



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FERNANDA FELIPE ABDON

**MODELO DE DECISÃO MULTICRITÉRIO PARA LOCALIZAÇÃO DE UNIDADE
DE SERVIÇO DO RAMO ALIMENTAR: uma abordagem integrada do método
FITradeoff com o VFT**

Recife

2023

FERNANDA FELIPE ABDON

**MODELO DE DECISÃO MULTICRITÉRIO PARA LOCALIZAÇÃO DE UNIDADE
DE SERVIÇO DO RAMO ALIMENTAR: uma abordagem integrada do método
FITradeoff com o VFT**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Pesquisa Operacional.

Orientadora: Prof.^a Dra. Lucia Reis Peixoto Roselli.

Coorientadora: Prof.^a Dra. Eduarda Asfora Frej.

Recife
2023

A135m	Abdon, Fernanda Felipe. Modelo de decisão multicritério para localização de unidade de serviço do ramo alimentar: uma abordagem integrada do método Fittradeoff com o VFT / Fernanda Felipe Abdon. 2023. 89 f: il. Orientadora: Profa. Dra. Lucia Reis Peixoto Roselli. Coorientadora: Profa. Dra. Eduarda Asfora Frej. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Recife, 2023. Inclui referências. 1. Engenharia de produção. 2. Decisão multicritério. 3. Localização de instalações. 4. VFT. 5. FITradeoff. I. Roselli, Lucia Reis Peixoto (Orientadora). II. Frej, Eduarda Asfora (Coorientadora). III. Título.
	UFPE
	658.5 CDD (22. ed.)
	BCTG / 2023 - 95

FERNANDA FELIPE ABDON

**MODELO DE DECISÃO MULTICRITÉRIO PARA LOCALIZAÇÃO DE UNIDADE
DE SERVIÇO DO RAMO ALIMENTAR: uma abordagem integrada do método
FITradeoff com o VFT**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção. Área de concentração: Pesquisa Operacional.

Aprovada em: 28/02/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Lucia Reis Peixoto Roselli
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dr.^a Ana Paula Cabral Seixas Costa
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dr.^a Mariana Rodrigues de Almeida
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Senhor Jesus, por sempre me direcionar em cada passo, cada decisão, pelo seu amor e favor sempre disponível. Agradeço aos meus pais, Fernando e Lúcia, e irmão, João Vitor, por sonhar junto, por me apoiar em todas as decisões e sempre ser o meu alicerce. Um agradecimento todo especial ao meu esposo, Dânton, por todo o amor e compreensão nesse tempo de caminhada, pelo apoio amoroso, por cada palavra de força e ânimo nos tempos mais difíceis. Agradeço as minhas orientadoras, Lúcia Roselli e Eduarda Asfora, por toda a orientação, por todos os ensinamentos ao longo do curso e aconselhamentos carinhosos. Agradeço aos meus companheiros de laboratório (CDSID), por toda a companhia e amizade. Agradeço também ao meu grupo de estudos, Lavínia, Gabrielly e Júlia, às minhas amigas vizinhas de quarto, Maria Clara e Gabrielle, por sempre me apoiarem e estarem juntas para tudo. Todos os citados e os que participaram de algum modo desta caminhada profissional, muito obrigada. Levarei todos em meu coração.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro concedido durante toda a pesquisa, permitindo o desenvolvimento desta dissertação.

RESUMO

A tomada de decisão sobre localização de instalações é considerada um dos fatores chave para o sucesso das empresas de modo geral, podendo gerar resultados como abertura de novos mercados, redução de custo, aumento de vendas e ainda fortalecer a sua posição competitiva. Decisões desse tipo são consideradas complexas por envolverem múltiplos objetivos conflitantes entre si, múltiplos atores envolvidos, de modo que é difícil considerar todos os fatores inerentes a cada decisão específica sem o uso de algum método de estruturação de problemas. Este trabalho propõe um modelo multicritério para resolver um problema de localização de instalações em uma empresa do setor alimentar no contexto de múltiplos decisores, utilizando a abordagem do método *Value-Focused Thinking* (VFT) para estruturar o problema de decisão integrando a um framework para construção de modelos de decisão com doze etapas proposto por De Almeida (2013) e o uso do método multicritério FITradeoff para modelagem de preferências. O FITradeoff é um método iterativo e flexível necessitando apenas de informações parciais que exige um menor esforço cognitivo do decisor baseado em um procedimento com forte estrutura axiomática, sendo esse um fator de destaque. Outra vantagem é a possibilidade de combinar dois paradigmas para modelagem de preferências, sendo eles: a elicitación por decomposição e a avaliação holística, tornando o processo ainda mais rápido. Neste trabalho, foram encontrados nove critérios para avaliar oito prédios passíveis de aluguel na cidade. A elicitación de preferências se deu através do sistema de apoio a decisão (SAD) do método FITradeoff com auxílio de um analista experiente em tomada de decisão multicritério. Os decisores, proprietários da empresa, conseguiram estruturar o problema, listando todos os seus objetivos de forma exaustiva. Diante disso, os decisores estabeleceram nove critérios para avaliar oito alternativas. Como resultado, o ranking das alternativas de cada um dos decisores foi confrontado em um processo de consenso. A solução foi aceita pelos empresários e está em fase de implementação. Este trabalho também traz *insights* dos decisores quanto à aplicabilidade e uso dos métodos, bem como algumas sugestões para melhorias futuras. Impactos econômicos que merecem destaque foi a redução de tempo para tomada de decisão, bem como a redução de custo para a empresa com a implementação do modelo.

Palavras-chave: decisão multicritério; localização de instalações; VFT; FITradeoff.

ABSTRACT

Decision making about the location of facilities is considered one of the key factors for the success of companies in general, and can generate results such as opening new markets, cost reduction, sales increase, and even strengthen their competitive position. Decisions of this type are considered complex because they involve multiple conflicting objectives, so that it is difficult to consider all the factors inherent to each specific decision without the use of some problem structuring method. The decision process for business location is also characterized by the direct involvement of multiple actors. This paper proposes a multicriteria model to solve a facility location problem in a food company in the context of multiple decision makers, using the Value Focused Thinking (VFT) method approach to structure the decision problem integrating to a twelve-step decision model building framework proposed by De Almeida (2013) and the use of the FITradeoff multicriteria method for preference modeling. FITradeoff is an interactive and flexible method requiring only partial information that demands less cognitive effort from the decision maker based on a procedure with a strong axiomatic structure, which is an outstanding factor. Another advantage is the possibility of combining two paradigms for preference modeling, namely: elicitation by decomposition and holistic evaluation, making the process even faster. In this work, nine criteria were found to evaluate eight buildings for rent in the city. Preference elicitation took place through the decision support system (DSS) of the FITradeoff method with the help of an analyst experienced in multicriteria decision making. The decision makers, owners of the company, were able to structure the problem, listing all their objectives exhaustively. Based on this, the decision makers established nine criteria to evaluate eight alternatives. As a result, the ranking of the alternatives for each of the decision makers was confronted in a consensus process. The solution was accepted by the entrepreneurs and is in the implementation phase. This work also brings insights from the decision makers about the applicability and use of the methods, as well as some suggestions for future improvements. The economic impact that deserves to be highlighted was the reduction in decision making time, as well as the cost reduction for the company with the implementation of the model.

Keywords: multicriteria decision; facility location; VFT; FITradeoff.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma do framework para construção do modelo de decisão nesse estudo	35
Figura 2 - Hierarquia de objetivos fundamentais e meios	42
Figura 3 - Hierarquia de objetivos fundamentais e critérios	45
Figura 4 - Processo de decisão do método FITradeoff	56
Figura 5 - Avaliação pareada para elicitación das constantes de escala para o decisor 1..	57
Figura 6 - Diagrama de Hasse após ordenação das constantes de escala do decisor 1 ...	58
Figura 7 - Ciclo 1 da avaliação por decomposição para o decisor 1.....	60
Figura 8 - Diagrama de Hasse após a 13ª pergunta respondida na elicitación por decomposição (decisor 1).....	61
Figura 9 - Gráfico de barras para comparação das alternativas 4 e 8 (posição 2).....	61
Figura 10 - Diagrama de Hasse após 1ª avaliação holística (decisor 1)	62
Figura 11 - Gráfico de barras para comparação das alternativas 3 e 6 (posição 3)	63
Figura 12 - Gráfico de barras para comparação das alternativas 2 e 3 (posição 3)	63
Figura 13 - Diagrama de Hasse após avaliação 2ª informação na avaliação holística.....	64
Figura 14 - Diagrama de Hasse após avaliação 3ª informação na avaliação holística.....	65
Figura 15 - Gráfico de barras para comparação das alternativas 3 e 8 (posição 3)	65
Figura 16 - Solução de compromisso do decisor 1	66
Figura 17 - Gráfico ilustrativo de desvios após simulações da AS para -10% e +10%....	68
Figura 18 - Avaliação pareada para elicitación das constantes de escala para o decisor 2..	69
Figura 19 - Diagrama de Hasse após ordenação das constantes de escala do decisor 2 ...	70
Figura 20 - Ciclo 1 da avaliação por decomposição para o decisor 2.....	71
Figura 21 - Diagrama de Hasse após a 13ª pergunta respondida na elicitación por decomposição (decisor 2).....	72
Figura 22 - Gráfico de barras contendo as alternativas: Alt1, Alt3 e Alt4 (decisor 2)	72
Figura 23 - Gráfico de barras contendo as alternativas: Alt3 e Alt4 (decisor 2)	73
Figura 24 - Diagrama de Hasse após 1ª avaliação holística (decisor 1)	74
Figura 25 - Gráfico de barras contendo as alternativas: Alt1 e Alt3 (decisor 2)	74
Figura 26 - Diagrama de Hasse após 2ª avaliação holística (decisor 2)	75
Figura 27 - Gráfico ilustrativo de desvios após simulações da AS para -10% e +10%....	76
Figura 28 - Comparação entre as soluções de compromisso dos decisores. Solução dodecisor 1 a esquerda e solução do decisor 2 a direita.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dispositivos do VFT usados para identificação dos múltiplos objetivos do decisor	39
Tabela 2 - Diretrizes do método VFT usadas para identificação dos objetivos nesta pesquisa	40
Tabela 3 - Propriedades desejáveis do conjunto de objetivos fundamentais	43
Tabela 4 - Métrica do critério “fluxo de pessoas nas imediações do prédio”	46
Tabela 5 - Métrica do critério “Posição visual do prédio”	47
Tabela 6 - Métrica do critério “facilidade de acesso a loja”	47
Tabela 7 - Métrica do critério “Nível de segurança no bairro”	48
Tabela 8 - Métrica do critério “Concorrência direta”	49
Tabela 9 - Definição dos critérios	49
Tabela 10 - Lista final de alternativas viáveis	51
Tabela 11 - Matriz de consequências do problema	51
Tabela 12 - Relações de preferência	53
Tabela 13 - Porcentagem de desvios do ranking original (decisor 1)	67
Tabela 14 - Porcentagem de vezes que a alternativa foi ordenada na posição no ranking (decisor 1)	68
Tabela 15 - Porcentagem de desvios do ranking original (decisor 2)	76
Tabela 16 - Porcentagem de vezes que a alternativa foi ordenada na posição no ranking (decisor 2)	77

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA	13
1.2	OBJETIVOS DO TRABALHO	15
1.2.1	Objetivo Geral	15
1.2.2	Objetivos Específicos.....	15
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1.1	Decisão Multicritério.....	17
2.1.2	Métodos de Estruturação de Problemas (PSM)	19
2.1.3	Flexible Interactive Tradeoff (FITradeoff).....	21
2.1.4	Localização de Instalações.....	25
2.2	REVISÃO DA LITERATURA.....	27
2.2.1	Métodos Multicritérios utilizados para solucionar problemas de localização	27
2.2.2	Aplicações práticas do método FITradeoff.....	28
2.3	SÍNTESE DO ESTADO DA ARTE E POSICIONAMENTO DESTES TRABALHO	31
3	USO DO VFT PARA ESTRUTURAÇÃO DO PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO NO RAMO ALIMENTÍCIO.....	33
3.1	FRAMEWORK PARA CONSTRUÇÃO DO MODELO DE DECISÃO MULTICRITÉRIO	34
3.2	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA	37
3.2.1	Descrição do Problema	37
3.2.2	Decisores e atores do processo.....	38
3.3	OBJETIVOS DO PROBLEMA	38
3.3.1	Geração dos objetivos	38
3.3.2	Separação e Estruturação dos Objetivos.....	41
3.4	CRITÉRIOS DO PROBLEMA.....	44
3.5	ALTERNATIVAS DO PROBLEMA.....	50
3.5.1	Geração de alternativas.	50
3.5.2	Alternativas e Problemática	50

3.5.3	Matriz de Consequências.....	51
3.5.4	Identificação de fatores não controlados.....	52
4	APLICAÇÃO DO FITRADEOFF PARA LOCALIZAÇÃO DE UNIDADE DO RAMO ALIMENTAR	53
4.1	MODELAGEM DE PREFERÊNCIAS DOS DECISORES.....	53
4.2	APLICAÇÃO DO MÉTODO FITRADEOFF	55
4.2.1	Aplicação com o Decisor 1	57
4.2.2	Aplicação com o Decisor 2	69
4.3	DISCUSSÃO DE RESULTADOS	77
4.3.1	Análise e comparação dos resultados dos decisores.....	77
4.3.2	Insights sobre o processo de consenso	79
4.3.3	Discussão do o uso do FITradeoff para a problemas com múltiplos decisores	79
5	CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	81
5.1	CONCLUSÕES.....	81
5.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	82
	REFERÊNCIAS	84

1 INTRODUÇÃO

Estratégias de negócios fazem parte de todas as empresas em todos os segmentos, principalmente quando trata-se de retorno de grande impacto. Dentre as estratégias mercadológicas está a decisão de localização das suas instalações físicas, em especial, para empresas que buscam explorar novos mercados e alavancar a lucratividade. Portanto, esta é uma decisão crucial para o sucesso do negócio, e para tanto, pode ser usada como um dos fatores estratégicos da organização (CHANG e LI 2019; PEREZ-BENITEZ *et al.*, 2021). Farhang e Seyedhosseini (2010) ainda destacam que a escolha assertiva da localização das instalações de uma empresa pode fortalecer substancialmente a sua posição competitiva estratégica no tocante a receita, custos e serviços logísticos.

Na mesma linha, Chatterjee e Mukherjee (2013) apontam que a localização ideal de um negócio pode não só gerar melhorias produtivas como também possibilitar a expansão da empresa para alçar novos mercados, enquanto que a localização sub-ótima pode acarretar em ineficiência em transporte, mão de obra e despesas sobre o capital em instalações e operações.

Ainda os autores Chatterjee e Mukherjee (2013) complementam afirmando que alguns fatores importantes a serem considerados para definir a localização de um negócio são eles: ponto comercial, mercado concorrente, mercado consumidor, proximidade dos fornecedores das instalações da empresa, vias de acesso tanto para consumidor quanto para fornecedor, vias de alto fluxo, segurança etc. Contudo, a importância desses fatores varia de empresa para empresa a depender da sua área de atuação.

Entretanto, para muitos ainda, tomar decisões sobre localização de instalações é uma tarefa um tanto complexa e árdua, tendo em vista que esta decisão depende de muitas variáveis externas que influenciam diretamente no alcance dos objetivos da organização. Segundo Rosenhead e Mingers (2001), problemas podem ser caracterizados como complexos quando há a presença de alguns fatores, são: múltiplos atores; interesses conflitantes; múltiplas perspectivas; e incertezas-chave. De modo que problemas desse tipo são dificilmente estruturados sem o auxílio de algum método de estruturação de problemas.

Assim, em casos onde há problemas complexos de natureza estratégica, apresentando múltiplas variáveis conflitantes entre si, de modo que também não é possível exprimir todos os objetivos de problema em uma única métrica/unidade de medida, há uma decisão multicritério a ser tomada e sendo assim, uso de Métodos Multicritério de Apoio à Decisão se tornam indispensáveis nessa situação (DE ALMEIDA, 2013; DE ALMEIDA *et al.*, 2015).

Nesse cenário, uma maneira de aprimorar a qualidade da decisão, apoiar os decisores a

entender o problema e chegar aos seus objetivos, especialmente em problemas complexos, é fazendo uso dos Métodos de Estruturação de Problemas (PSM) (MINGERS e ROSENHEAD, 2004). Com estes métodos, é possível tratar o problema de forma estruturada, permitindo que várias perspectivas sejam trabalhadas no processo de decisão (DE ALMEIDA *et al.*, 2019; THOKALA *et al.*, 2016).

Dentre os PSMs presentes na literatura, destaca-se o Pensamento Focado em Valor -VFT (do inglês, Value-Focused Thinking) desenvolvido por Keeney (1992). Esse método consiste em uma abordagem para estruturação de problemas que considera como os valores do decisor devem ser utilizados para melhorar a tomada de decisão. Para o autor, é importante focar fortemente nos valores desde o início da caracterização do problema, ao se deparar com problemas complexos, pois isto leva os decisores a consequências mais desejáveis, e até problemas mais atraentes do que os que atualmente enfrentam (KEENEY, 1992). Já entre os métodos de tomada de decisão multicritério destacam-se os métodos de elicitación com informação parcial que exige um menor esforço cognitivo do decisor, dentre eles destaca-se o método FITradeoff (Flexible Interactive Tradeoff). O FITradeoff apresenta a vantagem de trabalhar com informação parcial de preferências e ainda assim preservar a estrutura axiomática robusta do procedimento de *tradeoff* tradicional (KEENEY e RAIFFA, 1976).

Esse trabalho apresenta um problema de decisão para localização de um restaurante, onde assim como a maioria de outras empresas, encontram dificuldades para escolher o melhor local para se estabelecer na cidade. Diante disso, o presente trabalho utiliza dois métodos para solucionar o problema da empresa, são eles: o método VFT e o método FITradeoff.

O método de estruturação de problemas, método VFT, é usado nesta pesquisa para permitir uma clara estruturação dos objetivos do problema. Assim, após a hierarquia dos objetivos, são definidos critérios usados na pesquisa para mensurar o alcance de cada objetivo mediante as alternativas do problema. As alternativas por sua vez serão avaliadas através do método FITradeoff.

O FITradeoff é um método de agregação aditiva que requer menos esforço cognitivo do decisor no processo de elicitación de preferências no escopo da Teoria de valor Multiatributo (MAVT) (KEENEY e RAIFFA, 1976).

A aplicação do FITradeoff destaca-se ainda por tornar o processo de elicitación das constantes de escala menos tedioso e demorado para o decisor, pois não exige do decisor informações completas como no procedimento tradicional por *tradeoff* (KEENEY e RAIFA 1976; DE ALEMIDA *et al.*, 2016). Frej *et al.* (2019) ainda evidenciam que o FITradeoff é bem aplicado quando o decisor não tem uma estrutura de preferências precisamente definida ou não

tem exatidão quanto às suas preferências, como é o caso do decisor nesta pesquisa.

Por fim, para solucionar o problema de localização da empresa descrito acima, o trabalho visa construir um modelo multicritério de apoio à decisão seguindo as 12 etapas do *framework* proposto por De Almeida (2013). Desse modo, as etapas de aplicação do VFT ao decorrer do *framework* dão suporte à estruturação dos critérios do problema, principalmente por apresentar seu foco na geração de valores (KEENEY, 1992).

1.1 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

A escolha do local ideal para estabelecer a empresa é algo que precisa ser bem analisado, de forma a considerar todos os fatores que impactam o bom desempenho do empreendimento, consequentemente, são estes os fatores chave para o sucesso (BAVARESCO, 2013). É muito importante que a empresa esteja bem definida quanto a sua identidade organizacional, para que assim ela trace os seus objetivos (estratégico, fundamentais e meios) correspondentes a sua visão, sabendo onde está e onde ela quer chegar. Visto que, cada empresa tem as suas metas e objetivos que deseja alcançar.

Contudo, entender a realidade atual da empresa, estabelecer os seus objetivos e resolver problemas que porventura impedem o alcance deles, é um desafio. No contexto de resolução de problemas complexos, De Almeida *et al.* (2013) afirmam que assimilar todas as relações de decisão (caracterização do problema e objetivos) a fim de estruturar o contexto da decisão e avaliá-lo é uma tarefa difícil. Neste cenário, faz-se indispensável o uso de algum PSM (Métodos de Estruturação de Problemas), para identificação dos objetivos no procedimento para resolução de problema de decisão (MINGERS e ROSENHEAD, 2004).

A escolha do ponto comercial ideal, de acordo com a visão da empresa, é muitas vezes o fator primário para o êxito do negócio. O empresário conceituado Bachot (2017), redator do site “Servir com requinte”, afirma que existem variados fatores na empresa que podem levar ao fracasso de um negócio e a escolha errada da localização do estabelecimento é um dos motivos mais recorrentes. Isso acontece porque os empreendedores não dão a merecida atenção quando vão escolher a sua localização, ignorando alguns aspectos que precisam ser levados em consideração.

Para tanto, Bachot (2017) ainda afirma que é muito importante que o ponto comercial da empresa esteja de acordo com o seu plano de negócios e se adeque ao público que o empreendimento pretende atingir. Caso contrário, a empresa não conseguirá atrair clientes e, consequentemente, não terá resultados satisfatórios.

Tomadas de decisões no dia-a-dia das empresas é frequentemente feita de forma não-estruturada, sem método adequado para tomada de decisão, tendo em vista que os decisores em sua maioria acreditam que usar um método apropriado vai requerer um maior tempo e esforço (FREJ *et al.*, 2017).

Portanto, selecionar a localização da empresa pode ser uma das decisões mais críticas e difíceis enfrentadas por muitos diretores e empresários. Este problema relevante que vem sendo motivo de discussão em várias aplicações práticas em muitas áreas. Neste contexto de decisão empresarial, é primordial considerar alguns fatores indispensáveis inerentes ao planejamento estratégico de curto a longo prazo da empresa. Visto que cada empresa tem uma visão e uma estratégia própria.

Dessa forma, este trabalho torna-se relevante por apresentar uma modelagem prática e estruturada para solucionar um problema de grande implicação estratégico empresarial, decisão de localização de instalações. A modelagem proposta dar-se primeiro por utilizar o método de estruturação de problemas VFT para identificar e hierarquizar os objetivos do decisor levando em consideração os seus julgamentos de valor, que por se tratar de uma empresa, os valores do decisor corresponde aos interesses e princípios da empresa.

A posteriori, é aplicado o método multicritério FITradeoff, pois proporciona tomada de decisão de forma mais fácil e interativa, dado que são colocadas questões de elicitación mais simples exigindo menor esforço cognitivo do decisor. Vale salientar que o método FITradeoff foi escolhido como o mais adequado mediante a racionalidade e características de decisão averiguadas ao decorrer da pesquisa.

Diferente da maioria dos métodos de informação parcial listados na literatura, o FITradeoff mantém toda a estrutura axiomática robusta do procedimento tradicional de elicitación do *tradeoff* (KEENEY e RAIFA 1976; FREJ *et al.*, 2019).

Desse modo, por não necessitar de informações completas e ainda ser baseado em um procedimento robusto axiomáticamente, o FITradeoff ainda apresenta expectativa de redução da taxa de inconsistências (DE ALMEIDA *et al.*, 2016).

Logo, para o problema em questão, a escolha de aplicar o método de estruturação VFT decorre do fato deste ser um método que busca a identificação dos valores do decisor como o condutor do processo geral de decisão (KEENEY, 1992). Desta forma, o foco do VFT é a identificação e estruturação dos objetivos para criação das alternativas, este é o fator chave que justifica o uso do VFT neste trabalho. Na visão de Thokala *et al.* (2016), o uso de uma abordagem estruturada, juntamente como a aplicação de algum Método Multicritério de Apoio a Decisão, favorece a qualidade e a consistência da tomada de decisão.

Diante disso, com a aplicação dos métodos citados neste estudo, foi possível estruturar o problema de decisão, levando os proprietários a entenderem o real problema que está sendo discutido. Para tanto, os objetivos dos empresários foram esboçados a partir da construção de valor. Por fim, a solução ideal (que atenda de fato o seu objetivo estratégico) do problema foi encontrada seguindo as preferências do decisor. O processo foi julgado pelos decisores como rápido e o uso do FITradeoff garantiu a robustez com menor esforço cognitivo quando comparado ao procedimento *tradeoff* tradicional.

Portanto, o presente trabalho apresenta impactos sociais e econômicos visando aperfeiçoar o processo de tomada de decisão para localização de instalações de empresas, trazendo a proposta de estruturar o problema de decisão através do método VFT, de modo que a listagem dos objetivos alcançados através do julgamento de valor do decisor sirvam para a criação dos critérios que irão compor a matriz de consequência do problema. Desta forma, espera-se que a modelagem construída neste trabalho seja referência na resolução de problemas de localização de instalações, não só para empresas no ramo de serviço de alimentos, como também para outras.

1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

1.2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral solucionar um problema de localização de instalações em uma empresa de serviço do ramo alimentar, utilizando o método de estruturação de problemas VFT e o método multicritério interativo e flexível FITradeoff, para construção das modelagens de preferências de múltiplos decisores envolvidos.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para alcance do objetivo geral, se faz necessário atingir os seguintes objetivos específicos apresentados abaixo:

- a) Realizar revisão da literatura e mapear o estado da arte;
- b) Encontrar os valores dos decisores e hierarquizar seus objetivos;
- c) Construir um modelo de decisão para localização de instalação da empresa;
- d) Efetuar a modelagem de preferências baseada no método FITradeoff;
- e) Comparar as soluções obtidas e recomendar uma solução de compromisso;
- f) Descrever as percepções dos diferentes atores quanto às aplicabilidades do método.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado em 5 capítulos a seguir:

O Capítulo 1, a Introdução, apresenta as motivações e justificativas para o desenvolvimento do trabalho e os objetivos do estudo.

O Capítulo 2 apresenta uma fundamentação teórica dos temas abordados na pesquisa, são eles: decisão multicritério, métodos de estruturação de problemas com ênfase para o método VFT, método FITradeoff e localização de instalações. Este capítulo apresenta também uma revisão da literatura para mapeamento do estado da arte sobre métodos multicritério mais utilizados para solucionar problemas de localização de instalações e sobre aplicações práticas do método FITradeoff.

O Capítulo 3 apresenta a fase preliminar da construção do modelo multicritério proposto para solucionar um problema de localização de instalação, fazendo a integração com as etapas do método VFT para estruturação do problema aplicado ao contexto de múltiplos decisores.

O Capítulo 4 compreende a aplicação prática do método FITradeoff na problemática de ordenação para a modelagem de preferências com múltiplos decisores, bem como uma discussão dos resultados obtidos e a apresentação das percepções dos decisores quanto a funcionalidade do método proposto para chegar à solução do problema.

Por fim, o Capítulo 5 apresenta as conclusões deste estudo e sugestões para possíveis trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo, serão apresentados os termos que deram suporte conceitual para realização do estudo, item 2.1. O primeiro tema, tópico 2.1.1, abrange os conceitos sobre tomada de decisão multicritério. Em seguida, no tópico 2.1.2, são apresentados os conceitos sobre métodos de estruturação de problemas com enfoque no VFT. No tópico 2.1.3, é apresentado o Método FITradeoff. Já no tópico 2.1.4, são discutidos conceitos sobre localização de instalações. Por conseguinte, item 2.2, será apresentada a revisão de literatura a respeito do uso de métodos multicritério para resolução de problemas de localização de instalações. Por fim, item 2.3, é apresentada a síntese do estado da arte e o posicionamento deste trabalho.

