utilizar partes do modelo como uma entrada que o compõe. Além disso, os métodos são, muitas vezes, utilizados para traduzir um modelo ou representação em um curso para resolução de um problema. Os métodos são criações típicas das pesquisas em <i>Design Science</i> .
	Instanciações	Uma instanciação é a concretização de um artefato em seu ambiente. Instanciações operacionalizam constructos, modelos e métodos. No entanto, uma instanciação pode, na prática, preceder a articulação completa de seus constructos, modelos e métodos. Instanciações demonstram a viabilidade e a eficácia dos modelos e métodos que elas representam.

Fonte: Extraído de March e Smith (1995, p. 257-258).

Segundo Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015), a aplicação da DSR também pode resultar na formulação de *design propositions*, consideradas artefatos teóricos. Tais proposições consistem em *templates* genéricos que orientam o desenvolvimento de soluções para uma classe específica de problemas, representando declarações sobre o que deve ser feito para alcançar determinado objetivo, conforme indicado por Van Aken (2004).

No contexto desta dissertação, a classe de problemas está relacionada à exclusão de itens de um portfólio de PSS. Conforme discutido na fundamentação teórica, observou-se que grande parte dos artefatos previamente desenvolvidos para esse tipo de problema fundamenta-se em técnicas de decisão multicritério (MCDM), o que também caracteriza essa classe de problemas. Assim, esta pesquisa teve como foco a construção de um artefato do tipo modelo, voltado à resolução do problema proposto.

9.3 Condução da Pesquisa

Para prosseguir com a condução dessa dissertação, a proposta de conteúdo e sequência das atividades da DSR foram organizadas adotando a estrutura de 12 etapas e respectivas entregas, proposta por Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015). Em síntese, o processo estabelece um encadeamento lógico entre identificação do problema, conscientização, identificação dos artefatos e classes de problemas, proposição, projeto, desenvolvimento e avaliação do artefato, explicitação das aprendizagens, conclusões, generalização da classe de problemas e comunicação dos resultados.

A identificação do problema visou explicitar a relevância, escopo e contexto, culminando na questão de pesquisa. Neste trabalho, esta etapa foi consolidada na Introdução, o qual se justificou a necessidade de um modelo para exclusão de itens em portfólio de PSS, orientado à aplicação prática e ao avanço do conhecimento sobre essa classe de problemas.

A conscientização do problema compreendeu a fundamentação teórica para mapear atributos e critérios da tomada de decisão de exclusão em portfólios e PSS, com uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) para entender funcionalidades, requisitos e desempenho esperado de soluções anteriores, de acordo com o protocolo adaptado de Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015).

Em seguida, procedeu-se à identificação de classes de problemas e artefatos por meio de *Template Analysis*, a fim de relacionar, de forma explícita, tipos de problemas às soluções disponíveis e aos requisitos a serem atendidos pelo novo artefato, segundo King (2012). Essa

etapa estruturou a base para generalização e aplicabilidade organizacional.

A proposição do artefato ocorreu após a definição dos requisitos, combinando raciocínio abduutivo e justificativas teóricas para formular soluções potenciais, conforme Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015). Como explicitação do modelo mental da solução, elaborou-se um modelo de funcionamento que vincula entradas, processamento e saídas do artefato.

O projeto do artefato descreveu os procedimentos de construção e avaliação, especificando desempenho esperado, componentes técnicos e decisões de desenho ancoradas na literatura e nos requisitos. Na etapa de desenvolvimento, o artefato foi materializado em planilhas/ algoritmo para executar a exclusão de itens de portfólio, operacionalizando os cálculos e rotinas previstas. Como referência, um algoritmo é uma sequência finita de passos bem definidos que executa uma tarefa em tempo finito, conforme Cormen *et al.* (2009).

A avaliação do artefato seguiu a tipologia de Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015), que admite estratégias observacionais, analíticas, experimentais, de teste e descritivas. Neste estudo a avaliação baseou-se na aplicação prática do artefato construído, complementada por um questionário adaptado de Ghasemzadeh e Archer (2000), para captar utilidade e aplicabilidade do modelo na visão do grupo focal de decisores, a partir de mecanismo qualitativo de análise e aprofundamento, preservando liberdade aos participantes para discutir percepções e sugestões.

Os aprendizados foram consolidados na Conclusão, com pontos fortes, limitações e contribuições à classe de problemas, além de uma generalização dos achados a contextos semelhantes.

10. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Neste capítulo foi apresentada a proposta do novo artefato, englobando as etapas que Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015) nomeiam como proposição, projeto e desenvolvimento. O projeto do artefato consiste em formalizar procedimentos de construção e avaliação do artefato que, posteriormente foi construído em uma etapa de desenvolvimento.

Após imersão na empresa estudada e discussão com o diretor executivo, foram levantados na literatura os principais requisitos aderentes ao problema, em busca de um modelo de tomada de decisão de exclusão de itens do portfólio de PSS. O Quadro 12, apresenta um resumo dos principais requisitos que deveriam ser alcançados pelo modelo e como ele deveria ser construído.

Quadro 12 - Requisitos do modelo de MCDM para exclusão de PSS

SIGLA	REQUISITO	REFERÊNCIAS – Primeiro Autor (Ano)
R1	Tomadores de decisão devem perceber a existência de alinhamento entre o modelo e os critérios de avaliação, dentro da estratégia da organização.	Zhu (2019), Baležentis (2012), Suvvari (2023)
R2	Modelo deve trazer uma visualização ranqueada do desempenho dos PSS dentro do portfólio, considerando impactos positivos e negativos dentro critérios.	Hwang e Yoon (1981), Joshi e Kumar (2014), Pourhejazy <i>et al.</i> (2019), Kumar (2021), Gao (2023), Beleski (2023), Maitra <i>et al.</i> (2023),
R3	Tratar os critérios de forma hierarquizada	Rezaei (2015), Hocine (2018), Amiri (2021), Gao (2023), Pourhejazy <i>et al.</i> (2019),
R4	Modelo deve usar técnicas que consigam lidar com pesos dos decisores imprecisões nas suas avaliações	Zadeh (1965), Zimmermann (1991), Chen (2000), Hocine (2018), Amiri (2021), Pourhejazy <i>et al.</i> (2019), Snasel (2024),
R5	Combinar abordagens e métodos para mitigar fragilidades entre elas.	Chen (2000), Bilbao-Terol (2012), Joshi e Kumar (2014), Danesh (2018), Rudnik (2021), Gao (2023), Pourhejazy <i>et al.</i> (2019)

Fonte: autoria própria (2025).

Após uma abstração inicial e à validação do diretor executivo, entendeu-se que o principal balizador de decisão seria compor um portfólio de PSS com desempenho equilibrado e alinhado com o perfil conservador da empresa. Para o desenvolvimento do modelo, considerou-se que o portfólio deveria estar alinhado à estratégia e à uma seleção de critérios de desempenho já utilizados e conhecidos pela companhia, além de conter uma visualização ranqueada dos PSS que considere o desempenho mais próximo possível do ideal positivo e o mais distante possível do negativo nos oito critérios escolhidos pelo diretor executivo. Definiu-se, também, tratar os critérios de forma hierarquizada, além utilizar técnicas que consideram os pesos e tratam imprecisões das avaliações dos tomadores de decisão, bem como os pesos dos

decisores escolhidos pelo diretor executivo. Por fim, entendeu-se que era necessário combinar métodos de forma que as necessidades fossem atendidas simultaneamente à mitigação fragilidades entre eles.

Destaca-se que a escolha dos métodos não se baseou apenas na aderência aos requisitos da empresa declarados para o modelo, mas também na sua frequência de uso na literatura. As características que guiaram as escolhas trazem uma materialidade empírica que justifica enriquece o modelo. O Quadro 13, apresentado na sequência sintetiza essas justificativas.

Quadro 13 - Resumo das justificativas para a escolha das técnicas

SIGLA	REQUISITO	JUSTIFICATIVA
R1	Gerar <i>ranking</i> claro para apoiar exclusão definida por política.	O <i>fuzzy</i> -TOPSIS produz o coeficiente de proximidade (CC_i) e um <i>ranking</i> único das alternativas, permitindo aplicar regras de negócio/ <i>cut-offs</i> estabelecidos pela empresa para decidir a exclusão.
R2	Incorporar prioridades estratégicas por meio de pesos de critérios.	O BWM obtém pesos de critérios a partir das preferências dos decisores, refletindo a estratégia; os pesos são documentados e utilizados na ponderação do <i>fuzzy</i> -TOPSIS.
R3	Permitir ponderação de decisores definida por política corporativa.	A agregação dos julgamentos é feita por média ponderada com pesos de decisores fixados pela empresa (política interna), assegurando que vozes estratégicas tenham maior influência formal.
R4	Lidar com imprecisão e avaliações linguísticas.	O <i>fuzzy</i> -TOPSIS utiliza variáveis linguísticas e números <i>fuzzy</i> triangulares, capturando incerteza/julgamento qualitativo típico na avaliação de PSS.
R5	Permitir tomada de decisão de exclusão por regra simples (faixas/ <i>cut-offs</i>).	A partir dos valores de CC_i , definem-se faixas de ação (excluir/monitorar/manter) arbitradas por política; o modelo fornece transparência para justificar cada decisão.
R6	Ser simples, reproduzível e auditável com os dados disponíveis.	BWM + <i>fuzzy</i> -TOPSIS têm baixo custo computacional, planilhável e com rastros de decisão (matrizes, pesos, índice de consistência do BWM), facilitando auditoria e reuso.

Fonte: autoria própria (2025).

Quanto aos critérios de julgamento escolhidos pela diretoria executiva, foi feita uma divisão por tipo: Quantitativo, que trata de critérios com desempenho já medido pela empresa; Qualitativo, que são julgados por cada decisor. Também foi feita a organização quatro dimensões: Econômica, Operacional, ESG e Estratégica que, segundo Bolzan (2024), ajudam nas definições que esclarecem seus significados, o que facilita a aplicação em estudos de seleção e exclusão.

Dado que a diretoria busca compreender a posição relativa de cada PSS no portfólio, admitindo, por exemplo, que uma solução com nível moderado de inovação possa ser mantida caso apresente desempenho econômico robusto e elevada aderência às prioridades estratégicas da organização, o modelo proposto foi construído de forma compensatória. Em métodos compensatórios, conforme discutem Hwang e Yoon (1981), desempenhos inferiores em determinados critérios podem ser compensados por desempenhos superiores em outros, o que se mostra adequado em contextos em que as preferências da alta gestão são flexíveis e orientadas ao equilíbrio global do portfólio.

Os critérios utilizados no modelo, devido ao grau de inovação na tratativa dos PSS, foram levantados pela diretoria executiva da empresa e posteriormente revisados com apoio da literatura de exclusão de produtos e serviços. Após a consolidação inicial, os critérios foram discutidos quanto à sua definição conceitual e escopo, buscando minimizar sobreposições e garantir que cada um representasse uma dimensão distinta de avaliação. A independência foi assumida como premissa metodológica, no sentido de que o desempenho de um critério não deveria ser fortemente determinado por outro. Por exemplo, o critério “Desempenho de Vendas” foi tratado como não relacionado ao critério “Desempenho Financeiro”, uma vez que elevados volumes de vendas não implicam necessariamente maior rentabilidade, especialmente em contratos de PSS com margens reduzidas ou custos operacionais elevados.

Essa suposição de independência é particularmente relevante em modelos compensatórios, como o TOPSIS, nos quais desempenhos inferiores em determinado critério podem ser compensados por desempenhos superiores em outro. Ao desconectar vendas de resultados financeiros, evita-se dupla contagem implícita e preserva-se a coerência da compensação entre dimensões distintas. Assim, o modelo permite que um PSS com baixo volume de vendas, mas alta margem e forte alinhamento estratégico, possa superar alternativas com maior faturamento, porém menor contribuição econômica ou maior risco operacional, refletindo de forma mais consistente os *trade-offs* inerentes à decisão de exclusão, em vez da aplicação de vetos rígidos. Deve-se ressaltar a importância da determinação dos pesos dos

critérios, de forma que a compensação seja proporcional à relevância dada pela empresa a cada um deles.

Por fim, classificando de acordo com Bolzan (2024), os critérios selecionados pela diretoria executiva e identificados na literatura priorizam principalmente as dimensões de desempenho operacional e econômico, enquanto os critérios estratégicos e da dimensão ESG ainda aparecem com menor destaque, o que corrobora as escolhas do diretor executivo da empresa estudada, como apresentado no quadro 14:

Quadro 14 - Divisão e descrição dos critérios de julgamento

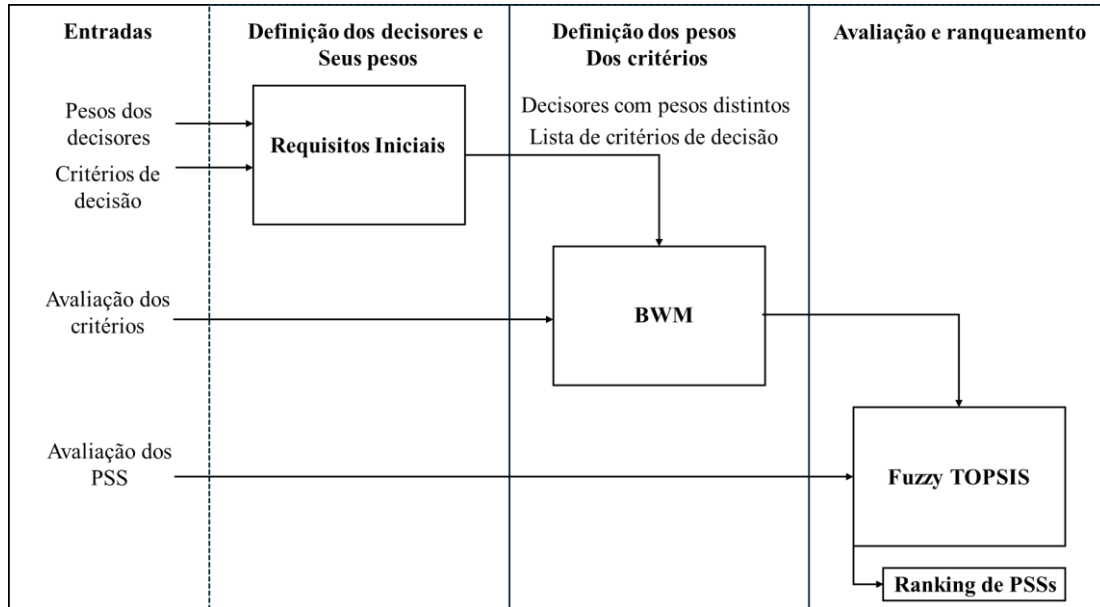
DIMENSÃO	CRITÉRIO	TIPO	DESCRIÇÃO
Econômica	Desempenho de vendas	Quantitativo	Contribuição do PSS para ampliar receita e volume de vendas de GLP, taxa de conversão de novos clientes e retenção da base, tração comercial e suporte ao crescimento orgânico.
	Desempenho financeiro	Quantitativo	Contribuição do PSS para o resultado econômico: margem de contribuição, geração de caixa, retorno sobre o investimento; interface com desempenho comercial e operacional.
	Potencial do mercado	Quantitativo	O quanto o PSS endereça mercados atrativos e com espaço de crescimento (tamanho de mercado, dinâmica competitiva, barreiras de entrada); viabilidade de expansão e ganho de participação.
Operacional	<i>Net Promoter Score</i> (NPS)	Quantitativo	Métrica de satisfação e lealdade do cliente que reflete o quão provável seria uma recomendação do PSS a um amigo.
	Eficiência de Operação	Qualitativo	Estabilidade operacional do PSS, eficiência no uso de recursos, redução de desperdícios, baixa taxa de manutenções corretivas e paradas não planejadas; efeitos sobre produtividade e custo operacional no cliente.

