



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CAMPUS AGRESTE
NÚCLEO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

JANAINA DA SILVA SANTOS

AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO DE FORNECEDORES: um estudo de caso na
indústria alimentícia utilizando o método FITradeoff

Caruaru
2025

JANAINA DA SILVA SANTOS

AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO DE FORNECEDORES: um estudo de caso na
indústria alimentícia utilizando o método FIMTradeoff

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Engenharia de Produção do Campus
Agreste da Universidade Federal de
Pernambuco – UFPE, na modalidade de
monografia, como requisito parcial para a
obtenção do grau de bacharel em
Engenharia de Produção.

Área de concentração: PESQUISA
OPERACIONAL.

Orientador (a): Marina Dantas de Oliveira Duarte

Caruaru

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Santos, Janaina da Silva.

Avaliação Multicritério de Fornecedores: um estudo de caso na indústria alimentícia utilizando o método fitradeoff / Janaina da Silva Santos. - Caruaru, 2025.

51 : il., tab.

Orientador(a): Marina Dantas de Oliveira Duarte

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Engenharia de Produção, 2025.
Inclui referências, apêndices.

1. Avaliação de fornecedores. 2. FITradeoff. 3. Análise multicritério. 4. Indústria alimentícia. I. Duarte, Marina Dantas de Oliveira. (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

JANAINA DA SILVA SANTOS

Avaliação Multicritério de Fornecedores: um estudo de caso na indústria alimentícia utilizando o método fitradeoff

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia de Produção do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovada em: 16/12/2025

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Marina Dantas de Oliveira Duarte (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Jônatas Araujo de Almeida (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Ana Paula de Henriques Gusmão (Examinadora Externa)
Universidade Federal de Sergipe

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder força, sabedoria e serenidade em cada etapa desta jornada. Sem a sua presença e bênçãos, nada disso seria possível.

Agradeço profundamente aos meus pais, pelo amor, apoio incondicional e por me proporcionarem a oportunidade de estudar e realizar meus sonhos. Sou imensamente grata pela dedicação e pelos valores que me ensinaram, que foram fundamentais para alcançar esta conquista.

Minha sincera gratidão à minha orientadora, Marina Duarte, pela paciência, disponibilidade e pelas valiosas orientações que contribuíram tanto para o desenvolvimento deste trabalho quanto para minha formação durante a graduação, especialmente na condução das pesquisas. Agradeço também ao grupo de pesquisa MAPS (*Modelling and Alignment of Portfolio and Strategy*), cujo acolhimento, aprendizados compartilhados e apoio contribuíram de maneira significativa para o meu crescimento acadêmico e profissional.

Agradeço também aos amigos que estiveram ao meu lado durante essa trajetória, compartilhando desafios, aprendizados e momentos de alegria. A vocês, amigos que vou levar para a vida toda, meu muito obrigada por cada gesto de apoio, incentivo e companheirismo. Vocês tornaram essa caminhada mais leve e significativa.

De forma especial, agradeço aos meus irmãos e sobrinhos, que fazem parte essencial da minha vida e da minha força. O carinho e o apoio de cada um foram fundamentais para que eu chegassem até aqui, tornando esta conquista ainda mais especial.

“A vitalidade é demonstrada não apenas pela persistência, mas pela capacidade de começar de novo.” (F. Scott Fitzgerald)

RESUMO

A seleção de fornecedores é um fator determinante para a eficiência da cadeia de suprimentos, especialmente quando envolve insumos que influenciam diretamente a identidade e a qualidade do produto final. Diante da necessidade de aperfeiçoar esse processo em uma empresa do setor alimentício localizada no interior de Pernambuco, este trabalho tem como objetivo aplicar o método multicritério FITradeoff para apoiar a ordenação e posterior seleção de fornecedores de aroma de laranja. A abordagem metodológica compreende a identificação dos elementos do problema decisório, a definição dos critérios relevantes, a construção da matriz de consequências e a elicitação das preferências do decisor, possibilitando a obtenção de uma ordenação consistente das alternativas. Como contribuição, o estudo demonstra a aplicabilidade do FITradeoff em um contexto industrial real, evidenciando sua capacidade de reduzir a subjetividade, incorporar múltiplos critérios e oferecer suporte analítico robusto à tomada de decisão. Adicionalmente, a realização da análise de sensibilidade permitiu avaliar a estabilidade das soluções frente a variações em determinados critérios, reforçando a confiabilidade dos resultados. Dessa forma, o trabalho contribui para o aprimoramento da gestão de compras da empresa estudada e evidencia o potencial do método como ferramenta de apoio a decisões estratégicas no processo de seleção de fornecedores.

Palavras-chave: Avaliação de fornecedores; FITradeoff; Análise multicritério; Indústria alimentícia.

ABSTRACT

Supplier selection is a determining factor for supply chain efficiency, especially when it involves inputs that directly influence the identity and quality of the final product. Given the need to improve this process in a food industry company located in the interior of Pernambuco, this study aims to apply the FITradeoff multicriteria method to support the ranking and subsequent selection of orange flavor suppliers. The methodological approach includes the identification of the elements of the decision problem, the definition of relevant criteria, the construction of the consequence matrix, and the elicitation of the decision maker's preferences, enabling the achievement of a consistent ranking of alternatives. As a contribution, the study demonstrates the applicability of FITradeoff in a real industrial context, highlighting its ability to reduce subjectivity, incorporate multiple criteria, and provide robust analytical support for decision-making. Additionally, sensitivity analysis was conducted to assess the stability of the solutions in response to variations in certain criteria, reinforcing the reliability of the results. Thus, the study contributes to improving the purchasing management of the company analyzed and highlights the potential of the method as a decision-support tool for strategic decisions in the supplier selection process.

Keywords: Supplier evaluation; FITradeoff; Multicriteria decision analysis; Food industry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Framework para modelagem e estruturação do problema	26
Figura 2 –	Inserção dos dados no SAD	34
Figura 3 –	Avaliação intracritério	34
Figura 4 –	Ranking das constantes de escalas dos critérios	35
Figura 5 –	Diagrama de Hasse: Cinco primeiras posições do ranking	36
Figura 6 –	Range do espaço de valores das constantes de escala	37
Figura 7 –	Intervalos de variação	38
Figura 8 –	Resultado da Análise de Sensibilidade	38
Figura 9 –	Diagrama de Hasse: Dez posições do ranking	45
Figura 10 –	Forma da função de valor do critério volume	46
Figura 11 –	Forma da função de valor dos critérios: sensorial, performance e logística	46
Figura 12 –	Forma da função de valor do critério custo de aquisição	47
Figura 13 –	Matriz de dominância	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Critérios de avaliação	31
Tabela 2 –	Escalas quantitativas dos critérios construídos	32
Tabela 3 –	Matriz de consequência	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FITradeoff	Flexible and Interactive Tradeoff
MCDA	Multicriteria Decision Analysis
AMD	Apoio Multicritério à Decisão
PPL	Problema de Programação Linear
MCDM	Multi Criteria Decision Making

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	JUSTIFICATIVA.....	13
1.2	OBJETIVO GERAL.....	14
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1	CADEIA DE SUPRIMENTOS.....	16
2.2	SELEÇÃO DE FORNECEDORES.....	17
2.2.1	Seleção de Fornecedores com Métodos Multicritério.....	19
2.3	TOMADA DE DECISÃO MULTICRITÉRIO.....	20
2.4	O MÉTODO FITRADEOFF.....	22
3	METODOLOGIA.....	25
3.1	ESTRUTURA PARA APLICAÇÃO MULTICRITÉRIO.....	25
4	APLICAÇÃO.....	29
4.1	CARACTERÍSTICA DA EMPRESA.....	29
4.2	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	30
4.3	APLICAÇÃO DO FRAMEWORK DE APOIO A DECISÃO.....	30
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	36
6	CONCLUSÕES.....	40
	REFERÊNCIAS.....	42
	APÊNDICE A – DIAGRAMA DE HASSE.....	45
	APÊNDICE B – FORMA DA FUNÇÃO DE VALOR DO CRITÉRIO	46
	APÊNDICE C – MATRIZ DE DOMINÂNCIA.....	48

1 INTRODUÇÃO

A seleção de fornecedores representa uma das etapas mais fundamentais da gestão da cadeia de suprimentos, pois exerce influência direta sobre o desempenho organizacional, a qualidade dos produtos e a eficiência dos processos produtivos. Escolher o fornecedor mais adequado não se limita apenas ao menor preço, mas envolve a análise de múltiplos aspectos, como desempenho técnico, confiabilidade, capacidade logística, custos e impacto na qualidade final. Essa complexidade torna o processo decisório ainda mais desafiador, especialmente em ambientes industriais, nos quais pequenas variações na matéria-prima podem afetar significativamente o resultado do produto. Nesse contexto, sua relevância tem se intensificado nos últimos anos devido à concentração das empresas em seu *core business*, à globalização e ao aumento da competitividade do mercado, fatores que tornam a escolha de fornecedores cada vez mais complexa e decisiva (CONTADOR et al., 2022).

A relevância desse processo tem aumentado devido a diversos fatores externos. As variações na demanda geram mudanças constantes nas necessidades de aquisição, enquanto o avanço da Internet amplia o número de alternativas de fornecimento e dificulta a escolha devido ao grande volume de opções disponíveis (DE BOER et al. 2001). Além disso, estudos apontam que a seleção de fornecedores é uma das atividades mais determinantes para a gestão das cadeias de suprimentos, influenciando diretamente o desempenho operacional e a qualidade dos produtos gerados (LIMA JUNIOR; CARPINETTI, 2013).

Por depender de diversos fatores simultaneamente, a seleção de fornecedores tem sido amplamente abordada na literatura como um problema decisório multicritério, no qual diferentes atributos devem ser considerados na avaliação das alternativas disponíveis (LIMA JUNIOR; CARPINETTI, 2013). A dificuldade desse processo aumenta devido à natureza subjetiva tanto dos critérios adotados quanto do peso atribuído a cada um deles na tomada de decisão (DE BOER et al., 2001; HA; KRISHNAN, 2008; WANG, 2010). Diante dessas complexidades, métodos de decisão multicritério (MCDM/A – Multi Criteria Decision Making/Analysis) vêm sendo amplamente utilizados como ferramentas de apoio, permitindo estruturar o processo decisório, reduzir incertezas e proporcionar maior precisão e racionalidade na seleção de fornecedores.