2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A base conceitual utilizada neste trabalho consiste em quatro tópicos que serão apresentados a seguir: no primeiro momento, é explanada uma visão geral a respeito de Decisão Multicritério. Logo após, são discutidos os conceitos de métodos de estruturação de problemas, em especial o VFT. Abaixo são discutidos detalhamentos sobre o método FITradeoff e finalmente serão apresentadas as concepções da localização de instalações voltada para área de decisão.

2.1.1 Decisão Multicritério

Para Keeney e Raiffa (1993), Decisão Multicritério é uma metodologia utilizada para avaliar alternativas de um problema em critérios individuais, que por vezes são conflitantes entre si, e combiná-las em uma avaliação global. Já De Almeida (2013) caracteriza problemas de decisão multicritério como problemas onde são necessários a escolha de uma alternativa dentro de um conjunto de alternativas possíveis diante de múltiplos critérios que normalmente são conflitantes entre si, de tal forma que esta escolha é realizada através da determinação das preferências do decisor, sobre as consequências envolvidas no problema diante de múltiplos objetivos avaliados em conjunto (CHAKRABORTY *et al.*, 2013; DE ALMEIDA, 2013).

Um dos grandes benefícios do uso dos métodos usados para tomada de decisão multicritério (MCDM) (do inglês, *Multicriteria Decision Making*) é a possibilidade de levar em consideração inúmeros fatores que influenciam diretamente o processo decisório, tornando-o a decisão mais fiel a realidade e aumentando as chances de chegar a uma solução mais adequada quanto possível. De fato, no tocante a problemas de decisão multicritério, o objetivo não é chegar à alternativa ótima, mas sim chegar a uma alternativa que melhor atenda às expectativas

correspondentes às preferências do(s) decisor(es) (KEENEY e RAIFFA, 1976; ROY 1996; BELTON e STEWART, 2002; ALMEIDA, 2013).

Os métodos multicritérios são classificados na literatura em três tipos principais (ROY, 1996; VINCKE, 1992; PARDALOS *et al.*, 1995): i) métodos de critério único de síntese (agregação aditiva); ii) métodos de sobreclassificação (*outranking*); iii) métodos iterativos. No primeiro grupo, os métodos de critério único de síntese compõem os métodos do modelo aditivo, em que a agregação das preferências do decisor é traduzida em um único critério de síntese. São os métodos de racionalidade compensatória, com ênfase para os métodos no escopo da Teoria da Utilidade Multiatributo (MAUT) (KEENEY e RAIFFA, 1976) com modelagem probabilística e na Teoria do Valor Multiatributo (MAVT) (KEENEY e RAIFFA, 1976), com modelo aditivo determinístico.

No segundo grupo, estão os métodos de sobreclassificação, estes são firmados por uma relação de “superação” entre alternativas, cujo desempenho é melhor ou igual às demais alternativas em todos os critérios (ROY, 1974; BRANS e MARESCHAL, 1992). Assim, esses métodos realizam comparação pareada entre alternativas a fim de estabelecer uma relação de sobreclassificação entre elas.

Já o terceiro grupo compreende os métodos iterativos. Estes métodos são assim classificados por possuir passos computacionais que são iterativos com o decisor durante o processo de decisão (LÉGER e MARTEL, 2002). São métodos multicritérios na sua maioria criados no âmbito da programação linear. No entanto, é importante destacar que a programação linear multicritério agrega as preferências dos decisores e realiza cálculos matemáticos para buscar por uma alternativa claramente superior entre todos os critérios, diferente dos métodos de critério único de síntese e os métodos de sobreclassificação, que buscam por soluções ideais (a mais satisfatória quanto possível) e não a solução ótima (melhor em todos os critérios).

Ainda existem casos em que o decisor não está disposto ou não conhece todos os elementos de decisão, para tal situação, surgiu os métodos de informação parcial (DE ALMEIDA, 2013).

O autor supracitado ainda reforça que a escolha do método multicritério para resolução de um problema deve depender da estrutura de preferências do decisor, da sua racionalidade (compensatória ou não compensatória) e do contexto do problema. Diante disso, Roy (1996) afirma que o decisor pode formular o seu problema em quatro problemáticas distintas:

- a) Problemática de escolha ($P.\alpha$): escolha de uma alternativa dentro de um conjunto;
- b) Problemática de classificação ($P.\beta$): alocação das alternativas em classes ou em categorias pré-estabelecidas;

- c) Problemática de ordenação ($P.\gamma$): ordenar as alternativas em uma ordem de preferência;
- d) Problemática de descrição ($P.\delta$): descrever as alternativas e suas consequências para fazer ser possível avaliá-las.

Além destas, na visão de Belton e Stewart (2002), ainda há a problemática de portfólio. Nesta problemática, o decisor buscar selecionar um subconjunto de itens o qual deve satisfazer um conjunto de restrições.

Segundo De Almeida (2013), os métodos de decisão multicritério são necessários quando em problemas de decisão não se pode representar todos os objetivos através de uma única métrica, como por exemplo em unidades monetárias. Caso contrário, a aplicação de métodos multicritério para resolução de problemas não seria necessária, pois seria possível obter um resultado de síntese. No caso deste trabalho, a aplicação do método se faz necessária pois as consequências das alternativas para cada um dos critérios são avaliadas por métricas diferentes.

Esta pesquisa fundamenta-se em uma abordagem multicritério de agregação aditiva determinística, método de agregação aditiva em uma racionalidade compensatória. Para De Almeida (2013), a natureza compensatória em métodos de agregação aditiva possibilita que um pior desempenho de uma alternativa em um dado critério possa ser compensado por um desempenho melhor em outro critério.

2.1.2 Métodos de Estruturação de Problemas (PSM)

Segundo De Almeida *et al.* (2012), a fase inicial dos modelos de decisão é a fase de preparação para descrever o problema de decisão e os objetivos dos decisores envolvidos no processo. Por ser uma fase crucial da estruturação, ela deve ser realizada de forma minuciosa. Visto que, o uso destes métodos fornece suporte para extrair as informações do decisor, organizá-las logicamente e posteriormente identificar os objetivos e os atributos dos tomadores de decisão, além de realizar uma avaliação da alternativa (MINGERS e ROSENHEAD, 2004).

Os Métodos de Estruturação de Problema (do inglês, *Problem Structuring Methods* (PSM)) constitui um processo de aprendizado interativo e participativo, usados para integrar os componentes de objetivos do problema com os aspectos subjetivos dos envolvidos na tomada de decisão (EDEN, 1998). Os PSMs, em geral, são usados como base para identificar ou resolver problemas estratégicos e complexos específicos dentro das organizações (DE ALMEIDA *et al.*, 2019). Logo, eles são aplicados antes mesmo da fase de decisão, com o intuito de ajudar a identificar fatores relevantes à medida que o problema de decisão está sendo modelado (ACKERMANN, 2012).

Problemas de decisão vêm sendo discutidos desde a década de 60. Primeiro surgiu o PO *hard*, usado para tomar decisões através de técnicas matemáticas que buscavam solução ótima, assumindo comportamento racional dos decisores e considerando os problemas como definidos e estruturados, dando atenção apenas a análises técnicas (DE ALMEIDA *et al.*, 2019). Contudo, logo se viu que resolver problemas através de técnicas puramente quantitativas e em uma situação ideal, não se adequa a muitos problemas reais e complexos (CLÍMACO *et al.*, 2004). Diante disto, como forma de complementar a técnica, surgiu a PO *Soft*, que tem uma visão voltada aos aspectos qualitativos e subjetivos da decisão. De Almeida *et al.* (2019) relatam que a abordagem *soft* permite reconhecer a percepção dos atores dos problemas e estruturar o problema da melhor forma possível, possibilitando que os envolvidos reflitam e sugiram soluções para o problema complexo no âmbito da incerteza.

Há alguns PSMs descritos na literatura que podem ser usados para identificar os múltiplos objetivos do problema de decisão, os mais utilizados na literatura são: *Value Focused Thinking* (VFT) desenvolvido por Keeney (1992), busca identificar os valores que o decisor deverá utilizar como condutor do processo de tomada de decisão e fornece alternativas como forma de atingir os valores. O método *Strategic Options Development and Analysis* (SODA), desenvolvido por Eden (1988), é baseado na teoria de “Construtos Pessoais” e tem o foco nas alternativas (diferente do VFT que tem o foco nos objetivos). Segundo Eden e Ackermann (2001), o SODA tem por objetivo elaborar um modelo da situação chamado de Mapeamento Cognitivo, que reflete os pontos de vista de cada um dos integrantes do grupo, não buscando uma resposta certa, e sim o consenso entre os autores. Outro PSM é o método o *Soft Systems Methodology* (SSM), desenvolvido por Checkland (1972), também com o foco nas alternativas, esta é uma abordagem que trabalha com o ambiente e o aprendizado criando modelos conceituais para ajudar na compreensão da situação do problema. Já o *Strategic Choice Approach* (SCA), desenvolvido por Friend (1993), traz uma abordagem centrada na avaliação de situações estratégicas e construindo uma visão compartilhada da natureza das decisões.

Keeney (1992) define valor como sendo “Os princípios usados para a avaliação das consequências reais ou potenciais de ação e inação, de alternativas propostas e decisões”. Assim, o VFT fornece uma forma estruturada de pensar sobre as decisões, de desenvolver os valores e de apoiar julgamentos subjetivos que são fundamentais para uma decisão eficiente.

Este PSM pode ainda ser usado como o caminho para identificar situações que são desejáveis na decisão e coletar as vantagens da situação para resolver o problema. O VFT divide-se basicamente em duas atividades: primeiro decidir o que se deseja e então descobrir como alcançar (KEENEY, 1992; KEENEY, 1996). De forma que combinar o VFT em uma

estrutura geral de decisão, possibilita que os envolvidos no processo sejam mais capazes de: i) identificar, esclarecer e organizar seus valores e objetivos; e ii) avaliar e selecionar entre as alternativas (ARVAI *et al.*, 2001). Como o VFT tem uma compreensão mais profunda dos objetivos, é possível criar ou selecionar livremente quaisquer objetivos para satisfazer os anseios do decisor, e assim expandir o espaço de tomada de decisão, aumentando a sua eficácia (ZHOU *et al.*, 2018).

A depender do contexto, a abordagem VFT concentra-se em duas categorias na identificação e estruturação dos objetivos: Objetivos Fundamentais e Objetivos de Meio (KEENEY, 1992). Os objetivos fundamentais dizem respeito aos fins que os decisores valorizam, caracterizam-se como a razão essencial do interesse na situação decisória e são utilizados para se tomar decisões no nível estratégico de uma organização (Keeney, 1992; 1994). Já os objetivos meios são aqueles que implicam no alcance dos objetivos fundamentais, ou seja, é o meio pelo qual o objetivo fundamental pode ser alcançado ou, nas palavras de Keeney (1996, p.538): “objetivos meios são métodos para atingir fins”.

Assim, é possível identificar os valores do decisor de forma exaustiva, estruturar e usar esses valores como condutor do processo de tomada de decisão e a partir daí encontrando alternativas como forma de atingir estes valores. Ou seja, O VFT ajuda a descobrir objetivos ainda escondidos e leva a um grupo de informações que são produtivas, evidenciadas na construção da rede de hierarquia de objetivos (KEENEY, 1992; KEENEY, 1996; KILLEMSETTY *et al.*, 2022).

Outra vantagem ao aplicar o VFT é a possibilidade da inclusão de alternativas mais inovadoras quanto possível, gerando uma distribuição mais ampla de alternativas, inclui consequências futuras de uma decisão com mais detalhes e possui consequências mais desejáveis para uma situação de decisão (SELART e JOHANSEN, 2011). E diante de tais vantagens, muitos pesquisadores preferem utilizar o VFT para estruturação de problemas em diversos contextos, pois a aplicação do método cria alternativas que atende da melhor forma os desejos do decisor (MONTE e MORAIS, 2019).

2.1.3 Flexible Interactive Tradeoff (FITradeoff)

Após ser feita a estruturação do problema, é necessário traçar alguma forma de avaliar as alternativas, para tal, uma possível abordagem é utilizar métodos de auxílio à decisão multicritério (métodos para MCDM) (MONTE e MORAIS, 2019).

O método *Flexible Interactive Tradeoff* (FITradeoff) (De Almeida *et al.*, 2016; Frej *et al.*, 2019; De Almeida *et al.*, 2021) foi desenvolvido para modelar as preferências do decisor apenas

com informações parciais, no âmbito do MAVT. Diferente da maioria dos métodos de informação parcial desenvolvidos na literatura (WEBER e BORCHERDING, 1993), o FITradeoff mantém toda a estrutura axiomática do procedimento tradicional de elicitação por *tradeoff* (KEENEY e RAIFFA, 1976).

Contudo, apesar do procedimento por *tradeoff* tradicional ser o mais robusto axiomáticamente (Frej *et al.*, 2017), ele traz algumas limitações para o decisor, exigindo o ponto exato de indiferença em comparação pareada entre consequências, o que não é tarefa fácil visto que é necessário um alto esforço cognitivo (WEBER e BORCHERDING, 1993).

Portanto, com objetivo de superar as dificuldades apresentadas pelos métodos tradicionais de informação completa, como o procedimento de elicitação do *tradeoff* tradicional, porém, herdando sua forte estrutura axiomática, foi desenvolvido o método FITradeoff (De Almeida *et al.*, 2016; FREJ *et al.*, 2019). Neste método, o decisor continua fornecendo suas preferências com base em um procedimento de elicitação estruturado, mas agora, ele elicita as suas informações de forma interativa dentro de um processo flexível, de modo que a informação parcial utilizada são limites de pesos (não peso exato) obtidos indiretamente seguindo o procedimento de *tradeoff* tradicional (DE ALMEIDA *et al.*, 2016; FREJ *et al.*, 2019; DE ALMEIDA *et al.*, 2021).

Logo, o FITradeoff retira a necessidade do decisor fornecer informações completas, ao contrário dos procedimentos que exigem esse tipo de informação. Neste método, a quantidade de informações fornecidas depende apenas do decisor. Sendo necessário apenas informações parciais (FREJ *et al.*, 2017).

Outra grande vantagem do método FITradeoff, é o processo de decisão ser flexível. Se o decisor considera que a solução encontrada até o momento no processo é suficiente para resolver o problema em questão, então o decisor tem autonomia de parar a elicitação de preferências caso deseje (FREJ *et al.*, 2019). Com o recurso da flexibilidade, refletida também em seu Sistema de Apoio a Decisão (SAD), o procedimento de elicitação pode ser facilmente alterado ou ajustado a diferentes condições e circunstâncias do decisor à medida que o processo de decisão vai se desenvolvendo, sem haver a necessidade de seguir todas as etapas exigidas pelo procedimento clássico. Dessa forma, o decisor tem a possibilidade de suspender o processo de elicitação assim que as informações obtidas forem suficientes para solucionar o problema. Possibilitando chegar à solução antes mesmo do término da elicitação de preferências (DE ALMEIDA *et al.*, 2016).

Assim, pelo fato de não ser exigido valores exatos de indiferença, o método FITradeoff apresenta uma redução do risco de inconsistências na decisão, pois é mais fácil estabelecer

relações de preferência estritas entre duas consequências, do que declarar o valor de indiferença entre elas (FREJ *et al.*, 2019; DE OLIVEIRA *et al.*, 2021; DE ALMEIDA *et al.*, 2016). Diante das vantagens do método FITradeoff, comparando-o aos métodos de elicitación tradicionais, o FITradeoff foi o método escolhido para auxiliar no processo de decisão desta pesquisa.

De Almeida *et al.* (2016) ainda esclarecem que o FITradeoff é baseado em um processo de elicitación interativa junto ao decisor, tomando apenas as informações parciais das preferências do decisor, incluindo estas a um modelo de Programação Linear (PL) que é atualizado a cada interação com o decisor. Logo, usando apenas informações incompletas, o decisor não necessita fazer adaptação ou informar um valor exato que torna duas consequências indiferentes.

Como o FITradeoff encontra-se no contexto do MAVT, é utilizado agregação aditiva para avaliar as alternativas do problema, conforme equação 2.1. Contudo, sem definir valores exatos para elas. Pois, no FITradeoff não são encontrados valores exatos de constante de escala, mas sim um espaço de peso viável, tendo em vista que o FITradeoff não utiliza informações completas.

Logo, para determinar o valor das constantes (k_j) é necessário que o decisor elicite as suas preferências fazendo um *tradeoff* entre os valores das consequências das alternativas com base em declaração de preferência estrita, diferente do que acontece no procedimento de *tradeoff* tradicional, onde o decisor necessariamente tem que definir o valor exato de indiferença entre duas consequências (FREJ *et al.*, 2017).

Na equação da agregação aditiva, a função valor intracritério $v_j(A_i)$ retrata a avaliação de preferência de cada alternativa i em cada critério j (DE ALMEIDA *et al.*, 2016).

$$v(A_i) = \sum_{j=1}^m k_j \cdot v_j(A_i) \quad (2.1)$$

Para De Almeida *et al.* (2016) o FITradeoff pode ser dividido em três etapas: A primeira etapa é da avaliação intracritério, na qual é obtida uma função valor marginal para cada critério, podendo ela ser linear ou não linear. A segunda etapa do método é a etapa intercritério.

Ao longo das etapas de elicitación no FITradeoff é considerado um espaço vetorial de pesos, que é atualizado a cada resposta do decisor, de modo a buscar reduzir o subconjunto de alternativas potencialmente ótimas, com a finalidade de se obter a alternativa que apresenta o melhor compromisso entre os critérios (DE ALMEIDA *et al.* 2016). Ou seja, os critérios são

analisados simultaneamente, que na maioria das vezes apresentam-se de modo conflituoso, são os responsáveis por impedir uma solução que seja dita como “ótima” para todos os objetivos e sim o decisor é levado a procura de uma alternativa que representa uma “solução de compromisso” entre os atributos de decisão (ZELENEY, 1982; ROY, 1996; ALMEIDA, 2011). Em concordância, Zak (2011) acrescenta dizendo que os métodos que utilizam critérios múltiplos, não produzem soluções “objetivamente melhores”, porque é impossível gerar soluções que sejam a melhor em todos os pontos, simultaneamente.

A primeira versão do método FITradeoff (De Almeida et al., 2016) foi projetada para o problema de escolha, em que o objetivo é escolher a alternativa ótima ou um subconjunto de melhores alternativas do conjunto. Depois, Frej *et al.* (2019) expandem o método para ser possível resolver problemas de ordenação, em que o decisor busca ordenar o conjunto das alternativas da melhor para a pior, gerando uma ordem completa ou parcial de alternativas. Kang *et al.* (2020) desenvolveram uma nova versão do método para resolver problemas de classificação, mantendo a interação, a flexibilidade e o uso de informações parciais. Nesse tipo de problema, o decisor busca classificar as alternativas em categorias predefinidas.

Recentemente, Frej *et al.* (2021) também expandem o método para resolver questões na problemática de portfólio de projetos, ao trazer uma abordagem baseada na relação custo-benefício para seleção de portfólio, quando são aplicados a múltiplos critérios.

Na primeira versão do método FITradeoff criada pelos autores De Almeida et al. (2016), já era possível utilizar a avaliação por decomposição e avaliação holística na modelagem de preferências. Nesta versão os dois paradigmas eram utilizados de forma separada, a elicitação de preferência era realizada primeiro no paradigma de elicitação por decomposição e somente depois era possível utilizar a avaliação holística para finalizar o processo.

Porém, estudos recentes realizados pelos autores De Almeida et al. (2021) possibilitaram um novo recurso na flexibilidade do FITradeoff, combinando e integrando a avaliação holística (Belton e Stewart, 2002) e a elicitação por decomposição (Keeney e Raiffa, 1976) durante todo o processo de decisão na modelagem de preferências do método FITradeoff, de modo que aumenta a eficiência do método, por melhorar o processo de modelagem de preferência.

Um procedimento de elicitação por decomposição baseado ao *tradeoff* (KEENEY e RAIFFA, 1976) é usado para extrair do decisor informações preferenciais a partir da comparação pareadas no espaço de consequências. A partir destas declarações de preferência a função aditiva é gerada baseada em axiomas que representam princípios de racionalidade

compensatória. Sendo assim, os decisores são aptos para realizar *tradeoff* entre os critérios (KEENEY e RAIFFA 1976).

Quanto a avaliação holística. Na problemática de escolha (De Almeida *et al.*, 2016) o decisor pode optar por avaliar holisticamente - por meio de gráficos ou na visualização tabular - o conjunto de alternativas potencialmente ótimas visando estabelecer uma relação de preferência entre elas a qualquer momento durante o processo. Assim, segundo De Almeida *et al.* (2021), ao definir uma preferência de uma alternativa sobre a outra na avaliação holística, as alternativas menos preferidas são eliminadas, reduzindo o subconjunto de alternativas potencialmente ótimas e assim encurtando o processo de decisão, possibilitando chegar a uma solução ainda mais rápido.

Na problemática de ordenação (Frej *et al.* 2019), como é o caso desse estudo, a avaliação holística pode ser realizada a qualquer momento da decisão para comparar alternativas até então imparáveis em alguma posição do *ranking* para definir relações de dominância entre elas. Ao definir esta relação de dominância por meio da avaliação holística, o modelo de Programação Linear também é atualizado e o processo de elicitación é reduzido (DE ALMEIDA *et al.*, 2021).

Portanto, a flexibilidade de combinar a elicitación por decomposição e a avaliação holística durante todo o processo de decisão é uma das grandes vantagens do FITradeoff. Permitindo reduzir o processo de elicitación e chegar a uma solução ainda mais rápido (DE ALMEIDA *et al.*, 2021).

Além disso, graças a este novo recurso na flexibilidade do FITradeoff, o decisor não somente pode pular o processo de elicitación por decomposição ou pular alguma pergunta e adotar a avaliação holística para concluir, como ele também tem a liberdade de realizar a avaliação holística ainda no meio do processo de decisão e ir alternando entre ambas perspectivas caso assim deseje fazer (DE ALMEIDA *et al.*, 2021). Dessa forma, é provável que o processo de decisão seja facilitado e seja possível reduzir ainda mais o esforço cognitivo do decisor. Dado que ele tem autonomia para escolher qual paradigma ele se sente mais confortável para elicitar as suas preferências em qualquer momento da decisão.

A forma como os dois paradigmas são intercambiáveis será descrito com mais detalhes durante a aplicação do FITradeoff na seção 4 deste estudo.

2.1.4 Localização de Instalações

Uma das decisões mais importantes que as empresas devem tomar é a decisão da sua localização, não importando se a empresa vende produto ou serviço (SLACK *et al.*, 1997). Briozo e Musetti (2015) afirmam que a decisão de localização de empresas deve ser tratada pela

organização como uma decisão estratégica de longo prazo, de forma tal que é preciso analisar as vantagens e as desvantagens locais diante dos diversos fatores relevantes a decisão.

Segundo Mattar (1997), decisões sobre localização devem basear-se em conhecer os consumidores potenciais do local, a renda da população e qual o perfil de consumo dos consumidores daquela localidade, entre outros. Já Moreira (1996) considera que a pesquisa de mercado para a escolha de localização, deve levar em consideração a atividade da empresa. Para o autor, as atividades de serviço, por exemplo, devem localizar-se o mais próximo possível dos mercados que servem, onde existam facilidades de acesso e estacionamento, buscando, ao mesmo tempo, atingir a maior parcela da população visada.

Antigamente, segundo Dias (1993), decisões quanto à localização da empresa dependiam quase que totalmente do *feeling* pessoal do diretor da empresa, sem adoção de nenhum método científico. Possivelmente, as empresas que ainda adotam essa política de decisão, não utilizam métodos de estruturação de problemas e/ou métodos de apoio a decisão. Listam critérios sem antes conhecer todos os objetivos da empresa de forma exaustiva, não conseguem definir todas as alternativas possíveis para decisão ou não alcançam uma solução atenda da melhor forma possível todos os seus objetivos. Prática danosa, mas ainda comum, principalmente em pequenas empresas. Para Chatterjee e Mukherjee (2013), a localização inadequada pode ocasionar ineficiência nas operações e desperdício. Por outro lado, a localização assertiva pode gerar melhorias consideráveis na produtividade, além de possibilitar a ampliação dos negócios.

Os primeiros estudos sobre localização de instalações comerciais começaram com o economista alemão Alfred Weber com a publicação da “Teoria da localização das indústrias de Alfred Weber”, logo após o geógrafo VON THÜNEN publica um modelo que utiliza ferramentas matemática para encontrar a localização ótima para atividades agrícolas com objetivo de maximizar os lucros (WEBER e FRIEDRICH, 1929; VON THÜNEN, 1966). Com o passar dos anos, estudos nessa área vem ganhando espaço, sendo aplicados de forma mais abrangente com o uso de vários métodos de apoio a decisão e sistemas de informações geográficas.

Ballou (2001) ainda classifica os problemas de localização em cinco categorias: força direcionadora, número de instalações, escolhas discretas, grau de agregação de dados e horizonte de tempo. Tomando como base as categorias citadas, esta pesquisa segue a força direcionadora. Pois, para o autor, esta categoria significa que a empresa considera que certos fatores são mais importantes do que outros no momento de decidir a localização e são estes fatos que direcionam a decisão. Para Cobra (1994) isto também é algo relevante, como por exemplo no setor de varejo, é mais importante considerar a proximidade dos clientes, do que

para o setor industrial, pois no caso do varejo, os clientes são os consumidores finais da cadeia produtiva. Já para empresas prestadoras de serviço (ex.: hospitais), a acessibilidade ao local pode ser o fator principal na escolha do local.

Portanto, considerar a proximidade da concorrência, o tipo da população, os padrões de trânsito na localidade considerada, a proximidade de lojas complementares, a disponibilidade de estacionamento, entre outros, são apenas alguns de vários fatores que podem influenciar na escolha da localização de uma empresa de varejo ou do serviço (LAS CASAS, 2000). Contudo, esta pesquisa aplica o VFT pela possibilidade do decisor listar todos os seus objetivos a partir dos seus valores. Desta forma, o problema é estruturado de forma particularizada e posteriormente modelado para encontrar a solução adequada.

2.2 REVISÃO DA LITERATURA

Nesta seção, será apresentado um mapeamento preliminar do estado da arte no tocante a métodos multicritério de apoio a decisão que são aplicados para resolver problemas de localização de instalações. Em seguida, serão apresentadas aplicações do método FITradeoff.

2.2.1 Métodos Multicritérios utilizados para solucionar problemas de localização

A localização de instalações é uma decisão estratégica muito importante para as empresas e que engloba vários critérios conflitantes no processo de tomada de decisão. Muitos métodos de decisão multicritério estão sendo cada vez mais utilizados neste contexto (ISHIZAKA e NEMERY, 2013). A exemplo de Dell'Ovo *et al.* (2018), que pretende solucionar um problema de localização das instalações de saúde na cidade de Milão, aplicando o método FITradeoff e o Sistema de Apoio a Decisão FITradeoff, no contexto de múltiplos decisores.

Briso e Musetti (2015) aplicam o método Analytic Hierarchy Process (AHP) para encontrar o melhor local para instalar uma Unidade de Pronto Atendimento (UPA) 24h, colhendo informações de cinco profissionais de gestão pública de um município do interior de São Paulo e para a consolidação em relação ao objetivo final, as matrizes de comparação paritária foram inseridas no software Expert Choice 11.