	Inovação	Qualitativo	Grau de novidade tecnológica, diferenciação competitiva, escalabilidade e aprendizado organizacional associado ao PSS; maturidade tecnológica e aderência a requisitos de inovação.
ESG	<i>Environmental, Social and Governance (ESG)</i>	Qualitativo	Contribuição do PSS para reduzir impactos ambientais, reforçar saúde e segurança e garantir conformidade regulatória e de governança (emissões evitadas, gestão de resíduos, incidentes).
Estratégica	Segmento estratégico	Qualitativo	Alinhamento do PSS a prioridades estratégicas e sinergias de portfólio, reforço do posicionamento e contribuição para metas corporativas; aderência a segmentos prioritários.

Fonte: autoria própria (2025).

Com base na abstração e definições realizadas, a Figura 14 sintetiza as etapas do modelo proposto. A Etapa 1 contém duas saídas parciais, a definição dos pesos dos decisores e a definição dos critérios de decisão. A figura mostra que os processos envolvidos na etapa 2 deste método são a definição de pesos dos critérios, que foi executada na segunda etapa pelo BWM. Isso exige que o usuário faça a entrada dos critérios de decisão e os avalie da maneira prevista no BWM. A saída dessa segunda etapa são os critérios com diferentes pesos atribuídos e ela é uma entrada da terceira etapa, a avaliação e a classificação dos PSS. O *fuzzy-TOPSIS* é a técnica MCDM usada nesse processo e recebe como entradas a avaliação dos critérios do grupo tomador de decisão. Ao fim deste terceiro processo, se chega ao *ranking* do portfólio de PSS para que a decisão de exclusão seja tomada.

Figura 14 - Modelo proposto

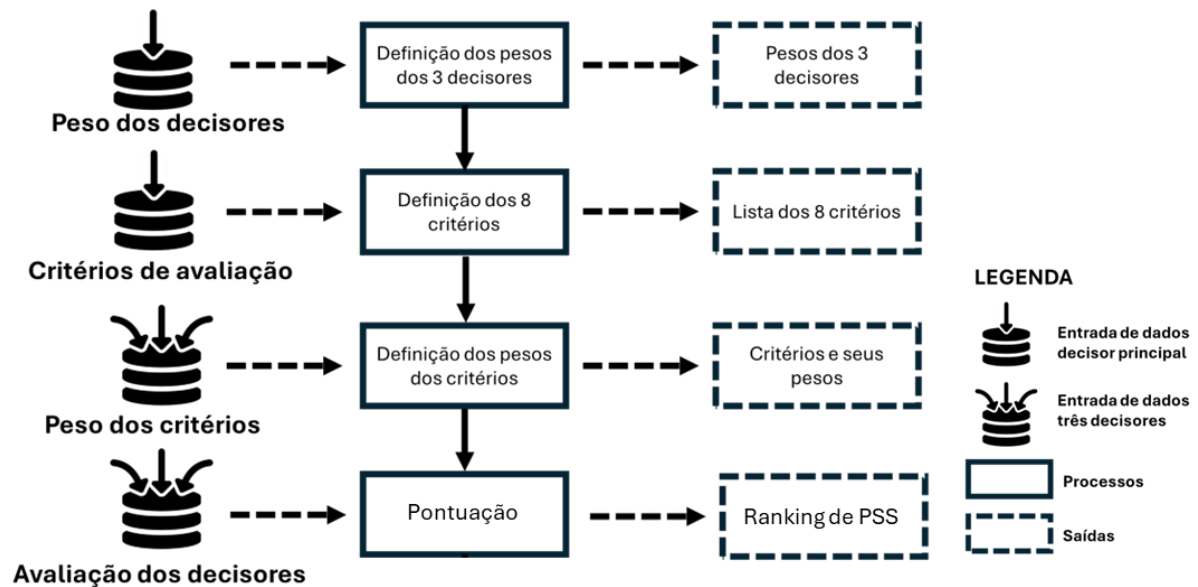


Fonte: autoria própria (2025).

Complementarmente, de modo mais explicativo, a Figura 15 apresenta o modelo da proposta do artefato, que sintetiza as etapas propostas. À esquerda, representam-se as entradas de dados por meio do símbolo de cilindros empilhados, conforme convenção gráfica. No centro do modelo, foi organizada a sequência de processos, ilustrada por retângulos de linha contínua, enquanto setas direcionais indicam o fluxo de informações entre as etapas. As saídas geradas em cada etapa são dispostas à direita, destacadas por retângulos tracejados.

A estrutura proposta contemplou a definição dos pesos dos decisores, do nome dos critérios, dos pesos dos critérios que foram avaliados, a avaliação dos PSS, a classificação dos PSS em formato de *ranking*, de forma a apoiar a tomada de decisão de exclusão dos PSS que menos aderentes às restrições previamente estabelecidas. Ao final do processo, o *ranking* dos PSS foi encaminhado à etapa de decisão final de exclusão.

Figura 15 - Modelo explicativo da proposta de modelo de exclusão de PSS



Fonte: autoria própria (2025).

A operacionalização do modelo proposto exige, inicialmente, quatro entradas de dados essenciais. A primeira, por exigência do diretor executivo devido à uma política da empresa, corresponde à definição do peso da decisão de cada um dos três decisores, de forma simples e arbitrária, em que o decisor principal classifica qual a importância de cada um dos três. Esta etapa utilizou uma média ponderada, simplificada de forma que o diretor executivo deve distribuir os pesos aos tomadores de decisão até que somem cem por cento.

Na sequência, o decisor principal define, de acordo com os indicadores existentes na empresa, o conjunto de critérios de decisão relacionados ao problema em questão. Essa etapa é fundamental, pois tais critérios servirão de base para a próxima etapa, que consiste na atribuição de pesos aos critérios, portanto a utilização de indicadores já conhecidos e utilizados na organização torna a atribuição de pesos e julgamentos dos desempenhos mais simples e fidedignos à realidade do direcionamento estratégico corporativo.

Na próxima entrada de dados, os tomadores de decisão avaliam os PSS do portfólio com base nos critérios estabelecidos. Posteriormente, os PSS são classificados em forma decrescente de desempenho, conforme os resultados obtidos nas avaliações. Por fim, o processo de exclusão, por indicação da empresa, foi vinculado à validação humana, em que a diretoria executiva e o conselho de administração determinaram quais PSS deveriam ser excluídos, de acordo com as políticas de tomada de decisão da empresa.

O modelo gera três saídas intermediárias e uma saída final. As intermediárias contemplam o peso dos decisores, a estruturação dos critérios com seus respectivos pesos. A saída final corresponde ao *ranking* de desempenho dos PSS dentro do portfólio.

A construção do modelo para exclusão de PPS no contexto de portfólio foi pautada na combinação de duas técnicas de apoio multicritério à decisão (MCDM), selecionadas com base nos requisitos da proposta e nas limitações observadas em abordagens anteriores. São elas: o *Best Worst Method* (BWM) para definição de pesos dos critérios e o *fuzzy-TOPSIS* para a classificação das alternativas em formato de *ranking*.

A escolha pelo BWM foi motivada por sua capacidade de reduzir inconsistências comuns em métodos de comparação pareada, como o AHP, conforme discutido por Rezaei (2015). Essa vantagem decorre da menor quantidade de comparações necessárias, o que contribui para maior precisão nas avaliações, especialmente em problemas complexos com múltiplos critérios, característica frequentemente observada em portfólios. Além disso, estudos recentes, como o de Swarnakar *et al.* (2023), reforçam que o BWM apresentou ampla aplicabilidade e robustez em contextos em que a quantidade de critérios é elevada e a coerência nos julgamentos precisa ser assegurada.

Para a etapa de pontuação dos PSS, adotou-se o *fuzzy-TOPSIS*. Segundo Hwang e Yoon (1981), o TOPSIS clássico ordena alternativas pela maior proximidade à solução ideal positiva e pela maior distância da solução ideal negativa. Chen (2000) enfatiza que essa lógica, estendida ao ambiente *fuzzy*, permite que julgamentos linguísticos sejam tratados por meio de números *fuzzy* triangulares, preservando a comparabilidade entre alternativas sob incerteza. De acordo com Zadeh (1965), a Teoria dos Conjuntos *fuzzy* fornece a base para representar pertencimentos parciais. Pedrycz e Gomide (2007) afirmam essa representação é particularmente útil quando as avaliações dos decisores são imprecisas e, conforme Kahraman (2008), a adoção de escalas linguísticas com números *fuzzy* triangulares ou trapezoidais é prática consolidada em MCDM.

No procedimento adotado, as avaliações linguísticas são convertidas em números *fuzzy* triangulares, agregadas com a média ponderada do peso dos decisores, normalizadas e ponderadas pelos pesos dos critérios. Em seguida, determinam-se os ideais positiva e negativa e calculam-se as distâncias por meio do método do vértice, onde, segundo Chen (2000), obtém-se o coeficiente de proximidade que orienta o ranqueamento final. Pourhejazy *et al.* (2019) afirmam que essa abordagem melhora a tratabilidade de julgamentos subjetivos e mantém transparência no processo decisório, sendo adequada para portfólios em contextos empresariais, nos quais a incerteza e a avaliação qualitativa são recorrentes.

10.1 Ferramentas usadas para o desenvolvimento do artefato

De acordo com Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015), um artefato do tipo modelo corresponde a uma sequência estruturada de atividades orientadas ao alcance de um objetivo, usualmente representada por fluxos, heurísticas ou algoritmos. Nesta pesquisa, o modelo foi operacionalizado por meio de um algoritmo e, dada a necessidade de executar operações computacionais, desenvolveu-se uma planilha em Microsoft Excel[®] com uso do Solver para viabilizar os cálculos e os problemas de otimização. Ainda segundo Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015), essa planilha caracteriza-se como uma instanciação, ou seja, um artefato que materializa constructos, modelos e métodos.

10.2 Procedimento de avaliação

Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015) afirmam que um artefato deve apresentar evidências de aplicabilidade em problemas reais, e sua avaliação pode assumir diferentes formatos, conforme a natureza do artefato e as exigências de operação. Considerando os requisitos definidos no Quadro 15, adotou-se uma estratégia combinada onde, inicialmente, procedeu-se à avaliação observacional em contexto organizacional, com aplicação do modelo e demonstração dos resultados, procedimento que, ainda conforme Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015) a literatura reconhece como suficiente para verificar utilidade em DSR.

Como complemento, foi estruturado um questionário em que objetivo não foi comprovar superioridade do modelo, mas verificar utilidade, compreensibilidade e aderência organizacional, captando a percepção dos tomadores de decisão. Segundo Ghasemzadeh e Archer (2000), instrumentos desse tipo são adequados para avaliar sistemas de análise e seleção, razão pela qual o questionário foi adaptado ao contexto deste estudo, em que o artefato é um modelo e não uma instanciação, mantendo o foco na utilidade prática e no alinhamento estratégico.

Por fim, foi realizada uma discussão estruturada com os participantes após a aplicação do instrumento, a fim de qualificar os achados do questionário com evidências qualitativas e mitigar eventuais divergências de interpretação. De acordo com Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015), esse tipo de procedimento, frequentemente operacionalizado como grupo focal, contribui para a validação do artefato e para a construção de conhecimento na DSR.

O formulário proposto contém seis afirmações que o usuário avalia em uma escala de 1 a 5, sendo: 1 - "discordo totalmente", 2 - "discordo parcialmente", 3 - "não concordo nem

discordo”, 4 - "concordo parcialmente" e 5 - "concordo totalmente". As seis afirmações avaliadas foram:

A1 - A quantidade e pesos dos decisores representam bem a realidade;

A2 - A quantidade e pesos dos critérios representam bem a realidade;

A3 - O modelo é útil, pois equilibra a classificação dos PSS ao considerar adequadamente todas as dimensões da abordagem;

A4 - Os resultados do modelo representam um bom *ranking* do portfólio de PSS, alinhado à estratégia da organização;

A5 - A ferramenta possui fácil usabilidade e agiliza o processo de tomada de decisão;

A6 - O modelo é suficiente para apoio a tomada de decisão de exclusão dos PSS.

Após a aplicação do questionário, os decisores também participaram de uma rodada de conversa sobre os resultados obtidos pelo artefato e foram convidados a exprimir livremente suas percepções e opiniões sobre o modelo testado, com intuito de enriquecer a discussão e apoiar nas conclusões do trabalho.

10.3 Descrição do artefato construído

O algoritmo desenvolvido foi construído baseado em duas técnicas MCDM existentes e seus passos foram divididos em três etapas. A primeira tratou de uma adaptação que foi feita no desenvolvimento do artefato, para que fosse possível obter as saídas desejadas, nomeada Requisitos Iniciais e definida pelo Decisor Principal. Adaptações como essa são chamadas por Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015) como heurísticas de construção. A segunda etapa apresentou os passos provenientes do BWM e, a terceira, do *fuzzy*-TOPSIS, em que o algoritmo desenvolvido que representa o modelo foi descrito abaixo:

Etapa 1 - Requisitos iniciais de escolha dos pesos dos decisores

Esta etapa atende a um requisito básico da diretoria executiva para que o modelo se adeque às características hierárquicas de tomada de decisão da empresa estudada. O passo 1.1 descreve os pesos dos tomadores de decisão.

Passo 1.1 - O Decisor Principal deve distribuir arbitrariamente 100 pontos percentuais, de forma que determine o peso dos 3 decisores, Decisor Principal (D_p), Decisor 2 (D_2) e Decisor

3 (D_3), de forma que $D_1 + D_2 + D_3 = 100$;

Etapa 2 – Determinação dos critérios e seus pesos com o uso do BWM

Esta etapa segue o método de tomada de decisão multicritério BWM (*Best Worth Method*), desenvolvido por Jafar Rezaei, para determinar os pesos dos critérios de para tomada de decisão. A seguir, apresenta-se uma descrição fiel dos passos descritos em Rezaei (2015).

Passo 2.1 - Decisor principal deve determinar o conjunto dos critérios de decisão que serão avaliados no modelo por todos os decisores $\{C_1, C_2, \dots, C_n\}$

Passo 2.2 - Determinar qual é o melhor critério B (o mais desejável, ou mais importante) e qual o pior critério W (o menos desejável, ou aquele que é menos relevante);

Passo 2.3 - Determinar qual é a preferência do melhor critério B sobre todos os outros com um julgamento verbal, que deve ser convertido em uma escala de 1 a 9. O Quadro 15 apresenta uma sugestão dos julgamentos verbais:

Quadro 15 - Escala de avaliação para o BWM

JULGAMENTO VERBAL	VALOR NUMÉRICO
Absolutamente mais importante	9
Algo entre muito fortemente e absolutamente mais importante	8
Muito fortemente mais importante	7
Algo entre fortemente e muito fortemente mais importante	6
Fortemente mais importante	5
Algo entre moderadamente e fortemente mais importante	4
Moderadamente mais importante	3
Algo entre igualmente e moderadamente mais importante	2
Igualmente mais importante	1

Fonte: Bafail e Abdulaal (2022).