Diante desse contexto, os métodos MCDA se mostrado ferramentas valiosas para seleção de fornecedores e resolução de problemas complexos de decisão. Esses métodos permitem avaliar alternativas considerando simultaneamente diversos critérios, quantitativos e qualitativos, proporcionando uma análise mais abrangente e alinhada às preferências do decisor.

A principal característica dos métodos MCDA está na integração das preferências do decisor ao processo analítico, permitindo que os julgamentos e valores atribuídos em relação a cada critério sejam incorporados de forma transparente e estruturada. Conforme de Almeida (2013), um problema de decisão multicritério envolve, no mínimo, duas alternativas e busca atender a múltiplos objetivos — muitas vezes conflitantes — que refletem a complexidade das escolhas reais em ambientes corporativos.

Nesse sentido, a tomada de decisão multicritério pode ser compreendida como um processo sistemático da Pesquisa Operacional voltado à avaliação e comparação de alternativas com base em múltiplos critérios. Trata-se de uma área ampla e em constante crescimento, cujo principal objetivo é coletar, de forma estruturada, informações dos tomadores de decisão, a fim de apoiar escolhas mais consistentes (OMERALI; KAYA, 2022). Esse processo busca estruturar o problema, identificar objetivos a serem alcançados, analisar as opções disponíveis e determinar a solução de compromisso mais adequada, equilibrando eficiência, custo e qualidade. Além disso, caracteriza-se pelo rigor metodológico, pela transparência e pela possibilidade de envolver diferentes partes interessadas, o que o torna especialmente aplicável em decisões estratégicas, como a escolha de fornecedores.

Entre os métodos de destaque nesse campo, encontra-se o FITradeoff (Flexible Interactive Tradeoff), proposto por de Almeida *et al.* (2016). Esse método propõe um procedimento de elição das constantes de escala em modelos aditivos, utilizando informações parciais sobre as preferências do decisor. Essa abordagem reduz a carga cognitiva exigida e aumenta a flexibilidade do processo decisório, superando as limitações dos métodos tradicionais, que geralmente dependem de informações completas e precisas, muitas vezes difíceis de obter na prática.

Dessa forma, o presente trabalho propõe a aplicação do método FITradeoff no processo de avaliação de fornecedores de aromas utilizados na produção de

alimentos, com o objetivo de apoiar o decisior — um especialista da área da qualidade — na escolha da alternativa que melhor equilibre os critérios sensoriais, técnicos e econômicos. Espera-se, assim, contribuir para a padronização sensorial dos produtos, evitar desperdícios e para a satisfação do consumidor final, fortalecendo o processo de gestão da qualidade e aprimorando a tomada de decisão na cadeia de suprimentos.

1.1 JUSTIFICATIVA

Na indústria, o processo de seleção de fornecedores desempenha um papel essencial no apoio à aquisição de matérias-primas e no fortalecimento da cadeia de suprimentos. De acordo com Chen e Chao (2012), esse processo envolve dois aspectos fundamentais: a definição de critérios adequados para a avaliação dos fornecedores e a escolha de um procedimento sistemático que permita aplicar esses critérios de forma estruturada, resultando em uma seleção mais eficiente e fundamentada.

A seleção de fornecedores constitui uma etapa estratégica e determinante para o desempenho e a competitividade das organizações. Conforme Sanaye *et al.* (2008), em empresas nas quais os custos de materiais representam uma parcela significativa dos custos totais, torna-se imprescindível adotar uma abordagem sistemática e transparente no processo de compras. A escolha criteriosa de fornecedores contribui para a redução de custos, o aumento da eficiência operacional e o fortalecimento do desempenho global da cadeia de suprimentos.

Segundo Viana e Alencar (2012), o crescente impacto do desempenho dos fornecedores sobre os resultados das empresas contratantes tem levado as organizações a repensarem seus métodos de seleção. A complexidade desse processo tem aumentado devido à multiplicidade e à natureza dos critérios considerados, o que reforça a necessidade de utilização de ferramentas e técnicas capazes de equilibrar diferentes aspectos dentro de um conjunto de alternativas. Nesse contexto, a aplicação de métodos multicritério de apoio à decisão (MCDA) apresenta-se como uma alternativa eficaz, permitindo a análise integrada de critérios qualitativos e quantitativos e tornando o processo decisório mais estruturado e racional.

No setor alimentício, essa necessidade se torna ainda mais evidente, uma vez que a seleção de fornecedores impacta diretamente a qualidade, a segurança e a competitividade dos produtos. No caso específico dos aromas — insumos essenciais

para a identidade sensorial —, a escolha inadequada pode resultar em não conformidades, aumento de custos e comprometimento da imagem da marca.

Assim, este trabalho justifica-se pela proposta de aplicação do método FITradeoff, e o *Framework* para modelagem e estruturação do problema proposto por de Almeida (2013) para apoiar o processo de seleção e ordenação de fornecedores de aroma em uma indústria alimentícia localizada em Pernambuco, tornando a decisão mais objetiva, padronizada e confiável.

1.2 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo apoiar uma empresa do setor alimentício localizada em Pernambuco no processo de ordenação e posterior seleção de fornecedores, por meio da aplicação de uma avaliação multicritério fundamentada no método FITradeoff. A abordagem adotada permite a ordenação das alternativas com base em seus desempenhos globais, oferecendo maior clareza, consistência e fundamentação ao processo decisório.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o procedimento de seleção de fornecedores atualmente adotado pela empresa;
- Propor modelo para definição e priorização das alternativas disponíveis;
- Aplicar o método FITradeoff à problemática de ordenação (Py) para ranquear as alternativas de fornecedores;
- Interpretar os resultados obtidos e propor sugestões de melhoria no processo decisório;
- Avaliar a contribuição do método FITradeoff para a tomada de decisão multicritério no contexto industrial onde será aplicado.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado em cinco seções. A Seção 1 apresenta a contextualização do tema, destacando a importância do processo de seleção de fornecedores no contexto industrial, a justificativa da pesquisa, o objetivo geral e os objetivos específicos do estudo.

Na Seção 2, é desenvolvida a fundamentação teórica, abordando conceitos relacionados à cadeia de suprimentos, à tomada de decisão multicritério e aos

principais métodos multicritério de apoio à decisão aplicados à seleção de fornecedores.

A Seção 3 descreve a metodologia utilizada, apresentando as etapas do estudo, o método FITradeoff e a estrutura proposta para a aplicação do modelo no processo de seleção de fornecedores.

Na Seção 4, é apresentada a aplicação do modelo proposto em uma indústria do setor alimentício localizada em Pernambuco, incluindo a caracterização da empresa, a descrição do problema decisório e a aplicação do framework de apoio à decisão.

A Seção 5 aborda à apresentação e discussão dos resultados obtidos, contemplando a ordenação das alternativas, a análise de sensibilidade e a interpretação dos achados à luz do contexto organizacional.

Por fim, a Seção 6 apresenta as conclusões do trabalho, destacando as principais contribuições do estudo, suas limitações e sugestões para pesquisas futuras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo irá apresentar os conceitos essenciais para compreensão de forma clara o desenvolvimento deste trabalho. O intuito é construir uma base teórica sólida que forneça uma visão abrangente dos aspectos centrais do estudo, para isto, este tópico foi divido em subtópicos, sendo eles: Cadeia de suprimentos, Seleção de Fornecedores, Tomada de decisão multicritério e Método FITradeoff.

2.1 CADEIA DE SUPRIMENTOS

A cadeia de suprimentos compreende o conjunto de atividades envolvidas na entrega de um produto ou serviço ao cliente final, desde a aquisição das matérias-primas até a distribuição do produto acabado. Essa cadeia é composta por uma rede interligada de fornecedores, fabricantes, distribuidores, atacadistas e varejistas, que trabalham de forma integrada para garantir o fluxo eficiente de materiais, informações e recursos (CHOPRA; MEINDL, 2021).

De acordo com Slack et al. (2018) a gestão da cadeia de suprimentos busca atender às necessidades do cliente final de forma eficiente e competitiva, considerando cinco objetivos de desempenho principais: qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo.

- Qualidade: assegura que o produto ou serviço final atenda aos padrões estabelecidos, evitando falhas que possam comprometer o desempenho da cadeia;
- Velocidade: refere-se à rapidez de resposta ao cliente e à agilidade no fluxo de produtos e serviços;
- Confiabilidade: representa a capacidade da cadeia em cumprir prazos e entregas conforme o prometido;
- Flexibilidade: envolve a capacidade de adaptação diante de imprevistos e novas demandas do mercado;
- Custo: diz respeito à eficiência operacional e ao controle dos gastos em todas as etapas do processo produtivo.

Uma cadeia de suprimentos eficiente depende da colaboração e integração entre todos os elos, especialmente entre cliente e fornecedor. Segundo Amato et al. (2013), uma rede de fornecedores bem estruturada, baseada em parcerias sólidas e confiança mútua, representa uma vantagem competitiva sustentável, contribuindo para a

redução de custos, a melhoria da qualidade e o aumento da capacidade de resposta ao mercado.

Dessa forma, a seleção de fornecedores se apresenta como uma das atividades mais estratégicas dentro da gestão da cadeia de suprimentos. Entre as empresas que compõem essa cadeia, o relacionamento estabelecido em cada elo possui papel determinante para o desempenho global, sendo considerado uma escolha estratégica para todos os participantes (BOWERSOX *et al.*, 2006). A qualidade dessa relação impacta diretamente fatores como confiança nas entregas, estabilidade no fluxo de materiais e integração das operações. Além disso, a construção de parcerias que promovam cooperação e compartilhamento de informações tem sido vista como uma vantagem competitiva, especialmente diante de avanços tecnológicos que intensificaram a aproximação entre empresas, inclusive em contextos internacionais.

Nessa perspectiva, proporcionar espaços de diálogo e alinhamento estratégico entre clientes e fornecedores fortalece objetivos comuns e contribui para melhorar o desempenho logístico e produtivo da cadeia, embora também imponha desafios de gestão devido aos aspectos subjetivos envolvidos nesses relacionamentos. Assim, a escolha de parceiros qualificados impacta diretamente o desempenho operacional, o cumprimento de prazos e a qualidade dos produtos entregues ao consumidor final. A eficiência da cadeia de suprimentos, portanto, depende da capacidade da organização de avaliar, selecionar e desenvolver fornecedores que estejam alinhados aos seus objetivos estratégicos (CHOPRA; MEINDL, 2021), o que conduz à discussão aprofundada apresentada na próxima seção sobre seleção de fornecedores.