Alves *et al.* (2015) também utilizam o método AHP para decidir uma localidade geográfica ideal para a instalação de uma unidade fabril de uma empresa do segmento automotivo e faz uma análise de fatores relevantes para auxiliar a tomada de decisão no contexto fabril.

Já os autores Tavakkoli e Sotoudeh (2015) apresentaram uma abordagem multicritério de tomada de decisões em grupo para Seleção de Localização de Instalações Usando o

PROMETHEE em um Ambiente Fuzzy. Este artigo apresenta uma nova abordagem chamada ZPROMETHEE, implementando os números Z como forma de adicionar as informações vagas para um problema de seleção de localização de instalações.

Pinto *et al.* (2017) buscaram identificar as localidades com potencial para receber terminais de transporte de cargas ao longo da hidrovía Brasil-Uruguai, utilizando o método SMARTER. Como resultado, foram encontrados onze locais (alternativas) viáveis de treze locais candidatos apontados pelo Ministério Público do Transporte.

Neste mesmo ano, Al Garni e Awasthi (2017) criaram um modelo com a finalidade de selecionar a melhor localização para projetos de energia solares fotovoltaicas considerando uma escala de utilidade usando o sistema de informação geográfica (GIS) e o método multicritério AHP para atribuir pesos aos critérios e calcular o índice de adequação da terra (LSI).

Lima e Galo (2021) buscaram resolver um problema bem parecido ao anterior. Neste estudo, os autores visam categorizar os municípios para implantar um terminal de carga ao longo da hidrovía Tocantins-Araguaia, utilizando o método ELECTRE TRI para fazer a avaliação das alternativas. Como resultado, obteve-se um conjunto de municípios que apresentaram maior adequação a implantação de terminais hidroviários.

Os autores Pinto Jr. *et al.* (2018) propõem uma modelagem baseada na integração da técnica de Sistema de Informações Geográficas (SIG) com a aplicação do método (AHP) que possa amparar as decisões de gestores públicos na escolha de um local adequado para a 17 instalação de um ponto público de acesso à internet na cidade de Campos do Goytacazes, RJ.

Erdin e Halil *et al.* (2019) fizeram um estudo para comparar os resultados do método TOPSIS com o GIS para decidir a localização de um shopping center na Turquia. As duas abordagens mostram as mesmas soluções. Vantagens e desvantagens também foram percebidas nas duas abordagens.

Já Ocampo *et al.* (2019) desenvolvem uma estrutura metodológica baseada em uma abordagem integrada entre métodos multicritérios através dos métodos AHP e ANP em um ambiente Fuzzy, para selecionar simultaneamente um local separado para instalar um centro de distribuição e o centro de logística reversa fazendo avaliações holísticas.

2.2.2 Aplicações práticas do método FITradeoff

Na literatura, o método FITradeoff vem sendo utilizado para resolver inúmeros problemas multicritério, nos mais variados contextos de decisão. Gusmão e Medeiros (2016) propuseram a aplicação de um modelo baseado no procedimento de elicitação das constantes de escala do

método FITradeoff em uma fábrica de vidro com o intuito de selecionar um único sistema de informação de um grupo de sistemas considerados relevantes para a empresa.

No ano seguinte, Frej *et al.* (2017) aplicaram o método para selecionar um fornecedor em uma indústria de alimentos tendo em consideração os inúmeros objetivos que influenciam a decisão e por usar apenas informações parciais (apenas declarando preferência estrita), os autores observaram uma redução significativa tanto no número de questões quanto no esforço cognitivo do decisor durante a aplicação do FITradeoff.

Kang *et al.* (2018) aplicaram o FITradeoff no contexto de planejamento energético, trazendo a novidade para o setor: a utilização de método multicritério com informações parciais utilizadas na elaboração de políticas energéticas brasileiras, os resultados se mostraram robustos e possíveis de serem replicados em todo setor.

No contexto de localização, os autores Barbosa *et al.* (2018) construíram um modelo de decisão para selecionar o melhor bairro para receber um Centro Comunitário na cidade de Recife, o COMPAZ. Os decisores, o Secretário de Desenvolvimento Social e o Secretário Executivo de Segurança Urbana, avaliaram 25 bairros sobre 7 critérios. Como resultados, obtiveram um ranking dos bairros para cada um deles e chegaram à conclusão que o bairro Cohab, seguido do bairro Ibura, são os melhores locais para instalar a unidade.

Com o objetivo de selecionar um projeto de manufatura de classe mundial (WCM) que apresenta maior urgência em sua execução, os autores M.Silva *et al.* (2019) utilizaram o método de estruturação de problemas VFT para alinhar todos os objetivos da empresa e posteriormente aplicaram o FITradeoff para resolução do problema.

Ainda, Monte e Morais (2019) aplicaram o VFT juntamente com o FITradeoff para solucionar problemas com abastecimento de água na área urbana da cidade de Olinda no estado de Pernambuco. Graças a aplicação do VFT, o modelo de decisão apresentou uma análise profunda dos objetivos do gerente (decisor) da empresa de abastecimento de água, já com o FITradeoff os autores conseguiram chegar a uma solução de forma rápida e com um menor esforço cognitivo.

Também no contexto de localização e segurança pública, os autores Silva *et al.* (2019) utilizaram o FITradeoff na problemática de escolha para selecionar o local adequado para instalar uma nova Delegacia Estadual de Polícia Militar (SMPS) no Estado de Pernambuco. Não considerando somente aspectos políticos e financeiros, como normalmente costuma ser, mas também outros aspectos relevantes que antes eram desconsiderados pelos decisores. Visando promover mais segurança a sociedade próxima a delegacia, quanto a minimizar o

tempo de atendimento a um chamado, foram listados quatro critérios para avaliação vinte e seis alternativas.

Já no contexto de priorização de terceirização de tecnologias de informações, Poletto *et al.* (2019) propuseram um *Framework* que combina o VFT como o método FITradeoff para identificar os serviços de tecnologia da informação que mais atende aos objetivos do decisor.

Também na problemática de ordenação, os autores Santos *et al.* (2020), solucionam o problema de seleção de fornecedores em um atacadista e varejista no setor da construção. O método se mostrou adequado para solucionar o problema, como também foi bem aceito e considerado de fácil compreensão pelo decisor.

Ainda no mesmo ano, os autores Martins *et al.* (2020) trataram de um problema bastante relevante para a sociedade que é a segurança nas rodovias federais quanto às condições gerais de manutenção. Os autores aplicaram o método FITradeoff para priorizar trechos das rodovias federais em Pernambuco em 22 seções diferentes, de acordo com a criticidade em cada trecho para definir uma política de melhoria no nível de segurança. Como solução do estudo, os decisores alcançaram uma pré-ordem com quatorze níveis. Sendo possível identificar os seis trechos mais críticos e os três trechos menos críticos.

Já os autores Frazão *et al.* (2021) propuseram um novo modelo de priorização de vítimas priorização das vítimas no Serviço de Emergências Médicas atendidas pelo Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) aplicando o método FITradeoff. O problema estudo levou em consideração a escassez de recursos para atender as vítimas e a estruturação do problema levou os pesquisadores a identificar 10 critérios para avaliar as alternativas, que neste estudo, foi simulado a priorização de uma entre quatro vítimas em cenários hipotéticos.

Ribeiro *et al.* (2021) combinam os paradigmas de elicitación por decomposição e avaliação holística de forma simultânea na modelagem de preferência para solucionar um problema de localização de um shopping center no interior da região nordeste do Brasil.

Os autores Frej *et al.* (2021) propuseram adaptações do método FITradeoff para dar suporte a negociações, principalmente quando há grande conjunto de ofertas. Assim, somente com informações incompletas (sem estabelecimento de peso das questões) ao decorrer da troca de ofertas, os modelos vão sendo refinados e relações de preferência de uma oferta a outra vão sendo estabelecidas. Neste artigo, o protocolo para elicitacións de preferência de negociação busca reduzir o conjunto atual de pacotes de acordos possíveis até o momento, eliminando ofertas que não interessam a ambas as partes, proporcionando mais facilidade para obtenção de um acordo.

Já os autores De Moraes *et al.* (2022) estruturaram um problema na estação de trabalho em uma indústria calçadista utilizando os métodos VFT e SODA, após aplicarem os métodos FITradeoff de ordenação para solucionar o problema.

Dos Santos *et al.* (2022) usaram o método FITradeoff para priorizar as ações de controle ao mosquito *Aedes Aegypti* na cidade de Natal/RN. O estudo contemplou dez autores na construção do modelo de decisão. Considerando os níveis de transmissão, os decisores avaliaram onze alternativas a partir de seis critérios. Como resultado, o estudo apoiou os decisores para reduzir os riscos de aumento na região do mosquito *Aedes Aegypti*.

Neste trabalho, será solucionado um problema multicritério de localização de empresa no setor alimentar, com elicitación de preferências através do FITradeoff para problemática de ordenação, bem como o uso do VFT para estruturar o problema considerado complexo por envolver diversas variáveis conflitantes entre si.

2.3 SÍNTESE DO ESTADO DA ARTE E POSICIONAMENTO DESTE TRABALHO

Com a revisão da literatura na base da *Web of Science*, realizada na seção 2.2, é possível perceber o vasto campo multidisciplinar de aplicações dos métodos multicritérios de apoio a decisão. Similarmente, problemas de localização de instalações, vem sendo amplamente explorado na literatura (DELL'OVO *et al.*, 2018).

Ainda são poucos os trabalhos que aplicam métodos que utilizam informações parciais no contexto de racionalidade compensatória (como é o caso do FITradeoff) usados para solucionar problemas de localização de instalações. Os trabalhos se tornam ainda mais escassos quanto à utilização de métodos que permitem a combinação de dois paradigmas de elicitación para solucionar problemas no contexto de localização.

Logo, um dos grandes benefícios deste trabalho é propor a construção de uma modelagem, integrando um método de estruturação de problema VFT (para a construção dos objetivos, estabelecendo os critérios e chegando as alternativas), com o método de elicitación flexível e interativa *tradeoff* (FITradeoff) que preserva a forte estrutura axiomática do procedimento de *tradeoff* tradicional, que para Frej *et al.* (2019) este é o procedimento mais fundamentado axiomáticamente para elicitación de pesos de critérios.

Desta forma, este trabalho não somente contribui para a literatura, mas também para a empresa ao qual esse trabalho tem uma aplicação prática. Proporcionando aos decisores uma tomada de decisão mais fácil e assertiva. Com o método de estruturação de problemas aplicado ao decorrer do *framework* para resolução do problema, os objetivos que se encontravam antes desconhecidos, desconexos e não estruturados, foram exaustivamente encontrados e

hierarquizados. Já o FITradeoff proporcionou aos decisores autonomia do processo de decisão. Pois, por ser um método flexível que possibilita combinar a todo o instante dois paradigmas de elicitación, os decisores têm a liberdade de escolher a forma mais “confortável” e mais fácil que desejam elicitación as preferências em cada momento da decisão. Assim, a empresa ganha a vantagem de tomar a decisão de forma mais rápida (sendo possível parar a elicitación a qualquer instante) e dinâmica, já este também é um método totalmente interativo.

Por fim, este trabalho também é relevante por construir uma modelagem capaz de ser aplicada no contexto de múltiplos decisores. Sendo assim muito importante tendo em vista que decisões estratégicas empresariais geralmente compreende várias partes interessadas, de tal forma que é necessário envolver múltiplos decisores no processo da decisão, tornando-as mais complexas quando comparadas com decisões que envolve apenas um único ator (DELL’OVO *et al.*, 2018).

3 USO DO VFT PARA ESTRUTURAÇÃO DO PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO NO RAMO ALIMENTÍCIO

A escolha do ponto comercial de todo empreendimento físico é uma das decisões mais sérias a serem tomadas pela empresa. Muitos fatores devem ser considerados nessa decisão, como por exemplo qual o nicho de mercado o negócio busca atender e onde estão localizados, a via de acesso ideal para o negócio ou ainda a área de influência. Desta forma fica claro que não há “padrão” na tomada de decisão dessa natureza. Mesmo que decisões sobre localização sejam semelhantes, elas não são iguais, pois cada decisor tem valores e realidades distintas.

Para Keeney (1992) quando se trata de problemas complexos (com inúmeras variáveis), geralmente, se quer há uma estruturação apropriada para o desenvolvimento dos objetivos do decisor. Pelo fato de não haver clareza ou uma compreensão dos objetivos do decisor no contexto da decisão como um todo. De tal forma que decisões com objetivos mal articulados tendem a fracassar (KEENEY, 1992). Tornando a estruturação do problema uma fase primordial no contexto da decisão.

Considerando a abordagem VFT como um caminho para identificar situações desejáveis de decisão Keeney (1992), esta pesquisa visa primeiro estruturar o problema, depois construir o modelo multicritério para apoiar uma empresa do setor alimentício na decisão de localização de suas instalações, partindo da identificação dos objetivos do decisor até a geração de alternativas, mediante ao uso do método VFT. Desta forma, os decisores envolvidos no processo conseguem compreender o problema, assim como todos os fatores importantes que impactam diretamente a decisão chegando a uma lista exaustiva dos seus objetivos de acordo com a visão e estratégia da empresa. De fato, Abdon *et al.* (2022) mostram que ao usar o VFT o decisor consegue entender o seu problema de forma clara, conhecendo todos os fatores de impacto.

Assim, neste capítulo, se dá início a modelagem do problema para selecionar a melhor localização de uma empresa no setor alimentício mediante as preferências do decisor no contexto da problemática de ordenação. Neste capítulo o problema é estruturado. A seção 3.1 expõe as etapas da fase preliminar que serão seguidas para a construção do modelo de decisão multicritério com base nas fases do VFT descritas por Keeney (1992) e as fases do *framework* apresentado por De Almeida (2013). A seção 3.2 descreve a contextualização do problema e identificação dos atores do processo. Na seção 3.3 será apresentada a lista e a hierarquia dos objetivos dos decisores. Já na seção 3.4 serão apresentados os critérios do problema, assim

como os tipos e unidades de medida. Por fim, a seção 3.5 mostra as alternativas do problema, problemática e a matriz de consequências do problema.

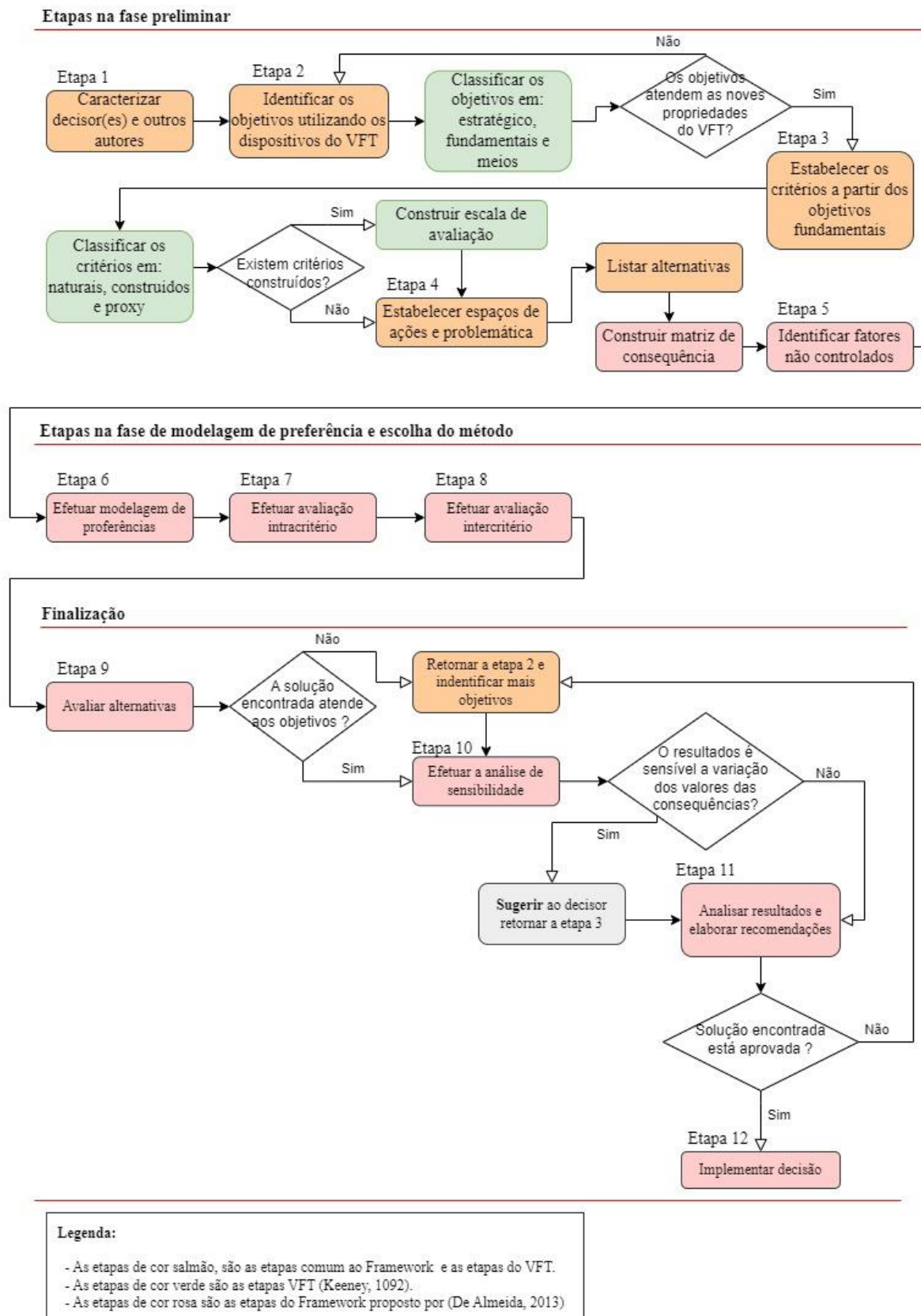
3.1 FRAMEWORK PARA CONSTRUÇÃO DO MODELO DE DECISÃO MULTICRITÉRIO

Segundo De Almeida (2013), *Framework* nada mais é do que um procedimento a ser seguido para a construção de modelos de decisão multicritério. Este procedimento auxilia o decisor a conhecer as características do seu problema, principalmente na fase preliminar, como por exemplo: definir os atores que serão envolvidos no processo e o nível de influência de cada uma delas, definir a racionalidade do(s) decisor(es), a problemática do problema e ainda a escolha do método. Lembrando sempre que o método utilizado para tomada de decisão multicritério deve ser escolhido a partir das características do problema e não do problema ser ajustado ao método. Assim, ao decorrer de todas as etapas do *framework*, o decisor consegue escolher o método mais adequado à resolução do seu problema.

Neste trabalho, a construção do modelo de decisão multicritério apoia-se nas doze etapas do *Framework* proposto por De Almeida (2013), no qual é dividido em três fases principais: fase preliminar, fase de modelagem de preferência e escolha do método e a fase de finalização.

A fase preliminar, fase inicial, é a fase mais importante para a estruturação do problema de decisão, pois corresponde a estruturação dos elementos básicos para a formulação do problema e são eles que podem influenciar de modo definitivo o modelo final para análise do problema (DE ALMEIDA, 2013). Assim, neste trabalho, a fase preliminar do *framework* também engloba etapas de estruturação de problemas, que neste caso são as etapas do VFT para permitir a identificação dos valores do(s) decisor(es), desde a identificação do problema até criação das alternativas que servirão para alcançar os objetivos. Com o intuito de ilustrar como realizou-se nesta pesquisa a integração das fases de aplicação do VFT combinado com as 12 etapas para construção do modelo de decisão descrito por De Almeida (2013), foi criado o fluxograma ilustrado na figura 1 abaixo.

Figura 1 – Fluxograma do framework para construção do modelo de decisão nesse estudo



De acordo com De Almeida (2013), a fase preliminar inicia-se com a caracterização dos decisores de forma clara e esclarecendo qual o tipo de envolvimento todos terão no processo, se direto ou indireto, se decisão em grupo ou individual. Esta também é a fase em que o analista faz um reconhecimento geral sobre o problema. Após isso, segue para a etapa 2 de identificação dos objetivos. Nesta o(s) decisor(es) deve(m) listar os objetivos encontrados através da aplicação de alguns “dispositivos de auxílio” (Keeney, 1992, p.57) do VFT para identificação dos mesmos. Tendo em vista que a principal finalidade na identificação de objetivos é ser o mais completo possível (KEENEY, 1992). Ressaltando que as etapas 1 e 2 do *framework* se assemelham às primeiras fases do VFT.

Com a listagem dos objetivos em mãos, segue-se para a classificação dos objetivos, nesta o decisor (com ajuda do analista) deve classificá-los em: objetivo estratégico, objetivos fundamentais e objetivos meios. Após, o analista deve fazer uma revisão geral dos objetivos e analisar se os objetivos atendem as nove propriedades desejáveis do conjunto de objetivos fundamentais (KEENEY, 1992, p.82). Caso atendam as propriedades, tem-se a confirmação que os objetivos são úteis para criar e avaliar as alternativas, além de útil para orientar todo o processo de decisão (KEENEY, 1992). Caso não atenda, o analista deve orientar o decisor a voltar a fase 2 e corrigir alguns objetivos redundante ou incompreensivo etc.

A etapa 3, também comum às fases do VFT e do *framework* apresentado por De Almeida (2013), é a fase da identificação dos critérios ou atributos que irão mensurar os objetivos fundamentais. Para Keeney (1992), os critérios também conhecidos como medida de eficiência, medem o grau de atingimento dos objetivos. Após a definição dos critérios, o analista deve verificar se eles atendem as propriedades de não redundância e de exaustividade. Caso não atenda, ainda nesta fase, o analista deve orientar o decisor a revisar os objetivos e critérios. Após, deve-se verificar se existem critérios que não são naturais, caso exista, construir a escala informando como cada critério irá mensurar o objetivo fundamental correspondente.

Na etapa 4, comum ao procedimento descrito por De Almeida (2013) e no método VFT, o analista juntamente com o(s) decisor(es) devem estruturar o espaço de ações e problemáticas e as alternativas do problema. Primeiro definindo a estrutura do espaço de ações, depois definindo a problemática e gerando as alternativas do problema, que na abordagem do VFT, devem ser orientadas para atingir os objetivos. No VFT, as alternativas são criadas mediante alguns procedimentos específicos, como por exemplo: criação de alternativas desejáveis, melhorar as boas alternativas etc.

Para De Almeida (2013), a estrutura do espaço de ação definida, etapa 4, estabelece os fundamentos que dão respaldo metodológico para a escolha do método multicritério na etapa 6

do *framework*. Com os critérios e alternativas validados e sabendo dos valores das consequências de cada alternativa em cada critério, se constrói a matriz de consequências.

A última etapa da fase preliminar é a etapa 5, etapa exclusiva do procedimento descrito por De Almeida (2013), com a identificação dos fatores não controlados. Para De Almeida (2013), a identificação de fatores não controlados compreende a identificação de alguns fatores pertinentes ao processo que não estão sob o controle do(s) decisor(es), como por exemplo fatores que se comportam como Estado da Natureza.

3.2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

3.2.1 Descrição do Problema

O problema apresentado nesta seção também está descrito no artigo de Abdon *et al.*, (2022). Logo, a empresa tratada neste estudo é um restaurante de médio porte que oferece refeições no horário das 11h às 15h de segunda a sábado. O restaurante abre apenas para venda de almoço com serviço de *Self Service*, que representa mais de 70% do faturamento, e o serviço de entrega no mesmo bairro e nos dois bairros mais próximos do seu ponto comercial, Monte Castelo e Passagem de Areia.

O empreendimento localiza-se, atualmente, no bairro Santos Reis na cidade de Parnamirim/RN. O prédio atual é conjugado e encontra-se em uma rua estreita de mão única e transversal a umas das ruas de fluxo moderado. Ainda, a fachada principal da loja é bem recuada, de tal forma que as pessoas que trafegam na rua de maior fluxo não conseguem enxergar a fachada da empresa, somente passado em frente da empresa e como esta é uma rua de sentido único sem acesso para outras ruas principais e assim apenas um fluxo pequeno de pessoas passam em frente ao restaurante.

Os donos da empresa ainda listaram a desvantagem de o prédio atual localizar-se muito próximo a alguns concorrentes diretos e em região onde a maioria dos moradores não são clientes alvos do negócio, impactando diretamente na margem de lucro da empresa, pois os empresários estreitam a margem de lucro para vencer a concorrência, reduzindo o montante de capital destinado a investimento.

Outro fator de alerta que despertou nos donos a necessidade de irem para um novo local, é o fato do espaço está estreito à disposição das mesas e fluxo de clientes em loja, levando a aglomeração em horário de pico.

Sabendo disto, os donos buscam encontrar um prédio que atenda ao máximo as necessidades da empresa. Buscando locais o mais próximo possível dos clientes em potencial,

com maior fluxo de pessoas e com um melhor acesso. Antes do início desta pesquisa, os objetivos do problema encontravam-se totalmente desestruturados e incoerentes com os desejos dos decisores, nem tão pouco era sabido sobre métodos de estruturação de problemas e/ou métodos de apoio a tomada de decisão. Sendo essa uma das principais motivações para aplicação de um método de estruturação de problemas em estudo. Visto que, segundo os autores Meteo *et al.* (2017), quando o problema se apresenta com inúmeras variáveis (seguidamente conflitantes entre si) que devem ser consideradas ao decorrer da decisão, é preciso aplicar algum PSM para que assim o decisor consiga analisar o seu problema de modo mais fácil, por meio de um procedimento de aprendizagem interativa.

3.2.2 Decisores e atores do processo

Os decisores são os dois proprietários da empresa, considerados também como sócios majoritários com partes iguais do montante do capital. Há também outros atores que influenciaram a construção da lista de objetivos dos decisores, são estes: clientes e funcionários. O analista, também envolvido no processo, é especialista em métodos de decisão multicritério. Segundo De Almeida (2013), o analista assume a função de fornecer suporte metodológico ao processo, ajudando no entendimento do problema e no alcance das informações relevantes, além de promover a interação entre os decisores.

Atualmente, os donos conhecem bem a região e o nicho de mercado que ocupam, assim eles se consideram capazes de julgar a potencialidade do novo local.

3.3 OBJETIVOS DO PROBLEMA

Na seção 3.3.1 será executada a etapa 2 do *framework* (figura 1) e na seção 3.3.2 os objetivos serão classificados e analisados como preparação para as próximas etapas do processo.

3.3.1 Geração dos objetivos

Segundo Keeney (1992), no processo de identificação dos objetivos, o analista exerce função importante para estimular a criatividade dos decisores e levá-los a uma reflexão generalista do problema. Para tanto, o analista pode fazer perguntas do tipo “O que você deseja alcançar nessa situação?” para gerar respostas que são traduzidas como os objetivos do problema. Visto que essa pesquisa envolve dois decisores, Keeney (1992) orienta a criação de duas listas estritas de objetivos (podendo até este momento ser apenas valores), e em seguida, discutir estes valores em grupo para revisão das ideias.

Keeney (1992) sugere o uso de alguns dispositivos para estimular os decisores a identificar de forma mais fácil os seus possíveis objetivos de acordo com os seus valores. Nessa etapa, a lista de objetivos deve ser a mais completa quanto possível, podendo até mesmo haver objetivos redundantes nessa fase. Os dez dispositivos que podem ajudar os envolvidos no processo de decisão, são estes: lista de desejos; uso de alternativas; problemas e deficiências; consequências; metas, restrições e diretrizes; perspectivas diferentes; objetivos estratégicos; objetivos genéricos; objetivos estruturantes; e quantificando objetivos (KEENEY, 1992).