As respostas compõem o vetor resultante $A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn})$ no qual a_{Bj} indica a preferência do melhor critério B sobre o critério j , com j variando de 1 a n . O valor de a_B sempre será igual a 1.

Passo 2.4 - Determinar qual é a preferência de todos os critérios sobre o pior critério W com um julgamento verbal convertido na escala de 1 a 9. As respostas compõem o vetor $A_W =$

$(a_{1W}, a_{2W}, \dots, a_{nW})^T$, no qual a_{jW} indica a preferência do critério j sobre o pior critério W , com j variando de 1 a n . O valor de a_{WW} será sempre igual a 1.

Passo 2.5 - Resolver o problema de otimização descrito na equação (1). A saída do problema revela o vetor de pesos ótimos $W = (w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$.

Para cada par de relações w_B/w_j e w_j/w_W , o peso ótimo deve satisfazer o requisito de que

$w_B/w_j = a_{Bj}$ e $w_j/w_W = a_{jW}$. Para satisfazer essas condições, as diferenças absolutas

máximas $\left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right|$ e $\left| \frac{w_j}{w_W} - a_{jW} \right|$ para todo j , são minimizadas. Considerando também a

característica de não negatividade e a condição de soma dos pesos, o seguinte problema pode ser formulado:

$$\begin{array}{l}
 \min \xi \\
 \text{Sujeito a} \\
 \left[\begin{array}{l}
 \left| \frac{W_B}{W_j} - a_{Bj} \right| \leq \xi \quad \text{para todo } j = 1 \text{ até } n \\
 \left| \frac{W_j}{W_W} - a_{jW} \right| \leq \xi \quad \text{para todo } j = 1 \text{ até } n \\
 \sum_{j=1}^n W_j = 1 \\
 W_j \geq 0
 \end{array} \right. \quad (1)
 \end{array}$$

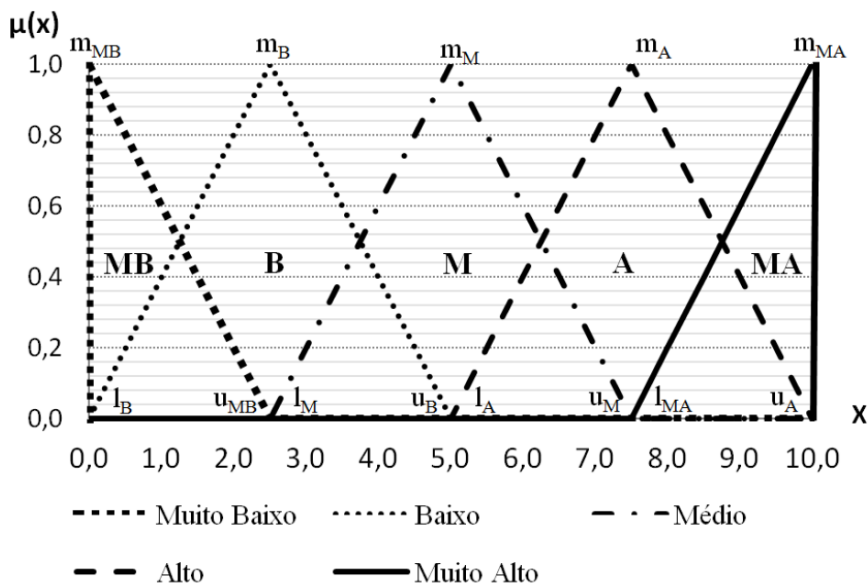
Etapa 3 – Julgamento de ranking dos PSS com uso do *fuzzy*-TOPSIS

Em métodos de decisão fundamentados na lógica *fuzzy*, proposta por Zadeh (1965), é comum que as pontuações atribuídas às alternativas sejam expressas por variáveis linguísticas e, para operacionalizar esse tipo de julgamento, torna-se necessário definir um conjunto de termos linguísticos capaz de representar adequadamente tais gradações. Por exemplo, segundo Zadeh (1965) o valor da variável linguística pode ser medido por meio dos termos linguísticos “muito baixo”, “baixo”, “médio”, “alto” e “muito alto”, como ilustrado na Figura 16.

Neste artigo optou-se pelo uso do padrão NFTs (números *fuzzy* triangulares) pelo fato de, conforme Lam *et al.* (2010) apresentarem maior simplicidade construtiva, especialmente

para o modelo construído em uma planilha de Excel[®]. Princy e Dhenakaran (2016) e Brunelli e Mezei (2013) sugerem que, de acordo com a análise experimental, o uso de números *fuzzy* triangulares apresenta desempenho tão bom quanto o trapezoidal. No entanto, entende-se que a adaptação para o modo trapezoidal, bem como outros meios de redução de incerteza, não são um impeditivo para uma futura atualização do modelo.

Figura 16 - Exemplo de escala de valores linguísticos *fuzzy* triangulares



Fonte: Lima Junior e Carpinetti (2014).

O método TOPSIS foi proposto inicialmente por Hwang e Yoon (1981). Visando adequar o método TOPSIS para tomada de decisão em cenários de incerteza, Chen (2000) propôs a primeira combinação entre este método e a teoria dos conjuntos *fuzzy*, denominada *fuzzy*-TOPSIS. Os passos desse método são descritos nos passos a seguir, baseados em Chen (2000) e Lima Junior e Carpinetti (2014).

Passo 3.1 - Agregar os valores linguísticos fornecidos por cada tomador de decisão (DM_r) em relação à pontuação das alternativas e ao peso dos critérios. A equação 2 é usada para agregar as pontuações das alternativas. Nessa equação, \tilde{x}_{ij}^r descreve as pontuações da alternativa A_i ($i = 1, \dots, n$), em relação ao critério C_j ($j = 1, \dots, m$), dado pelo tomador de decisão DM_r ($r = 1, \dots, k$). As avaliações dos pesos dos critérios são agregadas usando a equação 3, em que \tilde{w}_j^r descreve o peso do critério, dado por DM_r ;

$$\widetilde{x}_{ij} = \frac{1}{k} [\widetilde{x}_{ij}^1 + \widetilde{x}_{ij}^r + \dots + \widetilde{x}_{ij}^k] \quad (2)$$

$$\widetilde{w}_j = \frac{1}{k} [\widetilde{w}_j^1 + \widetilde{w}_j^2 + \dots + \widetilde{w}_j^k] \quad (3)$$

Passo 3.2 - Montar uma matriz de decisão *fuzzy* \widetilde{D} para as pontuações das alternativas e um vetor *fuzzy* \widetilde{W} para o peso dos critérios de acordo com as equações 4 e 5, respectivamente;

$$\widetilde{D} = \begin{matrix} & & \begin{matrix} C_1 & C_2 & \dots & C_j & \dots & C_m \end{matrix} \\ \begin{matrix} A_1 \\ \vdots \\ A_i \\ \vdots \\ A_n \end{matrix} & \begin{pmatrix} \widetilde{x}_{11} & \widetilde{x}_{12} & \dots & \widetilde{x}_{ij} & \dots & \widetilde{x}_{1m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \widetilde{x}_{i1} & \widetilde{x}_{i2} & \dots & \widetilde{x}_{ij} & \dots & \widetilde{x}_{im} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \widetilde{x}_{n1} & \widetilde{x}_{n2} & \dots & \widetilde{x}_{nj} & \dots & \widetilde{x}_{nm} \end{pmatrix} & \end{matrix} \quad (2)$$

$$\widetilde{W} = [\widetilde{w}_1, \widetilde{w}_2, \dots, \widetilde{w}_m] \quad (3)$$

Passo 3.3 - Normalizar a matriz \widetilde{D} . A matriz normalizada \widetilde{R} é dada pela equação 4, sendo \widetilde{r}_{ij} obtido por meio das equações 5 ou 6. No caso estudado foram utilizados apenas critérios de benefício;

$$\widetilde{R} = [\widetilde{r}_{ij}]_{m \times n} \quad (4)$$

$$\widetilde{r}_{ij} = \left(\frac{l_{ij}}{u_j^+}, \frac{m_{ij}}{u_j^+}, \frac{u_{ij}}{u_j^+} \right), \text{ sendo } u_j^+ = \max_i u_{ij} \text{ (critérios de benefício)}$$

(5)

$$\widetilde{r}_{ij} = \left(\frac{l_j^-}{u_{ij}}, \frac{l_j^-}{m_{ij}}, \frac{l_j^-}{l_{ij}} \right), \text{ sendo } l_j^- = \min_i l_{ij} \text{ (critérios de custo)} \quad (6)$$

Passo 3.4 - Obter a matriz normalizada e ponderada \tilde{V} (equação 7) por meio da multiplicação dos pesos \tilde{w}_j pelos elementos \tilde{r}_{ij} da matriz normalizada, conforme a equação 8;

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \quad (7)$$

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \cdot \tilde{w}_j \quad (8)$$

Passo 3.5 - Definir a solução ideal positiva *fuzzy* (*Fuzzy Positive Ideal Solution*, FPIS, A^+) e a solução ideal negativa (*Fuzzy Negative Ideal Solution*, FNIS, A^-) conforme as equações 9 e 10, em que $\tilde{v}_j^+ = (1,1,1)$ e $\tilde{v}_j^- = (0,0,0)$;

$$A^+ = \{\tilde{v}_1^+, \tilde{v}_2^+, \dots, \tilde{v}_m^+\} \quad (9)$$

$$A^- = \{\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_m^-\} \quad (10)$$

Passo 3.6 - Calcular a distância D_i^+ entre os valores de FPIS e os valores da matriz \tilde{R} usando a equação 11. Analogamente, calcular a distância D_i^- entre os valores de FNIS e a matriz \tilde{R} usando a equação 12. Nas equações 11 e 12, $d(\cdot, \cdot)$ representa a distância entre dois números *fuzzy* de acordo com o método Vertex, que, para o caso de números *fuzzy* triangulares, pode ser obtida por meio da equação 13;

$$D_i^+ = \sum_{j=1}^n d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^+) \quad (11)$$

$$D_i^- = \sum_{j=1}^n d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-) \quad (12)$$

$$d(\tilde{x}, \tilde{z}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(l_x - l_z)^2 + (m_x - m_z)^2 + (u_x - u_z)^2]} \quad (13)$$

Passo 3.7 - Calcular o coeficiente de aproximação CC_i de acordo com a equação 14;

$$CC_i = \frac{D_i^-}{(D_i^+ + D_i^-)} \quad (14)$$

Passo 3.8 - Definir um *ranking* por meio da ordenação decrescente dos valores de CC_i .

Quanto mais próximo de 1,0 for este valor, melhor é o desempenho global da alternativa.

11. RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO MODELO E DISCUSSÃO

Nessa etapa, estão descritas a avaliação dos artefatos e a explicitação das aprendizagens do projeto do artefato onde, segundo Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015), tem como objetivo identificar todo conhecimento que pode ser usado como referencial teórico ou prático para soluções futuras. Este artefato foi avaliado pela aplicação em um contexto real, com a observação de seus resultados e pela coleta da opinião dos participantes por um questionário. A descrição do contexto e dos resultados da avaliação foi descrita a seguir.

11.1 Descrição do caso

A investigação foi desenvolvida em uma empresa nacional, tradicional na distribuição de gás liquefeito de petróleo (GLP) e atualmente posicionada como plataforma integrada de distribuição de combustíveis e de energia elétrica renovável. A organização possui valor de mercado aproximado de R\$ 30 bilhões, receita anual superior a R\$ 11,5 bilhões e quadro com mais de 16 mil colaboradores, operando em dois segmentos: 1) Empresarial, dedicado ao GLP a granel, e 2) Domiciliar, voltado ao GLP envasado. O recorte empírico deste estudo concentra-se na diretoria executiva empresarial, com interface direta com a coordenação de desenvolvimento, responsável pela concepção e implantação dos PSS, e com a gerência comercial, responsável pela comercialização do GLP e dos PSS.

O problema prático que motivou a pesquisa emerge da expansão do portfólio de PSS e da conseqüente complexidade de gestão, sobretudo na tomada de decisão de exclusão em caso de desempenho aquém do esperado. Observou-se, na empresa, divergência entre lideranças quanto aos critérios e à dificuldade na tomada dessas decisões, produzindo incoerência horizontal e risco de desalinhamento estratégico. Tal quadro reforça a necessidade de um modelo estruturado de apoio à decisão que integre múltiplas perspectivas.

No fluxo metodológico adotado, os pesos dos critérios foram obtidos por BWM, as avaliações das alternativas (PSS) foram tratadas por *fuzzy-TOPSIS*, e a decisão executiva de exclusão permaneceu sob política corporativa, conforme diretrizes de governança da organização. O objetivo foi prover transparência e rastreabilidade ao processo decisório, onde os resultados do *fuzzy-TOPSIS* compõem um *ranking* objetivo que subsidia a deliberação final do conselho de administração e diretoria executiva. Por fim, o levantamento da percepção dos decisores objetiva verificar a utilidade, compreensibilidade e aderência organizacional ao modelo proposto.

Para resguardar informações competitivas, a identidade da organização não foi divulgada. A descrição do caso limita-se ao essencial para compreensão do contexto decisório e da aplicação do modelo, preservando dados sensíveis sem prejuízo analítico.

11.2 Resultados da aplicação do modelo

A aplicação do artefato no ambiente ocorreu em conformidade com o proposto, onde grupo decisor estava composto pelo diretor executivo, gerente comercial e coordenador de desenvolvimento de produtos. De acordo com o passo 1.1 e 1.2, o diretor executivo definiu o peso dos demais decisores, bem como os critérios utilizados, que estão identificados e descritos no Quadro 16 e Quadro 17:

Quadro 16 - Definição dos pesos dos decisores

PESO	DIRETOR EXECUTIVO	GERENTE COMERCIAL	COORDENADOR DE DESENVOLVIMENTO
Peso (%)	50%	30%	20%

Fonte: autoria própria (2025).

Quadro 17 - Definição dos critérios de decisão

ÍNDICE	CRITÉRIO	TIPO	DESCRIÇÃO
C ₁	Eficiência de Operação	Qualitativo	Estabilidade operacional do PSS, eficiência no uso de recursos, redução de desperdícios, baixa taxa de manutenções corretivas e paradas não planejadas; efeitos sobre produtividade e custo operacional no cliente.
C ₂	Desempenho de vendas	Quantitativo	Contribuição do PSS para ampliar receita e volume de vendas de GLP, taxa de conversão de novos

			clientes e retenção da base, tração comercial e suporte ao crescimento orgânico.
C ₃	Desempenho financeiro	Quantitativo	Contribuição do PSS para o resultado econômico: margem de contribuição, geração de caixa, retorno sobre o investimento; interface com desempenho comercial e operacional.
C ₄	ESG (<i>Environmental, Social and Governance</i>)	Qualitativo	Contribuição do PSS para reduzir impactos ambientais, reforçar saúde e segurança e garantir conformidade regulatória e de governança (emissões evitadas, gestão de resíduos, incidentes).
C ₅	Inovação	Qualitativo	Grau de novidade tecnológica, diferenciação competitiva, escalabilidade e aprendizado organizacional associado ao PSS; maturidade tecnológica e aderência a requisitos de inovação.
C ₆	Potencial do mercado	Quantitativo	O quanto o PSS endereça mercados atrativos e com espaço de crescimento (tamanho de mercado, dinâmica competitiva, barreiras de entrada); viabilidade de expansão e ganho de participação.
C ₇	<i>Net Promoter Score</i> (NPS)	Quantitativo	Métrica de satisfação e lealdade do cliente que reflete o quão provável seria uma recomendação do PSS a um amigo.
C ₈	Segmento estratégico	Qualitativo	Alinhamento do PSS a prioridades estratégicas e sinergias de portfólio, reforço do posicionamento e contribuição para metas corporativas; aderência a segmentos prioritários.