2.2 SELEÇÃO DE FORNECEDORES

A seleção de fornecedores é uma das atividades mais críticas da gestão da cadeia de suprimentos, exercendo influência direta sobre o desempenho organizacional, a qualidade dos produtos e diversos outros aspectos do processo produtivo. Segundo Viana e Alencar (2012), a crescente importância dos fornecedores no contexto competitivo das empresas reforça a necessidade de adoção de práticas estruturadas de avaliação e seleção.

Para Furtado (2005), o estabelecimento de parcerias eficazes entre clientes e fornecedores exige a integração das estratégias corporativas de ambas as partes, garantindo benefícios mútuos e sustentáveis. Assim, a gestão de suprimentos assume papel estratégico no fortalecimento da cadeia como um todo.

Kannan e Tan (2002) destacam que o processo de seleção de fornecedores envolve a identificação e escolha daqueles que melhor atendem às necessidades da organização, considerando critérios como qualidade, custo, prazo de entrega, confiabilidade e capacidade produtiva. De acordo com Krajewski et al. (2009), as decisões de fornecimento devem estar alinhadas às estratégias da cadeia, sendo necessário o uso de métricas de desempenho bem definidas.

A avaliação de fornecedores, segundo Wang *et al.* (2009), é um problema multicritério, multidimensional e multiescalar, pois envolve a análise simultânea de fatores qualitativos e quantitativos. Nesse contexto, o uso de métodos de Apoio Multicritério à Decisão (AMD) surge como alternativa eficaz para apoiar o processo de decisão, proporcionando maior clareza e objetividade.

A tomada de decisão em ambientes organizacionais frequentemente envolve situações complexas, nas quais múltiplos fatores precisam ser considerados simultaneamente. Nesse contexto, a Pesquisa Operacional oferece métodos e ferramentas capazes de apoiar decisões estruturadas, especialmente quando há a necessidade de avaliar alternativas a partir de diversos critérios. Entre esses métodos, destacam-se as abordagens de decisão multicritério, que auxiliam o decisor a lidar com atributos qualitativos e quantitativos na comparação entre diferentes opções (ALMEIDA, 2011).

A seleção de fornecedores se enquadra nesse tipo de problemática, sendo amplamente reconhecida na literatura como um problema de decisão multicritério. Isso ocorre porque a escolha do fornecedor ideal não depende apenas de um único parâmetro, mas de um conjunto de fatores que devem ser analisados de forma conjunta. O principal objetivo é identificar fornecedores capazes de oferecer produtos ou serviços com qualidade desejada, preço competitivo, entrega pontual e quantidade adequada (HA; KRISHNAN, 2008; BORAN *et al.*, 2009).

Os critérios de decisão utilizados na seleção de fornecedores correspondem a atributos qualitativos e/ou quantitativos, empregados na avaliação das alternativas disponíveis. A literatura apresenta uma ampla variedade de critérios possíveis, os quais variam conforme o contexto, a natureza do produto e as metas estratégicas da organização (LIMA JUNIOR & CARPINETTI, 2013).

As atividades de avaliação e seleção demandam a análise de especialistas e o uso de ferramentas adequadas para a interpretação de dados qualitativos e

quantitativos. Esses critérios refletem as prioridades estratégicas da organização e podem incluir desempenho logístico, inovação, sustentabilidade, flexibilidade e relacionamento de longo prazo (DE ALMEIDA, 2011).

Dessa forma, a seleção de fornecedores torna-se uma etapa essencial para o desempenho organizacional, exigindo métodos capazes de apoiar decisões precisas e fundamentadas. Nesse cenário, os métodos de apoio multicritério à decisão se destacam ao permitir a avaliação estruturada de alternativas sob múltiplas perspectivas. Assim, compreendida a natureza multicritério desse processo, torna-se necessário apresentar, no próximo tópico, os principais métodos utilizados para apoiar esse tipo de decisão, aprofundando a discussão sobre suas características e aplicações no contexto organizacional.

2.2.1 Seleção de Fornecedores com Métodos Multicritério

Em muitas situações, a seleção de fornecedores é baseada exclusivamente em fatores de custo. No entanto, essa abordagem é limitada, uma vez que diversos outros fatores também exercem influência significativa sobre o desempenho da empresa. Algumas organizações já reconhecem essa limitação e têm adotado abordagens mais abrangentes, incorporando critérios como qualidade, confiabilidade, sustentabilidade e desempenho operacional (PARATHIBAN *et al.*, 2013).

Os métodos multicritério permitem integrar e analisar simultaneamente critérios de diferentes naturezas, oferecendo suporte estruturado e transparente ao processo de escolha (DE ALMEIDA, 2011). Essa abordagem possibilita não apenas selecionar o fornecedor mais adequado, mas também ordenar as alternativas de acordo com seu desempenho global, o que é especialmente útil quando há mais de uma opção viável.

Dessa forma, a seleção de fornecedores pode ser abordada como uma problemática de decisão multicritério, que pode envolver tanto a escolha de uma única alternativa (P_a) quanto a ordenação (P_y) de todas as alternativas, conforme as preferências do decisor (ROY, 1996). Este último tipo de análise é o foco do presente estudo, que propõe o uso do método FITradeoff como ferramenta de apoio à decisão para a construção de um ranking de fornecedores mais alinhado aos objetivos estratégicos da indústria analisada.

2.3 TOMADA DE DECISÃO MULTICRITÉRIO

A tomada de decisão multicritério é uma abordagem utilizada para apoiar problemas de decisão e que compõe a área da Pesquisa Operacional voltado à avaliação de alternativas com base em múltiplos critérios, quantitativos ou qualitativos. Esse processo busca estruturar o problema de forma sistemática, analisar as alternativas disponíveis e identificar a melhor solução de compromisso. Além disso, caracteriza-se por sua transparência, rigor metodológico e pela possibilidade de envolver diferentes partes interessadas na construção de decisões complexas e de caráter público (DE ALMEIDA, 2013).

Os métodos MCDA oferecem uma estrutura de apoio que auxilia o decisor a compreender, ponderar e hierarquizar alternativas, considerando suas preferências individuais e os objetivos estratégicos envolvidos.

A AMD busca oferecer aos gestores ferramentas que auxiliem na resolução de problemas decisórios, nos quais múltiplos objetivos precisam ser considerados, como ocorre na dicotomia entre a redução de custos e o aumento da qualidade (DE ALMEIDA, 2011).

De acordo com Roy (1996) e De Almeida (2013), o processo de decisão envolve diferentes atores que podem influenciar direta ou indiretamente os resultados:

- Decisor: define suas preferências em relação às consequências do problema, expressando julgamentos de valor e sendo o responsável final pela tomada de decisão;
- Cliente: indivíduo próximo ao decisor, capaz de representá-lo ou substituí-lo em sua ausência, podendo, inclusive, assumir a decisão;
- Especialista: contribui fornecendo informações técnicas e factuais sobre o desempenho das alternativas;
- Stakeholders: partes interessadas afetadas pelo problema, que podem influenciar o processo decisório de acordo com seus interesses;
- Analista: oferece suporte metodológico ao processo de decisão, auxiliando na compreensão do problema, no tratamento das informações e na aplicação da

metodologia escolhida, em algumas situações pode atuar também como facilitador e especialista.

Nesse contexto, a utilização de métodos multicritério de apoio à decisão contribui para o desenvolvimento de escolhas mais estruturadas e alinhadas ao cenário analisado. Segundo De Almeida (2013), um método multicritério consiste em uma formulação metodológica fundamentada em uma estrutura axiomática bem definida, que pode ser aplicada à construção de modelos voltados à resolução de problemas específicos. Assim, esses métodos apresentam grande relevância na concepção de modelos que auxiliem o processo de tomada de decisão, especialmente na seleção de fornecedores.

Para a análise de um problema multicritério, é essencial definir claramente o objetivo que o estudo pretende alcançar. Conforme Roy (1996), essas problemáticas podem ser classificadas em quatro categorias:

- Problemática $P\alpha$ – Escolha: busca apoiar a decisão por meio da seleção de um subconjunto dentro do espaço de alternativas;
- Problemática $P\beta$ – Classificação: objetiva alocar cada alternativa em uma classe específica;
- Problemática $P\gamma$ – Ordenação: visa apoiar a decisão por meio de um arranjo que regrupa todas ou parte das alternativas em classes de equivalência, ordenadas total ou parcialmente de acordo com as preferências;
- Problemática $P\delta$ – Descrição: tem como propósito apoiar a decisão por meio da caracterização das alternativas e de suas consequências.

Entre essas categorias, destaca-se a problemática $P\gamma$ (ordenação), cuja aplicação se mostra especialmente relevante em situações nas quais a escolha de uma única alternativa não é suficiente. Nesses contextos, torna-se necessário estabelecer um ranking das alternativas, permitindo uma análise mais ampla e estratégica. Para lidar com esse tipo de problema, métodos multicritério interativos e flexíveis, como o FITradeoff, se mostram altamente adequados, pois permitem explorar preferências parciais do decisor e construir uma ordenação robusta e coerente com seus julgamentos.

Já na problemática de escolha, o decisor deve selecionar a alternativa mais adequada dentro de um conjunto de opções que são distintas, exaustivas e mutuamente excludentes. Essa escolha deve estar fundamentada em critérios previamente definidos de acordo com o problema em análise, sendo representada por uma função que expressa as preferências do decisor (GOMES *et al.*, 2009).

2.4 O MÉTODO FITRADEOFF

O método FITradeoff, proposto por De Almeida *et al.* (2016), é um procedimento de apoio multicritério à decisão que busca eliciar as constantes de escala em modelos aditivos, utilizando informações parciais sobre as preferências do decisor. Diferentemente dos métodos tradicionais, que exigem informações completas, o método permite trabalhar com comparações parciais entre consequências ou alternativas.

O FITradeoff pode ser aplicado à problemática de escolha, ordenação, classificação e portfólio. Para apoiar a aplicação do método, o Centro de Desenvolvimento em Sistemas de Informação e Decisão (CDSID) desenvolveu e disponibilizou um Sistema de Apoio à Decisão (SAD) de forma online e gratuita, disponível em: www.cdsid.org.br/fitradeoff.

Durante o processo de modelagem de preferência, o decisor pode expressar suas preferências por meio de dois paradigmas: elição por decomposição e avaliação holística (DE ALMEIDA *et al.*, 2021). Assim, é possível que ele manifeste preferências entre consequências pareadas ou entre alternativas completas. O método permite ainda combinar os dois paradigmas, de forma flexível e adaptável ao processamento cognitivo do decisor.