Diante desses dispositivos, os decisores, com auxílio do analista, iniciaram a construção das suas listas de objetivos. Cada decisor listou de forma separada os seus valores. Logo após os decisores discutiram entre si as listas de valores com a finalidade de troca de ideias e entender ainda mais o problema em questão.

Seguindo a abordagem do VFT, o analista fez algumas perguntas aos decisores em cada dispositivo para extrair o máximo de informações possíveis. Contudo, para a geração dos objetivos nessa pesquisa, foi necessário somente o uso de cinco dispositivos, aos quais estão descritos em maiores detalhes na tabela 1 adiante.

Tabela 1 - Dispositivos do VFT usados para identificação dos múltiplos objetivos do decisor

<i>Dispositivos</i>	<i>Questões levantadas com o decisor para alcance dos objetivos</i>
Lista de desejos	Admitindo-se que não há limitações, quais seriam os objetivos mais importantes para a localização da sua empresa?
Problemas e deficiências	Quais são as suas preocupações ou problemas que a empresa enfrenta na localização atual?
Metas, restrições e diretrizes	Quais são as suas metas? Quais alternativas são inaceitáveis? E quais não devem ser consideradas no problema?
Perspectivas diferentes	Quais alternativas seriam inaceitáveis? Quais seriam altamente desejáveis a partir da visão de futuro? (Entrevistados: funcionários e clientes).
Consequências	Quais os Impactos/consequências que você deseja atingir quando os objetivos forem alcançados?

Fonte: Adaptado de Keeney, 1992.

Para Keeney (1992) a finalidade do dispositivo “lista de desejos” é a formulação de uma lista qualitativa de objetivos, sem a necessidade de classificação ou priorização. Neste, os atores foram instruídos a explorar bastante a criatividade e todos os desejos como um todo, imaginando que não há situações de limitação para alcance dos objetivos.

Já o dispositivo “problemas e deficiência” levou o decisor a pensar sobre os principais problemas que a empresa enfrenta, sejam problemas internos (ligados diretamente ao prédio

atual) ou externos (ligados a região externa ao prédio atual). Assim, conhecendo os problemas/preocupações que os decisores enfrentam, o analista pôde formalizar os objetivos específicos para minimizar os problemas listados.

O dispositivo “Metas, restrições e diretrizes”, segundo Keeney (1992), incentivou os decisores a listar metas que podem ser úteis para motivá-los a uma maior realização dos objetivos. Já pensar nas restrições estimulou os decisores a refletir as alternativas que são inaceitáveis. Pensar nas restrições entusiasmou os decisores a indicar objetivos ou alternativas que devem ou não ser consideradas. Sabendo que o uso desse dispositivo não fornece objetivos diretamente, o analista, nessa pesquisa, apurou cada resposta e traçou objetivos que buscam atender as metas e restrições, respeitando as diretrizes.

Já o dispositivo “perspectivas diferentes” foi também bastante útil para ajudar os decisores a conhecerem ainda mais o problema a partir de visões externas. Foram entrevistados alguns clientes e funcionários que também são partes interessadas na decisão. Com o dispositivo “consequências”, os decisores tiveram a liberdade de pensar nos impactos que eles desejam e que não desejam quando os objetivos forem alcançados.

Por fim, com as respostas a cada dispositivo, os decisores chegaram a uma lista de valores a respeito do problema de decisão, lista até então ainda não estruturada apresentada na tabela 2. Para tal, os valores de cada decisor foram novamente revisados em conjunto com o analista. Alguns valores foram reformulados e explorados mais a fundo, outros valores que se encontravam redundantes foram mesclados.

Tabela 2 - Diretrizes do método VFT usadas para identificação dos objetivos nesta pesquisa

<i>Lista de desejos</i>	<i>Problemas e deficiências</i>	<i>Metas, restrições e diretrizes</i>	<i>Perspectivas diferentes</i>	<i>Consequências</i>
Minimizar a concorrência direta próximo ao restaurante.	Insegurança.	Maximizar a segurança da empresa.	Desejável maior espaço entre as mesas.	Ser uma empresa de alimentação referência na cidade.
Prédio com possibilidade de expansão.	Prédio atual com baixa estrutura para restaurante.	Minimizar a distância entre a população de poder aquisitivo compatível com o produto e a empresa.	Desejável local mais próximo a grandes comércios.	Ser restaurante referência em serviços de self-service.

Maximizar o fluxo de pessoas em horário de pico.	Prédio atual afastado dos clientes alvo da empresa.	Maximizar a cartela de clientes.	Desejável menor tempo de espera entre pedidos.	Reduzir custos de entrega.
Maximizar o público alvo nas proximidades.	População do bairro com baixo poder de compra.	Minimizar a distância da empresa aos grandes centros comerciais da cidade.	Desejável um local climatizado ou mais ventilado.	Reduzir a distância da empresa a possíveis clientes que buscam self-service.
Maximizar acesso das pessoas a empresa.	Local atual afastado dos grandes centros.	Maximizar vias de acesso a empresa.	Inaceitável um local inseguro.	
Maximizar a fachada da empresa.		Maximizar a acessibilidade da empresa.	Desejável mais espaço para movimentação na cozinha.	
		Restrições: Prédio sem licença e inacabados.		

Fonte: o autor, 2022.

Após a revisão exaustiva de ideias, realizada com a finalidade de descobrir alguns valores que possivelmente foram esquecidos, foi possível transcrever os valores para objetivos do problema, alcançando uma lista única de objetivos de ambos decisores.

3.3.2 Separação e Estruturação dos Objetivos

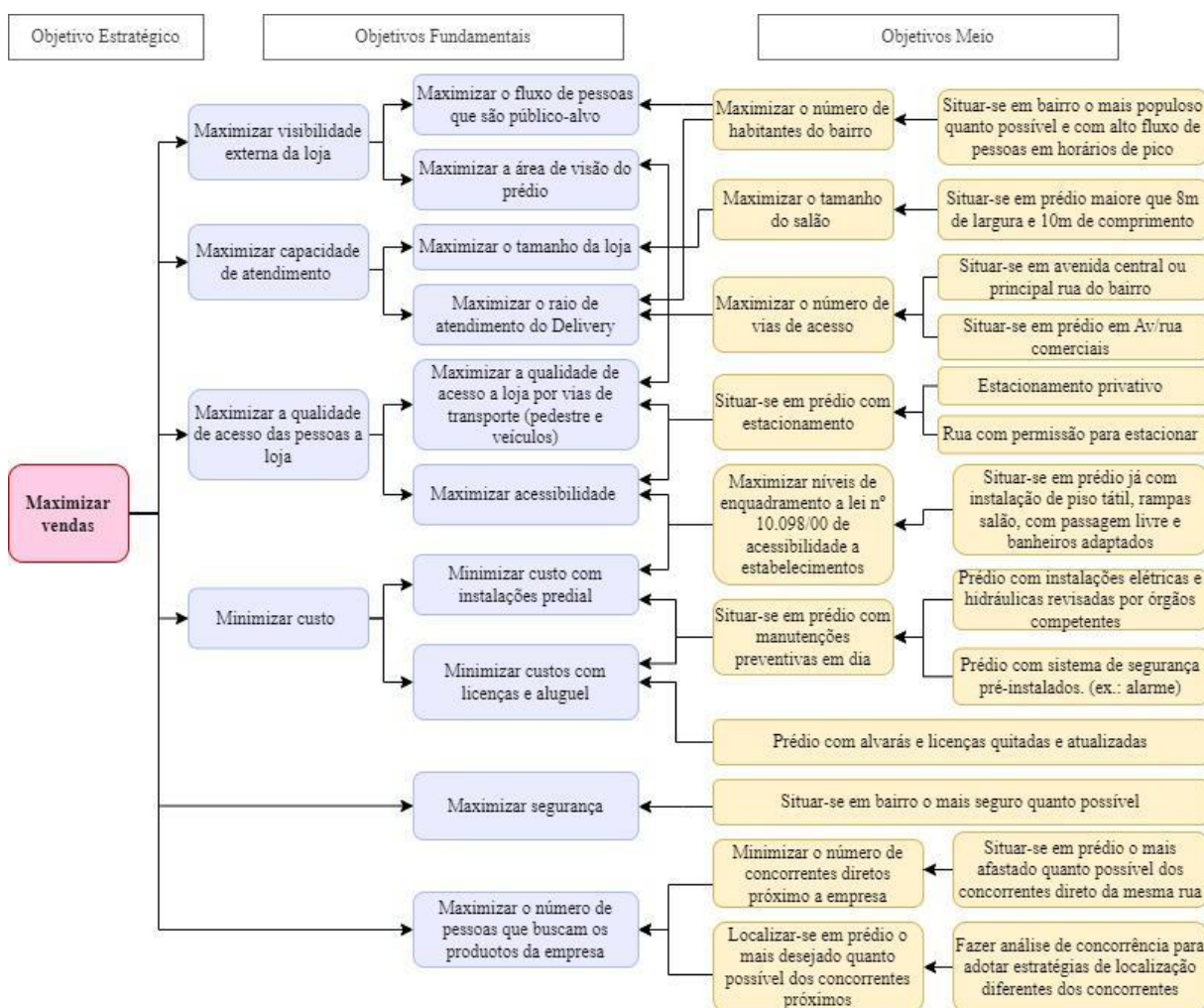
A lista de objetivos até o momento, após conclusão da etapa 2 do *framework* (figura 1), ainda não está estruturada e, portanto, ainda não há uma hierarquia. Segundo Keeney (1992), a estruturação dos objetivos do problema em um modelo hierárquico traz alguns benefícios, como melhorar a compreensão dos valores do problema. Segundo Abdon *et al.* (2022), a classificação e hierarquização dos objetivos deve ser realizada com atenção aos detalhes. Uma vez que, a lista não apresenta apenas objetivos fundamentais, mas como também metas, restrições, consequências e ainda alguns critérios. Assim, a estruturação do problema auxilia os decisores a esclarecer o contexto da decisão e a estabelecer os objetivos fundamentais. Levando assim a um discernimento mais claro entre o que são objetivos meios e o que são objetivos fundamentais (KEENEY, 1992).

À vista disso, o analista e os decisores construíram a hierarquia de objetivos conforme o método VFT. Nesta, os decisores foram instruídos a observar cada objetivo da lista e responder

porque cada objetivo é importante para o problema, caso da resposta dos decisores for “porque sim”, o analista deve classificar esse objetivo como fundamental, pois este é uma razão elementar de interesse para solucionar o problema. Caso o decisor responda que tal objetivo é importante para atingir um outro, este objetivo deve ser classificado como meios.

A figura 2 apresenta a hierarquia dos objetivos, que foi aprovada pelos decisores. O objetivo estratégico definido pelo decisores é “maximizar vendas”. Esse objetivo é classificado como estratégico, pois ele indica a razão essencial de interesse na decisão, ou seja, o objetivo estratégico é mais abrangente e orienta todas as decisões durante o processo (KEENEY 1992).

Figura 2 – Hierarquia de objetivos fundamentais e meio



Fonte: o autor, 2022.

Conforme mostrar a figura 2, os objetivos fundamentais são os seguintes:

- Maximizar o fluxo de pessoas que são público-alvo;
- Maximizar a área de visão do prédio;
- Maximizar o tamanho da loja;

- d) Maximizar o raio de atendimento do serviço de *delivery*;
- e) Maximizar o acesso a empresa;
- f) Maximizar a acessibilidade;
- g) Minimizar o custo de instalação predial;
- h) Minimizar custos com licença e aluguel;
- i) Maximizar segurança;
- j) Maximizar o número de pessoas que buscam os produtos da empresa.

Segundo Keeney (1992), os objetivos fundamentais devem ser úteis para criação e para avaliação das alternativas, para identificar oportunidades de decisão e para servir como orientação durante todo o processo, eles devem atender as nove propriedades desejáveis na abordagem do VFT listadas na tabela 3 abaixo.

Tabela 3 – Propriedades desejáveis do conjunto de objetivos fundamentais

	<i>Propriedades</i>	<i>Descrição</i>
Referem-se ao enquadramento da situação de decisão	Essencial	Indica as consequências em termos de razões de interesse na situação de decisão.
	Controlável	Lida com as consequências que são influenciadas apenas pela escolha de alternativas no contexto de decisão.
	Completo	Inclui todos os aspectos fundamentais das consequências das alternativas de decisão
Referem-se à qualidade do pensamento e da análise	Mensurável	Define os objetivos com precisão e especifica os graus em que os objetivos podem ser alcançados.
	Operacional	Torna razoável a coleta de informações necessárias para uma análise considerando o tempo e esforço disponíveis.
Referem-se à dificuldade de tal pensamento e análise	Decomponível	Permite o tratamento separado de diferentes objetivos na análise.
	Não redundante	Evitar dupla contagem de possíveis consequências.
	Conciso	Reduz o número de objetivos necessários para a análise de uma decisão.
Refere-se à qualidade do pensamento e da análise	Compreensível	Facilita a geração e comunicação de insights para orientar o processo decisório.

Fonte: Keeney, 1992.

Os decisores, juntamente com o analista, verificaram se os objetivos fundamentais obedecem às nove propriedades descritas na tabela 3, sendo assim, os critérios foram criados diretamente relacionados aos objetivos fundamentais listados.

3.4 CRITÉRIOS DO PROBLEMA

Uma vez conhecidos os valores e objetivos dos decisores, é importante estabelecer os atributos para avaliação das alternativas de localização da empresa alinhados com os objetivos. Etapa 3 do *framework* (ver figura 1).

Para Keeney (1992), os critérios devem ser gerados como forma de mensurar o grau de atingimento dos objetivos por meio das consequências de cada alternativa. De tal modo que para cada atributo deve-se estabelecer uma medida de avaliação, sendo essa por meio de uma escala para que seja possível mensurar o grau de realização dos objetivos fundamentais (KIRKWOOD, 1997).

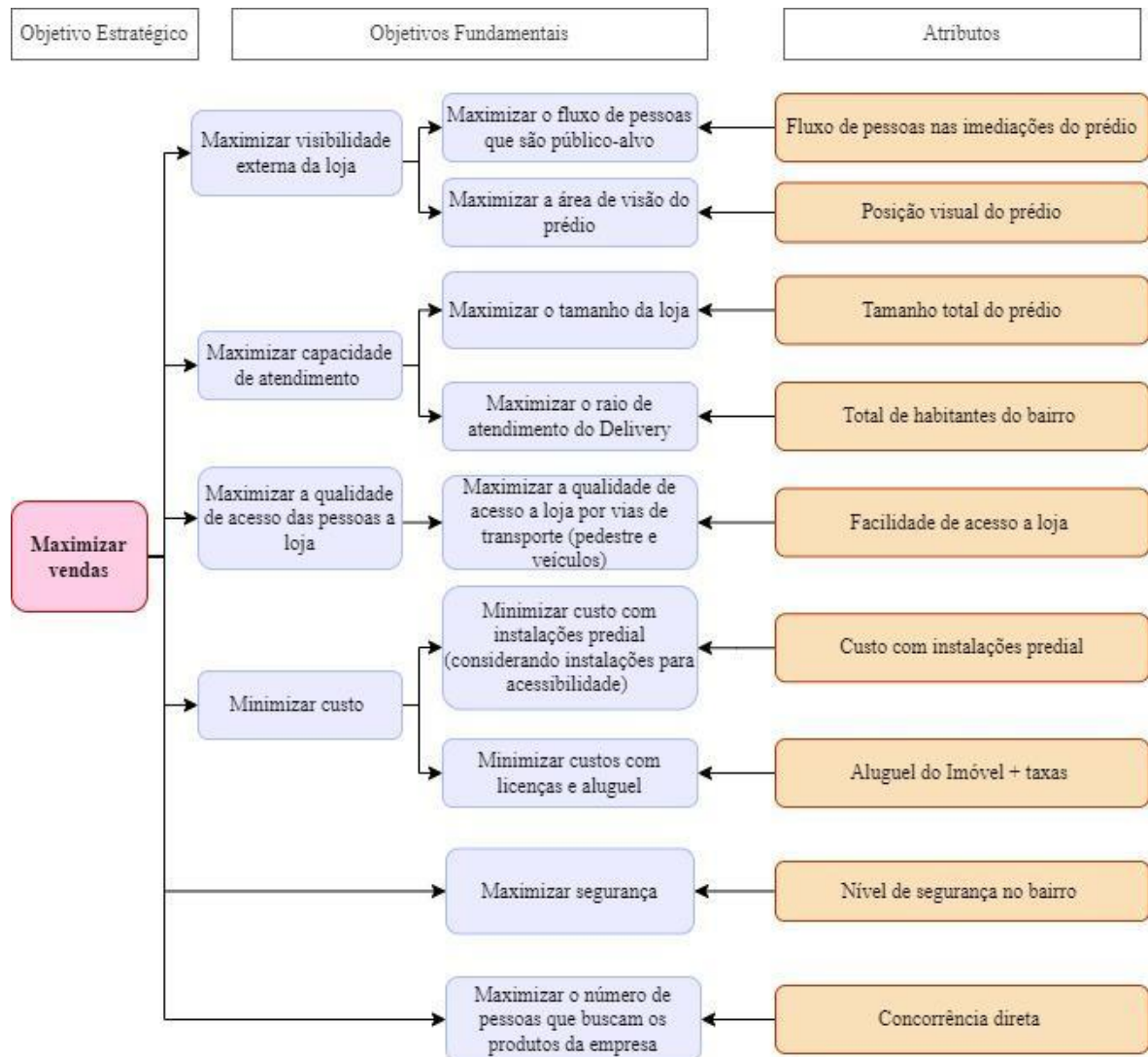
Existem três tipos de atributos (Keeney, 1992): atributos naturais, construídos e proxy (também chamado de construído indireto). Os atributos naturais têm uma escala de medida usualmente interpretadas por todos, como por exemplo o atributo “custo” que é medido em unidades monetárias (reais) ou o atributo distância que pode ser medido em quilômetros. Já para o atributo construído é necessário construir uma escala em níveis, geralmente verbais por não ser possível encontrar medidas universais e claras para mensurar alguns objetivos. A exemplo do objetivo “maximizar o acesso a loja”, que pode ser mensurado pelo critério “facilidade de acesso” é um atributo construído, pois foi preciso formular uma escala de medida própria. Assim, no caso dos atributos construídos, as medidas construídas vão além de somente medir o grau de atingimento do objetivo, mas também ajudam a definir o que se busca no objetivo. Podendo ser medidas construídas como escalas verbais em diferentes níveis (KEENEY, 1992; ALMEIDA *et al.*, 2013).

Os atributos proxy devem ser usados em casos especiais. Casos em que para mensurar os objetivos não seja fácil identificar atributos naturais ou até mesmo não seja possível construir uma escala de forma direta (KEENEY, 1992).

Assim, os critérios foram determinados mediante a hierarquia dos objetivos fundamentais como ilustra a figura 2. Ainda nessa pesquisa, o analista em reunião com os decisores, fizeram uma análise dos critérios para identificar se estes se enquadram nas propriedades de não redundância, de exaustividade e de independência mútua. Também foi confirmado que os atributos também atendem as propriedades de não redundância e de exaustividade, de forma que representam todos os objetivos do problema.

Após essa verificação, foram definidos nove critérios, que se relacionam diretamente aos objetivos fundamentais do problema de decisão assim como elucida a figura 3 a seguir.

Figura 3 – Hierarquia de objetivos fundamentais e critérios



Fonte: o autor, 2022.

A partir disso foram estabelecidos nove critérios. Dos quais quatro são do tipo naturais e cinco são do tipo construídos que representam os níveis de classificação.

O critério construído “Fluxo de pessoas nas imediações do prédio” tem como objetivo mensurar ou avaliar o fluxo de pessoas que comumente transitam nas proximidades do prédio em horários de pico (das 11h às 14h) com o objetivo de maximizar o fluxo de pessoas que buscam o serviço que a empresa oferece. A escala utilizada neste critério é do tipo verbal, escala *Likert* de 1 a 5 níveis, e avalia o fluxo de pessoas no entorno da empresa como forma de inferir

como possivelmente serão as vendas a partir de observações da região. Assim, para mensurar o fluxo de pessoas, os decisores observaram a região no entorno do prédio e verificaram o tipo de comércio da região, a intensidade do trânsito e movimentação das lojas na vizinhança do novo prédio.

Neste critério, o nível mais alto (nível 5), significa que nas proximidades existe um altíssimo fluxo de pessoas justificado pela presença de grandes empresas de alto fluxo como por exemplo: bancos, shoppings, universidades e empresas de alto fluxo de pessoas. Somados com o fluxo de veículos no local. Assim, as alternativas neste critério, são avaliadas de forma qualitativa conforme ilustra a tabela 4.

Tabela 4 – Métrica do critério “fluxo de pessoas nas imediações do prédio”

<i>Grau do fluxo</i>	<i>Características</i>	<i>Nível na escala</i>
Altíssimo	Presença de quatro ou mais empresas de movimentação intensa: bancos, shoppings, universidades e empresas de alto fluxo de pessoas e com intenso trânsito de veículos ao decorrer de todo o dia.	5
Alto	Presença de pelo menos três empresas de movimentação intensa: bancos, shoppings, universidades e empresas de alto fluxo de pessoas e com intenso trânsito de veículos ao decorrer de todo o dia.	4
Moderado	Presença de pelo menos duas empresas de movimentação intensa: bancos, shoppings, universidades e empresas de alto fluxo de pessoas e com considerável trânsito de veículos apenas em horário de pico.	3
Baixo	Presença de pelo menos um empresas de movimentação intensa: bancos, shoppings, universidades e empresas de alto fluxo de pessoas e com considerável trânsito de veículos apenas em horário de pico.	2
Baixíssimo	Sem empresas de movimentação intensa: bancos, shoppings, universidades e empresas de alto fluxo de pessoas e baixo trânsito de veículos em todos os horários do dia.	1

Fonte: o autor, 2022.

O critério “posição visual do prédio” tem a finalidade de medir a posição visual da empresa buscando maximizá-la. Neste critério é usado uma escala de pontos (de 1 a 4 pontos) considerando as condições físicas e algumas características externas dos prédios em análise. Essas condições dizem respeito a qualidade da fachada quanto tamanho e limpeza, a direção que o prédio se encontra na rua (se no mesmo sentido do fluxo do trânsito ou não) e se tem entrada de frente para rua de maior fluxo ou entradas laterais. Assim, os prédios que têm a entrada de frente pra rua ou avenida, recebe 1 ponto. Se o prédio está na mesma direção do trânsito de veículos, recebe mais 2 pontos, pois essa característica é mais valorada pelos decisores. Se apresenta uma fachada alta e de visualização limpa, recebe mais 1 ponto.

Tabela 5 – Métrica do critério “Posição visual do prédio”

<i>Característica visual</i>	<i>Pontos</i>
Prédio com entrada frontal para rua ou avenida	1
Prédio situado na mesma direção do trânsito	2
Fachada alta e visível	1
Pontuação Máxima	4

Fonte: o autor, 2022.

O objetivo de maximizar a capacidade de atendimento na nova instalação da empresa (principalmente no serviço de *self-service*) é mensurado pelos critérios “tamanho total do prédio” e “total de habitantes do bairro”. No primeiro critério, critério natural, as alternativas do problema são mensuradas em metros quadrados correspondente à área total construída. O segundo critério, critério natural, indica o número total de habitantes do bairro da alternativa em análise baseados nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no ano de (2017).

Já com o objetivo de avaliar a facilidade com que a pessoas podem acessar o restaurante, visando maximizar as possibilidades de vias de acesso a empresa, foi definido o critério “facilidade de acesso a loja” do tipo construído para mensurar o acesso das pessoas através das vias de transporte em uma escala de construída de pontos em até seis níveis. De modo que, os locais instalados em avenida e com estacionamento particular enquadra-se no maior nível, recebendo o número máximo de pontos, caso contrário, os prédios localizados em avenida sem estacionamento (nem público e nem privado) recebem 1 ponto, correspondente ao nível mais baixo.

Tabela 6 – Métrica do critério “facilidade de acesso à loja”

<i>Tipo de acesso ao prédio</i>	<i>Nível na escala</i>
Prédio em avenida com estacionamento particular em frente	6
Prédio na avenida com estacionamento público em frente	5
Prédio na rua com estacionamento particular em frente	4
Prédio na rua com estacionamento público em frente	3
Prédio na rua sem estacionamento em frente	2
Prédio na avenida sem estacionamento em frente	1

Fonte: o autor, 2022.

Visando minimizar os custos com instalação de equipamentos no novo prédio, foi estabelecido o critério natural “custo com instalação predial” que mede o valor monetário estimado para instalar alguns equipamentos e reformas iniciais indispensáveis ao funcionamento como mesas, pias, bancadas e instalações hidráulicas. Ainda, o mesmo critério

mensura o custo estimado para construção de itens essenciais para acessibilidade de pessoas com deficiência segundo a lei de acessibilidade comercial de número 10.098/00, exemplo: instalação de pisos táteis, construção de rampas e adaptações em banheiros. Logo, o critério “custo com instalação predial” mensura os custos com a compra e instalação de itens para acessibilidade somados com os itens essenciais para o funcionamento do restaurante.

Visando mensurar o grau de atingimento do objetivo de minimização do valor de aluguel e taxas, foi definido o critério “Aluguel do Imóvel + taxas” do tipo natural em valores monetários. Este critério corresponde ao valor monetário do aluguel do imóvel somados com as taxas de imposto e possíveis licenças.

O critério “Nível de segurança” mede a segurança do bairro onde o prédio está instalado. Este critério é do tipo construído usando a escala *likert* do nível 1 ao nível 3, onde o nível mais alto (nível 3) corresponde aos bairros, ruas ou avenidas consideradas seguras com base nos índices de violência e através do entendimento subjetivo dos decisores que já conhecem bastante os bairros da cidade. Assim, as alternativas correspondentes ao nível 1 na escala são os bairros considerados inseguro. Contudo, vale salientar que esta é uma limitação da pesquisa. Visto que não foram encontrados índices de violência específica para cada bairro da cidade na secretaria de segurança pública do estado e nem mesmo números de violências gerais no período dessa pesquisa. Logo, este critério levou em consideração os conhecimentos subjetivos dos decisores e de alguns comerciantes do bairro de cada prédio (alternativa).

Tabela 7 – Métrica do critério “Nível de segurança no bairro”

<i>Nível do segurança</i>	<i>Nível na escala</i>
Inseguro	1
Moderado	2
Seguro	3

Fonte: o autor, 2022.

Por fim, o critério “concorrência direta”, também do tipo construído em escala verbal, indica a quantidade de empresas que oferecem os mesmos produtos e serviços nas imediações do prédio em análise. Neste critério, as medidas buscam equilibrar os prédios situados em ruas ou avenidas de grande extensão com os outros situados em ruas ou avenidas de pequena extensão. Dado que, comumente, uma rua de grande extensão tenha um elevado número de concorrentes. No entanto, pode ser considerado moderado devido a sua extensão. Já uma rua que tem uma extensão pequena pode ter alta concorrência mesmo apresentando apenas dois

concorrentes. Exemplo disso são as ruas do centro, são ruas curtas e tem uma concorrência maior mesmo tendo o número menor de restaurantes self-service que as ruas maiores.

Assim, para mensurar a concorrência direta em cada alternativa a escala considera um raio de 500 metros ao entorno do prédio em análise. Logo, as alternativas são avaliadas em escala *Likert* em 3 níveis. Assim, prédios que apresentam alta concorrência em suas imediações enquadram-se no nível 3 da escala e devem ser evitados.