Fonte: autoria própria (2025).

Após isso cada um dos decisores seguiu com a escolha do melhor critério B e do pior critério W, individualmente, de acordo com o passo 2.1, de acordo com o quadro 18:

Quadro 18 - Melhor e pior critério por decisor

GRAU DE IMPORTÂNCIA	DIRETOR EXECUTIVO	GERENTE COMERCIAL	COORDENADOR DE DESENVOLVIMENTO
Maior Importância	Desempenho financeiro	Desempenho de vendas	Potencial do mercado
Menor Importância	Impacto ambiental de uso	Custo de manutenção	Custo de manutenção

Fonte: autoria própria (2025).

Seguindo os passos 2.2 e 2.3, os decisores seguiram com a avaliação individual de preferência do melhor critério B, bem como do pior critério W sobre todos os outros, seguindo a escala de 1 a 9, resultando nos vetores do quadro 19:

Quadro 19 - Vetores por Decisor

VETOR	DIRETOR EXECUTIVO	GERENTE COMERCIAL	COORDENADOR DE DESENVOLVIMENTO
Ab	(6, 2, 1, 9, 7, 3, 3, 2)	(8, 1, 3, 7, 4, 3, 2, 5)	(5, 2, 2, 4, 2, 1, 2, 4)
Aw	(4, 8, 9, 1, 5, 7, 8, 8)	(1, 9, 3, 3, 4, 8, 8, 5)	(1, 7, 6, 4, 7, 8, 7, 5)

Fonte: autoria própria (2025).

Seguindo o passo 2.4, foi resolvido o problema de otimização individualmente para os 3 decisores e, por fim a saída do problema entregou os pesos ótimos por decisor, que estão identificados no quadro 20.

Quadro 20 - Pesos ótimos por decisor

DECISÃO	DIRETOR EXECUTIVO	GERENTE COMERCIAL	COORDENADOR DE DESENVOLVIMENTO
W1	0,058626466	0,02664028	0,029850746
W2	0,175879397	0,298371137	0,149253731
W3	0,281407035	0,127873344	0,149253731
W4	0,023450586	0,054802862	0,074626866
W5	0,050251256	0,095905008	0,149253731
W6	0,117252931	0,127873344	0,223880597
W7	0,117252931	0,191810017	0,149253731
W8	0,175879397	0,076724007	0,074626866

Fonte: autoria própria (2025).

Após essa etapa, foi aplicada a média ponderada dos pesos do diretor executivo (50%), gerente comercial (30%) e coordenador de desenvolvimento (20%), o que resultou no quadro de pesos abaixo, apresentados de forma decrescente de relevância:

Quadro 21 - Critérios em ordem decrescente de pesos ponderados

ÍNDICE	CRITÉRIO	PESO PONDERADO
C ₃	Desempenho financeiro	20,90%
C ₂	Desempenho de vendas	20,70%
C ₇	Net Promoter Score (NPS)	14,60%
C ₆	Potencial do mercado	14,20%
C ₈	Segmento estratégico	12,60%
C ₅	Inovação	8,40%
C ₁	Eficiência de Operação	4,30%
C ₄	ESG (<i>Environmental, Social and Governance</i>)	4,30%

Fonte: autoria própria (2025).

Dada a finalização do BWM, deu-se início à etapa 3 com a inclusão de todos os 8 PSS da empresa. A descrição dos PSS foi omitida por conter informação sensível da organização. Então, o grupo decisor foi apresentado à escala linguística de avaliação descrita no Quadro 22, em que as avaliações foram feitas usando parâmetro m (1, 3, 5, 7, 9):

Quadro 22 - Legenda escala linguística de avaliação

Valor Linguístico	Valor <i>fuzzy</i>		
	l	m	i
Muito Baixo	1	1	3
Baixo	1	3	5
Médio	3	5	7
Alto	5	7	9
Muito Alto	7	9	9

Fonte: autoria própria (2025).

Dando sequência ao passo 3.1, foram determinados os valores linguísticos por cada tomador de decisão, utilizando a escala Muito Baixo, Baixo, Médio, Alto e Muito Alto, em relação aos critérios desempenho de todos os PSS, exceto o Desempenho de vendas, Desempenho Financeiro, Potencial do Mercado e NPS que já haviam sido definidos pelo diretor executivo, tomando como base sua avaliação qualitativa dos atingimento das expectativas desempenho dos indicadores quantitativos internos da companhia e apoiado pelo *know-how* do executivo. Os Quadro 23, 24, 25 apresentam a avaliação dos decisores:

Quadro 23 - Avaliação multicritério dos PSS - Diretor executivo

PSS	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
PSS1	MB	A	A	MB	A	A	MB	A
PSS2	A	M	M	A	B	M	A	M
PSS3	B	M	A	B	M	A	B	B
PSS4	M	A	M	M	MA	B	M	A
PSS5	B	M	B	B	M	A	B	M
PSS6	MB	MB	MB	M	A	M	M	MA
PSS7	B	B	B	B	M	A	B	M
PSS8	M	M	B	M	A	M	M	A

Fonte: autoria própria (2025).

Quadro 24 - Avaliação multicritério dos PSS - Gerente comercial

PSS	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
PSS1	B	A	A	MB	A	A	MB	A
PSS2	A	M	M	A	B	M	A	M
PSS3	B	M	A	B	M	A	B	MB
PSS4	M	A	M	M	MA	B	M	MA
PSS5	B	M	B	B	M	A	B	M
PSS6	M	MB	MB	A	MA	M	M	A
PSS7	B	B	B	B	M	A	B	M
PSS8	M	M	B	M	A	M	M	A

Fonte: autoria própria (2025).

Quadro 25 - Avaliação multicritério dos PSS - Coordenador de desenvolvimento

PSS	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
PSS1	MB	A	A	B	A	A	MB	A
PSS2	A	M	M	A	M	M	A	A
PSS3	B	M	A	M	M	A	B	B
PSS4	M	A	M	M	MA	B	M	A
PSS5	B	M	B	B	M	A	B	M
PSS6	M	MB	MB	A	A	M	M	MA
PSS7	B	B	B	M	A	A	B	M
PSS8	M	M	B	M	A	M	M	MA

Fonte: autoria própria (2025).

Então, foi executado o cálculo para geração da matriz de decisão com a combinação dos decisores de acordo com o peso do diretor executivo (50%), gerente comercial (30%) e coordenador de desenvolvimento (20%) o que gerou os dados apresentados no quadro 26:

Quadro 26 - Matriz de decisão combinada

CRITÉRIO	PSS1	PSS2	PSS3	PSS4	PSS5	PSS6	PSS7	PSS8
Critério 1	1	5	1	3	1	2	1	3
	1,6	7	3	5	3	3	3	5
	3,6	9	5	7	5	5	5	7
Critério 2	5	3	3	5	3	1	1	3
	7	5	5	7	5	1	3	5
	9	7	7	9	7	3	5	7
Critério 3	5	3	5	3	1	1	1	1
	7	5	7	5	3	1	3	3
	9	7	9	7	5	3	5	5
Critério 4	1	5	1,4	3	1	4	1,4	3
	1,4	7	3,4	5	3	6	3,4	5
	3,4	9	5,4	7	5	8	5,4	7
Critério 5	5	1,4	3	7	3	5,6	3,4	5
	7	3,4	5	9	5	7,6	5,4	7
	9	5,4	7	9	7	9	7,4	9
Critério 6	5	3	5	1	5	3	5	3
	7	5	7	3	7	5	7	5
	9	7	9	5	9	7	9	7
Critério 7	1	5	1	3	1	3	1	3
	1	7	3	5	3	5	3	5
	3	9	5	7	5	7	5	7
Critério 8	5	3,4	1	5,6	3	6,4	3	5,4
	7	5,4	2,4	7,6	5	8,4	5	7,4
	9	7,4	4,4	9	7	9	7	9

Fonte autoria própria (2025).

Dando sequência aos passos 3.4 e 3.5, a matriz foi normalizada e ponderada com os pesos dos critérios, o que possibilitou a definição da solução ideal positiva *fuzzy* (FPIS, A^+) e a solução ideal negativa (FNIS, A^-), seguindo o passo 3.5 e apresentadas no quadro 27:

Quadro 27 - Solução ideal positiva e solução ideal negativa

CRITÉRIO	A^+	A^-
C1	(0,024; 0,034; 0,043)	(0,005; 0,008; 0,017)
C2	(0,115; 0,161; 0,207)	(0,023; 0,023; 0,069)
C3	(0,116; 0,162; 0,209)	(0,023; 0,023; 0,07)
C4	(0,024; 0,034; 0,043)	(0,005; 0,007; 0,016)
C5	(0,065; 0,084; 0,084)	(0,013; 0,032; 0,05)
C6	(0,079; 0,11; 0,142)	(0,016; 0,047; 0,079)
C7	(0,081; 0,114; 0,146)	(0,016; 0,016; 0,049)
C8	(0,09; 0,117; 0,126)	(0,014; 0,034; 0,062)

Fonte: autoria própria (2025).

No passo 3.7 calculou-se as distâncias D_i^+ entre os valores de FPIS e os valores da matriz \tilde{R} e, analogamente, calculou-se a distância D_i^- entre os valores de FNIS e a matriz \tilde{R} , o que representa a distância entre dois números *fuzzy* de acordo com o método do vértice, resultando nos quadros 28 e 29.

Quadro 28 - Valores (FPIS, A^+) e distâncias D_i^+

PSS	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	D_i^+
PSS1	0,0239	0,0000	0,0000	0,0245	0,0152	0,0000	0,0879	0,0160	0,168
PSS2	0,0000	0,0461	0,0464	0,0000	0,0467	0,0315	0,0000	0,0366	0,207
PSS3	0,0192	0,0461	0,0000	0,0172	0,0322	0,0000	0,0649	0,0750	0,255
PSS4	0,0096	0,0000	0,0464	0,0096	0,0000	0,0630	0,0324	0,0091	0,170
PSS5	0,0192	0,0461	0,0929	0,0192	0,0322	0,0000	0,0649	0,0421	0,316
PSS6	0,0178	0,1248	0,1257	0,0048	0,0106	0,0315	0,0324	0,0000	0,348
PSS7	0,0192	0,0921	0,0929	0,0172	0,0287	0,0000	0,0649	0,0421	0,357
PSS8	0,0096	0,0461	0,0929	0,0096	0,0152	0,0315	0,0324	0,0114	0,249

Fonte: autoria própria (2025).

Quadro 29 - Valores (FPIS, A^-) e distâncias D_i^-

PSS	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	D_i^-
PSS1	0,000	0,125	0,126	0,000	0,033	0,063	0,000	0,062	0,409
PSS2	0,024	0,080	0,080	0,025	0,000	0,032	0,088	0,039	0,367
PSS3	0,005	0,080	0,126	0,008	0,015	0,063	0,026	0,000	0,323
PSS4	0,014	0,125	0,080	0,015	0,047	0,000	0,056	0,067	0,405
PSS5	0,005	0,080	0,038	0,006	0,015	0,063	0,026	0,034	0,268
PSS6	0,006	0,000	0,000	0,020	0,037	0,032	0,056	0,075	0,226
PSS7	0,005	0,038	0,038	0,008	0,019	0,063	0,026	0,034	0,231
PSS8	0,014	0,080	0,038	0,015	0,033	0,032	0,056	0,065	0,334

Fonte: autoria própria (2025).

Por fim, nos passos 3.8 e 3.9, calculou-se o coeficiente de aproximação CC_i dos PSS, com a definição *ranking* por meio da ordenação decrescente dos valores de CC_i . Quanto mais próximo de 1,0 for este valor, melhor é o desempenho global da alternativa, como apresentado no quadro 30.

Quadro 30 - Coeficiente de aproximação e ranking dos PSS

PSS	C_{ci}	<i>RANKING</i>
PSS1	0,7093	1
PSS4	0,7041	2
PSS2	0,6392	3
PSS8	0,5731	4
PSS3	0,5593	5
PSS5	0,4582	6
PSS6	0,3940	7
PSS7	0,3926	8

Fonte: autoria própria (2025).

A literatura sobre *fuzzy*-TOPSIS reconhece que o ranqueamento das alternativas pode ser sensível a variações nos pesos dos critérios ou nos parâmetros associados aos números *fuzzy*, especialmente em contextos nos quais as alternativas apresentam desempenhos próximos entre si. Chen (2000), ao propor a extensão *fuzzy* do TOPSIS para decisão em grupo, já indicava que a modelagem da incerteza por números *fuzzy* altera as distâncias relativas às soluções ideais, podendo influenciar a posição final das alternativas. Estudos posteriores, como os de

Kahraman, Cebeci e Ulukan (2003) e Wang e Elhag (2006), destacam que pequenas alterações nos pesos ou na definição das funções de pertinência podem modificar o ranking, reforçando a importância da análise de sensibilidade como etapa de verificação da robustez do modelo.

Nesse problema de otimização, o PSS1 foi considerado o de melhor desempenho, com Cci muito próximo do PSS 4, ambos na casa dos 0,70. O PSS 7 e 6 foram os com piores desempenhos, com Cci na casa de 0,39. Nesse sentido, como o foco do presente trabalho é fornecer um *ranking* para apoio a tomada de decisão de exclusão, a análise de sensibilidade foi conduzida com o objetivo de avaliar a estabilidade dos piores colocados *ranking* dos PSS diante de variações moderadas nos pesos dos critérios, permitindo verificar que a decisão de exclusão se mantém consistente e não depende fortemente de ajustes marginais nas preferências dos decisores.

Por fim, após a disponibilização do *ranking*, seguindo as diretrizes da empresa, as decisões de exclusão são analisadas e tomadas pelo comitê formado pelo conselho de administração e diretoria executiva, o que mitiga o risco de falhas de exclusão.

11.3 Resultados do questionário e entrevista

Após a aplicação do método e análise dos resultados, os participantes responderam um questionário com escala de 1 a 5, em que objetivo da avaliação não foi comprovar a superioridade do método, mas verificar a utilidade, compreensibilidade e aderência organizacional. Os decisores também participaram de uma rodada de conversa sobre os resultados obtidos pelo artefato e foram convidados a exprimir livremente suas percepções e opiniões sobre o modelo testado.

O Quadro 31 permite observar que as respostas do questionário trazem clareza quanto ao reconhecimento do modelo como um bom espelho da realidade da empresa, bem como sua utilidade como um apoio estruturado, e não como substituto.

Quadro 31 - Respostas dos participantes às afirmações do questionário

AFIRMAÇÕES	DIRETOR EXECUTIVO	GERENTE COMERCIAL	COORDENADOR DE DESENVOLVIMENTO	MÉDIA
A1 - A quantidade e pesos dos decisores representam bem a realidade	5	4	3	4

A2 - A quantidade e pesos dos critérios representam bem a realidade	5	5	4	4,7
A3 - O modelo é útil, pois equilibra a classificação dos PSS ao considerar adequadamente todas as dimensões de decisão	4	4	4	4
A4 - Os resultados do modelo representam um bom <i>ranking</i> do portfólio de PSS, alinhado à estratégia da organização	4	4	4	4
A5 - A ferramenta possui fácil usabilidade e agiliza o processo de tomada de decisão	4	5	5	4,7
A6 - O modelo é suficiente para apoio a tomada de decisão de exclusão dos PSS	4	4	4	4

Fonte: autoria própria (2025).