Dessa forma, o FITradeoff possibilita a integração dessas duas abordagens de modelagem de preferências, permitindo que o decisor adote aquela que melhor se adequa ao seu estilo cognitivo. Além disso, o método oferece flexibilidade para combinar ambos os paradigmas ao longo do processo decisório, aplicando cada um em momentos distintos conforme a necessidade (de Almeida *et al.*, 2021).

O FITradeoff propõe uma alternativa ao ponto de indiferença (x_i^0). Em vez de exigir um valor único, o método permite que o decisor forneça dois valores-limite:

- Um superior (x_i'), onde a consequência é preferida;

— Um inferior (x_i''), onde a consequência é pior.

Esses limites definem um intervalo de incerteza sobre o ponto de indiferença, capturando a hesitação natural do decisor. Matematicamente descrita na equação 1:

$$v_i(b_i) > v_i(x_i') > v_i(x_i^l) > v_i(x_i'') > v_i(w_i) \quad (1)$$

No modelo do FITradeoff, a função valor (v_i) representa a forma como o decisor atribui valor às consequências associadas a cada critério i , refletindo o grau de satisfação ou preferência em relação a diferentes níveis de desempenho. O termo b_i corresponde ao melhor nível de desempenho possível para o critério i , enquanto w_i representa o pior nível para o mesmo critério. Já x_i' e x_i'' são, respectivamente, os valores-limite superior e inferior definidos pelo decisor para representar sua zona de hesitação em torno do ponto de indiferença (x_i^l). Assim, x_i' é o ponto acima do qual a consequência passa a ser preferida, e x_i'' é o ponto abaixo do qual ela passa a ser considerada pior. Esses elementos permitem representar a incerteza e a imprecisão naturais nas preferências humanas, delimitando um intervalo de indiferença em vez de um único ponto (DE ALMEIDA *et al.*, 2016; 2021).

O sistema de apoio à decisão (DSS) registra as preferências expressas pelo decisor e constrói o espaço de pesos viável (ϕ) a partir de um conjunto de restrições matemáticas derivadas tanto da elicitação por decomposição quanto da avaliação holística (De Almeida et al., 2016; De Almeida, Frej & Roselli, 2021). Enquanto a elicitação por decomposição, baseada em uma escala intervalar, gera restrições que relacionam pares de constantes de escala, a informação proveniente da avaliação holística introduz restrições globais, uma vez que cada julgamento envolve alternativas completas do problema e, portanto, relaciona simultaneamente todas as constantes de escala (De Almeida et al., 2016). Essas restrições holísticas tendem a limitar de forma mais significativa o espaço de pesos, conferindo ao modelo uma avaliação mais abrangente e consistente, além de contribuir para a redução do conjunto de alternativas potencialmente ótimas (De Almeida, Frej & Roselli, 2021). Assim, o espaço de pesos viável (ϕ) é definido conforme as seguintes relações, conforme a equação 2:

$$\left\{ \begin{array}{l} k_1 v_1(x_1'') < k_2 < k_1 v_1(x_1') \\ k_2 v_2(x_2'') < k_3 < k_2 v_2(x_2') \\ \vdots \\ k_{n-1} v_{n-1}(x_{n-1}'') < k_n < k_{n-1} v_{n-1}(x_{n-1}') \end{array} \right. \quad (2)$$

Com $\sum k_i = 1$

$k_i \geq 0$.

Esse espaço de pesos permite ao sistema determinar quais alternativas são:

- Potencialmente ótimas: podem ser as melhores para algum vetor de pesos válido;
- Dominadas: nunca serão as melhores;
- Ótimas: são melhores para todos os vetores possíveis.

Assim, o FITradeoff pode identificar a melhor alternativa sem exigir a elicitação completa dos pesos.

Cada preferência expressa é incorporada como uma restrição em um Problema de Programação Linear (PPL). Com isso, o método assume caráter iterativo, pois a cada nova informação o modelo atualiza o espaço de pesos e apresenta resultados parciais, possibilitando que o decisão interrompa o processo quando julgar suficiente. Dessa maneira, o FITradeoff não busca determinar valores exatos das constantes de escala, mas sim identificar um espaço de valores viáveis, que se estreita progressivamente conforme novas informações são inseridas.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa propõe a aplicação de um modelo MCDA para solucionar o problema de seleção e ordenação de fornecedores de aroma de laranja em uma empresa do setor alimentício localizada no estado de Pernambuco.

O estudo foi desenvolvido com base na abordagem quantitativa e aplicada, uma vez que utiliza dados reais e tem como objetivo propor uma melhoria prática no processo decisório da empresa. A pesquisa também se caracteriza como descritiva, pois busca compreender e estruturar o problema de forma sistemática, identificando os critérios relevantes e avaliando as alternativas disponíveis segundo parâmetros técnicos e econômicos.

Conforme De Almeida (2013), os problemas de decisão multicritério envolvem a análise de duas ou mais alternativas de ação que devem ser classificadas, ordenadas ou escolhidas, considerando a presença de múltiplos critérios, frequentemente conflitantes entre si. Assim, o uso de métodos de apoio multicritério permite ao decisão integrar aspectos subjetivos e objetivos, garantindo maior consistência e transparência ao processo de decisão.

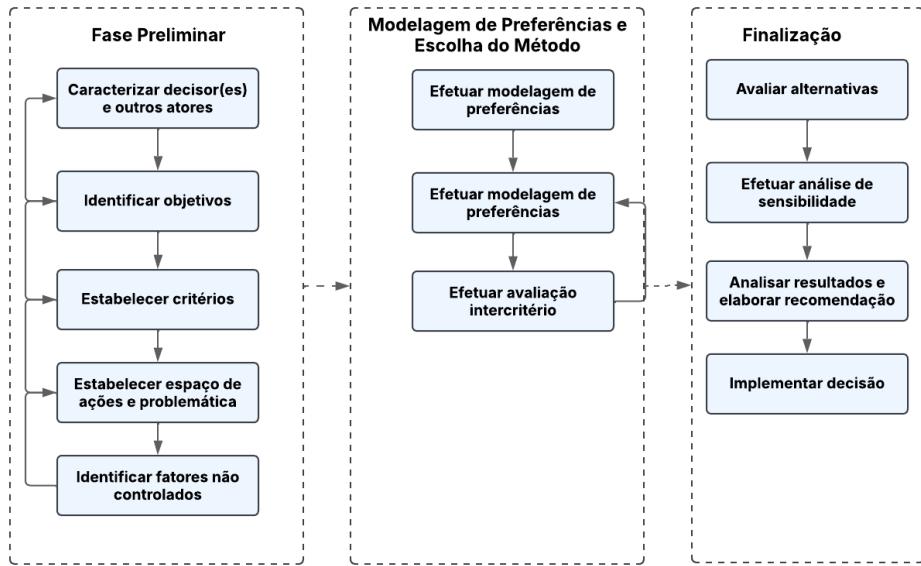
3.1 ESTRUTURA PARA APLICAÇÃO MULTICRITÉRIO

A metodologia deste trabalho segue o framework de 12 etapas proposto por de Almeida (2013) e De Almeida *et al.* (2015), conforme ilustrado na Figura 1. Esse procedimento orienta o processo de construção de modelos decisórios estruturados, garantindo consistência e transparência em todas as fases da análise.

A Etapa 1, pertencente à fase preliminar, consiste na caracterização do decisão e dos demais atores envolvidos. O decisão é o responsável pela tomada de decisão, geralmente uma pessoa que possui autoridade e competência para implementar ou articular a execução das escolhas realizadas.

Além do decisão, o processo pode envolver outros atores que influenciam a decisão, como stakeholders, especialistas, cliente (ou preposto) e analistas. Embora esses participantes não interfiram diretamente na construção conjunta das preferências, eles contribuem de forma significativa na coleta e análise de informações.

Figura 1 - Framework para modelagem e estruturação do problema.



Fonte: Adaptado de Almeida (2013, p.165)

A Etapa 2 corresponde à identificação dos objetivos do decisor, com o propósito de expressar seus valores, prioridades e metas. Em seguida, na Etapa 3, são definidos os critérios que representam tais objetivos e orientam a avaliação das alternativas. Na Etapa 4, é estabelecida a estrutura do espaço de ações, na qual são definidos os fornecedores avaliados e a problemática do estudo.

A Etapa 5 envolve a identificação de fatores não controláveis, isto é, elementos externos que podem influenciar o resultado da decisão, mas sobre os quais o decisor não exerce domínio.

A segunda fase, denominada Modelagem de Preferências e Escolha do Método, é composta por cinco etapas. Na Etapa 6, efetuar a Modelagem de Preferência, primeiro identificar se o decisor apresenta uma racionalidade compensatória, que ocorre quando o menor desempenho de uma alternativa em determinado critério pode ser compensado por um melhor desempenho em outro. Por outro lado, a não compensatória, quando não há essa possibilidade de compensação entre os critérios, a racionalidade é classificada como não compensatória. Entender a racionalidade do decisor e as características do problema irão permitir escolher o método mais adequado para o problema a ser tratado.

A Etapa 7 compreende à avaliação intracritério, onde há particularidades conforme o tipo de método a ser aplicado, podendo envolver, por exemplo, a avaliação de limiares de indiferença e preferência (nos casos de métodos de sobreclassificação). Nesta avaliação, busca-se construir a função valor que representa os interesses do decisor ao avaliar uma alternativa em relação a cada critério.

Na Etapa 8 de avaliação intracritério, obtém-se as informações que permitem determinar as escalas para avaliação dos critérios. No FITradeoff em específico, nas etapas 7 e 8, aplica-se o procedimento de normalização por meio da transformação de escala, conforme a Equação 3:

$$v_j(x_{ij}) = \frac{x_{ij} - Pior(x_j)}{Melhor(x_j) - Pior(x_j)} \quad (3)$$

em que:

- x_{ij} representa o desempenho do fornecedor i no critério j ;
- $Pior(x_j)$ e $Melhor(x_j)$ correspondem, respectivamente, ao pior e ao melhor desempenho observados no critério j ;
- $v_j(x_{ij})$ é o valor normalizado entre 0 e 1, em que 0 indica o pior desempenho e 1 o melhor.

Na avaliação intercritério, realiza-se o processo de elicitação das constantes de escala (pesos), conduzido pelo próprio método FITradeoff. Esse processo ocorre de forma iterativa, à medida que o decisor responde a comparações simples entre trocas (*tradeoffs*) de desempenho entre critérios, permitindo a construção de uma região viável de preferências. Com base nessas informações, o método identifica a(s) alternativa(s) mais preferida(s), considerando as informações fornecidas até o momento.