Tabela 8 – Métrica do critério “Concorrência direta”

<i>Nível de concorrência</i>	<i>Características</i>	<i>Nível na escala</i>
Alta	De quatro ou mais concorrentes direto em um raio de 500m.	3
Moderada	De dois a três concorrentes direto em um raio de 500m.	2
Baixa	Até dois concorrentes direto em um raio de 500m	1

Fonte: o autor, 2022.

Já na tabela 9 adiante é possível visualizar os critérios e o tipo, as métricas usadas e as preferências dos decisores.

Tabela 9 – Definição dos critérios

<i>Crítérios</i>	<i>Tipo</i>	<i>Escala / unid.</i>	<i>Preferência</i>
Fluxo de pessoas nas imediações do prédio	Construído	<i>Likert</i> /5 níveis	Maximização
Posição visual do prédio	Construído	Escala de pontos / até 4 pontos	Maximização
Tamanho total do prédio	Natural	Numérica / m ²	Maximização
Total de habitantes do bairro	Natural	Numérica / Habit.	Maximização
Facilidade de acesso a loja	Construído	Escala de pontos / até 6 pontos	Maximização
Custo com instalações predial	Natural	Numérica / R\$	Minimização
Aluguel do Imóvel + taxas	Natural	Numérica / R\$	Minimização
Nível de segurança no bairro	Construído	<i>Likert</i> / 3 níveis	Maximização
Concorrência direta	Construído	<i>Likert</i> / 3 níveis	Minimização

Fonte: o autor, 2022.

Depois das entrevistas para estabelecer as medidas de análise de desempenho das alternativas em cada critério. Os decisores realizaram uma busca na cidade para identificar prédios disponíveis para aluguel para serem as alternativas de solução para o problema.

3.5 ALTERNATIVAS DO PROBLEMA

3.5.1 Geração de alternativas

Keeney (1992) afirma que na criação das alternativas é preciso que os decisores tenham um pensamento livre de ancoragem (uma vez que uma primeira alternativa é sugerida, outras geralmente tendem a ser mais semelhantes a ela e cria-se uma gama completa de alternativas ancoradas) ou a disponibilidade (eventos que ocorreram mais recentemente ou que possuem alguma outra característica memorável é mais fácil de lembrar do que outros). O analista precisa identificar e impedir que os decisores tenham essa ancoragem de pensamento, pois isso é nocivo ao processo, e esse pensamento ancorado a uma ideia anterior impede o surgimento de alternativas até melhor as primeiras alternativas já pensadas.

Tendo em vista que o problema neste estudo busca encontrar o local ideal para instalação da empresa. As alternativas aqui tratadas referem-se a prédios na cidade que estão disponíveis para locação. Logo, nesta pesquisa, os decisores fizeram uma busca em anúncios de imobiliárias ou por meio de indicações para chegar a lista de todas as possíveis alternativas para o problema, alternativas estas que foram listadas sem ancoragem e sem restrições de veto. Assim, chegou-se a uma lista de quinze alternativas possíveis para o problema.

Contudo, ao fazer uma análise mais rebuscada da lista das possíveis alternativas, os decisores informaram que algumas delas não se enquadram em algumas das suas exigências inegociáveis. Sabendo disso, o analista incentivou os decisores a estabelecer alguns critérios de veto para que assim fosse possível eliminar algumas alternativas da lista inicial.

Os decisores desejavam vetar alternativas que não se enquadram em quatro especificações inegociáveis, podendo também ser chamado de critérios de veto, são eles: prédios que não dispunham de alvará de funcionamento quitado e emitido por órgãos competentes; prédios de área menor que o prédio atual; prédios inacabados ou com reformas em andamento. Visando a logística de deslocamento até a empresa, também foram vetados prédios fora da cidade de Parnamirim/RN. Sendo assim, os prédios vetados por esses critérios foram excluídos e não são mais considerados como alternativas viáveis.

3.5.2 Alternativas e Problemática

Após retirar alternativas vetadas, chegou-se à lista final de oito alternativas que satisfazem os objetivos do problema de decisão. Considerando que não haverá mudança durante todo o processo de decisão, as alternativas listadas formam um conjunto discreto em um espaço de decisão estável.

Tabela 10 – Lista final de alternativas viáveis

Código	Descrição do prédio
Alt1	Av. Maria Lacerda, bairro Nova Parnamirim
Alt2	Av. Maria Lacerda, bairro Nova Parnamirim
Alt3	Av. Neilza Gomes de Figueiredo, bairro Jardim Planalto
Alt4	Rua ingazeira, bairro Cidade Verde
Alt5	Rua Tenente Osório, bairro centro
Alt6	Rua Tenente Ferreira Maldos, bairro centro
Alt7	Rua Vereador Eliah Maia do Rêgo, bairro cohabinal
Alt8	Av. Rio Água Vermelha, bairro parque industrial

Fonte: o autor, 2022.

O problema em estudo é classificado na problemática de ordenação (P. γ) que consiste em estabelecer uma ordem de preferência (que pode ser parcial ou completa) no conjunto de alternativas (ROY, 1996). Na problemática de ordenação, as alternativas serão ranqueadas em ordem decrescente, da melhor alternativa a pior alternativa do ranking a depender das preferências do tomador de decisão. E tendo em vista que os decisores desejam ordenar as alternativas das mais preferíveis a menos preferível e não descartar as alternativas dominadas, esta é a problemática escolhida para solucionar o problema.

Por fim, o problema em estudo também apresenta um espaço de decisão estável, pois a estrutura do espaço de ações é definida desde o início do processo e não sofre alteração ao decorrer de todo processo de decisão. De Almeida (2013) ainda acrescenta que a etapa de criação de alternativas pode ser sempre retornada ao decorrer do processo de modelagem do problema, até mesmo no momento de aplicação do modelo (etapa 3 do *framework*).

3.5.3 Matriz de Consequências

A Tabela 11 apresenta a matriz de decisão com o desempenho de cada alternativa.

Tabela 11 – Matriz de consequências do problema

Alternativas/ Critérios	Fluxo	Posição	Tamanho	Habitantes	Acesso	Custo inst.	Aluguel	Segurança	Concorrência
Alt.01	5	4	100	60986	5	6000	3000	2	2
Alt.02	4	1	95	60986	5	8000	2300	2	2
Alt.03	3	4	120	8817	6	10000	1200	3	2
Alt.04	5	4	110	47269	4	5000	2700	3	3
Alt.05	3	3	65	60986	3	10000	1380	2	1
Alt.06	5	4	110	4601	3	8000	2000	3	3
Alt.07	2	4	74	5143	2	7000	1000	2	1
Alt.08	3	3	93	22429	6	7000	1600	1	1

Fonte: o autor, 2022.

3.5.4 Identificação de fatores não controlados

Com a matriz de consequências já definida, foi possível dar prosseguimento a etapa 5 do *framework* desta pesquisa.

Na etapa 5, os decisores e o analista examinaram as alternativas não identificaram fatores não controlados. Pois, as variáveis consideradas são de natureza determinística, sendo assim não há a presença de variáveis que se comportem com os estados da natureza que influenciam os valores das consequências em questão.

4 APLICAÇÃO DO FITRADEOFF PARA LOCALIZAÇÃO DE UNIDADE DO RAMO ALIMENTAR

Este capítulo ilustra a aplicação do método FITradeoff para problemática de ordenação (Frej *et al.*, 2019; de Almeida *et al.*, 2021) com uso do SAD-FITradeoff disponível em www.cdsid.org.br/fitradeoff para solucionar o problema em questão.

A seção 4.1 descreve a modelagem de preferências dos decisores, assim como as suas racionalidades. Em seguida, a seção 4.2 expõe as aplicações do método FITradeoff para encontrar uma solução de compromisso. Por fim, a seção 4.3 apresenta os resultados alcançados bem como alguns insights dos envolvidos sobre o processo de decisão utilizado.

4.1 MODELAGEM DE PREFERÊNCIAS DOS DECISORES

Segundo De Almeida (2013) na etapa 6 do *framework* (fase da modelagem de preferência) deve-se verificar qual estrutura de preferências é adequada para exprimir as preferências do decisor sobre o conjunto de consequências do problema. Visto que a estrutura de preferência impacta diretamente na escolha do método MCDA.

Na literatura encontram-se algumas relações de preferência, como detalha a tabela 12.

Tabela 12 – Relações de preferência

<i>Nome</i>	<i>Descrição</i>
Indiferença (I)	Existem razões claras para o decisor que justificam a equivalência entre dois elementos.
Preferência estrita (P)	Existem razões claras para o decisor que justificam uma preferência significativa em favor de um entre dois elementos.
Preferência fraca (Q)	Existem razões claras para o decisor que invalidam a preferência estrita em favor de um entre dois elementos.
Incomparabilidade (R)	Não existem razões claras para o decisor que justificam qualquer das três situações precedentes.
Não Preferência (~)	Não existem razões claras para o decisor que justifiquem a preferência estrita ou preferência fraca em favor de um dos elementos.
Presunção de Preferência (J)	Existem razões claras para o decisor que justificam a preferência fraca, sem preocupação do quão fraca, em favor de um entre dois elementos.
Sobreclassificação (S)	Existem razões claras para o decisor que justificam a preferência P ou J em favor de um entre dois elementos, embora não exista nenhuma divisão significativa estabelecida entre as situações de preferência P, Q e I.

Fonte: De Almeida, 2013.

Diante das estruturas de preferências acima citadas, o analista explicou aos decisores cada uma delas e em seguida pediu para que cada decisor comparasse alguns pares aleatório de alternativas. Neste momento foi verificado que ambos decisores tinham plena capacidade identificar relações de simetria (I) e de assimetria (P) entre os pares de alternativas. Logo, é possível afirmar que apenas as relações de preferência estrita (P) e relações de indiferença (I) são suficientes para comparar todas as consequências das alternativas do problema, não assumindo relações de incomparabilidade. Sendo assim, é possível chegar a uma pré-ordem completa como solução para o problema, se houver alguma relação de indiferença, caso contrário, é possível ainda obter uma ordenação completa das alternativas.

Após, o analista ainda identificou que a propriedade de transitividade (também essencial para estrutura de preferências do tipo P, I) é atendida. Visto que ambos decisores atendem a condições de aPb (a é preferível a b) e bPc (b preferível a c), portanto aPc (a é preferível a c).

Posto isso, observando que a estrutura de preferência é do tipo P e I e que as preferências dos decisores atendem a propriedade de transitividade, o método multicritério mais adequado para solucionar o problema na situação deste trabalho enquadra-se escopo dos métodos de critério único de síntese (DE ALMEIDA, 2013), como é o caso do FITradeoff.

Já na investigação a respeito da racionalidade dos decisores, foi verificado que estes apresentam uma racionalidade do tipo compensatória. Visto que, neste problema, os decisores buscam compensar um desempenho ruim de uma alternativa em um dado critério por um desempenho melhor desta alternativa em outro critério. De fato, o decisor afirma que o desempenho ruim da alternativa “Alt6” no critério “Concorrência direta” é compensado pelo desempenho melhor no critério “Fluxo de pessoas nas imediações do prédio”. Desta forma, os decisores levam em consideração que é mais vantajoso localizar-se em um prédio que apresenta uma alta concorrência, dado que este local apresenta um alto fluxo de pessoas no entorno do prédio. Assim, é possível perceber relações de compensação (*tradeoff*) entre os critérios.

Neste momento, verificou-se que os critérios podem ser considerados mutuamente independentes nas preferências do decisor, pois, segundo Frej *et al.* (2017), a estrutura de preferência condicional no espaço em um critério, dado um valor fixo de outro critério, é independente deste valor já fixado. Ou seja, os critérios não sofrem influência um do outro durante a elicitación das preferências, como é o caso dos critérios nesta pesquisa.

Logo, após todas as verificações na construção do modelo de decisão deste estudo, o método FITradeoff (De Almeida *et al.*, 2016; Frej *et al.* 2019; De Almeida *et al.* 2021) pode ser utilizado para elicitación das preferências dos decisores dentro da estrutura axiomática no escopo do MAVT (BELTON e STEWART, 2002).

Em seguida, sabendo que os objetivos uma vez estruturados servem como base para a modelagem do problema de decisão (KEENEY, 1992), o analista deu prosseguimento ao processo de decisão utilizando o método FITradeoff.

Com a definição da matriz de consequências, o analista responsável apresentou toda a interface do SAD-FITradeoff aos decisores, apresentando a proposta do método, do porquê este ser o método multicritério mais adequado para solucionar o problema em questão. O analista ainda explicou o que significa elicitación flexível e como esta flexibilidade pode ser percebida e utilizada ao decorrer do processo de decisão dentro do SAD, assim como os dois paradigmas para modelagem de preferências do método FITradeoff - elicitación por decomposição e avaliação holística - e como estes paradigmas podem ser combinados no processo. Também foi elucidado que graças a flexibilidade do FITradeoff os decisores podem escolher parar o processo de decisão a qualquer momento, assim que for possível encontrar uma solução em que o decisor julga adequada.

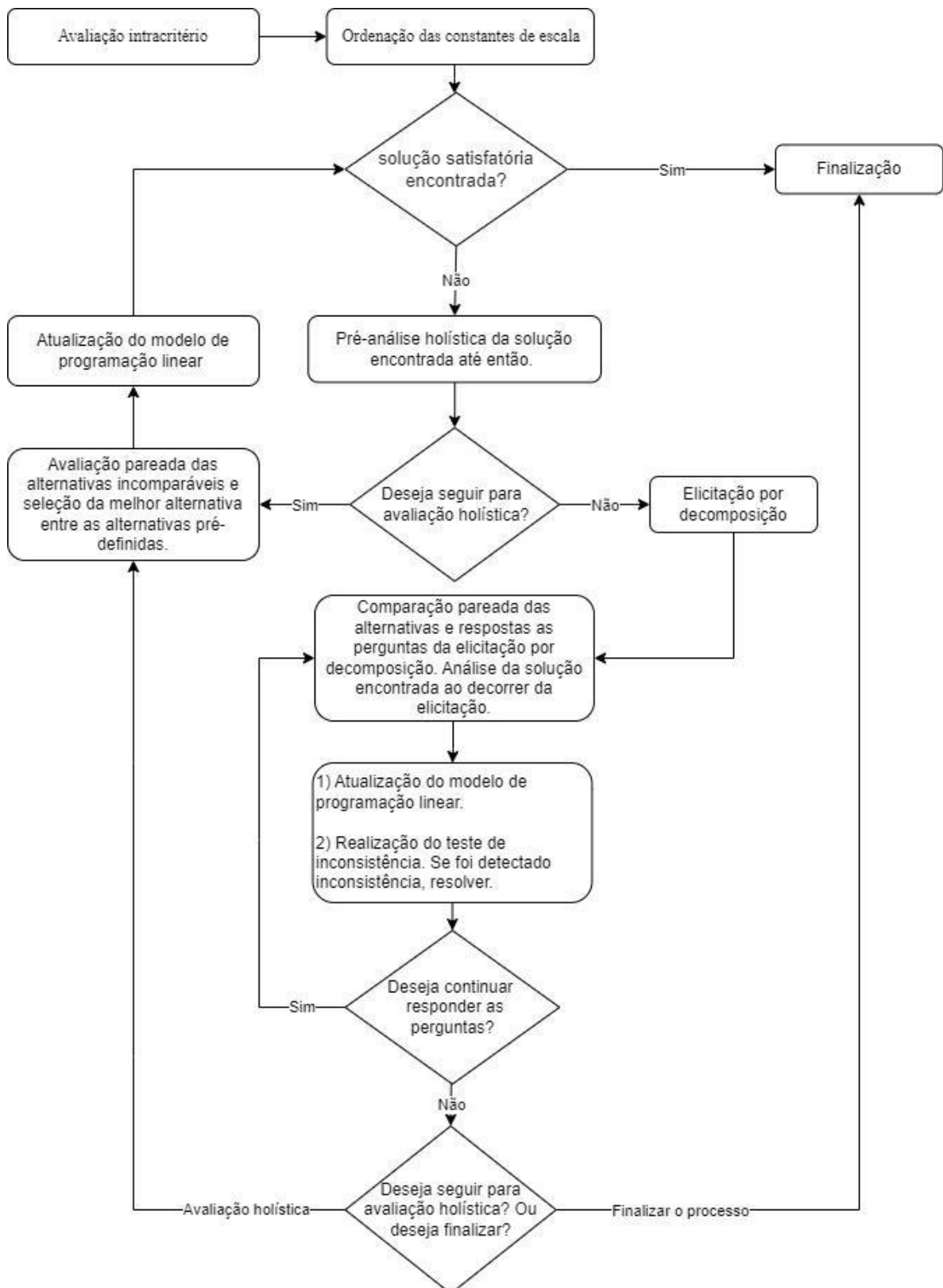
Posto isso, o analista imputou a matriz de consequências no sistema e prosseguiu para aplicação do método com os decisores.

4.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO FITRADEOFF

Nesta pesquisa, a aplicação do método FITradeoff é realizada com dois decisores de forma separada e sem sofrer influência de ambas as partes durante o processo de elicitación de preferências. Todo o processo decisório para ambos os decisores foi realizado juntamente com o analista responsável que tem experiência na utilização do SAD.

O processo de decisão do FITradeoff para a problemática de ordenação segue da seguinte forma: Primeiro o decisor realiza a etapa de avaliação intracritério (função de valor marginal) e ordena as constantes de escala dos critérios. Com essas informações, a PL é executada para realizar a ordenação das alternativas, gerando uma solução, caso esta seja uma solução satisfatória, o processo pode ser finalizado pelo decisor (FREJ *et al.*, 2019). Contudo, caso a solução encontrada ainda não seja satisfatória, o decisor pode escolher realizar uma elicitación por decomposição ou uma avaliação holística. Após cada informação de preferências a PL é executada e uma ordenação é gerada. (DE ALMEIDA *et al.*, 2021).

Figura 4 – Processo de decisão do método FITradeoff realizado na pesquisa



Fonte: Adaptado de De Almeida et al., 2021.

4.2.1 Aplicação com o Decisor 1

Segundo De Almeida (2013), o tipo de avaliação intracritério a ser realizada depende do tipo do método multicritério a ser utilizado. Para os métodos de critério único de síntese, como é o caso do FITradeoff, a avaliação intracritério compreende na eliciação da função valor. Logo, na etapa 7 do *framework* (ver figura 1), as funções valor marginal (avaliação intracritério) para cada critério do problema deste estudo foram todas definidas como lineares para efeito de simplificação. Todavia, o método FITradeoff permite a incorporação de função valor não linear, visto que o procedimento de eliciação de preferências é fundamentado em *tradeoff* clássico (KEENEY e RAIFFA, 1976), que também permite a inclusão de função valor não linear.

Em seguida, foi realizada a avaliação intercritério, etapa 8 do *framework* (ver figura 1). Nesta, o analista incentivou o decisor a avaliar holisticamente todos os critérios e ordená-los conforme as suas preferências, considerando a importância relativa de cada critério e o range de valores das consequências (KEENEY e RAIFFA, 1976). O decisor 1 preferiu comparar os critérios do problema de forma pareada, como mostra a figura 5. Deste modo, o decisor foi levado a comprar 2 cenários distintos, consequência A e consequência B. Na consequência A um dado critério apresenta o melhor resultado entre as consequências das alternativas e o pior resultado em todos os outros critérios e na consequência B um outro critério apresenta o melhor resultado e o pior resultado em todos os outros critérios. E assim o decisor segue fazendo comparações até chegar a ordenação das constantes dos critérios.

Figura 5 – Avaliação pareada para eliciação das constantes de escala para o decisor 1



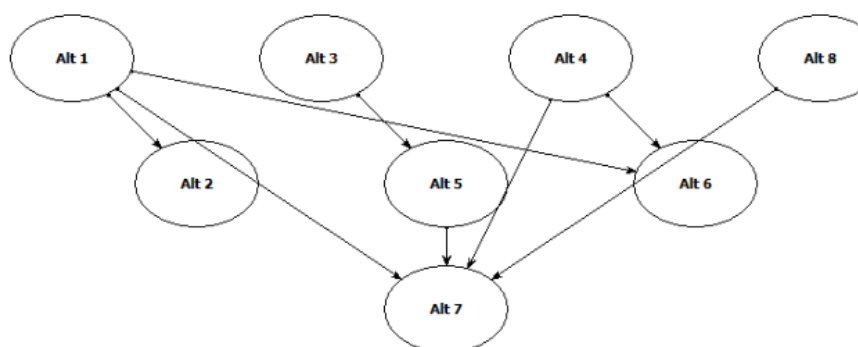
Fonte: o autor, 2022.

O decisor 1 chegou a seguinte ordenação das constantes de escala: “Fluxo de pessoas” > “Facilidade de acesso” > “Concorrência” > “Posição na rua” > “Segurança” > “Total de habitantes” > “Aluguel” > “Tamanho do prédio” > “Custo com instalação”.

Posto isso, efetivamente a aplicação do método é iniciada, tomando posse das preferências do decisor, mediante a problemática estabelecida (DE ALMEIDA, 2013). Correspondente a etapa 9 do *framework* (ver figura 1).

Após a ordenação das constantes de escala, restrições (desigualdades) foram introduzidas a PL do FITradeoff e, portanto, o modelo foi executado em busca de relação de dominância entre alternativas, como ilustrada na figura 6. Sendo assim, apenas com a ordenação das constantes de escala, em alguns casos, já é possível obter uma solução em que o decisor julga ser adequada (FREJ *et al.*, 2019; DE ALMEIDA, 2021). Contudo, nesse momento do processo de decisão, o decisor 1 não alcançou uma solução de compromisso do problema, visto que todas as alternativas ainda permanecem agrupadas em uma única posição no *ranking* como apresenta a figura 6 abaixo.

Figura 6 – Diagrama de Hasse após ordenação das constantes de escala do decisor 1



Fonte: o autor, 2022.

Segundo Frej *et al.* (2019), o diagrama de Hasse é construído considerando a transitividade das relações de dominância entre as alternativas, retornado pela PL a cada ciclo de informações. Sendo este ainda uma ferramenta bastante útil para que o decisor consiga analisar graficamente as relações de dominância estabelecidas até aquele momento da elicitación. Na visualização do diagrama de Hasse, o analista explicou ao decisor que ainda existiam alternativas incomparáveis (sem relações de dominância estabelecidas entre elas), como é o caso do conjunto de alternativas não dominadas: Alt1, Alt3, Alt4, Alt8 e as alternativas Alt2, Alt5, Alt6 que são dominadas por pelo menos uma das alternativas acima.

Em seguida o analista apresentou ao decisor todos os gráficos contidos no SAD (gráfico de barras, gráfico de bolhas e gráfico radar) para que o decisor fizesse uma pré-análise holística. De imediato o decisor preferiu a visualização do gráfico de barras. O analista por sua vez explicou como deveria ser realizada a avaliação através do gráfico de barras, informado que os

critérios se apresentam na ordem decrescente das constantes de escala (da esquerda para direita no eixo das abcissas) e cada barra corresponde as consequências das alternativas no critério. Essas informações foram essenciais para o processo de avaliação, evitando erros de interpretação.

Considerando que até o momento apenas 1 posição no *ranking* foi alcançada, o analista orientou o decisor a seguir para elicitación por decomposição, tendo em vista que o decisor não se sentiu confortável em avaliar ao menos três alternativas neste momento (as alternativas ainda eram bem semelhantes) e nem tão pouco foi capaz de analisar todas alternativa em um único gráfico. Após esta análise, o decisor optou por iniciar a elicitación por decomposição.

Na elicitación por decomposição o decisor compara as consequências das alternativas aos pares, dado que esse tipo de elicitación é normalmente realizada no espaço de consequências. No FITradeoff a elicitación por decomposição baseia-se em um procedimento robusto axiomáticamente, procedimento por *tradeoff* tradicional (DE ALMEIDA, 2016; DE ALMEIDA *et al.*, 2021).

Dando continuidade a elicitación de preferências, agora iniciando um novo ciclo pela elicitación por decomposição, o decisor avaliou 2 situações hipotéticas (consequência A e consequência B). No ciclo 1 (figura 7), o decisor é levado a comparar o cenário A (o critério fluxo apresenta desempenho intermediário, nível 3 para o fluxo de pessoas, e os demais critérios com os piores desempenhos) com o cenário B (o critério “custo com instalações” apresenta o melhor desempenho, R\$ 5000 de custo, e os demais critérios com os piores desempenhos).

Em cada ciclo, o decisor compara consequência considerando *tradeoffs* entre os critérios. Na elicitación por decomposição o decisor é perguntado qual consequência (A ou B) é estritamente preferível a ele ou se ele é indiferente ou ainda se ele prefere não responder e pular para a próxima pergunta. Na figura 7 o decisor pode olhar o resultado encontrado até o momento e ainda acompanhar o número de níveis em que o *ranking* se encontra.

Figura 7 – Ciclo 1 da avaliação por decomposição para o decisor 1.

Which consequence do you prefer?
Answer the questions by choosing one option

Consequence A		Consequence B	
C1	X1.3	C1	W1.1
C2	W2.1	C2	W2.1
C3	W3.3	C3	W3.3
C4	W4.1	C4	W4.1
C5	W5.1	C5	W5.1
C6	W6.4601	C6	W6.4601
C7	W7.3000	C7	W7.3000
C8	W8.65	C8	W8.65
C9	W9.10000	C9	B9.6000

Options:
☐ Consequence A
☐ Consequence B
☐ Indifferent
☐ No Answer

OK

Questions Answered: 0
Number of levels: 1

Show Current Results

Legend of criteria scaling constants:

- C1 - Fluxo
- C2 - Acesso
- C3 - Concorrência
- C4 - Posição na rua
- C5 - Segurança
- C6 - Habitantes
- C7 - Aluguel
- C8 - Tamanho
- C9 - Custo instalação

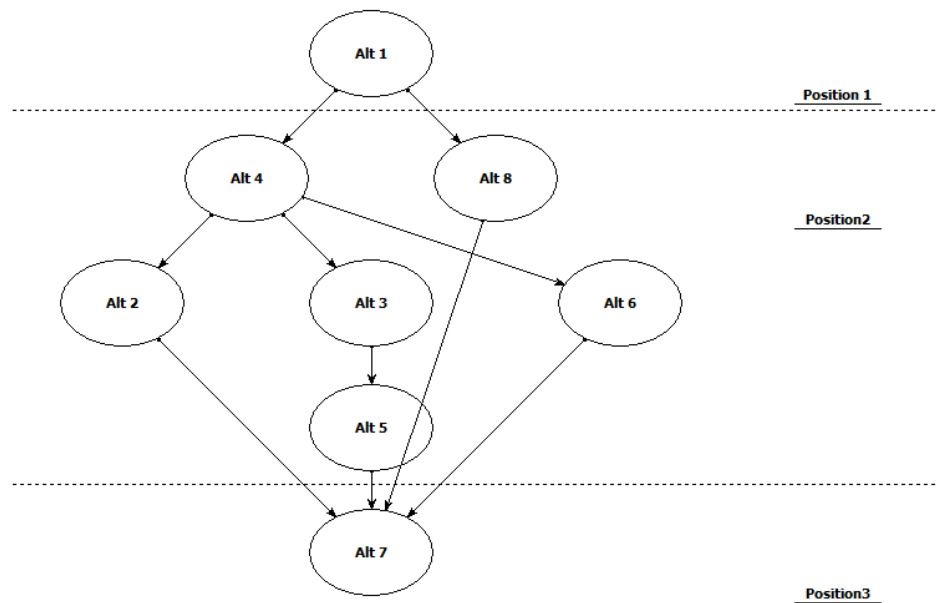
Fonte: o autor, 2022.