Na afirmação A1, o diretor executivo atribuiu nota 5, enquanto o gerente comercial e coordenador de desenvolvimento atribuíram 4 e 3, respectivamente. Isso mostra que, sobretudo para o diretor, a forma como os pesos dos decisores foram definidos está totalmente aderente à governança real da empresa, o que foi visto como aceitável para o gerente comercial. Já o coordenador, ao marcar 3, indica uma percepção implícita de que, em determinadas decisões, a quantidade de decisores ou suas influências poderiam ser maiores. Em conversa com os decisores, entendeu-se que modelo respeitou a hierarquia formal, mas que é importante possuir flexibilidade caso a empresa deseje modular a quantidade de decisores e seus pesos em contextos específicos.

Na afirmação A2, o diretor executivo e gerente comercial atribuíram nota 5, e o coordenador, 4. Os dois decisores mais próximos da estratégia e da receita (diretor e gerente) enxergam no conjunto de critérios uma representação muito fiel de como a empresa, de fato, avalia seus PSS. Na conversa com os decisores, a leitura é de que o modelo conseguiu traduzir em números a prioridade conferida ao resultado econômico e comercial, sem desconsiderar os

critérios de mercado, cliente e estratégia. O gerente comercial, valorizou o fato de que a satisfação de clientes e potencial de mercado não ficaram escondidos atrás de métricas financeiras. O coordenador, sinalizou que, do ponto de vista técnico e de desenvolvimento, critérios como inovação e eficiência operacional poderiam, em alguns contextos, ganhar maior protagonismo, o que abre espaço para ajustes parametrizáveis em aplicações futuras.

Nas afirmações A3 e A4, os três decisores atribuíram nota 4. Isso indica uma convergência forte, em que todos reconhecem que o modelo produz um bom *ranking* em relação à estratégia da empresa, sem privilegiar apenas uma dimensão. Na conversa, o diretor executivo entendeu o *ranking* como um mapa de portfólio, em que fica evidente quais PSS são core, com alto desempenho, quais se situam em zona intermediária e quais se aproximam de candidatos naturais à exclusão ou reconfiguração. O gerente comercial destacou a importância da análise do *ranking*, dado que o ciclo de vida não foi considerado, e que os PSS em fase de amadurecimento não devem ser descartados, desde que apresentem potencial de mercado. Já o coordenador valoriza que critérios técnicos não foram ignorados, ainda que tenham pesos menores, dessa forma o modelo consegue reduzir o desempenho PSS operacionalmente problemáticos, mesmo quando há algum apelo comercial. Essa rodada reforçou a importância do caráter compensatório do *fuzzy-TOPSIS*, pois os decisores enxergam o *ranking* como fiel e útil, porém mantêm a percepção de que casos específicos podem exigir leitura qualitativa adicional.

A afirmação A5 recebeu duas notas 5 e uma nota 4 do diretor executivo. Esse é talvez o sinal mais direto de aceitação do artefato. Do ponto de vista prático, a planilha que operacionaliza o método BWM *fuzzy-TOPSIS* foi percebida como simples de operar e capaz de reduzir a complexidade cognitiva do processo decisório. Na conversa, todos os decisores concordaram que o modelo pode ajudar no direcionamento de discussões sobre exclusão de PSS, tornando-as menos longas, subjetivas. O uso do artefato apoia com uma base numérica coerente para orientar o debate com mais objetividade e transparência. A única ressalva foi um possível risco de modificações na planilha, que poderia ser mitigada com utilização de um programa instalável.

Na afirmação A6, todos marcaram 4. Isso indica que ninguém vê o artefato como absoluto, mas todos o reconhecem como um suporte robusto. O diretor executivo elogiou o modelo como uma base técnica para discussão, mas que alguns aspectos políticos, negociações, relações com clientes chave e eventuais mudanças regulatórias dificilmente serão captados pelo modelo. O gerente comercial corroborou a percepção do diretor, citando que experiências

passadas e negociações em curso são muito importantes e devem ser confrontadas com o *ranking*.

11.4 Discussão

A análise dos resultados evidencia que o modelo BWM *fuzzy*-TOPSIS cumpre o papel para o qual foi concebido: apoiar a tomada de decisão de exclusão de PSS em uma empresa conservadora do setor de petróleo, gás e energia, provendo uma estrutura transparente, rastreável e alinhada à estratégia corporativa. O ponto de partida foi justamente a constatação de que a expansão do portfólio de PSS, somada à ausência de critérios claros, vinha gerando decisões altamente centralizadas, assimetrias entre áreas e risco de desalinhamento estratégico, o que reforçou a necessidade de um artefato multicritério estruturado. Essa lacuna prática dialoga diretamente com a literatura de exclusão de produtos, que destaca a necessidade de modelos analíticos capazes de transformar a exclusão de itens em movimento estratégico e não apenas reativo como discutido em Zhu *et al.* (2018, 2020, 2021), Pourhejazy *et al.* (2019), Golrizgashti *et al.* (2022) e Zhu, Martins, Shah e Sarkis (2023).

Os resultados obtidos com o BWM indicam que a empresa estudada atribui maior importância às dimensões econômica e operacional (desempenho financeiro, desempenho de vendas, eficiência de operação e potencial de mercado), enquanto os critérios ESG, inovação, NPS e segmento estratégico, embora relevantes, assumem pesos relativamente menores. Essa configuração é coerente com a síntese bibliométrica de Bolzan (2024), na qual critérios de desempenho operacional e financeiro aparecem com as maiores frequências de citação em estudos de seleção e priorização, ao passo que aspectos ambientais e estratégicos tendem a ocupar posição secundária. Ao mesmo tempo, o fato de ESG, inovação e alinhamento estratégico estarem presentes no conjunto de critérios sinaliza que o modelo captura a tensão típica dos ambientes de transição energética, nos quais a busca por resultado econômico convive com pressões crescentes por sustentabilidade e diferenciação competitiva, em linha com a literatura de PSS e exclusão de produtos sustentáveis, segundo Bai *et al.* (2018), Zhu, Shah e Sarkis (2018) e Zhu, Shah e Sarkis (2020).

A partir dos pesos derivados pelo BWM e das avaliações *fuzzy* consolidadas pelo TOPSIS, o *ranking* final segmenta o portfólio em três grupos: 1) PSS com desempenho global elevado (PSS4 e PSS1), com coeficientes de proximidade (CC_i) acima de 0,7 que se configuram como candidatos naturais à manutenção e, possivelmente, à priorização de investimento; 3) um bloco intermediário (PSS2, PSS8 e PSS3), com CC_i acima de 5,6, o que indica a necessidade

de monitoramento e ajustes focalizados; e 3) PSS com desempenho global mais baixo, (PSS5, PSS7 e PSS6) com CC_i de abaixo de 0,46, que se destacam como principais candidatos à exclusão ou reconfiguração. Essa estrutura de portfólio é consistente com abordagens anteriores que utilizam MCDM para apoiar decisões de exclusão, ao criar zonas de decisão (“manter”, “monitorar”, “deletar”) em vez de um corte arbitrário único, como afirmado por Pourhejazy *et al.* (2019), que reforçam a ideia de que a exclusão é uma decisão graduada, que pode envolver tanto retirada imediata quanto revisão de proposta de valor ou reposicionamento.

Outro resultado relevante diz respeito ao modo como o modelo incorpora a governança interna da empresa. A ponderação diferenciada dos decisores, com 50% para o diretor executivo, 30% para o gerente comercial e 20% para o coordenador de desenvolvimento, reflete a política corporativa e explicita o peso relativo de cada voz no processo de avaliação. Essa escolha é compatível com a lógica do BWM, que foi concebido para capturar preferências de decisores de forma cuidadosa e consistente, como afirmado por Rezaei (2015), e com recomendações de estudos que integram pesos de decisores em contextos de cadeia de suprimentos e investimentos, como Amiri *et al.* (2021) e Gao *et al.* (2023). Ao agregar os julgamentos por meio de média ponderada, o artefato torna explícita uma hierarquia de influência que, na prática, já existia, mas não era documentada, o que fortalece a rastreabilidade e a legitimidade do processo decisório, conforme defendem Belton e Stewart (2002) e Cinelli *et al.* (2014) para modelos MCDM.

REFERÊNCIAS

- AMIRI, M; HASHEMI-TABATABAEI, M; GHAHREMANLOO, M; KESHAVARZ-GHORABAEI, M; ZAVADSKAS, E; ANTUCHEVICIENE, J. A novel model for multi-criteria assessment based on BWM and possibilistic chance-constrained programming. **Computers & Industrial Engineering**, v. 156, p. 107287, 2021. DISPONÍVEL EM: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107287>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- ALMEIDA, A. T. de. **Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério**. São Paulo: Atlas, 2013.
- BAFAIL, O. A.; ABDULAAL, R. M. S. A combined BWM-TOPSIS approach versus AHP-TOPSIS approach: an application to solid waste management. **International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management**, 3., 2022, New York. Proceedings [...]. New York: ACM, 2022. p. 27-33. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3524338.3524343>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- BAI, C.; MA, X.; ZHU, Q. Product portfolio decarbonization: deleting hot products for a cooler supply chain. **Business Strategy and the Environment**, v. 33, n. 8, p. 9161-9180, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/bse.3958>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- BAI, C.; SHAH, P.; ZHU, Q.; SARKIS, J. Green product deletion decisions: an integrated sustainable production and consumption approach. **Industrial Management & Data Systems**, v. 118, n. 2, p. 349-389, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IMDS-05-2017-0175>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- BANA E COSTA, C. A.; ENSSLIN, L.; CORRÊA, E. C.; VANSNICK, J.-C. Decision Support Systems in action: Integrated application in a multicriteria decision aid process. **European Journal of Operational Research**, v. 113, n. 2, p. 315-335, 1999. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(98\)00219-7](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(98)00219-7). Acesso em: 15 dez. 2025.
- BELTON, V.; STEWART, T. J. Multiple criteria decision analysis: an integrated approach. **Boston: Kluwer Academic Publishers**, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1495-4>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- BILBAO-TEROL, A.; ARENAS-PARRA, M.; CAÑAL-FERNÁNDEZ, V. Selection of socially responsible portfolios using goal programming and fuzzy technology. **Information Sciences**, v. 189, p. 110-125, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ins.2011.12.001>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- CHEN, C.-T. Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. **Fuzzy Sets and Systems**, v. 114, n. 1, p. 1-9, 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(97\)00377-1](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(97)00377-1). Acesso em: 15 dez. 2025.
- CINELLI, M.; COLES, S. R.; KIRWAN, K. Analysis of the potentials of multi-criteria decision analysis methods to conduct sustainability assessment. **Ecological Indicators**, v. 46, p. 138-148, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.06.011>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- CORMEN, T. H.; LEISERSON, C. E.; RIVEST, R. L.; STEIN, C. **Introduction to**

algorithms. 3. ed. Cambridge, MA: MIT Press, 2009.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

EGGERS, J. P. All experience is not created equal: learning, adapting, and focusing in product portfolio management. **Strategic Management Journal**, v. 33, n. 3, p. 315-335, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/smj.956>. Acesso em: 15 dez. 2025.

FIGUEIRA, J.; GRECO, S.; EHRGOTT, M. (Ed.). Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys. **New York: Springer**, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/b100605>. Acesso em: 15 dez. 2025.

GAO, Changzheng; WANG, Xiuna; LI, Dongwei; HAN, Chao; YOU, Weiyang; ZHAO, Yihang. A novel hybrid power-grid investment optimization model with collaborative consideration of risk and benefit. **Energies**, Basel, v. 16, n. 20, art. 7215, 2023. DOI 10.3390/en16207215. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/en16207215>. Acesso em: 15 dez. 2025.

GHASEMZADEH, F.; ARCHER, N. P. Project portfolio selection through decision support. **Decision Support Systems**, v. 29, n. 1, p. 73-88, 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0167-9236\(00\)00065-8](https://doi.org/10.1016/S0167-9236(00)00065-8). Acesso em: 15 dez. 2025.

GOLRIZGASHTI, S.; DAHAGHIN, M.; POURHEJAZY, P. Product deletion decisions for adjusting supply chain strategy: a case study from the food industry. **IEEE Engineering Management Review**, v. 49, n. 3, p. 182-198, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/EMR.2021.3101112>. Acesso em: 15 dez. 2025.

GOLRIZGASHTI, S.; HOSSEINI, S. H.; ZHU, Q.; SARKIS, J. Evaluating supply chain dynamics in the presence of product deletion. **International Journal of Production Economics**, v. 255, p. 108722, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108722>. Acesso em: 15 dez. 2025.

GOLRIZGASHTI, S.; ZHU, Q.; SARKIS, J. Formalizing the strategic product deletion decision: incorporating multiple stakeholder views. **Industrial Management & Data Systems**, v. 122, n. 4, p. 887-919, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IMDS-07-2021-0435>. Acesso em: 15 dez. 2025.

HWANG, C. L.; YOON, K. Multiple attribute decision making: methods and applications a state-of-the-art survey. **New York: Springer-Verlag**, 1981. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, v. 186. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9>. Acesso em: 15 dez. 2025.

LACERDA, D. P.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. Design science research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2013005000014>. Acesso em: 15 dez. 2025.

LIMA JUNIOR, F. R.; OSIRO, L.; CARPINETTI, L. C. R. A comparison between Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS methods to supplier selection. **Applied Soft Computing**, v. 21, p.

194-209, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2014.03.014>. Acesso em: 15 dez. 2025.

POURHEJAZY, P.; SARKIS, J.; ZHU, Q. A fuzzy-based decision support system for product elimination. **Expert Systems with Applications**, v. 119, p. 110-124, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.11.001>. Acesso em: 15 dez. 2025.

POURHEJAZY, P.; SARKIS, J.; ZHU, Q. Product deletion as an operational strategic decision: Exploring the sequential effect of prominent criteria on decision-making. **Computers & Industrial Engineering**, v. 140, p. 106274, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106274>. Acesso em: 15 dez. 2025.

REZAEI, J.; WANG, J.; TAVASSZY, L. Linking supplier development to supplier segmentation using Best Worst Method. **Expert Systems with Applications**, v. 42, n. 23, p. 9152-9164, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.07.073>. Acesso em: 15 dez. 2025.

REZAEI, M.; ALHARBI, S. A.; RAZMJOO, A.; MOHAMED, M. A. Accurate location planning for a wind-powered hydrogen refueling station: Fuzzy VIKOR method. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 46, n. 67, p. 33360-33374, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.07.154>. Acesso em: 15 dez. 2025.

WHEELWRIGHT, S. C.; CLARK, K. B. **Revolutionizing product development: quantum leaps in speed, efficiency, and quality**. New York: The Free Press, 1992.

ZHU, Q.; DHAVALA, D. G.; SARKIS, J.; WANG, X. Formalizing organizational product deletion through strategic cross-functional evaluation: a Bayesian analysis approach. **International Journal of Production Economics**, v. 262, p. 108894, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108894>. Acesso em: 15 dez. 2025.

