



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

**CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE**

NÚCLEO DE TECNOLOGIA

CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

VICTOR AMORIM PORTO FARIAS

**MODELO BASEADO EM MAPAS COGNITIVOS FUZZY PARA AVALIAÇÃO  
ESTRATÉGICA DA IMPLANTAÇÃO DE UMA UNIDADE INDUSTRIAL NA ÁREA DE  
BEBIDAS DO AGRESTE PERNAMBUCANO**

Caruaru

2022

VICTOR AMORIM PORTO FARIAS

**MODELO BASEADO EM MAPAS COGNITIVOS FUZZY PARA AVALIAÇÃO  
ESTRATÉGICA PARA LOCALIZAÇÃO DE UMA UNIDADE INDUSTRIAL NA ÁREA  
DE BEBIDAS DO AGRESTE PERNAMBUCANO**

Trabalho apresentado ao Curso de Engenharia de  
Produção da Universidade Federal de  
Pernambuco, como requisito parcial para a  
obtenção do título de Bacharel em Engenharia de  
Produção.

**Área de concentração:** Pesquisa Operacional

**Orientador:** Prof. Dr. José Leão e Silva Filho

Caruaru

2022

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

Farias, Victor Amorim Porto.

Modelo baseado em mapas cognitivos fuzzy para avaliação estratégica da  
implantação de uma unidade industrial na área de bebidas do agreste  
pernambucano / Victor Amorim Porto Farias. - Caruaru, 2022.

61 p : il., tab.

Orientador(a): José Leão E Silva Filho

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de  
Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Engenharia de Produção -  
Bacharelado, 2022.

1. Problema de localização. 2. Lógica fuzzy. 3. Mapas Cognitivos Fuzzy. 4.  
Agregação de opinião de especialistas. 5. Instalação fabril. I. Silva Filho, José  
Leão E. (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

VICTOR AMORIM PORTO FARIAS

**MODELO BASEADO EM MAPAS COGNITIVOS FUZZY PARA AVALIAÇÃO  
ESTRATÉGICA DA IMPLANTAÇÃO DE UMA UNIDADE INDUSTRIAL NA ÁREA DE  
BEBIDAS DO AGRESTE PERNAMBUCANO**

Trabalho apresentado ao Curso de Engenharia de  
Produção da Universidade Federal de  
Pernambuco, como requisito parcial para a  
obtenção do título de Bacharel em Engenharia de  
Produção.

Aprovado em: 17/05/22

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. José Leão e Silva Filho (Orientador)

Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Luciano Carlos Azevedo da Costa (Examinador Interno)

Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Thárcylla Rebecca Negreiros Clemente (Examinadora Interna)

Universidade Federal de Pernambuco

## **AGRADECIMENTOS**

Sou muito grato a Deus por ter me dado forças para enfrentar todas as dificuldades encontradas até aqui e sempre ter me escutado em minhas orações.

Agradeço a meus pais Andréa Porto e Sandro Porto por terem me dado oportunidade de conseguir concluir meus objetivos, por terem sempre me dado forças e estarem ao meu lado nos momentos bons e ruins. Sou muito grato por todo o apoio em todas as horas que precisei, me incentivaram muito a superar a jornada.

Agradeço a minha irmã Maria Cecilia por sempre alegrar meus dias desde seu nascimento, ser uma irmã companheira e tornar meus dias mais leves mesmo em momentos conturbados.

Agradeço a minha namorada Maria Luiza por sempre acreditar em mim e por sempre estar ao meu lado em todos os momentos, nunca desistir de me apoiar e me dar forças.

Agradeço ao meu avô José Ivan pelos seus ensinamentos e conselhos sábios, que me ensinou bastante e me ajudou a encarar tudo da melhor forma.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. José Leão e Silva Filho, por toda a paciência, oportunidades, incentivos e conselhos durante toda minha trajetória no curso.

Agradeço aos amigos que fiz na universidade, pelos momentos de descontrações durante a rotina do curso e por sempre me apoiarem e ajudarem nos momentos difíceis.

## RESUMO

Existe o interesse em expandir a instalação de uma fábrica de bebidas, sendo necessário expandir por meio de uma nova instalação em um local diferente, por não haver espaço na atual instalação para fabricar outro tipo de bebida. Há inúmeros fatores que devem ser levados em consideração antes de decidir qual a localização certa para determinada instalação fabril, variando de acordo com a região. Os fatores podem ser relacionados a custos, sustentabilidade, políticas, infraestrutura, acessibilidades de matéria primas e transporte, culturas, mão de obra, tamanho de mercado, entre outras questões que influenciam em relação ao estudo de caso. Entender os fatores críticos presentes nas decisões pode contribuir de forma significativa para diminuir os riscos de erro durante a avaliação das opções disponíveis para a instalação. O que também contribui bastante para a diminuição desses riscos é entender e analisar as relações de contribuição que cada fator possui um com o outro. Diante dessa problemática, esse estudo de caso objetiva desenvolver um modelo que consiga agregar grande parte das opiniões dos especialistas entrevistados, acerca dos fatores, em um único lugar, e apresentar essas relações através da utilização da ferramenta Mapas Cognitivos Fuzzy e apoio da ferramenta Mental Modeler. Para tanto, um estudo de caso foi desenvolvido para validar os fatores que impactam na decisão de escolha do local mais apropriado para uma nova expansão de uma fábrica de bebidas, juntamente para saber se um fator contribui positivamente ou negativamente para outro fator em questão. Como resultado obtido, gerou-se mapas visualmente explicativos que apresentam essas conexões, sendo todas as ligações conhecidas. Contudo, os resultados obtidos com a utilização das ferramentas podem contribuir para decisões que busquem aumentar as chances do acerto da localização.