A cada ciclo de perguntas e respostas uma nova restrição é adicionada a PL, o espaço de pesos (φ) é atualizado, e a PL é executado novamente (DE ALMEIDA *et al.*, 2016). Nesta aplicação, o decisor 1 respondeu 13 ciclos de perguntas na elicitación por decomposição.

Ao decorrer da elicitación por decomposição o decisor foi verificando os resultados obtidos, analisando o diagrama de Hasse e os gráficos, mas ainda não se sentiu confortável em seguir para a avaliação holística, preferindo continuar respondendo às perguntas. Até que, ao responder a 13ª pergunta (*ranking* atualizado em 3 níveis), o decisor verificou mais uma vez o diagrama e optou por continuar elicitando as suas preferências através da avaliação holística.

Na posição 2 do *ranking*, as alternativas 4 e 8 encontravam-se incomparáveis, semelhante as alternativas 2, 3 e 6 que estão incomparáveis entre si até o momento como pode ser visto no diagrama de Hasse abaixo, figura 8.

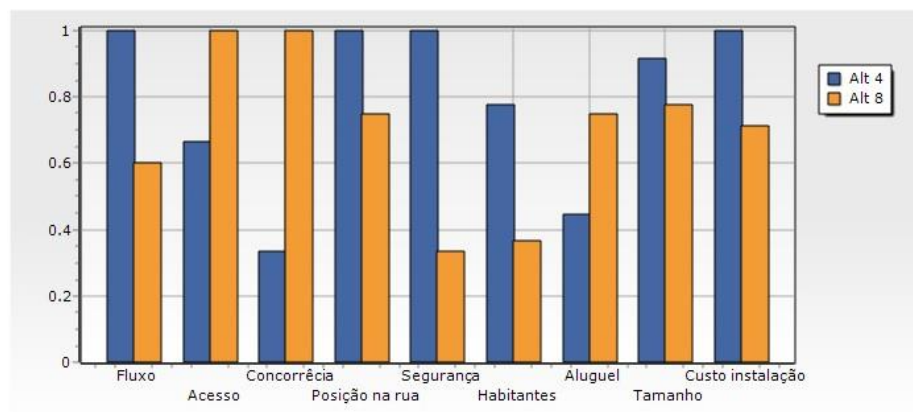
Figura 8 – Diagrama de Hasse após a 13ª pergunta respondida na elicitación por decomposição (decisor 1)



Fonte: o autor, 2022.

Após visualizar o *ranking*, através do diagrama de Hasse, o analista incentivou o decisor a olhar com cuidado cada gráfico e ir analisando pares de alternativas, depois informar qual par de alternativas e qual gráfico ele se sentia mais confortável para avaliar. Neste momento, o decisor observou que as alternativas 4 e 8 encontram-se incomparáveis entre si no topo do *ranking* da posição 2. E com a finalidade de estabelecer uma relação de dominância entre estas alternativas, o decisor optou por compará-las através do gráfico de barras ilustrado na figura 9 adiante.

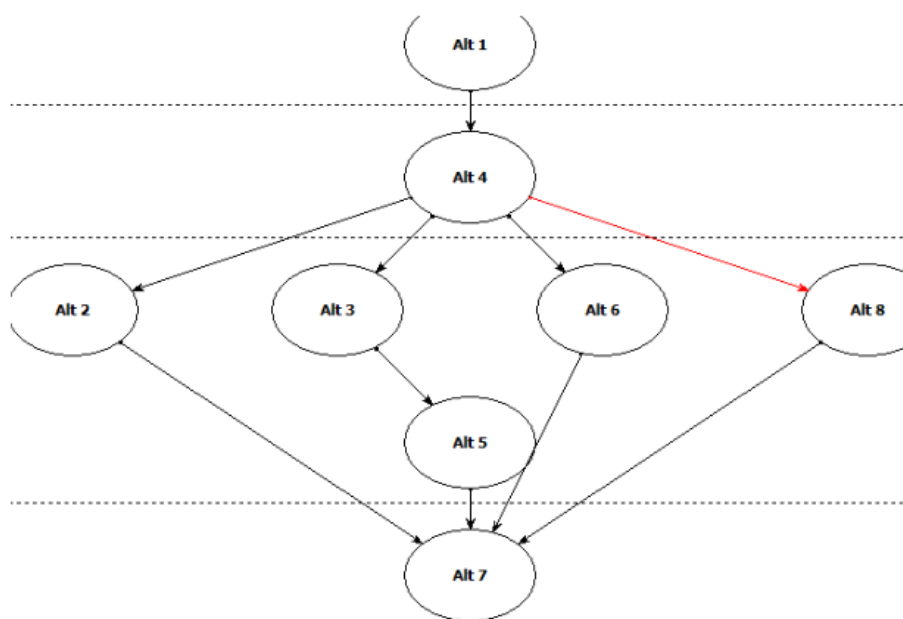
Figura 9 – Gráfico de barras para comparação das alternativas 4 e 8 (posição 2)



Fonte: o autor, 2022.

O decisor observou que a alternativa 4 (barra azul), apresenta desempenho máximo em 4 dos 9 critérios analisados. Além disso, foi observado que a alternativa 4 supera a alternativa 8 nos critérios “fluxo” (critério que apresenta o maior valor de constante de escala), “posição”, “custo” e forma ainda mais discrepante nos critérios “segurança” e “habitantes”. Já a alternativa 8 apresenta desempenho máximo em 2 dos 9 critérios analisados. Mesmo observando que a alternativa 8 supera a alternativa 4 no 2º e 3º critério com maior constante de escala, ela não supera Alt 4 no restante dos critérios. Assim, o decisor selecionou a alternativa 4 como a melhor nesta comparação. Novamente a PL foi atualizado, retornando à ordenação com 4 posições, como mostra a figura 10.

Figura 10 – Diagrama de Hasse após 1ª avaliação holística (decisor 1)

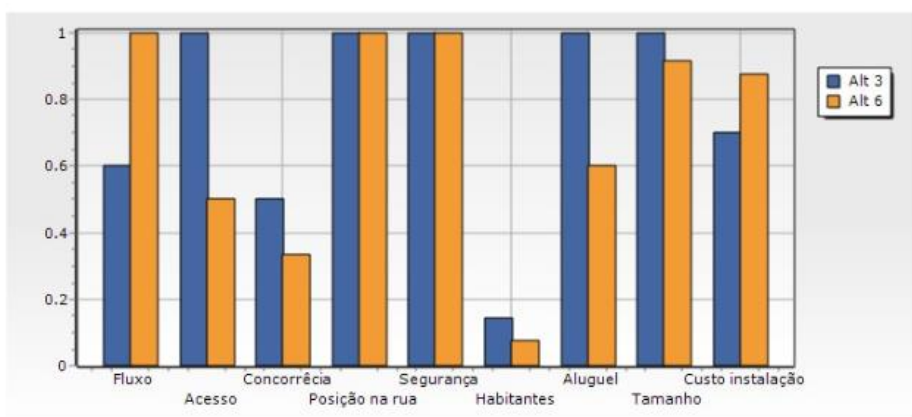


Fonte: o autor, 2022.

Neste momento da elicitação, com a finalidade de obter uma ordenação com mais níveis, o decisor optou por não performar a avaliação holística nesse momento e preferiu retornar para a elicitação por decomposição. Contudo, após responder mais 3 perguntas verificou que a ordenação ainda se encontrava em 4 níveis e optou por retornar à avaliação holística.

Na avaliação holística, o decisor primeiro comparou os pares Alt3 e Alt6 (figura 11) através do gráfico de barras, dado este ser o gráfico em que o decisor se sentiu mais confortável em todo o processo.

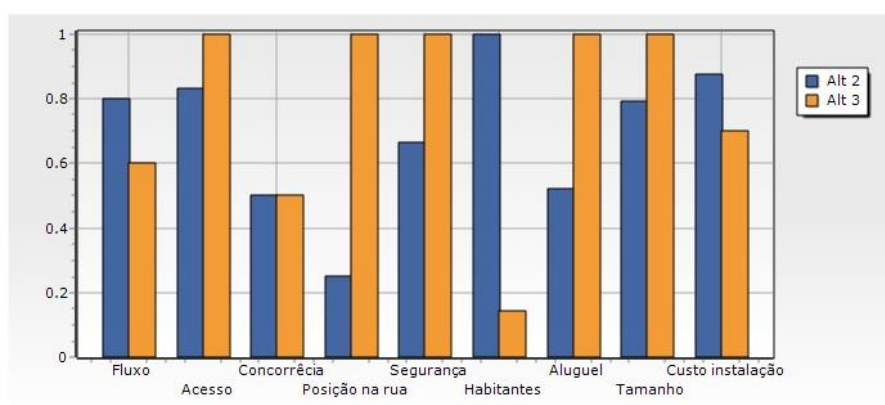
Figura 11 – Gráfico de barras para comparação das alternativas 3 e 6 (posição 3)



Fonte: o autor, 2022.

Comparando as alternativas Alt3 e Alt6 por meio do gráfico acima (figura 11), o decisor não se sentiu confortável em firmar uma decisão nesse momento, dado que não conseguiu chegar a uma decisão de preferência estrita ou indiferenças entre as duas alternativas analisadas. Desta forma, optou por visualizar também os pares Alt2 e Alt3 através do gráfico de barras (figura 12). Nesta análise holística entre Alt2 e Alt3, o decisor julga ser mais fácil diferenciar as alternativas e sentiu mais confortável compará-las.

Figura 12 – Gráfico de barras para comparação das alternativas 2 e 3 (posição 3)

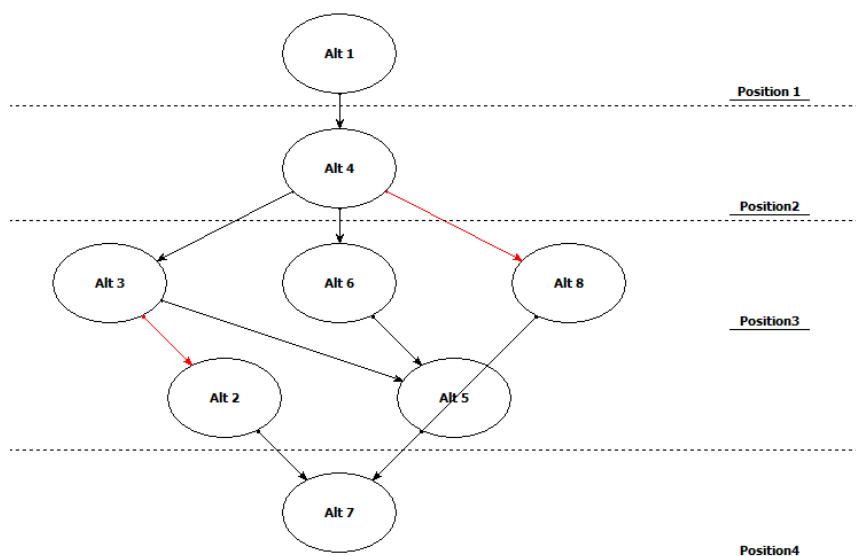


Fonte: o autor, 2022.

O decisor verificou que Alt3 mostra-se vantajosa em 5 dos 9 critérios em relação a Alt2. Dentre os 4 primeiros critérios na ordenação das constantes de escala, Alt3 supera Alt2 em 2 critérios e empata em 1 critério. O decisor também observou que a alternativa 3 supera significativamente os critérios “posição na rua”, “segurança” e “aluguel”, mas em ambos os critérios as alternativas apresentaram um desempenho similar, exceto no critério “habitantes”.

No critério “habitantes”, o decisor observou que a alternativa 2 supera a alternativa 3, mas segundo ele, esse desempenho pode ser compensado pelo bom desempenho da Alt3 nos critérios “acesso”, “posição” e “segurança”. Assim, o decisor selecionou a Alt3 como a melhor nesta comparação. Novamente, a PL foi atualizada, como mostra a figura 13.

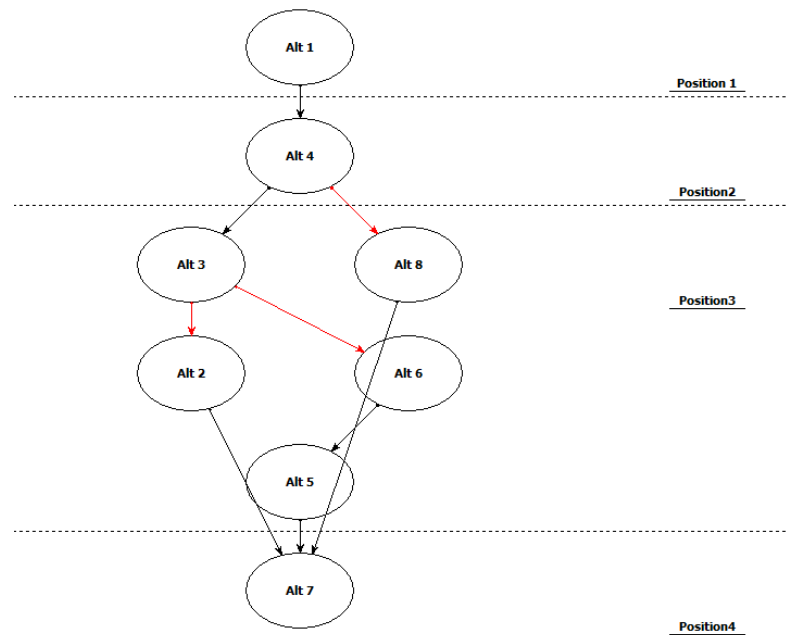
Figura 13 – Diagrama de Hasse após avaliação 2ª informação na avaliação holística



Fonte: o autor, 2022.

Ao visualizar o diagrama de Hasse (figura 13), o decisor optou por retornar a avaliar as alternativas 3 e 6 que ainda permaneciam incomparáveis entre si na posição 3 da pré-ordem encontrada até então. Novamente comparando as duas alternativas através do gráfico de barras (figura 11), o decisor escolheu a alternativa 6 como sendo a melhor nesta comparação. Assim, foi adicionada mais uma informação preferencial e com isso a PL foi atualizado e uma nova ordenação foi gerada, ver figura 14.

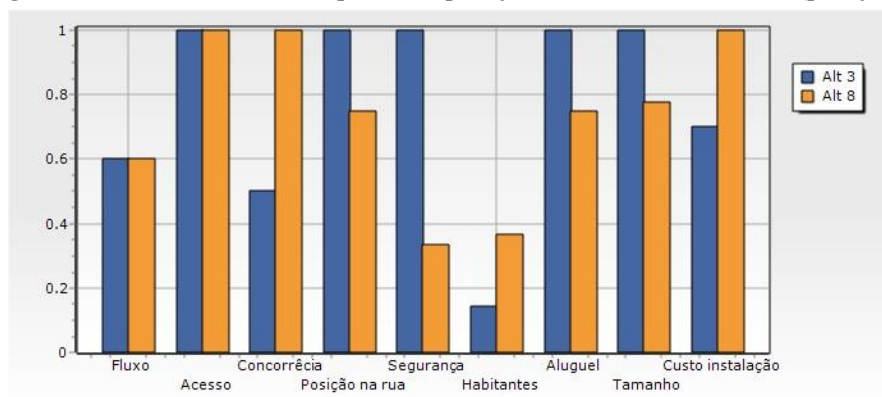
Figura 14 – Diagrama de Hasse após avaliação 3ª informação na avaliação holística



Fonte: o autor, 2022.

O decisor ainda não satisfeito com o resultado, decidiu continuar o processo, optando agora por avaliar as Alt3 e Alt8, alternativas essas ainda incomparáveis entre si na posição 3 da ordenação.

Figura 15 – Gráfico de barras para comparação das alternativas 3 e 8 (posição 3)

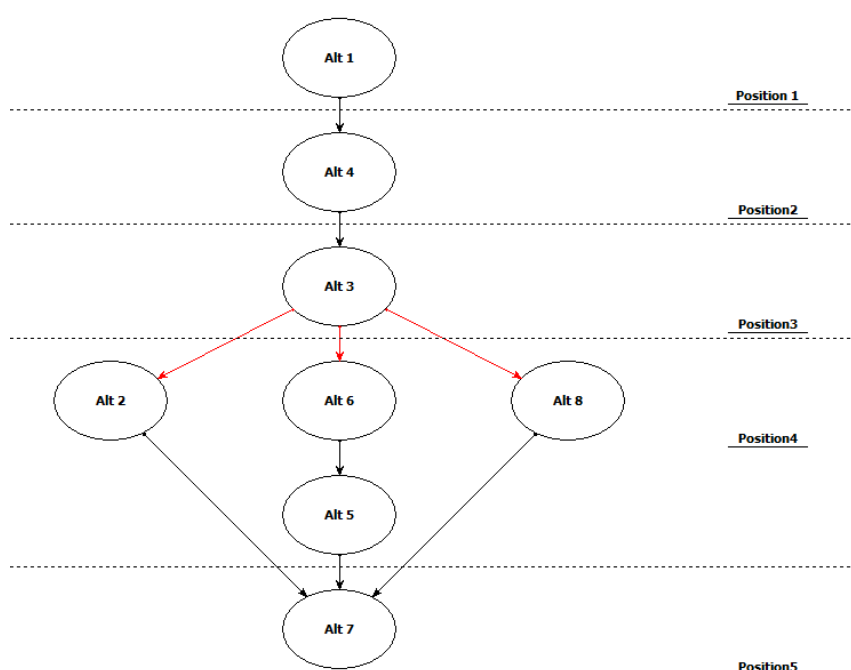


Fonte: o autor, 2022.

Nesta comparação, o decisor observou que o desempenho das duas alternativas nos dois primeiros critérios, são equivalentes entre si. A alternativa 3 apresenta uma vantagem um tanto significativa em 4 de 7 critérios. Contudo, o decisor observou uma semelhança no desempenho de ambas as alternativas nos critérios “posição”, “aluguel”, “tamanho” e uma compensação nos critérios “posição” e “custo” e entre os critérios “tamanho” e “custo”. Neste momento, para

facilitar a análise, o analista orientou o decisor a excluir da sua avaliação os 2 primeiros critérios (alternativas com desempenhos iguais) e o dois últimos critérios (alternativas que apresentam uma compensação entre si). Assim, o decisor visualizou que a alternativa 3 supera a alternativa 4 em 3 dos 5 critérios restantes e ainda apresentava uma vantagem expressiva no critério “segurança”. Com essa avaliação, o decisor informou que a Alt3 é melhor que Alt8. A PL foi atualizada, estabelecendo uma nova relação de dominância e uma nova ordenação foi gerada, como é possível ver na figura 16.

Figura 16 – solução de compromisso do decisor 1



Fonte: o autor, 2022.

Ao se deparar com esta pré-ordem em 5 níveis, o decisor resolveu parar a elicitación, pois julgou que a solução encontrada satisfaz os objetivos do problema.

Na perspectiva dos métodos no MAVT, como é o caso do FITradeoff, não é possível haver incomparabilidade entre alternativas, dado que a relação de preferência é do tipo P, I. Contudo, ao decorrer do processo de elicitación do método FITradeoff na problemática de ordenação, a incomparabilidade pode surgir a depender das informações preferenciais encontradas até o momento da elicitación.

No FITradeoff, a incomparabilidade pode acontecer pelo fato deste ser um método de informações parciais, e sendo assim, não utiliza valores exatos para as constantes de escala, mas sim um range de valores. Logo, a depender das informações encontradas até o momento,

pode não existir uma condição de dominância para todas as alternativas dentro do espaço de pesos atual (FREJ *et al.*, 2019) e como o processo é flexível, o decisor pode optar por parar a elicitação em qualquer momento da decisão, mesmo havendo incomparabilidade entre alternativas.

Com o alcance da solução de compromisso, o analista inicia a etapa 10 do *framework* (figura 1) realizando a análise de sensibilidade. Para tal foi realizada uma avaliação conjunta de todos os parâmetros e dados de entrada com a finalidade de verificar a robustez do modelo (DE ALMEIDA, 2013). Todos os valores dos parâmetros foram alterados em uma variação de – 10% a +10% no próprio SAD do FITradeoff.

Após simulações sucessivas na análise de sensibilidade (AS), percebeu-se que as alternativas na quarta e quinta posição no *ranking* (Alt2, Alt5, Alt6, Alt8, Alt7) mudaram em mais de 80% das vezes nas simulações sucessivas realizadas, como bem mostra a tabela 13. Isso pode ser um indicativo que o modelo apresenta uma leve sensibilidade a pequenas alterações nos valores das consequências.

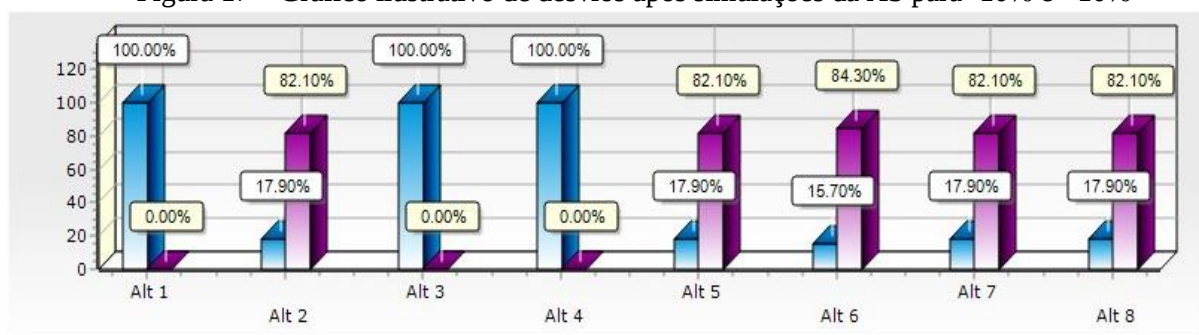
Tabela 13 – Porcentagem de desvios do ranking original (decisor 1)

Posição no ranking	1	2	3	4	4	4	4	5
Alternativas	Alt1	Alt4	Alt3	Alt2	Alt5	Alt6	Alt8	Alt7
Posição original (%)	100%	100%	100%	17,9%	17,9%	15,7%	17,9%	17,9%
Mudança na posição (%)	0%	0%	0%	82,1%	82,1%	84,3%	82,1%	82,1%

Fonte: o autor, 2022.

Dentre as 8 alternativas do problema, apenas as alternativas 1, 4 e 3 não sofreu nenhuma alteração na posição do *ranking*. Ao contrário das demais que sofreram mudança no ranking em mais 80% das vezes em algum momento da simulação. Contudo, mesmo havendo alterações de 10% pra mais e pra menos nos dados de entrada, os três primeiros níveis do *ranking* permaneceram inalterados.

Figura 17 – Gráfico ilustrativo de desvios após simulações da AS para -10% e +10%



Fonte: o autor, 2022.

O analista fez uma análise mais profunda das posições das alternativas na tabela 4, percebeu-se que as alternativas do 4º nível (Alt2, Alt6, Alt8, Alt5) sobem para o 3º nível da ordenação em mais 80% das vezes, assim como Alt7 que sobe para o 4º nível. Uma possível explicação para isso seria pelo fato que a relação de dominância da Alt3 sobre as alternativas de 4º e 5º nível terem sido estabelecidas através da avaliação holística, sendo esta uma informação mais forte que a elicitación por decomposição.

Dado que o decisor considera os 3 primeiros níveis da ordenação como os mais importantes. O modelo pode ser considerado bastante robusto, visto que as alternativas que se encontram até o 3º nível não sofreram alteração em nenhum momento. Ainda as alternativas de 4º nível se igualam as alternativas de 3º nível, com destaque para a alternativa 5 onde é possível estimar que ela ainda permanece dominada pela alternativa 6.

Tabela 14 - Porcentagem de vezes que a alternativa foi ordenada na posição no ranking (decisor 1)

<i>Alternativas/ posição</i>	Alt1	Alt2	Alt3	Alt4	Alt5	Alt6	Alt7	Alt8
1	100%	0%	0%	0,1%	0%	0%	0%	0%
2	0%	0,1%	0,1%	99,9%	0,1%	0,1%	0%	0,1%
3	0%	81,7%	99,9%	0%	81,7%	83,4%	0,1%	81,7%
4	0%	17,8%	0%	0%	17,8%	16,5%	81,7%	17,8%
5	0%	0,4%	0%	0%	0,4%	0%	17,8%	0,4%
6	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0,4%	0%

Fonte: o autor, 2022.

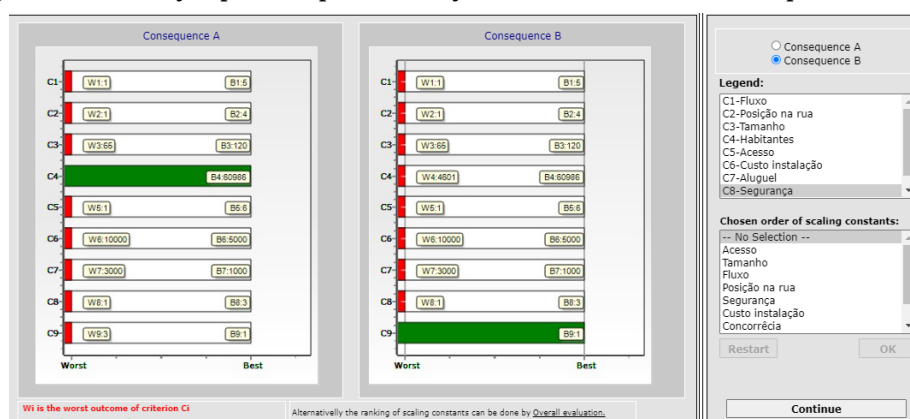
Portanto, diante da avaliação dos resultados através da AS, o analista verificou que não há necessidade de retorno a nenhuma etapa do processo. O analista também expôs os resultados ao decisor e o lembrou dos prédios referentes às 3 primeiras posições do *ranking*. O decisor sentiu-se bastante satisfeito com a solução, dado que é usual e atende aos objetivos do problema. A solução está aprovada e já pode ser implementada.

4.2.2 Aplicação com o Decisor 2

Após estabelecidas a estrutura de preferências, a aplicação do FIITradeoff seguiu os mesmos passos do decisor 1. A avaliação intracritério, etapa 7 do *framework* (ver figura 1) compreendendo a elicitación da função utilidade, foram também definidas como lineares para efeito de simplificação.

Em seguida, na etapa 8 do *framework* (ver figura 1), foi realizada a avaliação intercritério. Do mesmo modo do decisor 1, o decisor 2 também preferiu fazer a ordenação das constantes de escala comparando os critérios do problema de forma pareada, como mostra a figura 18.

Figura 18 – Avaliação pareada para elicitación das constantes de escala para o decisor 2



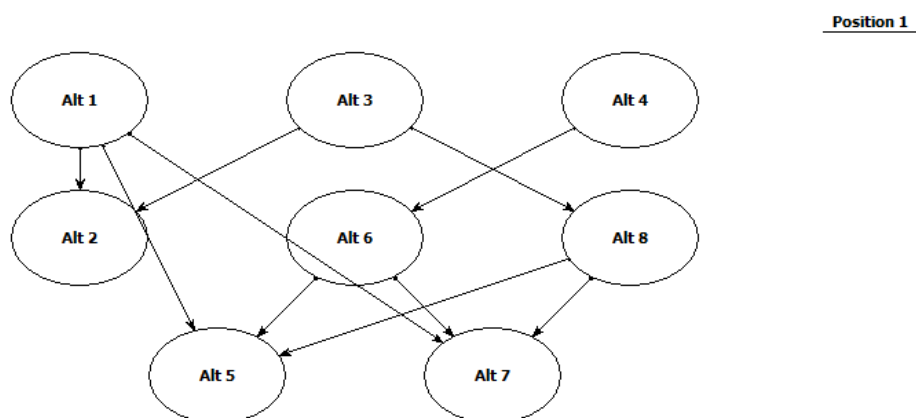
Fonte: o autor, 2022.