ZHU, Q.; GOLRIZGASHTI, S.; SARKIS, J. Product deletion and supply chain repercussions: risk management using FMEA. **Benchmarking: An International Journal**, v. 28, n. 2, p. 409-437, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/BIJ-01-2020-0007>. Acesso em: 15 dez. 2025.

ZHU, Q.; KOUHIZADEH, M.; SARKIS, J. Formalising product deletion across the supply chain: blockchain technology as a relational governance mechanism. **International Journal of Production Research**, v. 60, n. 1, p. 92-110, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1987552>. Acesso em: 15 dez. 2025.

ZHU, Q.; MARTINS, R. A.; SHAH, P.; SARKIS, J. A bibliometric review of brand and product deletion research: setting a research agenda. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 70, n. 6, p. 2166-2179, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/TEM.2021.3055459>. Acesso em: 15 dez. 2025.

ZHU, Q.; KOUHIZADEH, M. Blockchain technology, supply chain information, and strategic product deletion management. **IEEE Engineering Management Review**, v. 47, n. 1, p. 36-44, 2019. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8637776>. Acesso em: 15 dez. 2025.

ZHU, Q.; SARKIS, J. How loud is consumer voice in product deletion decisions? Retail analytic insights. **Journal of Retailing and Consumer Services**, v. 82, p. 104110, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2024.104110>. Acesso em: 15 dez. 2025.

ZHU, Q.; SHAH, P.; SARKIS, J. Addition by subtraction: integrating product deletion with lean and sustainable supply chain management. **International Journal of Production Economics**, v. 205, p. 201-214, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.035>. Acesso em: 15 dez. 2025.

ZHU, Q.; SHAH, P.; SARKIS, J. A paler shade of green: implications of green product deletion on supply chains. **International Journal of Production Research**, v. 58, n. 15, p. 4567-4588, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1781279>. Acesso em: 15 dez. 2025.

TERCEIRA PARTE

12. CONCLUSÕES

A dissertação partiu do aumento da concorrência no setor de Petróleo, Gás e Energia, amplificada pela pressão por descarbonização e transição energética, que levou uma das principais empresas nacionais de distribuição de GLP a se reposicionar como plataforma integrada de PSS e energia. A adoção acelerada de PSS ampliou a complexidade do portfólio e evidenciou dificuldades específicas para excluir ofertas de baixo desempenho em um ambiente organizacional conservador, no qual a incerteza e a aversão ao risco retardam decisões de exclusão.

A revisão sistemática da literatura, apoiada em análise bibliométrica, mostrou crescimento consistente do interesse em exclusão de portfólio e MCDM a partir de 2014, com destaque para autores como Zhu, Sarkis e Pourhejazy, mas também revelou uma lacuna clara quanto à aplicação de métodos multicritério à exclusão de PSS em contextos empresariais reais. Nesse cenário, consolidou-se o objetivo central de propor um modelo multicritério de apoio à tomada de decisão para exclusão de itens de portfólio em empresas de PSS.

O uso da DSR orientou a construção de um artefato voltado à ação, articulando diagnóstico do problema, levantamento de requisitos, desenho, desenvolvimento e avaliação do modelo em um caso real. A primeira etapa, que consistiu na RSL com suporte do pacote R Bibliometrix, a partir de dados das bases *Web of Science* e *Scopus*, permitiu mapear métodos, temas e lacunas da literatura sobre exclusão de portfólio, PSS e MCDM, além de identificar padrões que puderam ser combinados às especificidades da empresa estudada, de perfil conservador e pressão competitiva. Portanto a DSR mostrou-se adequada para garantir rigor metodológico, rastreabilidade das escolhas e conexão contínua entre teoria e prática, ao longo dos ciclos de concepção e teste do modelo.

O artefato desenvolvido integrou duas técnicas de MCDM com papéis complementares: o BWM, responsável pela definição dos pesos dos critérios, e o *fuzzy*-TOPSIS, encarregado de construir um *ranking* de PSS candidatos à exclusão. O BWM foi adotado pela sua capacidade de reduzir o número de comparações par a par, gerar pesos mais consistentes e acomodar múltiplos decisores, o que é particularmente relevante em contextos conservadores com disputas políticas e percepções distintas de valor. Já o *fuzzy*-TOPSIS foi escolhido por lidar bem com avaliações linguísticas e incerteza, permitindo combinar critérios quantitativos e qualitativos em um procedimento de ranqueamento sensível às diferenças de desempenho entre as alternativas. A implementação do modelo em planilha eletrônica, materializou o artefato em um formato compatível com a realidade organizacional, permitindo que o diretor executivo, o

gerente comercial e o coordenador de desenvolvimento interagissem diretamente com as etapas de ponderação, avaliação dos PSS e análise do *ranking* resultante.

A aplicação prática do modelo e sua avaliação por meio de questionário com o grupo focal indicaram que o artefato atendeu ao objetivo de apoiar a decisão de exclusão de PSS de forma mais estruturada e alinhada à estratégia. Os participantes relataram que o BWM contribuiu para explicitar e negociar a importância relativa dos critérios, permitindo refletir, por exemplo, o peso de critérios econômicos, de alinhamento estratégico, de desempenho operacional e de riscos associados à continuidade de cada PSS. O *fuzzy-TOPSIS*, por sua vez, foi percebido como útil para integrar julgamentos subjetivos e dados objetivos em um *ranking* de fácil interpretação, ao evidenciar quais PSS apresentavam desempenho consistentemente inferior sob múltiplas perspectivas. O processo deixou mais visíveis os *trade-offs* envolvidos e reduziu a dependência de argumentos puramente intuitivos ou políticos, promovendo maior coerência entre a estratégia declarada e as decisões finais sobre o portfólio.

A combinação entre RSL com análise bibliométrica e DSR permitiu construir o artefato sobre uma base robusta de evidências, ao mesmo tempo em que garantiu aderência às necessidades práticas dos decisores. Ao propor e testar a integração BWM *fuzzy-TOPSIS* para exclusão de PSS, a dissertação contribui para a literatura de MCDM ao mostrar como esses métodos podem ser adaptados para tratar incerteza, múltiplos decisores e critérios heterogêneos em problemas de racionalização de portfólio. Adicionalmente, a avaliação detalhada do artefato, combinando resultados numéricos, percepções captadas em questionário e discussão em grupo focal, supera a prática comum de avaliações puramente empíricas, oferecendo uma visão mais rica sobre utilidade, facilidade de uso, limitações e condições de aplicação do modelo.

Sob a ótica gerencial, o modelo oferece um procedimento sistemático que pode ser incorporado por outras empresas que adotem PSS ou enfrentem portfólios complexos de produtos e serviços em ambientes de elevada incerteza. Praticantes podem adaptar os critérios e seus pesos, definir funções de pertinência de acordo com a disponibilidade de dados e sensibilidade dos julgamentos, calibrar limiares de corte e combinar o *ranking* resultante com regras internas de governança. O artefato pode ser utilizado integralmente ou em partes, por exemplo apenas a etapa de ponderação (BWM) ou apenas o ranqueamento (*fuzzy-TOPSIS*) e integrado a outros instrumentos de análise.

Do ponto de vista teórico, este estudo avança o conhecimento ao integrar, de forma inédita, os fundamentos de PSS, exclusão de portfólio e MCDM em um modelo aplicado a um

contexto real de uma grande empresa de PSS do setor de Petróleo, Gás e Energia. Ao mesmo tempo, os resultados evidenciam a necessidade de evolução para ferramentas digitais mais amigáveis, capazes de reduzir a percepção de complexidade computacional e ampliar o uso do modelo em ciclos recorrentes de revisão de portfólio, integração com o sistema operacional da empresa, além da aplicação com outros grupos focais, apoiados por métodos de obtenção de consenso, de modo a consolidar e expandir sua utilidade prática e seu impacto acadêmico.

12.1 Limitações da pesquisa

Esta pesquisa apresenta limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados e na extrapolação do modelo para outros contextos. A principal limitação está relacionada ao desenho empírico: o artefato BWM *fuzzy*-TOPSIS foi aplicado em um caso específico, em uma empresa brasileira tradicional de distribuição de GLP, com perfil conservador, inserida em um setor regulado e em transição energética. Os critérios, pesos e julgamentos refletem a cultura organizacional, estrutura de governança e as particularidades do portfólio de PSS dessa companhia, o que restringe a generalização direta dos resultados para empresas com perfis estratégicos, níveis de apetite a risco ou portfólios substancialmente distintos.

Outra limitação está na abrangência da avaliação do artefato. A verificação de utilidade e aderência foi conduzida com três decisores da alta gestão (diretor executivo, gerente comercial e coordenador de desenvolvimento), por meio de aplicação do modelo, questionário estruturado e discussão posterior. Embora isso seja compatível com a lógica de DSR adotada, a amostra reduzida e homogênea, com todos pertencentes à mesma empresa e nível hierárquico próximo, limita a diversidade de percepções e não permite afirmar, com robustez estatística, o comportamento do modelo em outros contextos organizacionais ou com diferentes perfis de usuários.

Há também limitações inerentes às escolhas metodológicas. O modelo combinou BWM e *fuzzy*-TOPSIS como abordagem compensatória para a agregação multicritério, o que implicou aceitar que desempenhos mais fracos em determinados critérios pudessem ser compensados por desempenhos melhores em outros. Ainda que essa lógica esteja alinhada às preferências da diretoria no caso estudado, ela pode não ser adequada em situações nas quais certos critérios sejam de caráter inegociável, por exemplo, limites mínimos de segurança ou conformidade regulatória rígida. Além disso, a incerteza foi tratada apenas na etapa de avaliação dos PSS por meio de números *fuzzy* triangulares e escalas linguísticas, permanecendo uma modelagem

pontual para os pesos dos critérios e para os pesos dos decisores, o que não captura plenamente a variabilidade e imprecisão que podem existir também nessas etapas.

Do ponto de vista computacional, o modelo foi operacionalizado em planilha Excel® com uso do Solver, caracterizando uma instanciação funcional, mas ainda não avaliada formalmente quanto à ergonomia, experiência do usuário e escalabilidade para portfólios maiores ou aplicações recorrentes. Essa opção atendeu às condições práticas da organização e aos objetivos desta dissertação, mas não explora plenamente o potencial de interfaces mais amigáveis, recursos de visualização avançada ou automatização de análises de sensibilidade, que poderiam reduzir a percepção de complexidade e ampliar o uso do modelo no dia a dia gerencial.

Por fim, embora a Revisão Sistemática da Literatura tenha sido conduzida de forma estruturada com apoio do Bibliometrix e tenha permitido identificar *clusters* temáticos, autores centrais e *research venues* relevantes, o mapeamento depende das *strings* de busca, bases selecionadas e critérios de filtragem adotados. É possível que estudos relevantes sobre exclusão de PSS ou aplicações alternativas de MCDM não tenham sido capturados, o que restringe, em alguma medida, o horizonte de comparação teórica e metodológica disponível para o desenho do artefato.

12.2 Possibilidades de trabalhos futuros

As limitações identificadas e as lacunas evidenciadas ao longo da dissertação abrem diversas oportunidades para pesquisas futuras. No campo metodológico, futuras pesquisas podem comparar o desempenho do BWM *fuzzy*-TOPSIS com outros arranjos MCDM identificados na literatura, como combinações com VIKOR, PROMETHEE ou métodos não compensatórios, avaliando diferenças em termos de *rankings*, sensibilidade a pesos, transparência para os gestores e esforço computacional.

Uma segunda linha de avanço consiste em replicar e adaptar o modelo BWM *fuzzy*-TOPSIS em outros contextos organizacionais, tanto dentro do setor de Petróleo, Gás e Energia quanto em setores com diferentes perfis de risco. A aplicação em organizações menos conservadoras, com maior apetite a inovação, pode revelar padrões distintos de pesos, critérios e *rankings*, contribuindo para refinar a compreensão sobre como a cultura e a estratégia corporativa moldam decisões de exclusão de PSS.

Outra direção relevante é aprofundar a avaliação do artefato junto a amostras mais amplas e heterogêneas de decisores. Estudos futuros podem incluir gestores de outras áreas, por

exemplo, operações, finanças, ESG, *marketing*, bem como aplicar o modelo em múltiplas empresas, combinando questionários, entrevistas e análises comparativas entre casos. Essa ampliação empírica permitiria testar a robustez do modelo, identificar padrões de uso, barreiras de adoção e possíveis ajustes necessários para diferentes estruturas de governança e formatos de portfólio, em linha com a agenda de pesquisa em exclusão de portfólio apontada por autores como Zhu, Bai, Pourhejazy e Golrizgashti.

Também se apresenta como campo promissor o desenvolvimento de ferramentas digitais específicas para operacionalizar o modelo. A instanciação em planilha Excel[®] cumpriu o papel de prova de conceito, mas estudos futuros podem propor interfaces *web* ou aplicativos corporativos que integrem módulos de entrada de dados, visualização gráfica de *rankings* e relatórios automáticos para suporte às instâncias decisórias formais como comitês, conselhos, diretorias. Essas soluções podem ser avaliadas tanto sob a ótica de usabilidade e adoção organizacional quanto ao potencial de escalabilidade e aplicação comercial.

Por fim, em uma outra oportunidade para trabalhos futuros, sugere-se a incorporação de técnicas estruturadas de obtenção de consenso no processo decisório, especialmente considerando que a avaliação e exclusão de PSS envolvem múltiplos decisores com diferentes perspectivas funcionais. Métodos de consenso podem contribuir para reduzir divergências, aumentar legitimidade interna e tornar o processo mais robusto frente a conflitos entre áreas. A adoção dessas abordagens permitiria não apenas capturar a heterogeneidade de percepções dos gestores, mas também estruturar mecanismos formais de convergência das preferências, ampliando a coerência estratégica e a aceitação organizacional dos resultados do modelo proposto.

PRODUTO TECNOLÓGICO

Conforme Niezer *et al.* (2015), o mestrado profissional é uma modalidade de pós-graduação *stricto sensu* orientada, prioritariamente, ao aperfeiçoamento de profissionais que já atuam na área estudada. Seu foco recai sobre a solução de problemas concretos do mundo do trabalho, favorecendo uma aproximação mais efetiva entre a universidade e a sociedade.

Para a CAPES (2019), os produtos tecnológicos decorrentes dessa modalidade podem assumir múltiplas formas. Ao todo, são listados 21 tipos, abrangendo desde produções bibliográficas e materiais didáticos até softwares, aplicativos, normas, protocolos, relatórios técnicos, bases de dados, processos e tecnologias patenteáveis ou não, entre outros.

No âmbito do PPGPEP, para fins de conclusão do mestrado profissional, os produtos vinculados a esta dissertação serão: 1) um Produto Bibliográfico, materializado em artigo científico publicado em congresso, com a finalidade de divulgar o conhecimento produzido e estimular investigações futuras sobre Desenvolvimento de Produtos; e 2) um Relatório Técnico Conclusivo, estruturado como um processo de gestão, destinado a entregar um diagnóstico do processo de desenvolvimento de produtos da empresa analisada, uniformizando a compreensão da situação atual e apoiando decisões gerenciais.

Por fim, considerando o ambiente estudado, caracterizado por mudanças aceleradas e necessidade de decisões rastreáveis e justificáveis, a entrega do modelo proposto, bem como seu manual de uso, se mostra diretamente útil à diversas organizações, ao estabelecer uma base estruturada para diagnóstico, comparação e exclusão de itens de portfólio, favorecendo avaliações periódicas, correções e melhorias de forma mais objetiva e coerente com a governança empresarial.