Palavras-chave: Mapas Cognitivos Fuzzy. Problema de localização. Lógica Fuzzy. Agregação de opiniões de especialistas. Instalação fabril.

## **ABSTRACT**

There is interest in expanding the installation of a beverage factory, and it is necessary to expand through a new installation in a different location, as there is no space in the current installation to manufacture another type of beverage. There are numerous factors that need to be taken into consideration before deciding the right location for a given plant, varying according to the region. The factors can be related to costs, sustainability, policies, infrastructure, accessibility of raw materials and transport, cultures, labor, market size, among other issues that influence in relation to the case study. Understanding the critical factors present in decisions can contribute significantly to reducing the risks of error during the evaluation of the options available for installation. What also contributes greatly to the reduction of these risks is to understand and analyze the contribution relationships that each factor has with each other. Faced with this problem, this case study aims to develop a model that can aggregate most of the options of the interviewed experts, about the factors, in a single place, and present these relationships through the use of the Fuzzy Cognitive Maps tool and support from the Mental Modeler tool. To this end, a case study was developed to validate the factors that impact the decision to choose the most appropriate location for a new expansion of a beverage factory, together with whether a factor contributes positively or negatively to another factor in question. As a result, visually explanatory maps were generated that present these connections, all connections being known. However, the results obtained with the use of the tools can contribute to decisions that seek to increase the chances of correct location.

Keywords: Fuzzy Cognitive Maps. Location problem. Fuzzy logic. Aggregation of expert opinion. Factory installation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de um Mapa Cognitivo Fuzzy .....	21
Figura 2 - Exemplo de uma Matriz de Transição de um Mapa Cognitivo Fuzzy .....	21
Figura 3 - Defuzzificação .....	24
Figura 4 - Etapas da Pesquisa .....	35
Figura 5 – Critérios de decisão dos fatores .....	36
Figura 6 – Discussão dos fatores .....	48
Figura 7 – Relação forte por FCM.....	50
Figura 8 – Relação moderada por FCM.....	50
Figura 9 – Relação fraca por FCM .....	51
Figura 10 - Mudança de opinião Z – Moderado .....	54
Figura 11 - Mudança de opinião Z - Fraco.....	55

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Etapas da revisão aprofundada da literatura .....	25
Tabela 2 – Lista dos fatores estudados.....	32
Tabela 3 – Demonstração das contribuições.....	38
Tabela 4 – Opiniões do entrevistado X .....	42
Tabela 5 – Opiniões do entrevistado Y .....	42
Tabela 6 – Opiniões do entrevistado Z.....	43
Tabela 7 – Combinações em que todos concordam .....	43
Tabela 8 – Combinações que podem ser removidas devido à força.....	44
Tabela 9 – Combinações com amplitude menor ou igual a 3 sem sinais opostos .....	45
Tabela 10 – Combinações com amplitude menor ou igual a 3 com sinais opostos.....	46
Tabela 11 – Combinações com amplitude maior ou igual a 4 – Parte 1 .....	47
Tabela 12 – Combinações com amplitude maior ou igual a 4 – Parte 2 .....	48
Tabela 13 – Todas as opiniões em uma só tabela .....	49

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 - Distribuição das publicações do CAPES ao longo dos anos .....	29
Gráfico 2 – Distribuição dos artigos de acordo com as suas origens .....	29
Gráfico 3 – Distribuição das publicações de acordo com os tipos de estudo .....	30

## SIGLAS

CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CAFe	Comunidade Acadêmica Federada
FCM	Mapas Cognitivos Fuzzy
FL	Lógica Fuzzy
MM	Mental Modeler
KM	Quilômetros