A terceira fase, denominada Finalização, é composta por quatro etapas. Na Etapa 9 referentes à avaliação dos fornecedores, aplica-se a agregação aditiva para determinar o valor global de cada alternativa, conforme a Equação 4:

$$v(x_i) = \sum_{j=1}^n w_j v_j(x_{ij}) \quad (4)$$

onde $v(x_i)$ representa o valor global do fornecedor i .

No método FITradeoff, a avaliação global dos fornecedores ocorre de forma integrada a etapa 8, uma vez que a agregação aditiva considera o espaço factível de pesos definido a partir das preferências parciais do decisão. Assim, o valor global das alternativas é obtido com base em um conjunto de soluções compatíveis, e não em um único vetor fixo de pesos.

A Etapa 10 compreende a análise de sensibilidade, realizada para verificar a robustez dos resultados obtidos.

Na Etapa 11 serão avaliados os resultados obtidos após a aplicação do método, identificando a ordenação final dos fornecedores e verificando qual alternativa melhor atende aos critérios definidos, considerando desempenho técnico, econômico e logístico. E na etapa 12, indica as questões de implementação associadas ao processo conduzido, sendo a última ação realizada no procedimento.

4 APLICAÇÃO

A presente seção aborda a aplicação do *framework* apresentado na seção de Metodologia, para aplicar uma abordagem multicritério ao problema de seleção de fornecedores de uma organização do setor alimentício. Inicialmente serão apresentadas as principais características da empresa e suas necessidades específicas, que constituem o foco deste estudo.

Além disso, descreve-se a aplicação de um modelo multicritério no contexto da problemática de ordenação de fornecedores, com o objetivo de auxiliar o processo decisório da organização. A seção está dividida em subitens que irão tratar das: Características da empresa, Descrição do problema e Aplicação do *framework* de apoio a decisão.

4.1 CARACTERÍSTICA DA EMPRESA

A aplicação do modelo proposto foi realizada em uma empresa do setor alimentício localizada no estado de Pernambuco, com o intuito de realizar a ordenação e seleção de fornecedores de aromas.

A empresa conta com um portfólio superior a 120 produtos, distribuídos em diversos estados brasileiros, com maior presença nas regiões Norte e Nordeste. Atualmente, possui mais de 800 colaboradores — entre funcionários próprios e terceirizados — atuando em diferentes setores.

As principais matérias-primas utilizadas na fábrica incluem commodities em geral, como farinhas, açúcar, café e gorduras, além de outros insumos, como aromas, corantes, enzimas e fermentos. Quanto às embalagens, estas se dividem em materiais envoltórios (filmes primários e secundários, caixas) e itens complementares, como fitas, bandejas e fitilhos.

Em relação aos fornecedores de matérias-primas, a maior parte está localizada no estado de Pernambuco, embora alguns estejam distribuídos por outros estados do Nordeste e até mesmo fora da região. Essa diversificação permite que, em casos de atrasos ou problemas na entrega, a empresa possa recorrer a fornecedores locais alternativos ou até realizar empréstimos de insumos com outras empresas.

4.2 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

No momento, a empresa enfrenta dificuldades na gestão da compra e da utilização de um aroma de laranja muito específico, um insumo utilizado em apenas um produto da linha de produção. O fornecedor atual disponibiliza o aroma apenas em embalagens de 25 kg, quantidade mínima de sua linha de produção. Contudo, a demanda interna não permite o consumo total desse volume dentro do prazo de validade do produto, que é de um ano.

Em cada batelada de produção, são utilizados aproximadamente 75g do aroma de laranja, o que representa o consumo de cerca de 70% do total adquirido ao longo do período de validade, resultando em uma perda média de 30% do volume comprado. Esse desperdício gera impactos econômicos diretos, uma vez que o fornecedor não comercializa quantidades menores e o produto é altamente específico, impossibilitando sua redistribuição ou reaproveitamento em outras formulações.

Dessa forma, a empresa busca novos fornecedores capazes de oferecer volumes menores do insumo, assegurando, ao mesmo tempo, a manutenção das características sensoriais originais do produto final.

4.3 APLICAÇÃO DO FRAMEWORK DE APOIO A DECISÃO

Neste estudo, propõe-se a aplicação de um procedimento para resolução de um problema de decisão, o *framework* proposto por de Almeida (2013). A primeira fase tem início com a caracterização do decisor e outros atores, que corresponde a Etapa 1, neste estudo atuou como decisor um especialista da área de qualidade, responsável pela análise sensorial e validação dos aromas utilizados. Devido ao fato de o decisor possuir informações factuais sobre o problema, também atuou como especialista. Para conduzir a aplicação do método multicritério, um discente em Engenharia de Produção atuou como analista, modelando o problema e preferências do decisor.

A Etapa 2 busca identificar os objetivos, o propósito é selecionar o fornecedor de aroma que melhor atenda aos requisitos de qualidade sensorial e operacionais da empresa, reduzindo o desperdício decorrente do volume não utilizado e mantendo o padrão do produto. Para isso, busca-se satisfazer os seguintes objetivos: a) garantir o desempenho sensorial do aroma no produto final; b) reduzir custos com perdas e

vencimentos de matéria-prima; c) melhorar a eficiência logística e de armazenamento; d) aumentar a confiabilidade e flexibilidade dos fornecedores.

Na Etapa 3, se estabelecem critérios que possam mensurar os objetivos definidos, a escolha dos critérios de avaliação foi realizada a partir de entrevistas com o decisor. Os critérios foram definidos de modo a refletir os objetivos estratégicos da empresa, com ênfase na qualidade do produto, na redução de perdas e na otimização da cadeia de suprimentos.

Com base nos objetivos definidos e nas características do processo produtivo, foram estabelecidos os seguintes critérios de avaliação, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Critérios de avaliação

Critério	Descrição	Tipo de critério	Min/Max
C1 - Sensorial	Avalia o desempenho do fornecedor com base na qualidade sensorial do aroma fornecido, considerando aparência, aroma, textura e sabor.	Construído	Max
C2 - Performance	Analisa o desempenho do aroma no produto final, observando estabilidade após o processamento, manutenção das notas sensoriais e interação com outros ingredientes.	Construído	Max
C3 – Volume	Avalia a quantidade mínima fornecida por pedido.	Natural, medido em kg	Min
C4 - Confiabilidade	Analisa o grau de confiança que a empresa pode atribuir ao fornecedor, considerando histórico de parceria, cumprimento de prazos e transparéncia.	Construído	Max
C5 – Custo de aquisição	Considera a competitividade do valor ofertado em relação ao mercado e o equilíbrio entre custo, qualidade e custo de entrega.	Natural, medido em R\$	Min
C6 - Logística	Avalia a capacidade do fornecedor em atender às demandas de entrega dentro dos prazos estipulados, flexibilidade para ajustes e adequação das condições de transporte e armazenamento.	Construído	Max

Fonte: Autora (2025)

Cada alternativa foi avaliada de acordo com os critérios previamente definidos. Os critérios C3 (Volume) e C5 (custo de aquisição) são considerados contínuos, pois são medidos em escalas de valores contínuos, estes dois critérios possuem escalas de avaliação quantitativas bem definidas, obtidas por meio de consulta direta ao decisor e pela análise de dados históricos de compra. Adicionalmente, é importante ressaltar que atualmente, a empresa não consegue utilizar a matéria-prima em sua totalidade até a data de vencimento e por este motivo busca-se minimizar o critério C5. Já os critérios C1 (Sensorial), C2 (Performance), C4 (Confiabilidade) e C6 (Logística) são caracterizados como construídos, uma vez que avaliam o nível de

impacto de cada alternativa em relação ao seu desempenho. Os níveis das escalas construídas para os critérios C1, C2, C4 e C6 são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2- Escalas quantitativas dos critérios construídos

Critério	Escala	Descrição
C1 – Sensorial	1 – Baixo desempenho sensorial	O aroma apresenta características sensoriais pouco atrativas, com notas fracas ou desequilibradas, prejudicando o produto final.
	2 – Desempenho sensorial intermediário	O aroma atende parcialmente aos requisitos sensoriais, apresentando boa intensidade, mas com limitações em aspectos como equilíbrio ou persistência.
	3 – Alto desempenho sensorial	O aroma apresenta notas equilibradas, agradáveis e intensas, contribuindo positivamente para a qualidade sensorial do produto.
C2 – Performance	1 – Baixa estabilidade e compatibilidade	O aroma apresenta perdas significativas após o processamento ou interação negativa com outros ingredientes.
	2 – Estabilidade e compatibilidade medianas	O aroma mantém desempenho aceitável, com leve variação após o processamento e interação satisfatória com a formulação.
	3 – Alta estabilidade e compatibilidade	O aroma mantém suas características sensoriais e estabilidade mesmo após o processamento, com excelente interação com os demais ingredientes.
C4 – Confiabilidade	1 – Baixa confiabilidade	O fornecedor apresenta histórico de atrasos, falhas de comunicação ou inconsistência na entrega dos produtos.
	2 – Confiabilidade moderada	O fornecedor cumpre prazos e acordos na maioria das vezes, apresentando eventuais falhas pontuais.
	3 – Alta confiabilidade	O fornecedor demonstra histórico sólido de parceria, cumprimento de prazos e transparência nas negociações.
C6 – Logística	1 – Baixa capacidade logística	O fornecedor apresenta dificuldades para atender prazos ou condições adequadas de transporte e armazenamento.
	2 – Capacidade logística intermediária	O fornecedor atende aos prazos e condições logísticas de forma aceitável, com pouca flexibilidade para ajustes.
	3 – Alta capacidade logística	O fornecedor é ágil, flexível e capaz de adaptar-se às demandas de entrega, garantindo condições ideais de transporte e armazenamento.

Fonte: Autora (2025)

Em seguida, é necessário estabelecer o espaço de ações e a problemática, o que corresponde a Etapa 4. Foram analisados dez fornecedores potenciais de aroma de laranja, identificados a partir do portfólio atual e de novas oportunidades de mercado. Cada fornecedor foi codificado de A1 a A10, apresentada na tabela 3, de forma a preservar a confidencialidade dos dados comerciais.

O decisor pretende manter apenas 1 fornecedor, mas expressou o desejo de obter a ordenação completa, assim, caso alguma eventualidade ocorra, se tenha

conhecimento de quais fornecedores estiveram mais próximos do 1º lugar, por este motivo, a problemática definida é a de ordenação.