REFERÊNCIAS

CAPES. **Portaria 171, de 2018 - Instituição do GT Produção Técnica**. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/10062019-producao-tecnica-pdf>. Acesso em: 15 dez. 2025.

NIEZER, T. M.; FABRI, F.; FRASSON, A. C.; PILATTI, L. A. Caracterização dos produtos desenvolvidos por um programa de mestrado profissional da área de ensino de ciências e tecnologia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 3, p. 1-30, maio/ago. 2015. DISPONÍVEL EM: 10.3895/rbect.v8n3.2084. Acesso em: 15 dez. 2025.

APÊNDICE A – PRODUTO TECNOLÓGICO

- 1) *Link* com a planilha do modelo multicritério desenvolvida em Excel:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1TIBxYetT5_ih8zF-A2N9zsOeUQT9ShD-/edit?usp=sharing&oid=116192838740216462810&rtpof=true&sd=true

- 2) Manual de uso do modelo:

Público



Manual de uso

Simulador BWM Fuzzy-TOPSIS para auxílio à tomada de decisão de exclusão de itens de portfólio

Guilherme Pires Ruiz

Público

Público

Início

- 1) O simulador foi construído em uma Planilha do Microsoft Excel (.xlsx);
- 2) O preenchimento e simulação devem ser feitos seguindo a ordem correta dos passos que serão descritos;
- 3) Apenas os campos em verde devem ser preenchidos

Público

Público

Decisor Principal

- Utilize a primeira Guia, com nome “1º) Decisor principal”

Passo 1) Seleção o peso de cada decisor até somar 100%

Decisor Principal	Decisor 2	Decisor 3	100%
50%	30%	20%	

Passo 2) Preencha os 8 critérios que serão avaliados

Critério	C1	*C2	*C3	C4	C5	*C6	*C7	C8
Nome	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico

Passo 3) Seleção o critério de maior e menor importância

Selecione o maior: Desempenho financeiro
 Selecione o menor: Impacto ambiental de uso

***Legenda do grau de importância dos critérios**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Igual	Entre Igual e Moderado	Moderadamente maior	Entre Moderado e Forte	Fortemente maior	Entre Forte e Muito forte	Muito fortemente maior	Entre Muito forte e Absoluto	Absolutamente maior

Passo 4) Seleção o grau de importância do Critério de maior impacto em relação aos outros critérios

Maiores Outros	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico
Desempenho financeiro	6	2	1	9	7	3	3	2

Público

Público

Decisor Principal

- Preencha seu cargo

Cargo: Diretor Empresarial

Passo 1) Seleção o peso de cada decisor até somar 100%

Decisor Principal	Decisor 2	Decisor 3	100%
50%	30%	20%	

Passo 2) Preencha os 8 critérios que serão avaliados

Critério	C1	*C2	*C3	C4	C5	*C6	*C7	C8
Nome	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico

Passo 3) Seleção o critério de maior e menor importância

Selecione o maior: Desempenho financeiro
 Selecione o menor: Impacto ambiental de uso

***Legenda do grau de importância dos critérios**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Igual	Entre Igual e Moderado	Moderadamente maior	Entre Moderado e Forte	Fortemente maior	Entre Forte e Muito forte	Muito fortemente maior	Entre Muito forte e Absoluto	Absolutamente maior

Passo 4) Seleção o grau de importância do Critério de maior impacto em relação aos outros critérios

Maiores Outros	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico
Desempenho financeiro	6	2	1	9	7	3	3	2

Público

Público

Decisor Principal

- Passo 1) Preencha o peso de decisão dos 3 decisores até que some 100%

Passo 1) Seleção o peso de cada decisor até somar 100%

Decisor Principal	Decisor 2	Decisor 3	
50%	30%	20%	100%

Passo 2) Preencha os 8 critérios que serão avaliados

Critério	*C1	*C2	*C3	C4	C5	*C6	*C7	C8
Nome	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico

Passo 3) Seleção o critério de maior e menor importância

Selecione o maior: Desempenho financeiro
 Selecione o menor: Impacto ambiental de uso

***Legenda do grau de importância dos critérios**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Igual	Entre Igual e Moderado	Moderadamente maior	Entre Moderado e Forte	Fortemente maior	Entre Forte e Muito forte	Muito fortemente maior	Entre Muito forte e Absoluto	Absolutamente maior

Passo 4) Seleção o grau de importância do Critério de maior impacto em relação aos outros critérios

Maior x Outros	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico
Desempenho financeiro	6	2	1	9	7	3	3	2

Público

Público

Decisor Principal

- Passo 2) Preencha os Critérios que serão avaliados por todos os decisores

Passo 1) Seleção o peso de cada decisor até somar 100%

Decisor Principal	Decisor 2	Decisor 3	
50%	30%	20%	100%

Passo 2) Preencha os 8 critérios que serão avaliados

Critério	*C1	*C2	*C3	C4	C5	*C6	*C7	C8
Nome	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico

Passo 3) Seleção o critério de maior e menor importância

Selecione o maior: Desempenho financeiro
 Selecione o menor: Impacto ambiental de uso

***Legenda do grau de importância dos critérios**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Igual	Entre Igual e Moderado	Moderadamente maior	Entre Moderado e Forte	Fortemente maior	Entre Forte e Muito forte	Muito fortemente maior	Entre Muito forte e Absoluto	Absolutamente maior

Passo 4) Seleção o grau de importância do Critério de maior impacto em relação aos outros critérios

Maior x Outros	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico
Desempenho financeiro	6	2	1	9	7	3	3	2

Público

Público

Decisor Principal

- Passo 3) Preencha os critérios de maior e menor importância

Passo 3) Seleção o critério de maior e menor importância

Selecione o maior: Desempenho financeiro

Selecione o menor: Impacto ambiental de uso

***Legenda do grau de importância dos critérios**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Igual	Entre Igual e Moderado	Moderadamente maior	Entre Moderado e Forte	Fortemente maior	Entre Forte e Muito forte	Muito fortemente maior	Entre Muito forte e Absoluto	Absolutamente maior

Passo 4) Seleção o grau de importância do Critério de maior impacto em relação aos outros critérios

Maior x Outros	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico
Desempenho financeiro	6	2	1	9	7	3	3	2

Público

Público

Decisor Principal

- **IMPORTANTE:** Leia a Legenda do grau de importância dos critérios antes do próximo passo

***Legenda do grau de importância dos critérios**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Igual	Entre Igual e Moderado	Moderadamente maior	Entre Moderado e Forte	Fortemente maior	Entre Forte e Muito forte	Muito fortemente maior	Entre Muito forte e Absoluto	Absolutamente maior

Passo 4) Seleção o grau de importância do Critério de maior impacto em relação aos outros critérios

Maior x Outros	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico
Desempenho financeiro	6	2	1	9	7	3	3	2

Passo 5) Seleção o grau de importância dos critérios em relação ao Critério de menor impacto

Outros x Menor	Impacto ambiental de uso
Eficiência de Operação	4
*Desempenho de vendas	8
*Desempenho financeiro	9
ESG	1
Inovação	5
*Potencial do mercado	7
*Satisfação dos clientes	8
Segmento estratégico	8

Público

Público

Decisor Principal

- Passo 4) Preencha o grau de importância do critério de maior impacto em relação aos demais critérios

***Legenda do grau de importância dos critérios**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Igual	Entre Igual e Moderado	Moderadamente maior	Entre Moderado e Forte	Fortemente maior	Entre Forte e Muito forte	Muito fortemente maior	Entre Muito forte e Absoluto	Absolutamente maior

Passo 4) Seleção o grau de importância do Critério de maior impacto em relação aos outros critérios

Maiores x Outros	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico
Desempenho financeiro	6	2	1	9	7	3	3	2

Passo 5) Seleção o grau de importância dos critérios em relação ao Critério de menor impacto

Outros x Menor	Impacto ambiental de uso
Eficiência de Operação	4
*Desempenho de vendas	8
*Desempenho financeiro	9
ESG	1
Inovação	5
*Potencial do mercado	7
*Satisfação dos clientes	8
Segmento estratégico	8

Público

Público

Decisor Principal

- Passo 5) Preencha o grau de importância de todos os critérios em relação aos critério de menor impacto

***Legenda do grau de importância dos critérios**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Igual	Entre Igual e Moderado	Moderadamente maior	Entre Moderado e Forte	Fortemente maior	Entre Forte e Muito forte	Muito fortemente maior	Entre Muito forte e Absoluto	Absolutamente maior

Passo 4) Seleção o grau de importância do Critério de maior impacto em relação aos outros critérios

Maiores x Outros	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico
Desempenho financeiro	6	2	1	9	7	3	3	2

Passo 5) Seleção o grau de importância dos critérios em relação ao Critério de menor impacto

Outros x Menor	Impacto ambiental de uso
Eficiência de Operação	4
*Desempenho de vendas	8
*Desempenho financeiro	9
ESG	1
Inovação	5
*Potencial do mercado	7
*Satisfação dos clientes	8
Segmento estratégico	8

Público

Público

Decisor Principal

- Passo 6) Preencha o desempenho de cada um dos 8 PSS em todos os critérios avaliados

Passo 6) Classifique o desempenho do PSS em cada critério

Portfólio	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico
PSS1	Muito Baixo	Alto	Alto	Muito Baixo	Alto	Alto	Muito Baixo	Alto
PSS2	Alto	Médio	Médio	Alto	Médio	Médio	Alto	Médio
PSS3	Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio
PSS4	Médio	Alto	Médio	Médio	Muito Alto	Baixo	Médio	Muito Alto
PSS5	Baixo	Médio	Baixo	Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio
PSS6	Muito Baixo	Muito Baixo	Muito Baixo	Médio	Muito Alto	Médio	Baixo	Muito Alto
PSS7	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio
PSS8	Médio	Médio	Baixo	Médio	Muito Alto	Médio	Médio	Muito Alto

Passo 7) Avaliar o ranking do melhor desempenho (1) para o pior desempenho (8)

Portfólio	Ranking	
PSS1	3	0,496
PSS2	4	0,445
PSS3	1	0,581
PSS4	2	0,579
PSS5	7	0,188
PSS6	5	0,325
PSS7	8	0,091
PSS8	6	0,255

Público

Público

Decisor Principal

- Passo 7) Antes de seguir com este passo para análise do desempenho, os demais decisores deverão preencher suas abas, seguindo os próximos passos

Passo 6) Classifique o desempenho do PSS em cada critério

Portfólio	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico
PSS1	Muito Baixo	Alto	Alto	Muito Baixo	Alto	Alto	Muito Baixo	Alto
PSS2	Alto	Médio	Médio	Alto	Médio	Médio	Alto	Médio
PSS3	Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio
PSS4	Médio	Alto	Médio	Médio	Muito Alto	Baixo	Médio	Muito Alto
PSS5	Baixo	Médio	Baixo	Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio
PSS6	Muito Baixo	Muito Baixo	Muito Baixo	Médio	Muito Alto	Médio	Baixo	Muito Alto
PSS7	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio
PSS8	Médio	Médio	Baixo	Médio	Muito Alto	Médio	Médio	Muito Alto

Passo 7) Avaliar o ranking do melhor desempenho (1) para o pior desempenho (8)

Portfólio	Ranking	
PSS1	3	0,496
PSS2	4	0,445
PSS3	1	0,581
PSS4	2	0,579
PSS5	7	0,188
PSS6	5	0,325
PSS7	8	0,091
PSS8	6	0,255

Público

Público

Decisor 2

- Os próximos passos serão os mesmos para os decisores 2 e 3;
- Apenas utilize a segunda Guia, com nome “2º) Decisor 2”

Cargo: Gerente Comercial

*Lista dos 8 critérios que serão avaliados

Critério	C1	*C2	*C3	C4	C5	*C6	*C7	C8
Nome	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico

Passo 1) Seleção o critério de maior e menor importância

Selecione o maior: Desempenho de vendas

Selecione o menor: custo de manutenção

*Legenda do grau de importância dos critérios

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Igual	Entre Igual e Moderado	Moderadamente maior	Entre Moderado e Forte	Fortemente maior	Entre Forte e Muito forte	Muito fortemente maior	Entre Muito forte e Absoluto	Absolutamente maior

Passo 2) Seleção o grau de importância do Critério de maior impacto em relação aos outros critérios

Maior x Outros	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico
Desempenho de vendas	8	1	3	7	4	3	2	5

Passo 3) Seleção o grau de importância dos critérios em relação ao Critério de menor impacto

Outros x Menor	Custo de manutenção
Eficiência de Operação	1
*Desempenho de vendas	9

1º) Decisor Principal | **2º) Decisor 2** | 3º) Decisor 3 | Fuzzy-TOPSIS

Público

Público

Decisor 3

- Os próximos passos serão os mesmos para os decisores 2 e 3;
- Apenas utilize a segunda Guia, com nome “3º) Decisor 3”

Cargo: Gerente de Desenvolvimento

*Lista dos 8 critérios que serão avaliados

Critério	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Nome	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico

Passo 1) Seleção o critério de maior e menor importância

Selecione o maior: Potencial do mercado

Selecione o menor: Custo de manutenção

*Legenda do grau de importância dos critérios

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Igual	Entre Igual e Moderado	Moderadamente maior	Entre Moderado e Forte	Fortemente maior	Entre Forte e Muito forte	Muito fortemente maior	Entre Muito forte e Absoluto	Absolutamente maior

Passo 2) Seleção o grau de importância do Critério de maior impacto em relação aos outros critérios

Maior x Outros	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico
Potencial do mercado	5	2	2	4	2	1	2	4

Passo 3) Seleção o grau de importância dos critérios em relação ao Critério de menor impacto

Outros x Menor	Custo de manutenção
Eficiência de Operação	1

1º) Decisor Principal | 2º) Decisor 2 | **3º) Decisor 3** | Fuzzy-TOPSIS

Público

Público

Decisor 2 ou 3

- Preencha seu cargo

Cargo: **Gerente Comercial**

***Lista dos 8 critérios que serão avaliados**

Critério	C1	*C2	*C3	C4	C5	*C6	*C7	C8
Nome	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico

Passo 1) Seleção o critério de maior e menor importância

Selecione o maior: **Desempenho de vendas**

Selecione o menor: **Custo de manutenção**

***Legenda do grau de importância dos critérios**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Igual	Entre Igual e Moderado	Moderadamente maior	Entre Moderado e Forte	Fortemente maior	Entre Forte e Muito forte	Muito fortemente maior	Entre Muito forte e Absoluto	Absolutamente maior

Passo 2) Seleção o grau de importância do Critério de maior impacto em relação aos outros critérios

Maiores x Outros	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico
Desempenho de vendas	8	1	3	7	4	3	2	5

Passo 3) Seleção o grau de importância dos critérios em relação ao Critério de menor impacto

Outros x Menor	Custo de manutenção
Eficiência de Operação	1
*Desempenho de vendas	9

Público

Público

Decisor 2 ou 3

- **IMPORTANTE:** Leia a Legenda que contém os 8 critérios antes do próximo passo

Cargo: **Gerente Comercial**

***Lista dos 8 critérios que serão avaliados**

Critério	C1	*C2	*C3	C4	C5	*C6	*C7	C8
Nome	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico

Passo 1) Seleção o critério de maior e menor importância

Selecione o maior: **Desempenho de vendas**

Selecione o menor: **Custo de manutenção**

***Legenda do grau de importância dos critérios**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Igual	Entre Igual e Moderado	Moderadamente maior	Entre Moderado e Forte	Fortemente maior	Entre Forte e Muito forte	Muito fortemente maior	Entre Muito forte e Absoluto	Absolutamente maior

Passo 2) Seleção o grau de importância do Critério de maior impacto em relação aos outros critérios

Maiores x Outros	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico
Desempenho de vendas	8	1	3	7	4	3	2	5

Passo 3) Seleção o grau de importância dos critérios em relação ao Critério de menor impacto

Outros x Menor	Custo de manutenção
Eficiência de Operação	1
*Desempenho de vendas	9

Público

Público

Decisor 2 ou 3

- Passo 1) Preencha os critérios de maior e menor importância

Cargo: Gerente Comercial

*Lista dos 8 critérios que serão avaliados

Critério	C1	*C2	*C3	C4	C5	*C6	*C7	C8
Nome	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico

Passo 1) Seleção o critério de maior e menor importância

Seleção o maior: Desempenho de vendas

Seleção o menor: Custo de manutenção

*Legenda do grau de importância dos critérios

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Igual	Entre Igual e Moderado	Moderadamente maior	Entre Moderado e Forte	Fortemente maior	Entre Forte e Muito forte	Muito fortemente maior	Entre Muito forte e Absoluto	Absolutamente maior

Passo 2) Seleção o grau de importância do Critério de maior impacto em relação aos outros critérios

Maior x Outros	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico
Desempenho de vendas	8	1	3	7	4	3	2	5

Passo 3) Seleção o grau de importância dos critérios em relação ao Critério de menor impacto

Outros x Menor	Custo de manutenção
Eficiência de Operação	1
*Desempenho de vendas	9

Público

Público

Decisor 2 ou 3

- IMPORTANTE: Leia a Legenda do grau de importância dos critérios antes do próximo passo

*Legenda do grau de importância dos critérios

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Igual	Entre Igual e Moderado	Moderadamente maior	Entre Moderado e Forte	Fortemente maior	Entre Forte e Muito forte	Muito fortemente maior	Entre Muito forte e Absoluto	Absolutamente maior

Passo 2) Seleção o grau de importância do Critério de maior impacto em relação aos outros critérios

Maior x Outros	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico
Desempenho de vendas	8	1	3	7	4	3	2	5

Passo 3) Seleção o grau de importância dos critérios em relação ao Critério de menor impacto

Outros x Menor	Custo de manutenção
Eficiência de Operação	1
*Desempenho de vendas	9
*Desempenho financeiro	3
ESG	3
Inovação	4
*Potencial do mercado	8
*Satisfação dos clientes	8
Segmento estratégico	5

Passo 4) Classifique o desempenho de PSS em cada critério

Portfólio	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico
-----------	------------------------	-----------------------	------------------------	-----	----------	-----------------------	--------------------------	----------------------

Público

Público

Decisor 2 ou 3

- Passo 2) Preencha o grau de importância do critério de maior impacto em relação aos demais critérios

***Legenda do grau de importância dos critérios**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Igual	Entre Igual e Moderado	Moderadamente maior	Entre Moderado e Forte	Fortemente maior	Entre Forte e Muito forte	Muito fortemente maior	Entre Muito forte e Absoluto	Absolutamente maior

Passo 2) Seleção o grau de importância do Critério de maior impacto em relação aos outros critérios

Maiores x Outros	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico
Desempenho de vendas	8	1	3	7	4	3	2	5

Passo 3) Seleção o grau de importância dos critérios em relação ao Critério de menor impacto

Outros x Menor	Custo de manutenção
Eficiência de	1
*Desempenho de vendas	9
*Desempenho financeiro	3
ESG	3
Inovação	4
*Potencial do	8
*Satisfação dos clientes	8
Segmento estratégico	5

Passo 4) Classifique o desempenho do PSS em cada critério

Portfólio	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico
<	1º) Decisor Principal	2º) Decisor 2	3º) Decisor 3	Fuzzy TOPSIS	+	:	<	>

Público

Público

Decisor 2 ou 3

- Passo 3) Preencha o grau de importância de todos os critérios em relação aos critério de menor impacto

***Legenda do grau de importância dos critérios**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Igual	Entre Igual e Moderado	Moderadamente maior	Entre Moderado e Forte	Fortemente maior	Entre Forte e Muito forte	Muito fortemente maior	Entre Muito forte e Absoluto	Absolutamente maior

Passo 2) Seleção o grau de importância do Critério de maior impacto em relação aos outros critérios

Maiores x Outros	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico
Desempenho de vendas	8	1	3	7	4	3	2	5

Passo 3) Seleção o grau de importância dos critérios em relação ao Critério de menor impacto

Outros x Menor	Custo de manutenção
Eficiência de	1
*Desempenho de vendas	9
*Desempenho financeiro	3
ESG	3
Inovação	4
*Potencial do	8
*Satisfação dos clientes	8
Segmento estratégico	5

Passo 4) Classifique o desempenho do PSS em cada critério

Portfólio	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico
<	1º) Decisor Principal	2º) Decisor 2	3º) Decisor 3	Fuzzy TOPSIS	+	:	<	>

Público

Público

Decisor 2 ou 3

- Passo 4) Preencha o desempenho de cada um dos 8 PSS em todos os critérios avaliados

Passo 4) Classifique o desempenho do PSS em cada critério

Portfólio	Eficiência de Operação	*Desempenho de vendas	*Desempenho financeiro	ESG	Inovação	*Potencial do mercado	*Satisfação dos clientes	Segmento estratégico
PSS1	Muito Baixo	Alto	Alto	Muito Baixo	Alto	Alto	Muito Baixo	Alto
PSS2	Alto	Médio	Médio	Alto	Médio	Médio	Alto	Médio
PSS3	Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio
PSS4	Médio	Alto	Médio	Médio	Muito Alto	Baixo	Médio	Muito Alto
PSS5	Baixo	Médio	Baixo	Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio
PSS6	Médio	Muito Baixo	Muito Baixo	Médio	Muito Alto	Médio	Médio	Muito Alto
PSS7	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio
PSS8	Médio	Médio	Baixo	Médio	Muito Alto	Médio	Médio	Muito Alto

Público

Público

Decisor 2 ou 3

- SOLVER) Clique na Aba: DADOS e depois no Botão: SOLVER

Obter e Transformar Dados

Consultar e Conectar

Tipos de Destino

Classificar e Filtrar

Ferramentas de Dados

Previsão

Análise

Solver

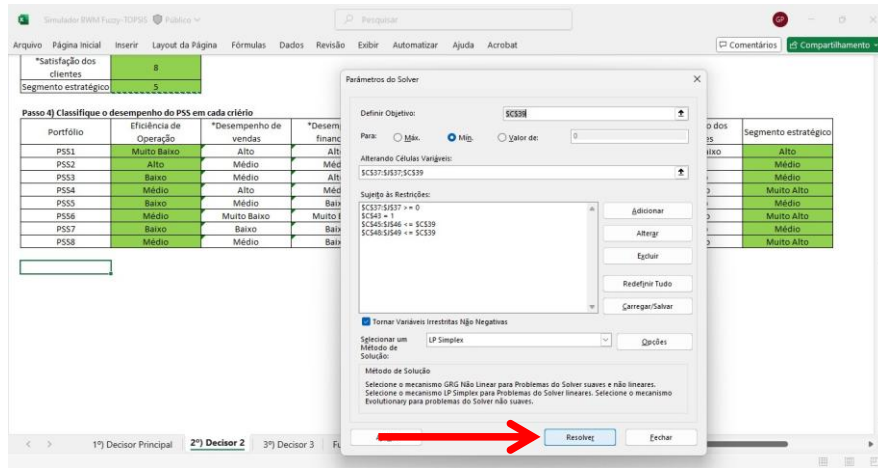
Parâmetro de teste de hipóteses que encontra o valor ideal de uma célula de destino alterando os valores nas células usadas para calcular a célula de destino.

Público

Público

Decisor 2 ou 3

- RESOLVER) Clique no Botão: Resolver

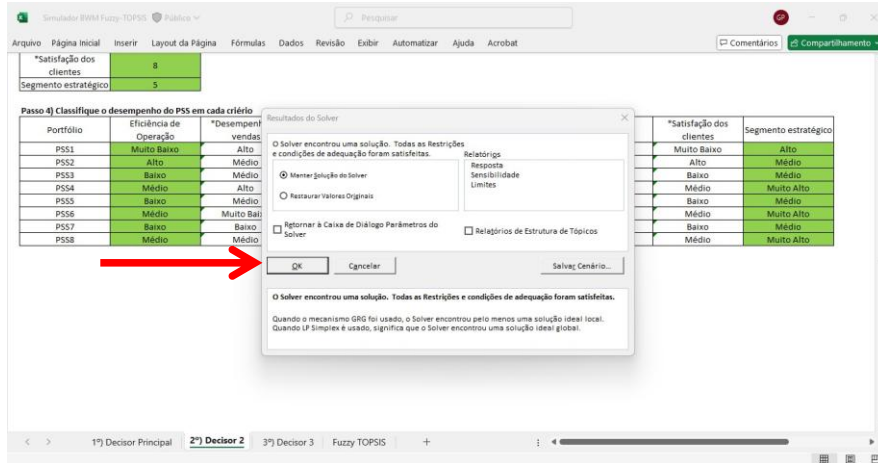


Público

Público

Decisor 2 ou 3

- FIM) Finalize clicando em: OK

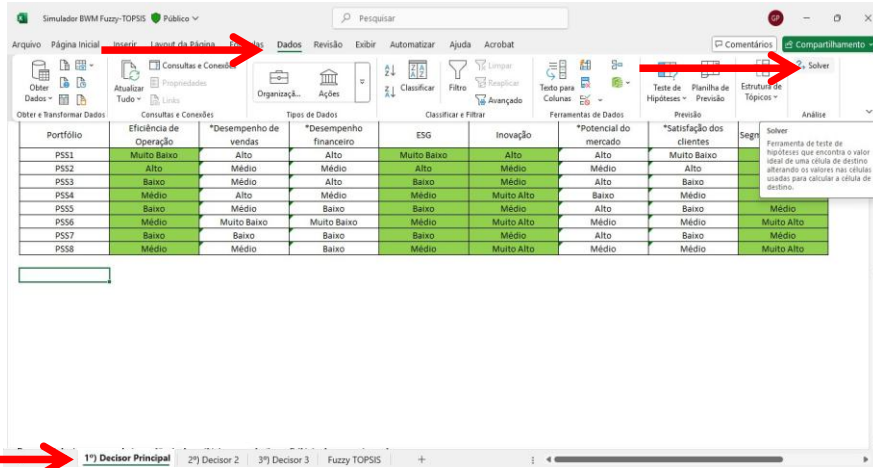


Público

Público

Decisor Principal

- SOLVER) Volte para Guia: 1º) Decisor Principal > Clique na Aba: DADOS e depois no Botão: SOLVER

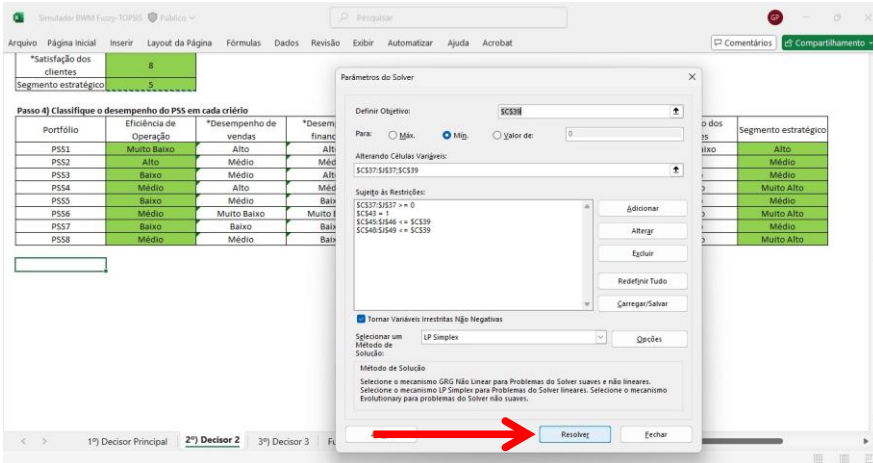


Público

Público

Decisor Principal

- RESOLVER) Clique no Botão: Resolver

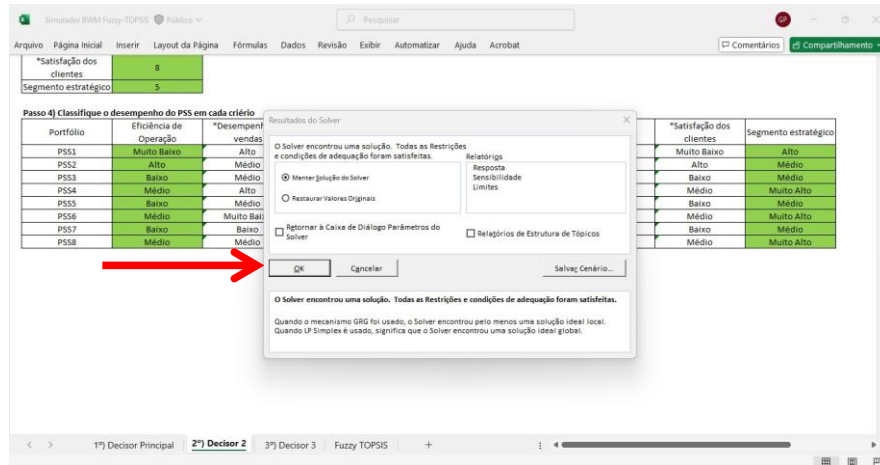


Público

Público

Decisor Principal

- FIM) Finalize clicando em: OK

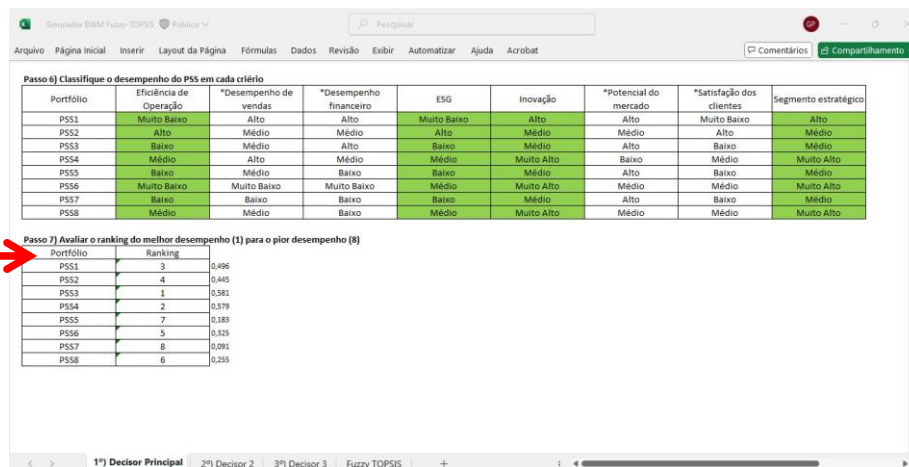


Público

Público

Decisor Principal

- Passo 7) Analise lista com o Ranking dos PSS, do 1 (Melhor colocado) ao 8 (Pior colocado)



Público