O decisor 2 chegou a seguinte ordenação das constantes de escala: “Facilidade de acesso” > “Tamanho do prédio” > “Fluxo de pessoas” > “Posição na rua” > “Segurança” > “Custo com instalação” > “Concorrência” > “Total de habitantes” > “Aluguel”.

Com a elicitación das constantes de escala, conclui-se a consolidação do modelo. Como isso, as etapas de finalização do método são executadas (DE ALMEIDA, 2013).

Na etapa 9 do *framework* (ver figura 1). Após a ordenação das constantes de escala, restrições foram adicionadas a PL. A PL foi atualizada para estabelecer relação de dominância entre alternativas, como ilustrada na figura 19. Contudo, nesse momento do processo de decisão, o decisor 2 também não alcançou uma solução de compromisso do problema, visto que todas as alternativas ainda permanecem agrupadas em uma única posição no *ranking* como apresenta a figura 18.

Figura 19 – Diagrama de Hasse após ordenação das constantes de escala do decisor 2.



Fonte: o autor, 2022.

Na visualização do diagrama de Hasse, o analista também explicou ao decisor 2 que ainda existiam conjunto de alternativas incomparáveis (sem relações de dominância), como é o caso do conjunto de alternativas não dominadas: Alt1, Alt3, Alt4 e entre as alternativas Alt2, Alt6 e Alt8 que são dominadas por pelo uma das alternativas acima e incomparáveis entre si.

Adiante, o analista apresentou ao decisor todos os gráficos contidos no SAD (gráfico de barras, gráfico de bolhas e gráfico radar) para que o decisor fizesse uma pré-análise holística. O decisor 2 também preferiu a visualização holística através do gráfico de barras. O analista por sua vez também explicou como deveria ser realizada a avaliação através do gráfico de barras, assim fez como o decisor 1.

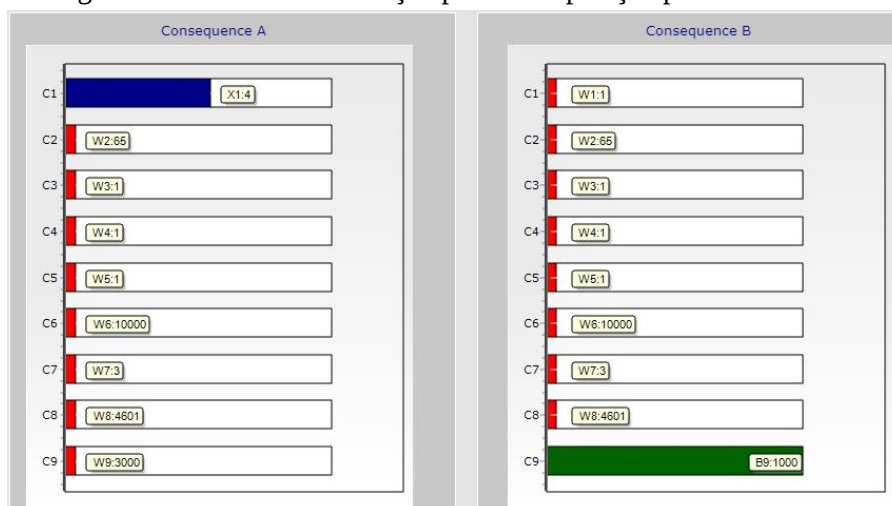
Considerando que até o momento apenas 1 posição no *ranking* foi alcançada, o analista da mesma forma, também orientou o decisor 2 a seguir para elicitación por decomposição, tendo em vista que o decisor também não se sentiu confortável em avaliar as alternativas de forma holística neste momento. Após esta análise, o decisor optou por iniciar a elicitación por decomposição.

Iniciando a elicitación por decomposição, o decisor avaliou os pares de situações hipotéticas (consequência A e consequência B). No ciclo 1 (figura 20), o decisor foi levado a comparar o cenário A (o primeiro critério apresenta desempenho intermediário, nível 4 de acesso, e os demais critérios com os piores desempenhos) com o cenário B (o último critério na rodem das constantes de escala apresenta o melhor desempenho, R\$ 1000 de aluguel, e os demais critérios com os piores desempenhos).

Em cada ciclo, o decisor 2 também compara consequências considerando *tradeoffs* entre os critérios. Na elicitación por decomposição o decisor, é perguntado qual consequência (A ou

B) é estritamente preferível a ele, ou se ele é indiferente, ou ainda se ele prefere não responder e pular para a próxima pergunta.

Figura 20 – Ciclo 1 da avaliação por decomposição para o decisor 2.



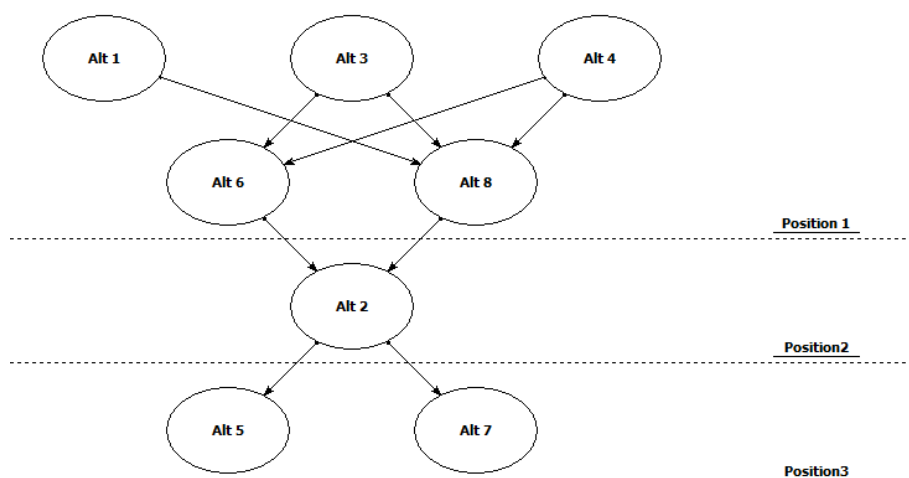
Fonte: o autor, 2022.

Ao decorrer da elicitación, o analista responsável foi instruindo ao decisor a verificar os resultados obtidos até então para que ele conseguisse visualizar possíveis mudanças na ordenação. A possibilidade de visualizar os resultados durante todo o processo é uma flexibilidade considerável do método, pois o decisor é livre para decidir mudar de paradigma quando ele assim achar conveniente fazer, tornando o processo mais rápido.

Da mesma forma, o decisor 2 optou por também iniciar o processo de decisão pela elicitación por decomposição, após responder a 13ª questões e visualizando as posições do *ranking* alcançadas até então, preferiu parar de responder nesse momento e seguiu para analisar a interface gráfica.

Neste instante, após a visualização do diagrama de Hasse ao final da 13ª pergunta, o decisor observou que havia 3 níveis na ordenação, como bem apresenta a figura 21. Foi percebido que haviam 5 alternativas no primeiro nível, dentre elas, as alternativas 1, 3 e 4 e as alternativas 6 e 8 que ainda estavam incomparáveis entre si.

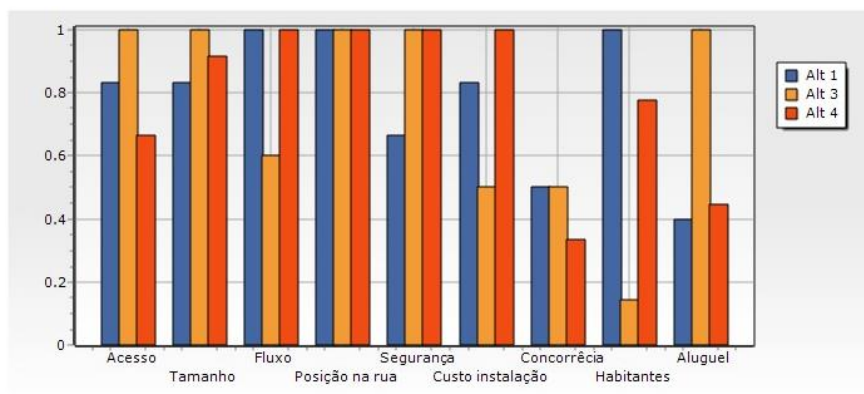
Figura 21 – Diagrama de Hasse após a 13ª pergunta respondida na elicitação por decomposição (decisor 2)



Fonte: o autor, 2022.

Logo, o decisor optou por avaliar em conjunto o gráfico de barras com as três primeiras alternativas da ordenação como ilustra a figura 22, mas não se sentiu seguro em escolher a melhor das três neste momento.

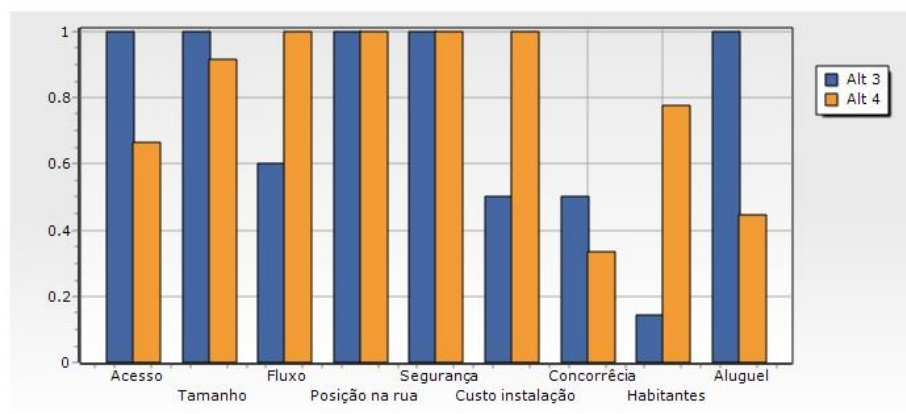
Figura 22 – Gráfico de barras contendo as alternativas: Alt1, Alt3 e Alt4 (decisor 2).



Fonte: o autor, 2022.

Assim, o analista instruiu o decisor a testar combinação aos pares das três alternativas e informasse qual par ele se sentia mais confortável para avaliar. Assim, o decisor optou por avaliar as alternativas Alt3 e Alt4 através do gráfico de barras, ilustrado na figura 23.

Figura 23 – Gráfico de barras contendo as alternativas: Alt3 e Alt4 (decisor 2)



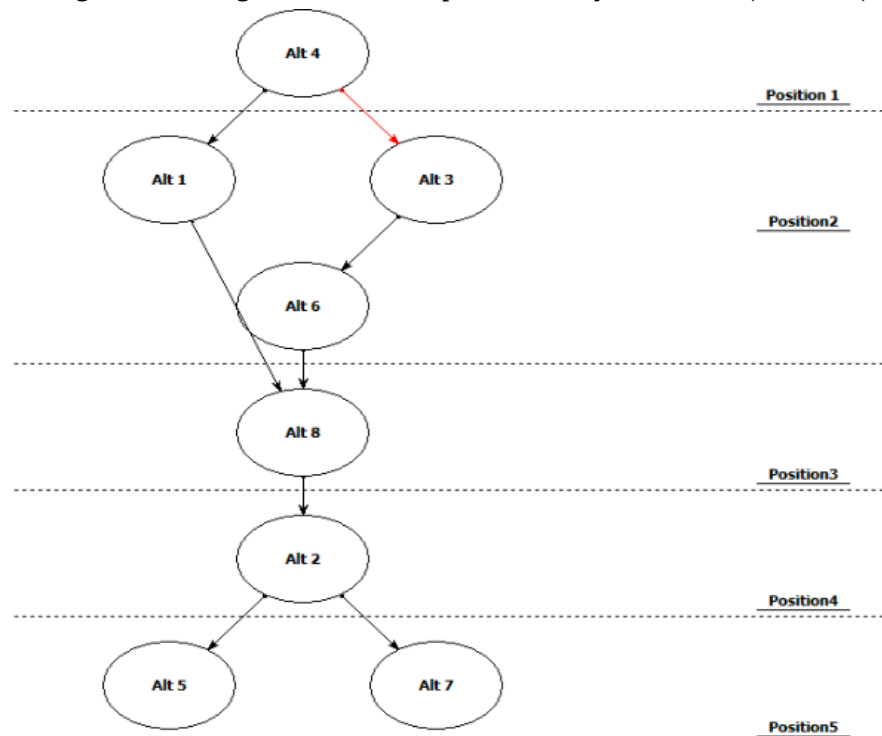
Fonte: o autor, 2022.

Observando as duas alternativas no gráfico de barras, o decisor observou algumas semelhanças nas consequências de Alt3 e Alt4 em alguns critérios, como por exemplo: nos critérios “posição na rua” e “segurança” as alternativas são equivalentes, já nos critérios “fluxo” e “custo com instalação” Alt4 supera Alt3 que se apresenta abaixo de 0.6 na escala. Ainda observou que no penúltimo critério Alt4 também supera Alt3.

Ainda, o decisor informou ao analista que Alt4 chega muito próximo a Alt3 no critério “tamanho” e perde um pouco para Alt3 no critério “acesso”, mas visualizando os seis primeiros critérios e desconsiderando os critérios “posição” e “segurança” onde as alternativas apresentam desempenhos iguais, o decisor declarou que Alt4 é melhor que Alt3.

Com esta informação preferencial, a PL foi mais uma vez atualizada, retornando à ordenação com 5 posições, como mostra a figura 24.

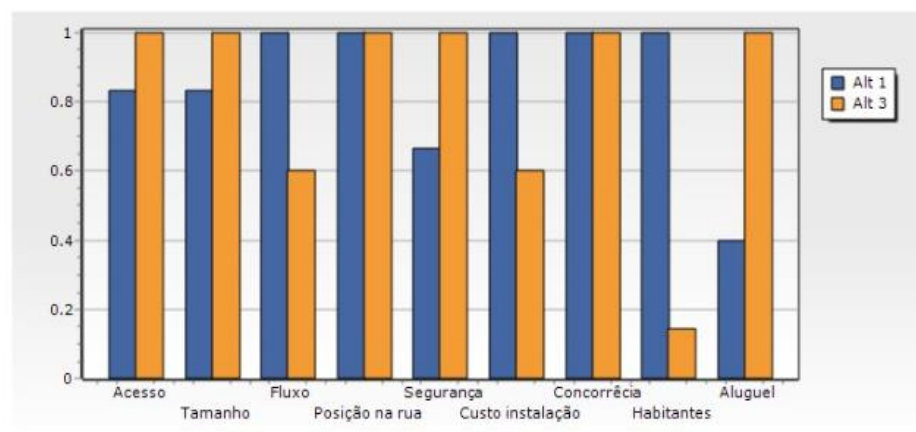
Figura 24 – Diagrama de Hasse após 1ª avaliação holística (decisor 1)



Fonte: o autor, 2022.

Observando o diagrama de Hasse, o decisor visualizou que as alternativas Alt1 e Alt3 ainda permaneceram incomparáveis entre si, assim como as alternativas Alt1 e Alt3. Nesse momento, o decisor optou por comparar as Alt1 e Alt3 através do gráfico de barras como mostra a figura 25 abaixo.

Figura 25 – Gráfico de barras contendo as alternativas: Alt1 e Alt3 (decisor 2)

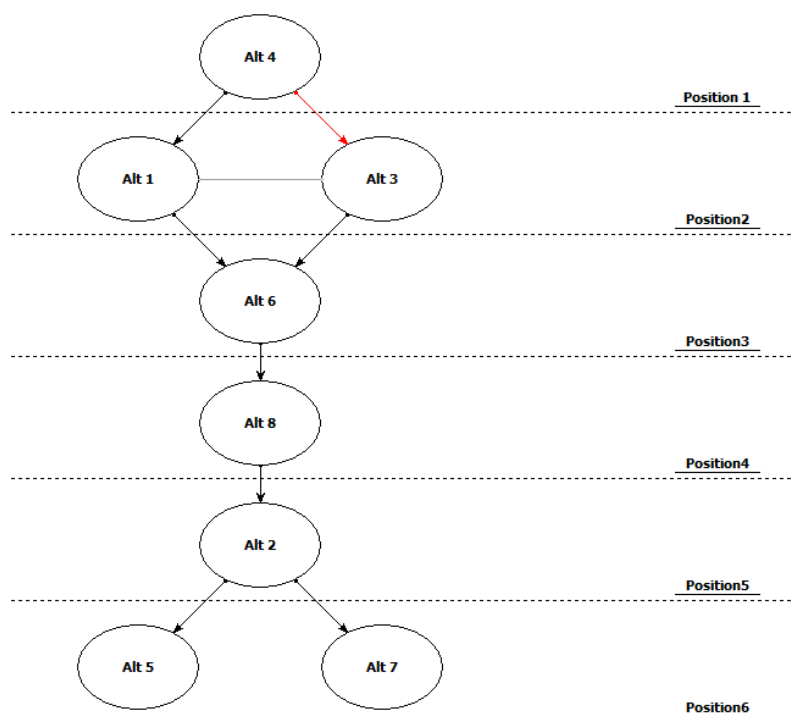


Fonte: o autor, 2022.

Na comparação, o decisor observou que o desempenho das duas alternativas nos critérios “posição” e “concorrência” são iguais. A alternativa 3 ainda apresenta desempenho máximo

superando Alt3 em 4 dos 7 critérios, dentre os quais 2 são os primeiros na ordenação das constantes de escala “acesso” e “tamanho”. Assim, o decisor avaliou que a alternativa 1 é melhor que a alternativa 3. A PL foi atualizada e uma nova relação de dominância e uma nova ordenação foi gerada agora em 6 níveis, como é possível ver na figura 26.

Figura 26 – Diagrama de Hasse após 2ª avaliação holística (decisor 2)



Fonte: o autor, 2022.

Ao perceber que Alt1 e Alt3 retornaram como indiferentes, o decisor questionou o analista o motivo. O analista explicou ao decisor que isso aconteceu pelo fato de as alternativas estarem abaixo de 0,01 no limiar de indiferença e mesmo definindo na avaliação holística que Alt1 é melhor que Alt3, esta informação não foi capaz de superar o limiar de indiferença.

O decisor, observando que a solução encontrada até então é suficiente e que atende aos seus objetivos, optou por parar o processo e definiu essa pré-ordem (figura 26) como solução para o problema.

Com o alcance da solução de compromisso, o analista inicia a etapa 10 do *framework* (figura 1) realizando a análise de sensibilidade. Todos os valores dos parâmetros também foram alterados em uma variação de – 10% a +10% no próprio SAD do FITradeoff.

Após simulações sucessivas na análise de sensibilidade (AS), percebeu-se que as alternativas na terceira a sexta posição *ranking* (Alt6, Alt8, Alt2, Alt5, Alt7) obtiveram uma leve mudança de posição em pelo menos 60% das vezes nas simulações sucessivas realizadas,

como bem mostra a tabela 13. Exceto para a alternativa Alt7 (5ª nível) que obteve uma mudança expressiva na posição do ranking, 90% das vezes.

Tabela 15– Porcentagem de desvios do ranking original (decisor 2)

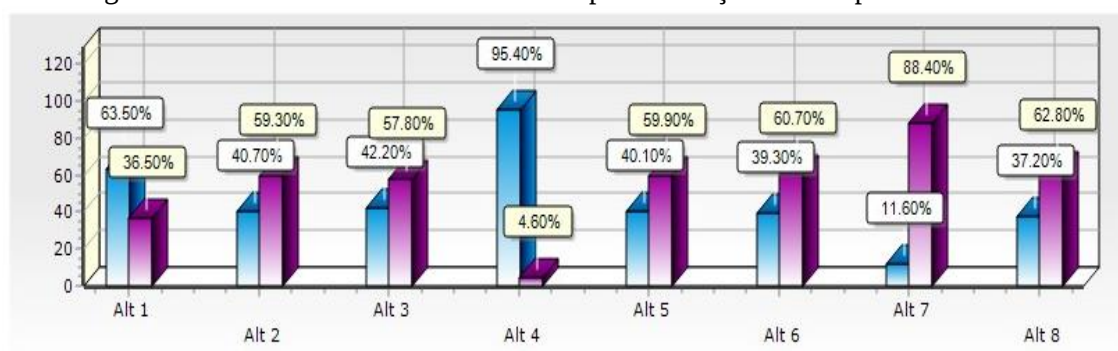
<i>Posição no ranking</i>	1	2	2	3	4	5	6	6
Alternativas	Alt 4	Alt 1	Alt 3	Alt 6	Alt 8	Alt 2	Alt 5	Alt 7
Posição original (%)	95,4%	63,5%	42,2%	39,3%	37,2%	40,7%	40,1%	11,6%
Mudança na posição (%)	4,6%	36,5%	57,8%	60,7%	62,8%	59,3%	59,9%	88,4%

Fonte: o autor, 2022.

Dentre as 8 alternativas do problema, apenas as alternativas 4 não sofre grande alteração (em apenas 4,6% das vezes) em sua posição nas simulações sucessivas da AS. Nas alternativas restantes, apenas Alt1 sofre mudança um pouco menos significativa (36,5% das vezes) e Alt3 que é indiferente a Alt1, tem um pouco mais de chance de mudar de posição (57,8% das vezes). Já as cinco últimas alternativas do *ranking* sofreram mudança em mais de 59% das vezes. Portanto, verificando o resultado da AS (tabela 15), estima-se que o modelo é sensível a mudanças. Ou seja, ele não é tão robusto com relação a avaliação conjunta de todos os parâmetros e dados de entrada, já que pequenas alterações causam mudança significativa no resultado.

Porém, mesmo havendo alterações em 10% para mais e para menos nos dados de entrada, as alternativas dos dois primeiros níveis do *ranking* da solução de compromisso ainda permanecem em posição superior na ordenação. Analisando o gráfico de barras da figura 27, Alt4 permanece na posição 1 em 95,4% das vezes e Alt1 permanece na posição 2 em 63,5% das vezes.

Figura 27 – Gráfico ilustrativo de desvios após simulações da AS para -10% e +10%.



Fonte: o autor, 2022.

Para uma análise mais precisa, o analista avaliou os resultados da AS através da tabela 16 que mostra a porcentagem de vezes em que todas as alternativas foram ordenadas em todos os níveis do *ranking*.

O analista ainda observou que a Alt3 fica entre o segundo e terceiro nível em 86,9% das vezes, com apenas 2,5% a mais de chance de descer 1 posição no *ranking* e ocupar a posição 3. Já a alternativas 6 fica entre o terceiro e quarto nível em 85,5% das vezes, com 6,9% de chance a mais de descer para o 4º nível. As alternativas Alt8, Alt2, Alt5 e Alt7 também têm comportamento semelhante e não apresentam grandes mudanças em suas posições, mudando para a próxima posição do *ranking*, mas sem uma porcentagem expressiva de vezes.

Dado que as alternativas nos três primeiros níveis do *ranking* permanecem as mesmas e são esses os níveis mais importantes para o decisor 2, o modelo pode ser considerado robusto, visto que as alternativas se comportam da mesma forma após simulações sucessivas em 10% para mais e para menos.

Tabela 16 - Porcentagem de vezes que a alternativa foi ordenada na posição no ranking (decisor 2)

<i>Alternativas/ posição</i>	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5	Alt 6	Alt 7	Alt 8
1	14,7%	0%	4,4%	95,4%	0%	0%	0%	0%
2	63,5%	0%	42,2%	4,6%	0%	14,5%	0%	0%
3	20,9%	1%	44,7%	0%	0%	39,3%	0%	6,4%
4	0,9%	12%	8,7%	0%	0,8%	46,2%	0%	37,2%
5	0%	40,7%	0%	0%	11,6%	0%	0,8%	55,2%
6	0%	46,3%	0%	0%	40,1%	0%	11,6%	1,2%
7	0%	0%	0%	0%	47,5%	0%	40,1%	0%
8	0%	0%	0%	0%	0%	0%	47,5%	0%

Fonte: o autor, 2022.

Portanto, diante da avaliação dos resultados através da AS, o analista verificou que não há necessidade de retorno a nenhuma etapa do processo. O analista também expôs os resultados ao decisor e o lembrou dos prédios referentes as 3 primeiras posições do *ranking*, Alt4, Alt1 e Alt3. O decisor se sentiu bastante satisfeito com a solução, dado que também é usual e atende aos objetivos do problema. A solução está aprovada e já pode ser implementada.

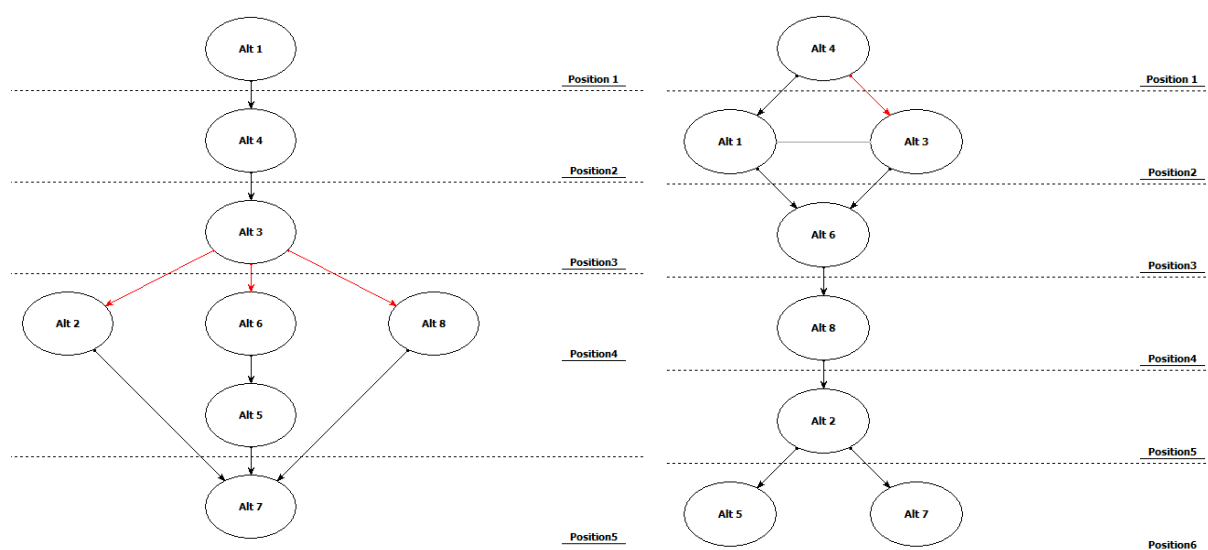
4.3 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

4.3.1 Análise e comparação dos resultados dos decisores

Nesta pesquisa os decisores obtiveram duas ordenações distintas para o mesmo problema. A figura 28 mostra as soluções de compromisso assumidos por ambos os decisores. De acordo

com as preferências do decisor 1, Alt1 domina Alt4 e Alt3, diferente das preferências do decisor 2, onde Alt4 não é dominada por nenhuma outra e domina Alt1 e Alt3 que por sua vez são indiferentes dominando Alt6. Também são observadas algumas semelhanças de modo geral. As 3 primeiras alternativas do *ranking* são as mesmas em ambas soluções e a alternativa 7 também assume na última posição para ambos decisores.