Dessa forma, foi construída a matriz de consequência apresentada na Tabela 3. Na matriz de consequência cada alternativa representa um fornecedor, que foi avaliado através dos critérios definidos, o seu desempenho em relação a cada critério corresponde às informações utilizadas para a formulação da matriz de consequências. As avaliações foram atribuídas com base em escalas qualitativas (baixo, médio e alto impacto) e quantitativas (volume e custo de aquisição), obtidas por meio de consulta direta ao decisor e análise de dados históricos de compra.

Tabela 3 – Matriz de consequência

Critérios/ Alternativas	Sensorial	Performance	Volume	Confiabilidade	Custo de aquisição (kg)	Logística
A1	2	2	25	1	80	1
A2	1	1	25	1	80	1
A3	2	1	25	1	80	1
A4	1	2	25	1	80	1
A5	3	3	10	3	150	2
A6	3	2	25	3	120	2
A7	3	3	10	2	150	1
A8	3	3	25	2	100	2
A9	1	2	25	2	90	2
A10	2	1	25	3	120	3

Fonte: Autora (2025)

A Etapa 5 consiste na identificação de fatores não controlados, que foram desconsiderados por simplificação. Já na Etapa 6, as preferências do decisor foram modeladas. Selecionou-se o método FITradeoff para a ordenação, proposto por Frej *et al.* (2019), por ser a abordagem mais adequada, visto que a racionalidade compensatória foi identificada, adicionalmente, foi levada em consideração sua capacidade de lidar com informações incompletas e oferecer um processo de elicitação flexível e interativo, garantindo robustez à solução e alinhamento com a racionalidade compensatória do decisor reforçaram a escolha do método.

Em seguida, as informações da matriz de consequências foram utilizadas como informação de entrada no software do Sistema de Apoio à Decisão FITradeoff, o qual está disponível online e gratuito em www.cdsid.org.br/fitradeoff, conforme a Figura 2.

Figura 2 - Inserção dos dados no SAD

Fonte: Autora (2025)

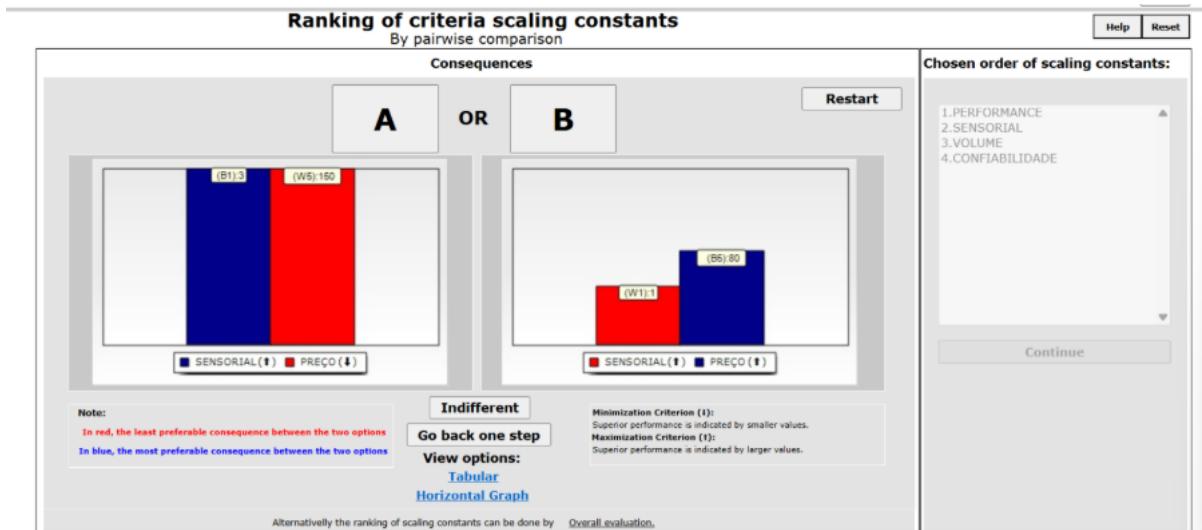
Após a inserção da matriz de consequência no SAD, a avaliação intracritério, correspondente a Etapa 7, foi realizada por meio da elicitação do valor da função marginal de cada critério através da comparação entre consequências, conforme a Figura 3.

Figura 3 - Avaliação intracritério

Fonte: Autora (2025)

Para a Etapa 8 de avaliação intercritério, foi apresentado ao decisior comparações entre pares de consequências com melhor e pior desempenho em critérios distintos. Nesse processo, apresentado na Figura 4 a seguir, o decisior analisa pares de alternativas e indica a preferência entre as opções “A”, “B” ou “Indiferente”.

Figura 4 - Ranking das constantes de escalas dos critérios



Fonte: Autora (2025)

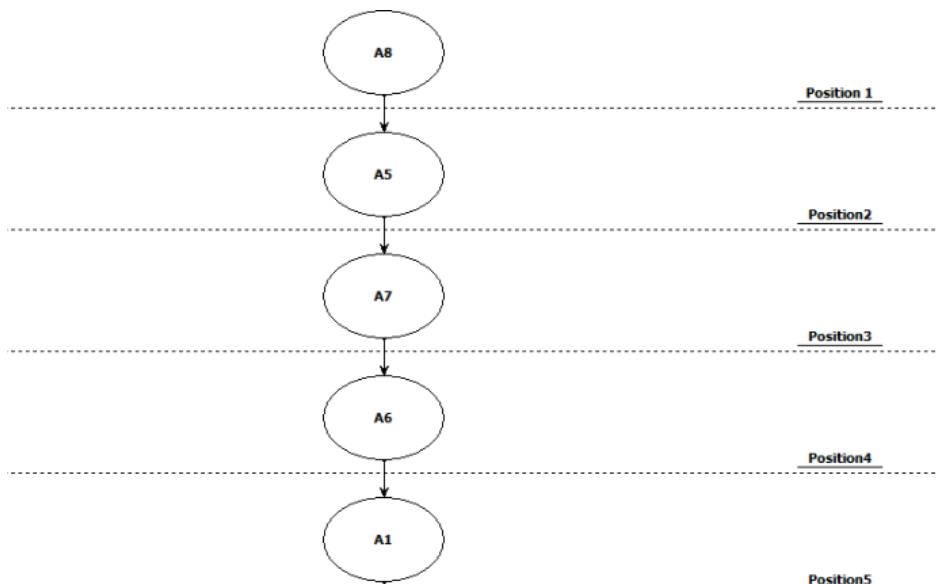
A partir dessas escolhas sucessivas, foi possível estruturar a ordem de importância relativa entre os critérios para o decisor, o que permitiu obter uma ordem completa das alternativas, finalizando assim, simultaneamente as Etapas 8 e 9 (Avaliação das alternativas). Posteriormente, a Etapa 10 de análise de sensibilidade foi realizada com o intuito de verificar a robustez do modelo em caso de variações nos dados de entrada, tal procedimento foi realizado de acordo com os critérios que possuíam incertezas atreladas. Os detalhes dos resultados obtidos nesta etapa estão presentes na Seção 5, além das Etapas 11 e 12.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nas preferências elicitadas ao longo do processo decisório, foi possível obter a ordenação final dos fornecedores a partir do desempenho global calculado pelo modelo. Os resultados permitiram identificar as alternativas mais adequadas às necessidades da empresa, equilibrando critérios técnicos, econômicos, sensoriais e logísticos. Além disso, o método possibilitou simular diferentes cenários decisórios, auxiliando o decisor a compreender o impacto de variações em critérios sensíveis — como custo de aquisição, volume mínimo e desempenho sensorial — sem comprometer a qualidade do produto final.

O diagrama de Hasse apresentado na Figura 5 apresenta a ordenação obtida por meio da avaliação holística realizada durante o processo de elicitação. Com base nas preferências expressas pelo decisor ao longo das comparações pareadas, as cinco primeiras posições do ranking foram ocupadas pelas alternativas: A8, A5, A7, A6 e A1. As demais posições do ranking, bem como os resultados completos do processo de ordenação, encontram-se disponíveis no Apêndice A.

Figura 5- Diagrama de Hasse : Cinco primeiras posições do ranking

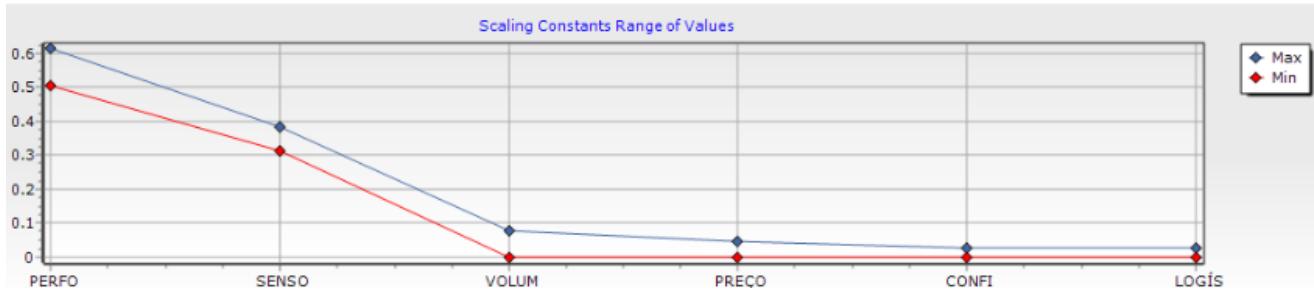


Fonte: Autora (2025)

Em seguida, analisaram-se os intervalos finais obtidos para as constantes de escala. A Figura 6 (gerada pelo software FITradeoff) apresenta, de forma gráfica, os limites mínimo e máximo do espaço factível dos pesos para cada critério, após todas as preferências informadas. Esses intervalos representam o conjunto de valores

possíveis para cada constante de escala que permanecem coerentes com as respostas do decisor.

Figura 6 - Range do espaço de valores das constantes de escala



Fonte: Autora (2025)

A análise de sensibilidade foi realizada para verificar a robustez da ordenação obtida com o método FITradeoff. Conforme apresentado na Figura 7, o método avalia como a variação dos pesos dos critérios, dentro dos limites definidos pelo decisor, pode influenciar o desempenho das alternativas, a partir da exploração do espaço de pesos viável por meio de programação linear. Como complemento, utilizou-se a simulação de Monte Carlo incorporada ao FITradeoff, a qual utiliza amostras aleatórias dentro dos intervalos estipulados para os pesos dos critérios, permitindo avaliar probabilisticamente o impacto da variação dos critérios sobre as alternativas. Essa abordagem fornece uma visão adicional sobre a estabilidade da solução, contribuindo para o aumento da confiabilidade da decisão multicritério.

No presente estudo, foram definidos intervalos de variação de -1 a $+1$ nível para o critério sensorial, devido à subjetividade inerente a esse tipo de avaliação; -40% a $+40\%$ para o volume; e -25% a $+40\%$ para o custo de aquisição, variações observadas em dados históricos, conforme ilustrado na Figura 6. A aplicação da simulação possibilitou identificar como essas oscilações influenciam a ordenação das alternativas, contribuindo para uma escolha mais robusta e consistente.

Figura 7 – Intervalos de variação



FU-T3MMM-V

[**<< Voltar**](#)

Análise de Sensibilidade

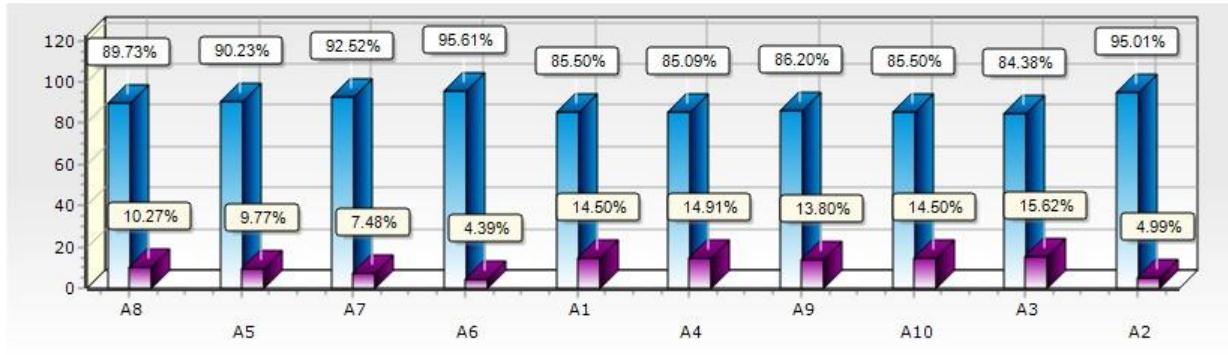
Por favor, selecione abaixo quais critérios você deseja alterar:

Critérios	Tipo	Direção de Preferência	Limite inferior	Limite superior
<input type="checkbox"/> PERFIL	Construído	Maximização		
<input checked="" type="checkbox"/> SENSO	Construído	Maximização	- 1 Níveis	+ 1 Níveis
<input checked="" type="checkbox"/> VOLUM	Natural	Minimização	- 40 %	+ 40 %
<input checked="" type="checkbox"/> PREÇO	Natural	Minimização	- 25 %	+ 40 %
<input type="checkbox"/> CONFI	Construído	Maximização		
<input type="checkbox"/> LOGÍS	Construído	Maximização		

Fonte: Autora (2025)

Os resultados indicaram que as primeiras posições da ordenação apresentam elevada estabilidade mesmo quando os pesos são modificados dentro dos limites permitidos. O fornecedor A8, originalmente classificado em 1º lugar, apresentou robustez de 89,58%, mantendo-se como melhor alternativa na maior parte dos cenários simulados. De forma semelhante, A5 (2º lugar) obteve 90,28% de robustez e A7 (3º lugar) alcançou 92,14%, evidenciando a consistência da solução encontrada. Os índices de robustez e mudança de todas as alternativas podem ser conferidos na Figura 7.

Figura 8 – Resultado da Análise de Sensibilidade



Fonte: Autora (2025)

Observou-se ainda que as alternativas de melhor desempenho são menos sensíveis às variações no modelo. Enquanto A6 apresentou apenas 4,39% de possibilidade de alteração de posição, alternativas com desempenho inferior como A3 e A2 apresentaram maior variação, chegando a 15,62% e 4,99%, respectivamente. Esses resultados reforçam que o ranking final é robusto e que a recomendação ao decisor permanece estável diante de possíveis mudanças nas preferências.

Conforme a Etapa 11, os resultados foram analisado e mostraram que as primeiras posições permanecem estáveis na maior parte do espaço de pesos analisado, indicando que as recomendações do modelo são robustas. Dessa forma, a análise de sensibilidade reforça a confiabilidade da decisão, demonstrando que o fornecedor melhor classificado mantém seu desempenho mesmo diante de possíveis variações nos critérios avaliados.

Ao final do processo de ordenação, os resultados obtidos pelo FITradeoff foram apresentados ao decisor, que acompanhou todas as etapas de estruturação, elição e validação do modelo. Para a Etapa 12 de implementação da decisão, a empresa deverá realizar reuniões internas envolvendo os setores de Qualidade, Compras e Produção para discutir detalhadamente o ranking gerado e avaliar a viabilidade prática de implementação das recomendações. Esse processo poderá incluir ajustes nos procedimentos de qualificação de fornecedores, análises sensoriais complementares e negociações comerciais com as alternativas mais bem posicionadas.

Adicionalmente, destaca-se a importância da utilização de métodos científicos para auxiliar a tomada de decisão nas organizações, a fim de oferecer uma base estruturada e documentada, assegurando assim que as escolhas realizadas estejam alinhadas às diretrizes estratégicas e operacionais da empresa.

6 CONCLUSÕES

A abordagem multicritério traz contribuições para o problema de seleção de fornecedores ao incorporar diferentes objetivos a serem avaliados, tal conduta mostra-se vantajosa quando comparada a avaliação realizada estritamente através do custo. A aplicação do método FITradeoff demonstrou ser uma ferramenta eficaz para apoiar a tomada de decisão na seleção e ordenação de fornecedores de aroma de laranja na empresa estudada.

A abordagem multicritério permitiu incorporar simultaneamente aspectos sensoriais, técnicos, econômicos e logísticos, refletindo as prioridades do decisão e os objetivos estratégicos da organização. O modelo proporcionou uma visão integrada das alternativas, possibilitando avaliar o impacto de cada critério no desempenho global dos fornecedores e reduzindo a subjetividade envolvida no processo de compras.

O método também se mostrou adequado pela flexibilidade oferecida durante o processo de elicitação, permitindo ao decisão expressar suas preferências por meio de comparações simples e holísticas. Essa abordagem diminuiu a carga cognitiva e garantiu maior transparência na construção do espaço de pesos, contribuindo para uma ordenação consistente das alternativas. Os resultados obtidos destacaram o fornecedor A8 como a melhor opção, seguido por A5 e A7, demonstrando forte aderência às necessidades de qualidade sensorial e otimização do consumo do insumo.

A análise de sensibilidade reforçou a robustez da solução encontrada, ao evidenciar que as primeiras posições do ranking permanecem estáveis mesmo diante de variações consideráveis nos critérios mais influentes, como preço, volume mínimo e sensorial. Os índices de robustez apresentados pelas alternativas mais bem posicionadas, especialmente A8, confirmam que a recomendação final não depende de um conjunto específico de pesos, mas se mantém válida em grande parte do espaço decisório. Isso aumenta a confiabilidade do modelo e reduz riscos associados a mudanças de mercado ou revisões de prioridades internas.

Conclui-se, portanto, que o FITradeoff contribuiu significativamente para aprimorar o processo decisório da empresa, oferecendo suporte analítico, clareza e segurança para a escolha do fornecedor mais adequado. Além de otimizar a seleção específica do aroma de laranja, o método demonstra potencial para ser incorporado

em outras decisões estratégicas do setor de suprimentos, promovendo práticas mais racionais, padronizadas e alinhadas às diretrizes corporativas. Recomenda-se, assim, a continuidade da utilização de ferramentas multicritério como parte do procedimento institucional de avaliação de fornecedores, bem como estudos futuros que incluam novos critérios, diferentes categorias de insumos e cenários de expansão produtiva.

Por fim, destaca-se que a aplicação do método não se encerra na geração do ranking, mas segue para a fase prática de discussão e implementação das recomendações. Esse processo permitirá alinhar as recomendações às diretrizes internas da empresa, garantindo que a adoção de novos fornecedores ou a reclassificação dos atuais ocorra de maneira estruturada, segura e compatível com as expectativas estratégicas da organização. Assim, o modelo proposto não apenas apoia a decisão, mas consolida-se como um instrumento contínuo de gestão e melhoria da cadeia de suprimentos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. T. **O conhecimento e o uso de métodos multicritério de apoio a decisão**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2011.

ALMEIDA, A. T. **Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério**. São Paulo: Atlas, 2013.

ALMEIDA, A. T.; ALMEIDA, J. A.; COSTA, A. P. C. S.; ALMEIDA-FILHO, A. T. A New Method for Elicitation of Criteria Weights in Additive Models: Flexible and Interactive Tradeoff. **European Journal of Operational Research**, v. 250, n. 1, p. 179-191, 2016.

ALMEIDA, A. T.; CAVALCANTE, C. A. V.; ALENCAR, M. H.; FERREIRA, R. J. P.; ALMEIDA-FILHO, A. T.; GARCEZ, T. V. **Multicriteria and Multiobjective Models for Risk, Reliability and Maintenance Decision Analysis**. New York: Springer, 2015. (International Series in Operations Research e Management Science. v. 231).

ALMEIDA, A. T.; FREJ, E. A.; ROSELLI, L. R. P. Combining holistic and decomposition paradigms in preference modeling with the flexibility of FITradeoff. **Central European Journal of Operations Research**, v. 29, p. 7-47, 2021.

BOER, L. de; LABRO, E.; MORLACCHI, P. A review of methods supporting supplier selection. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, v. 7, n. 2-3, p. 75-89, 2001.

BOER, L. de; PIERANGELA, E.; MORLACCHI, P. A review of methods supporting supplier selection. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, v. 7, p. 75-89, 2001.

BORAN, F. E.; GENÇ, S.; KURT, M.; AKAY, D. A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making for supplier selection with TOPSIS method. **Expert Systems with Applications**, v. 36, p. 11363-11368, 2009.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Gestão Logística de Cadeias de Suprimentos**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CHEN, Y. H.; CHAO, R. J. Supplier selection using consistent fuzzy preference relations. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n. 3, p. 3233-3240, 2012.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation**. 7. ed. Prentice Hall, 2021.

CONTADOR, José Luiz; CONTADOR, José Celso; TERRIAGA, Katia de Angelo; SANTOS, André Rodrigues dos; SÁTYRO, Walter Cardos; ARAÚJO, Josiane Lima de. **Seleção de fornecedores pela ótica da vantagem competitiva**. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 5, e20111528147, 2022.

FREJ, E. A.; ALMEIDA, A. T. de; COSTA, A. P. C. S. Using data visualization for ranking alternatives with partial information and interactive tradeoff elicitation. **Operational Researcg**, v. 19, n. 4, p. 909-931, 2019.