Figura 28 – Comparação entre as soluções de compromisso dos decisores. Solução do decisor 1 a esquerda e solução do decisor 2 a direita



Fonte: o autor, 2022.

Sendo assim, foi preciso integrar os resultados para chegar a uma solução final. Para tal, uma possível abordagem é o processo de consenso ou negociação entre decisores independentes para chegar a uma decisão em comum (DE ALMEIDA *et al.*, 2019). Segundo Yuan-Wei e Ya-Lu (2020), esta é uma abordagem vantajosa nesse cenário, pois a tomada de decisão consensual entre os envolvidos otimiza a solução do problema.

Para a integração das soluções, o analista fez uma reunião com os dois decisores e apresentou as duas ordenações encontradas com a finalidade que eles comparecessem e percebessem as semelhanças e diferenças.

Os decisores ao visualizar os dois *rankings* presentes na figura 28, notaram que as alternativas 1 e 4 encontram-se no primeiro e no segundo nível em ambos os *rankings*. Já a alternativa 3 aparece indiferente a alternativa 1 na ordenação do decisor 2, podendo ser dominada por Alt1 em 44,7% das vezes de acordo com a simulação realizada na AS. Também

foi visto que as alternativas 1, 4 e 3 na ordenação do decisor 1 não sofrem mudança de nível na ordenação, dado que mesmo após simulações elas permanecem nos 3 primeiros níveis.

Portanto, os decisores definiram em consenso priorizar os 2 primeiros níveis da ordenação, corresponde a Alt1 e Alt4. Logo, a ordenação final para os quatro primeiros níveis é a seguinte: $Alt1 > Alt4 > Alt3 > Alt6$.

4.3.2 Insights sobre o processo de consenso

Os decisores perceberam que o consenso em uma situação de decisão deve existir desde a etapa da definição do problema, como foi o caso desta pesquisa, onde os decisores já estavam cientes do problema que enfrentavam, porém não o tinham de forma estruturada. Eles tinham ciência que a empresa estava mal localizada e as suas instalações físicas estavam impróprias influenciando diretamente em suas vendas, dados que estavam perdendo clientes por causa da falta de espaço para atendimento, refletidos também nos baixos índices de prospecção de vendas.

Nesta aplicação, o consenso entre os decisores ocorreu ao decorrer da aplicação do método VFT e na integração dos *rankings* para chegar a uma solução final. Dado que ambos já tinham a definição do problema.

O decisor 1 achou fundamental o processo de consenso após as soluções encontradas. Para ele investigar as duas AS em conjunto trouxe ainda mais segurança na decisão final.

O decisor 2 teve uma percepção semelhante quanto ao processo de consenso e ainda demonstrou satisfação em elicitar as suas preferências de forma separada para só depois retornar ao consenso, pois sentiu que todas as suas decisões foram consideradas.

4.3.3 Discussão do uso do FITradeoff para problemas com múltiplos decisores

Segundo De Almeida *et al.* (2019), o método FITradeoff pode ser aplicado para solucionar problemas de tomada de decisão multicritérios no contexto de múltiplos decisores. O processo de elicitação de preferências pode ser realizado de forma simultânea ou independente. No primeiro caso, os decisores elicitam as suas preferências em conjunto e chegam a uma única solução de compromisso ao final do processo. No segundo caso, cada decisor elicita as suas preferências individualmente e se ao final da elicitação uma solução comum não tenha sido alcançada, o grupo deve fazer uma reunião para entrar em consenso a fim de chegar a uma solução final (DELL'OVO *et al.*, 2018). No caso desta pesquisa, a elicitação foi realizada de forma independente.

Tendo em vista que o processo de decisão em empresas geralmente envolve múltiplos atores, o método FITradeoff se mostrou de fato aplicável para solucionar casos envolvendo múltiplos decisores com os mesmos objetivos, que consideram as mesmas alternativas sob os mesmos critérios. Foram percebidas vantagens por parte dos decisores quanto à individualização de preferências neste tipo de tomada de decisão. Os decisores perceberam que a eliciação de preferência em formato individual “dá voz” a todos os envolvidos sem haver interferências de outras pessoas do grupo. De fato, chegar a uma solução individualizada e um tanto diferente mostrou que a opinião de cada decisor foi considerada.

As soluções semelhantes encontradas nesta pesquisa com a aplicação do FITradeoff, mostrou ainda que os objetivos listados na etapa do VFT atendiam de fato a todos os envolvidos. Fortalecendo ainda mais a importância de aplicar métodos para tomada de decisão multicritério em problemas com objetivos já estruturados, pois sem dúvida melhora a qualidade e a consistência da decisão. Concordando assim com trabalhos de Thokala *et al.* (2016) e De Almeida (2016).

Ao final do processo de eliciação independente, os decisores mostraram insatisfação quanto a demora para chegar a solução final. Isso pode ser explicado pelo fato de cada decisor ter agenda, competências e até mesmo conhecimentos distintos. E neste modelo de tomada de decisão, o tempo para encontrar a solução depende de cada ator, quanto mais envolvidos, maior é o tempo para alcançar a solução.

Os decisores se mostraram satisfeitos quanto a aplicabilidade do método e a sua interface interativa. Declaram ainda que o apoio do analista foi fundamental durante todo o processo e sem esse apoio não teriam conseguido entender a metodologia, nem tão pouco utilizar de forma consciente todos os paradigmas e funcionalidade do SAD-FITradeoff.

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

5.1 CONCLUSÕES

No presente estudo, foi desenvolvido um modelo multicritério para solucionar o problema de localização das instalações de uma empresa de pequeno a médio porte do ramo alimentar na cidade de Parnamirim, no Rio Grande do Norte. A empresa se encontrava em dificuldades para decidir qual o local ideal que trouxesse maximiza as suas vendas. Dado que o problema se encontrava desestruturado, sem conhecimento dos seus objetivos e metas, se quer os proprietários (decisores) tinham ciência de um método de auxílio a tomada de decisão.

Por conseguinte, o analista em métodos multicritério foi responsável por conduzir toda o processo de decisão, iniciou construindo o modelo multicritério com base em um *framework* (figura 1) que combina as fases da metodologia VFT com o procedimento de 12 etapas recomendadas por De Almeida (2013) para construção do modelo. Ao decorrer desse procedimento, mais precisamente na etapa 7, houve a aplicação do método FITradeoff para elicitación de preferências na problemática de ordenação aplicados a dois decisores (proprietários da empresa com o mesmo grau de influência). Após, o analista mediu um processo de consenso para chegar a uma solução final das alternativas, através da análise dos *rankings* de ambos decisores.

Através das aplicações constatou-se que o decisor 1 apresentou uma certa dificuldade com avaliação holística, especialmente com o gráfico radar e de bolhas. A maior dificuldade foi em qual combinação de alternativas incomparáveis escolher para fazer a avaliação pareada. O decisor sempre buscava combinar na avaliação holística as alternativas imparáveis que se encontravam mais ao topo do *ranking*. Contudo, nem sempre esse par de alternativas era o simples de avaliar, visto que as consequências das alternativas se apresentavam muito parecidas. Isso se deve ao índice das máximas diferenças entre as alternativas combinadas, quanto menor o índice, menor a diferença significativa das consequências e isso provavelmente dificulta a comparação na avaliação holística, exigido mais tempo e esforço cognitivo por parte do decisor. O analista buscou remediar essa dificuldade do decisor 1 instruindo-o a combinar vários pares de alternativas diferentes, não somente as que estavam mais ao topo do *ranking* ou voltar a elicitación por decomposição para obter uma ordenação com mais níveis. Isso facilitou o processo, mas não necessariamente reduziu significativamente o tempo e esforço.

A partir das explicações do analista, o decisor 1 ganhou mais autonomia para utilizar as funcionalidades do SAD-FITradeoff bom como a sua flexibilidade em combinar os paradigmas de elicitación por decomposição e a avaliação holística. Mesmo com pouco conhecimento sobre

gráfico, o decisor conseguiu fazer boas análises e teve um desempenho eficiente. Na análise de sensibilidade, o modelo mostrou-se robusto (seção 4.2.1) e semelhança entre soluções por parte de ambos decisores.

Já na aplicação com o decisor 2 não foram constatadas grandes dificuldades na utilização dos dois paradigmas. O decisor 2, que tem mais facilidade em analisar gráficos, fez a avaliação holística de forma mais rápida, assim como a fase de elicitación por decomposição.

Outro fator que merece destaque é a flexibilidade do FITradeoff refletida em seu SAD. Ambos decisores se mostraram confortáveis em alternar os paradigmas, como também ir acompanhando a solução encontrada até o momento da elicitación. Como isso, ambos perceberam que o processo de decisão estava progredindo à medida que elicitam as suas preferências, isso trouxe uma sensação de interação entre método e decisor.

Tendo em vista que decisões de localização de instalações estão presentes em empresas de modo geral, sendo esta uma decisão crucial que pode influenciar diretamente o sucesso de um negócio (PEREZ-BENITEZ *et al.*, 2021). A proposta de modelagem aqui apresentada, contribui substancialmente com a literatura por possibilitar a integração o método de estruturação de problemas VFT com o método multicritério FITradeoff, através de um *framework* (figura 1), assim como é possível replicar a modelagem construída em outros problemas de decisão semelhantes a esse. O uso do VFT proporcionou os decisores a encontrar objetivos anteriormente despercebidos com base em seus valores, com isso, foi possível criar critérios específicos para mensurar as consequências de cada alternativa. Através do FITradeoff foi possível avaliar as alternativas para chegar à solução do problema.

A pesquisa apresentou impactos econômicos significativos para a empresa que reduziu tempo e custo para tomada de decisão. Os decisores tomaram a decisão mais assertiva que atende aos seus objetivos estabelecidos, possibilitando a maximização de receitas a médio e longo prazo. Impactos sociais também são sentidos por possibilitar que outras empresas adotem a metodologia proposta para resolução de problemas multicritérios.

A presente pesquisa ainda gerou insights para melhoria do processo que serão apresentados na seção seguinte.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Em concordância com a seção 5.1, o processo de elicitación de preferência no SAD-FITradeoff ainda apresenta algumas oportunidades de melhoria passíveis de investigação em pesquisas futuras. Questões como reduzir ainda mais o tempo do processo elicitación, tendo em vista que tempo gasto para alcançar a solução é um fator crucial para decisores em geral,

especialmente em grandes organizações. Uma solução é facilitar a avaliação holística para torná-la mais rápida, apresentando os índices das máximas diferenças na interface destes paradigmas para que o decisor visualize o par de alternativas ainda incomparáveis que apresenta o maior índice de diferença entre elas. Espera-se que quanto maior o índice da máxima diferença mais fácil é para o decisor perceber as diferenças entre as consequências das alternativas.

Outra questão é a respeito do preparo do analista com conhecimento em decisão multicritério e com experiência em aplicação do método FITradeoff. Percebeu-se que o decisor não teria conseguido interpretar e atender corretamente as questões em cada interface do SAD sem auxílio do analista. Uma solução para esse problema é apresentar inicialmente uma tela com instruções fáceis e intuitivas apresentando as funcionalidades do método em cada tela do sistema. Adicionalmente também é sugerido que seja criado uma tela extra específica para o uso do analista, para que este acompanhe o processo e instrua o decisor sem necessitar está ao lado dele visualizando a mesma tela, pois isso pode inibir o decisor e ocasionar incômodo, aumentando assim as chances do decisor apressar o processo e chegar a uma solução inferior à solução ideal possível de ser alcançada. Contudo, também é preciso realizar estudos mais aprofundados sobre essa questão.

A respeito do método VFT, recomenda-se a criação de um SAD intuitivo específico para construção das hierarquias dos objetivos do método VFT. Como uma proposta mais ousada, é sugerido a criação de um SAD que segue todos os passos do VFT integrado com as 6 primeiras etapas para construção do modelo proposto por De Almeida (2013) e após instruir o decisor a expressar a sua estrutura de preferência, o SAD pode sugerir qual grupo de método multicritério é mais compatível para solucionar o problema de decisão.

REFERÊNCIAS

- ABDON, F. F.; FREJ, E. A.; ROSELLI, L. R. P. Localização de unidade de serviço do ramo alimentar com método FITradeoff para modelagem de preferências. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL (SBPO)*, Juiz de Fora/ MG, 2022.
- ACKERMANN, F. Problem structuring methods ‘in the Dock’: Arguing the case for Soft OR. **European Journal of Operational Research**, v.219, n. 3, p. 652-658, 2012.
- AL GARNI, H. Z.; AWASTHI, A. S.P.V. Power plant site selection using a GIS-AHP based approach with application in Saudi Arabia. **Applied Energy**, v.206, p. 1225-1240, 2017.
- ALVES, J.; ROBERTO, X.; JOÃO M. A. Definição de localidade para instalação industrial com o apoio do método de análise hierárquica (AHP). *In: UMA PUBLICAÇÃO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, v.25, n.1, p. 13–26, 2015.
- ARVAI, J. L.; GREGORY, R.; MCDANIELS, T. L. Testing a structured decision approach: Value focused thinking for deliberative risk communication. **Risk Analysis**, v.21, n.6, p. 1065-1076, 2001.
- BACHOT, F. Ponto comercial: entenda a importância de escolher a localização de um estabelecimento. *In: SERVIR COM REQUINTE*. 2017. Disponível em: <https://servircomrequite.francobachot.com.br/ponto-comercial-entenda-a-importancia-deescolher-a-localizacao-de-um-estabelecimento/>. Acesso em: 05 out. 2022.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos - Planejamento, Organização e Logística Empresarial**. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- BARBOSA R.; DA FONTE M. I. S.; DE ALMEIDA. A. T. Utilização do fitradeoff web-based para escolha de localização de um centro comunitário na cidade do Recife. *In: ANAIS DO SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL*. Rio de Janeiro, 2018.
- BAVARESCO, S. **A Importância da Localização para o Sucesso do Negócio**. Curitiba, 2013.
- BELTON, V.; STEWART, T. J. **Multicriteria decision analysis: an integrate approach**. *In: Kluwer Academic Publishers*, 2002.
- BRANS, J. P.; MARESCHAL, B. *PROMETHEE V: MCDM Problems with Segmentation Constraint*. **Information Systems and Operational Research**, v.30, n.2, p.85-96, 1992.
- BRIOZO, R.A.; MUSETTI, M.A. Método multicritério de tomada de decisão: aplicação ao caso da localização espacial de uma Unidade de Pronto Atendimento - UPA 24 h. **Gestão da Produção**, v.22, p. 805–819, 2015.
- CHAKRABORTY, R.; RAY, A.; DAN, P.K. Multi criteria decision making methods for location selection of distribution centers. **International Journal of Industrial Engineering Computations**, v.4, p. 491-504, 2013.

CHANG, X.; Li, J. Business performance prediction in location-based social commerce. **Expert Syst. Appl.** v.126, p. 112-123, 2019.

CHATTERJEE, D.; MUKHERJEE, B. Potential hospital location selection using fuzzy-AHP: an empirical study in Rural India. **International Journal of Innovative Technology and Research**, v.1, n.4, p.304-314, 2013.

CHECKLAND, P. Towards a systems-based methodology for real-world problem solving. **Journal of Systems Engineering**. v.3, n.2, p.87-116, 1972.

CLÍMACO, J.; Cardoso, D. M.; SOUZA, J. Reflexões sobre o ensino da pesquisa operacional. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, v.36. 2004.

COBRA, M. **Administração de Vendas**. São Paulo: Editora Atlas, 1994.

DE MORAIS C.; LUCAS M. A.; DA SILVA J. M. N.; DOS SANTOS L. W. K.; LUCAS, R. E. C.; COLAÇO G. A. A multicriteria decision model to rank workstations in a footwear industry based on a FITradeoff-ranking method for ergonomics interventions. **Operational Research**. v.22, n.4, p.3335-3371, 2022.

DE ALMEIDA, A.T.; MORAIS, D. M.; COSTA, A. P. C. S.; ALENCAR, L. H., DAHER, S. F. D. **Decisão em Grupo e Negociação: métodos e aplicações**. Editora Atlas, 2012.

DE ALMEIDA, A.T. de. **Processo de Decisão nas Organizações: Construindo Modelos de Decisão Multicritério**, 1a Edição. São Paulo: Editora Atlas, 2013.

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

DE 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.

DE ALMEIDA, A.T.; MORAIS, D.C.; SEIXAS, A.P.C.; ALENCAR, L.H.; DAHER, S.F.D. Decisão em grupo e negociação: métodos e aplicações. **Editora Interciência**. Rio de Janeiro, 2019.

DE 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.

DE OLIVEIRA. J.; SILVA. J. R.; SANTOS. M. M.; SEIXAS, A. P. C.; NEGREIROS. T. R. Multidimensional sorting framework of cities regarding the concept of sustainable and smart cities with an application to Brazilian capitals. **Sustainable Cities and Society**, 2021.

DELL'OVO M.; FREJ E.A.; OPPIO A.; CAPOLONGO S.; MORAIS D.C.; DE ALMEIDA A.T. Multicriteria Decision Making for Healthcare Facilities Location with Visualization Based on FITradeoff Method. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON DECISION SUPPORT SYSTEM TECHNOLOGY. **Springer**. v.282, p.32-44, 2017.

DI MATTEO; UMBERTO; PRISCILLA M. P.; DAVIDE A. G. Methodological proposal for optimal location of emergency operation centers through multi-criteria approach." **Sustainability**, v.8, n.1, p.50, 2016.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1993.

Dos Santos, L.A.; dos Santos, A.F.A.; de Assis, A.G. *et al.* **Model to support intervention prioritization for the control of Aedes aegypti in Brazil: a multi-criteria approach**. BMC Public Health. v.22, p.932, 2022.

E SILVA, S. L. C.; DANHERDE, DE FRANÇA D.; SANTIAGO, K. T. M.; COSTA, A. P. C. S. Selection of an Integrated Security Area for locating a State Military Police Station based on MCDM/A method. *In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEMS, MAN AND CYBERNETICS (SMC)*, p.1530-1534, 2019.

EDEN, C. Cognitive mapping: A review. **European Journal of Operational Research**. v.36, p. 1-13, 1998.

EDEN, C.; ACKERMANN, F. SODA—the principles. **Rational analysis for a problematic world revisited**, p.21-41, 2001.

ERDIN, C.; HALIL E. A. A Comparative Analysis of Fuzzy TOPSIS and Geographic Information Systems [GIS] for the Location Selection of Shopping malls: A Case Study from Turkey. **Sustainability**, v.11, n.14, p.3837, 2019.

FARHANG, M. B., SEYEDHOSSEINI, S. M. A particle swarm approach to solve vehicle routing problem with uncertain demand: A drug distribution case study. **International Journal of Industrial Engineering Computations**, v.1, n.1, p. 55-64, 2010.

FRAZÃO, TALITA DC, *et al.* Priority setting in the Brazilian emergency medical service: a multi-criteria decision analysis (MCDA). **BMC medical informatics and decision making**, v.21, n.1, p.1-16, 2021.

FREJ, E. A.; ROSELLI, L. R. P.; ARAÚJO DE ALMEIDA, J.; DE ALMEIDA, A. T. A Multicriteria Decision Model for Supplier Selection in a Food Industry Based on FITradeoff Method. **Mathematical Problems in Engineering**, p.1-9, 2017.

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

FREJ, E. A.; EKEL, P.; DE ALMEIDA, A. T. (2021). A benefit-to-cost ratio based approach for portfolio selection under multiple criteria with incomplete preference information. **Information sciences**, v.545, p. 487-498, 2021.

FRIEND J.K. Planning in the presence of uncertainty: principles and practice. **Doboku Gakkai Ronbunshu**, v.476, p.1-9, 1993.

GUSMÃO, A.P.H.; MEDEIROS, C. P. A Model for Selecting a Strategic Information System Using the FITradeoff. **Mathematical Problems in Engineering**, 2016.

ISHIZAKA, A.; NEMERY, P. A multi-criteria group decision framework for partner grouping when sharing facilities. **Group Decision and Negotiation**, v.22, n.4, p.773-799, 2013.

KANG, T. H. A.; SOARES J. A. M. C., DE ALMEIDA, A. T. Evaluating electric power generation technologies: A multicriteria analysis based on the FITradeoff method. **Energy**, v.165, p.10-20, 2018.

KANG, T. H. A.; FREJ, E. A.; DE ALMEIDA, A. T. Flexible and interactive tradeoff elicitation for multicriteria sorting problems. **Asia-Pacific Journal of Operational Research**, v. 37, n. 05, p. 2050020, 2020.

KEENEY R. L.; RAIFA H. **Decision analysis with multiple conflicting objectives**. Wiley & Sons, New York, USA, 1976.

KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. **Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs**. Cambridge & New York, Cambridge University Press, 1993.

KEENEY R. L. **Value Focused Thinking**. Harvard University Press, London, 1992.

_____, **Value focused thinking: Identifying decision opportunities and creating alternatives**. *European Journal of Operational Research*, v. 92, p. 537-549, 1996.

KILLEMSETTY, N.; JOHNSON, M.; PATEL, A. Understanding housing preferences of slum dwellers in India: A community-based operations research approach. **European Journal of Operational Research**, v.298, n.2, p. 699-713, 2022.

KIRKWOOD, C. W. *Strategic Decision Making: Multi Objective Decision Analysis with Spreadsheets*. **Belmont: Wadsworth Publishing Company**, 1997.

LAS CASA, A. L. **Marketing de Varejo**. São Paulo: Editora Atlas, 2000.

LÉGER, J.; MARTEL, J.M. A multicriteria assignment procedure for a nominal sorting problematic. **European Journal of Operational Research**, v.138, n.2, p.349-364, 2002.

LIMA, J. P. S.; NADYA R. G. Categorization of municipalities for the implementation of terminals in the tocantins-araguaia hydroway: an application using electre tri multicriteria method.” **Revista Eletrônica De Estratégia e Negócios**, v.14, n.1, p.134, 2021.

M. M. SILVA, A. P. H. D. GUSMÃO.; C. T. A. D. ANDRADE.; W. SILVA. The integration of VFT and FITradeoff multicriteria method for the selection of WCM projects. In: *IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEMS*, p. 1513-1517, 2019.

MARTINS, M. A.; GARCEZ, T. V.; GUSMÃO, A. P. H. de; SILVA, L. G. O.; ALMEIDA, J. A. de. Multicriteria Model Based on FITradeoff Method for Prioritizing Sections of Brazilian Roads by Criticality. **Mathematical Problems In Engineering**, v.2020, n.1, p.1-15, 2020.

MATEO, J. R.; DE NAVAMUEL D. R.D.; VILLA, M. A. G. Are project managers ready for the 21th challenges? **A review of problem structuring methods for decision support**, 2017.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de Marketing: metodologia, planejamento**. 4ed. São Paulo. Atlas, 1997.

MINGERS, J; ROSENHEAD, J. Problem Structuring Methods in Action. **European Journal of Operational Research**, v.152, p.530-554, 2004.

MONTE, M.B.D.; MORAIS, D.C. A Decision Model for Identifying and Solving Problems in an Urban Water Supply System. **Water Resour Manage**, v.33, p.4835-4848, 2019.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2ed. São Paulo: Pioneira, 1996.

OCAMPO, L. A., et al. A novel multiple criteria decision-making approach based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy AHP for mapping collection and distribution centers in reverse logistics. **Advances in Production Engineering e Management**, v.14, n.3, 2019.

ORTEGA, J. et al. An integrated multi criteria decision making model for evaluating park-and-ride facility location issue: A case study for cuenca city in ecuador. **Sustainability**, v.13, n.13, p.7461, 2021.

PARDALOS, P.M.; SISKOS, Y.; ZOPOUNIDIS, C. **Advances in multicriteria analysis. Dordrecht**. Kluwer Academic Publishers, 1995.

PEREZ-BENITEZ, V.; GERMAN G.; MÓNICA H. Multi-Criteria Analysis for Business Location Decisions. **Mathematics**, v.9, n.20, p.2615, 2021.

PINTO, A. S. et al. Analisis de localizacion de terminales fluviales usando el metodo smarter: el caso de la via acuatica brasil-uruguay. **Revista Eletrônica de Estratégia e Negócios**, v.10, n.se1, p.156, 2017.

PINTO JR. E. N. F.; et al. Seleção de área para instalação de hotspot público de internet: abordagem multicritério AHP-GIS. *In: Informe GEPEC*, v.22, n.2, p.46, 2018.

POLETO, T.; et al. Integrating value-focused thinking and FITradeoff to support information technology outsourcing decisions. **Management Decision**, 2020.

RIBEIRO, M. L. S.; PEIXOTO R. L. R.; FREJ, E. A., DE ALMEIDA, A. T.; MORAIS, D. C. Using the FITradeoff method to solve a shopping mall location problem in the northeastern countryside of Brazil. **Control e Cybernetics**, v.50, n.1, 2021.

ROSENHEAD, J.; MINGERS, J. **Rational analysis in a problematic world**. 2 ed. United Kingdom: Wiley, 2001.

ROY, B. **Critères multiples et modélisation des préférences: l'apport des relations de surclassement**. Revue d'Economie Politique, 1974.

_____. **Multicriteria methodology for Decision Aiding**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1996.

SALO, A. A.; HÄMÄLÄINEN, R. P. Preference assessment by imprecise ratio statements. **Operations Research**, v.40, n.6, p.1053-1061, 1992.

SANTOS, I. M. dos; ROSELLI, L. R. P.; SILVA, A. L. G. da; ALENCAR, L. H. A. Supplier Selection Model for a Wholesaler and Retailer Company Based on FITradeoff Multicriteria Method. **Mathematical Problems In Engineering**, v.2020, p. 1-14, 2020.

SELART, M.; JOHANSEN, S. T. Understanding the Role of Value-Focused Thinking in Idea Management. **Creativity and Innovation Management**, v.20, p.196-206, 2011.

SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. São Paulo, Atlas, 1997.

TAVAKKOLI-MOGHADDAM, R.; ALIREZA S.; ALI S. A multi-criteria group decision-making approach for facility location selection using PROMETHEE under a fuzzy environment. *In: International Conference on Group Decision and Negotiation*, Springer, Cham, p. 145-156, 2015.

THOKALA, P.; et al. Multiple criteria decision analysis for health care decision making—an introduction: report 1 of the ISPOR MCDA. Emerging Good Practices Task Force. **Value in health**, v.19, n.1, p.1-13, 2016.

VINCKE, P. **Multicriteria decision aid**. Bruxelles. John Willey e Sons, 1992.

VON THÜNEN, J. H. **Der Isolierte Staat**, Oxford: Pergamon Press, 1966.

WEBER, A.; FRIEDRICH, C.J. **Alfred Weber's Theory of the Location of Industries**. University of Chicago Press, Chicago, USA, 1929.

WEBER M.; BORCHERDING K. Behavioral influences on weight judgments in multiattribute decision making. **Eur J Opera Res**, v.67, n.1, p.1-12, 1993.

YUAN-WEI.; YA-LU, SUN. DS/ANP Method: A Simplified Group Analytic Network Process With Consensus Reaching. in IEEE Access, vol. 8, p. 35726-35741, 2020. Zak, Jacek. The methodology of multiple criteria decision making/aiding in public transportation. **Journal of Advanced Transportation**, v.45, n.1, p.1-20, 2011.

ZELENEY, M. **Multiple Criteria Decision Making**. New York: McGraw-Hill, 1982.

ZHOU, Z.; DOU, Y.; TAN, Y.; JIANG, J. A Review of Value-Focused Thinking (VFT) Application. *In: IEEE 4th International Conference on Control Science and Systems Engineering*, 2018.