FURTADO, Gustavo Adolfo Pudenci. **Critérios de seleção de fornecedores para relacionamentos de parceria: um estudo em empresas de grande porte**. 2005. 131 f. Dissertação (Mestrado em Administração) — Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

GOMES, L. F. A. M.; ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, C. **Tomada de decisão em cenários complexos**. 1. ed. Cengage Learning, 2009.

HA, S. H.; KRISHNAN, R. A hybrid approach to supplier selection for the maintenance of a competitive supply chain. **Expert Systems with Applications**, v. 34, p. 1303-1311, 2008.

KANNAN, G.; TAN, K. C. Supplier selection and assessment: Their impact on business performance. **Journal of Supply Chain Management**, 2002.

KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. **Administração de produção e operações**. São Paulo: Prentice Hall, 2009.

LIMA JUNIOR, Francisco Rodrigues; CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. Métodos de decisão multicritério para seleção de fornecedores: um panorama do estado da arte. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 4, p. 781-801, 2013.

OLIVEIRA, Hellen Maria de; FREJ, Eduarda Asfora; ALMEIDA, Adiel T. de. EFEITOS DA AVALIAÇÃO HOLÍSTICA NO FITRADEOFF DE CLASSIFICAÇÃO: UM ESTUDO DE SIMULAÇÃO. In: BOOK OF ABSTRACTS OF THE LVII BRAZILIAN SYMPOSIUM ON OPERATIONS RESEARCH, 2025, Gramado. Anais eletrônicos..., Galoá, 2025. Disponível em: <<https://proceedings.science/sbpo/sbpo-2025/trabalhos/efeitos-da-avaliacao-holistica-no-fitradeoff-de-classificacao-um-estudo-de-simul?lang=pt-br>>. Acesso em: 30 Dez. 2025.

OMERALI, M.; KAYA, T. Augmented reality application selection framework using spherical fuzzy COPRAS multi-criteria decision making. **Cogent Engineering**, v. 9, 2022.

PARTHIBAN, P.; ZUBAR, H. A.; KATAKAR, P. Vendor selection problem: a multi-criteria approach based on strategic decisions. **International Journal of Production Research**, 51(5): 1535-1548, 2013.

ROY, B. **Multicriteria Methodology for Decision Aiding**. Kluwer Academic Publishers, 1996.

SANAYEI, A.; MOUSAVI, S. F.; ABDI, M. R.; MOHAGHAR, A. An integrated group decision-making process for supplier selection and order allocation using multi-attribute utility theory and linear programming. **Journal of the Franklin Institute**, v. 345, n. 7, p. 731-747, 2008.

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

VIANA, Joana Coelho; ALENCAR, Luciana Hazin. Metodologias para seleção de fornecedores: uma revisão da literatura. **Production**, v. 22, p. 625-636, 2012.

WANG, S.-Y.; CHANG, S.-L.; WANG, R.-C. Assessment of supplier performance based on product-development strategy by applying multi-granularity linguistic term sets. **Omega – The International Journal ou Management Science**, v. 37, n. 1, p. 215-226, 2009. doi: 10.1016/j.omega.2006.10.003.

WANG, W. A fuzzy linguistic computing approach to supplier evaluation. **Applied Mathematical Modelling**, v. 34, p. 3130-3141, 2010.

APÊNDICE A – DIAGRAMA DE HASSE

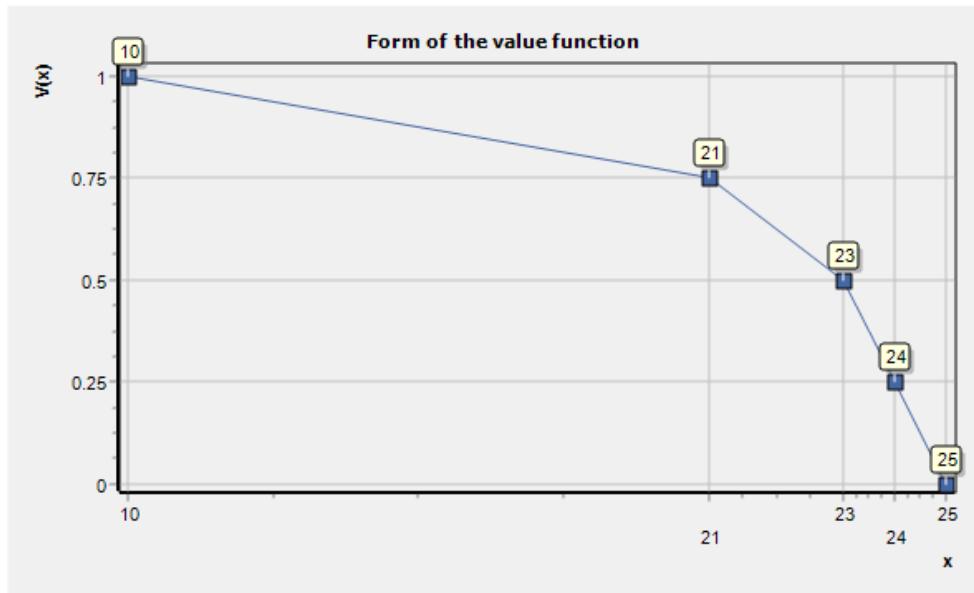
Figura 9 - Diagrama de Hasse: Dez posições do ranking



Fonte: Autora (2025)

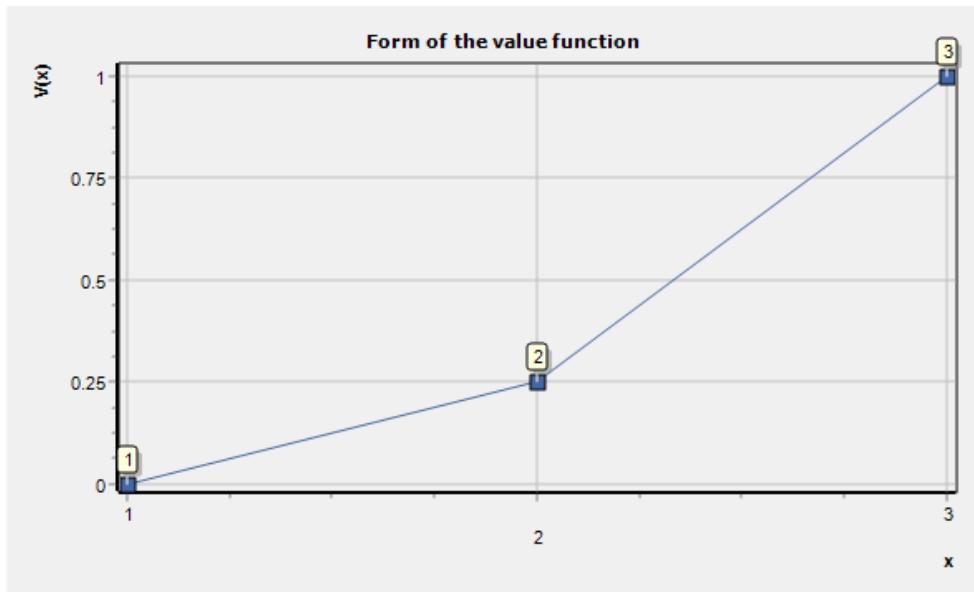
APÊNDICE B – FORMA DA FUNÇÃO DE VALOR DO CRITÉRIO

Figura 10- Forma da função de valor do critério volume



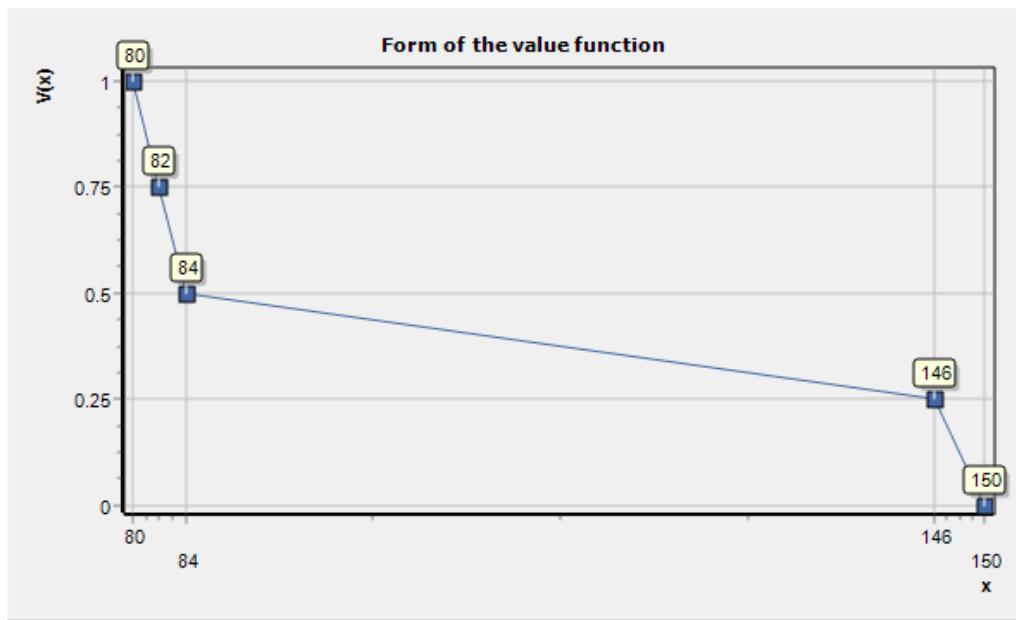
Fonte: Autora (2025)

Figura 11 - Forma da função de valor dos critérios: sensorial, performance, logística



Fonte: Autora (2025)

Figura 12 - Forma da função de valor do critério custo de aquisição



Fonte: Autora (2025)

APÊNDICE C – MATRIZ DE DOMINÂNCIA

Figura 13 -Matriz de dominância

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
A5	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
A7	1	1	1	1	-1	1	0	0	1	1
A8	1	1	1	1	-1	1	0	0	1	1
A6	1	1	1	1	-1	0	-1	-1	1	1
A1	0	1	1	1	-1	-1	-1	-1	0	0
A9	0	1	1	1	-1	-1	-1	-1	0	0
A10	0	1	1	0	-1	-1	-1	-1	0	0
A4	-1	1	1	0	-1	-1	-1	-1	-1	0
A3	-1	1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
A2	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

Lenda

- 1 - Relação de Dominância - (A domina B)
- 1 - Alternativa dominada - (B é dominado por A)
- 2 - Relação de Indiferença
- 0 - Incomparabilidade até o momento

Fonte: Autora (2025)