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1	OBJETIVO GERAL.....	14
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
1.3	JUSTIFICATIVA.....	15
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	15
<b>2</b>	<b>BASE CONCEITUAL</b> .....	<b>17</b>
2.1	PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO.....	17
2.2	LÓGICA FUZZY.....	18
2.3	MAPA COGNITIVO FUZZY.....	20
2.4	AGREGAÇÃO DE OPINIÕES DE ESPECIALISTAS.....	22
<b>3</b>	<b>REVISÃO APROFUNDADA DA LITERATURA</b> .....	<b>25</b>
3.1	ETAPA 1 – PLANEJANDO A REVISÃO.....	25
<b>3.1.1</b>	<b>Fase 1 – Identificação para a necessidade de uma revisão</b> .....	<b>26</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Fase 2 – Preparação de uma proposta de revisão</b> .....	<b>26</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Fase 3 – Desenvolvimento de um protocolo de revisão</b> .....	<b>26</b>
3.2	ETAPA 2 – REALIZAÇÃO DA REVISÃO DA LITERATURA.....	27
<b>3.2.1</b>	<b>Fase 4 – Identificação da busca</b> .....	<b>27</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Fase 5 – Seleção de estudos</b> .....	<b>27</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Fase 6 – Avaliação da qualidade dos estudos</b> .....	<b>27</b>
<b>3.2.4</b>	<b>Fase 7 – Extração de dados e monitoramento do progresso</b> .....	<b>28</b>
3.3	ETAPA 3 – RELATÓRIO E DIVULGAÇÃO.....	28
<b>3.3.1</b>	<b>Fase 8 – Relatório e recomendações</b> .....	<b>28</b>
3.3.1.1	Análise Descritiva.....	28
3.3.1.2	Análise de Conteúdo.....	30
<b>3.3.2</b>	<b>Fase 9 – Como colocar as evidências em prática</b> .....	<b>32</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA DE PESQUISA</b> .....	<b>34</b>
4.1	NATUREZA DA PESQUISA.....	34
4.2	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	34
4.3	COLETA DE DADOS.....	34
4.4	ETAPAS DA PESQUISA.....	35
<b>5</b>	<b>MODELO PROPOSTO</b> .....	<b>36</b>
5.1	APRESENTAÇÃO DO MODELO.....	36
5.2	ETAPAS DO MODELO.....	37
<b>5.2.1</b>	<b>Etapa 1: Parametrização do modelo</b> .....	<b>37</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Etapa 2: Explicação e agregação das avaliações dos especialistas</b> .....	<b>37</b>

5.2.3	<b>Etapa 3: Regras de agregação da opinião dos especialistas .....</b>	<b>39</b>
5.2.4	<b>Etapa 4: Resultados .....</b>	<b>40</b>
6	<b>ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>41</b>
6.1	DESCRIÇÃO DA EMPRESA.....	41
6.2	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	41
6.3	APLICAÇÃO DO MODELO.....	41
6.3.1	<b>Etapa 1: Tabular a matriz de opinião .....</b>	<b>42</b>
6.3.2	<b>Etapa 2: Possíveis combinações derivadas da junção das opiniões .....</b>	<b>43</b>
6.3.3	<b>Etapa 3: Agregar as avaliações em uma matriz.....</b>	<b>49</b>
6.3.4	<b>Etapa 4: Aplicação do FCM no Mental Modeler .....</b>	<b>49</b>
6.4	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	51
6.5	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE .....	53
7	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>56</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>57</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Ao passar dos anos, o mercado de trabalho se torna cada vez mais competitivo e requer cada vez mais que as empresas se reinventem para poder contrapor seus concorrentes, fazendo com que as empresas e indústrias busquem melhorias de uma forma mais rápida e dinâmica. A vantagem disso é que as indústrias (principalmente por envolver mais capital) muitas vezes se tornam melhores, sendo algo bom para elas e para os consumidores. Assim, as indústrias devem pensar em vários quesitos que reduzam seus custos ou pelo menos reduzam os riscos que podem impedir o seu crescimento. Pensar na inovação antes de abrir uma indústria é algo impactante, segundo Clark & Wheelwright (1993), a importância da inovação é justificada pela ação de três forças críticas: a intensa competição internacional, a sofisticação do mercado e a rápida mudança de tecnologias.

Alguns pontos são importantes ao se avaliar a abertura de uma indústria, Panucci Filho (2011) enfatiza que a análise de contabilidade de custos antes da abertura de uma indústria, é um fator crucial para ser adicionado no projeto, visto que os gastos, investimentos, prazos de entrega, devem ser todos cumpridos de forma consciente e dentro do orçamento inicial disponível. Saber a viabilidade econômica de um projeto antes de inicia-lo é um ponto crítico que não pode ser evitado, podendo causar um fracasso no projeto, e muitos autores defendem a utilização de planos de negócio para auxiliar nisso. O autor conclui que um plano de negócio bem elaborado possibilita ao empreendedor nortear-se no momento de abrir um novo empreendimento, com as informações corretas e um estudo de mercado, aumentando a chance da diminuição da percentagem de mortalidade de empresas.

A localização certa para uma indústria é um fator tão importante quanto os citados anteriormente, pois toda a análise de viabilidade do negócio vai ocorrer em um local específico, toda a inovação vai ocorrer no mesmo local escolhido, então a localização ocorre antes de tudo e deve ser vista com mais atenção. Diante desta realidade, segundo Campos (2006), muitos problemas são enfrentados pelos decisores quando avaliam a localização de uma instalação, pois envolve uma interação de critérios diferentes, em geral, conflitantes, fazendo com que haja dificuldade na tomada de decisão.

Se tratando de novas indústrias que ainda estão pensando em um local para dar início às suas instalações, um pontapé inicial para conseguir se dar bem é escolher corretamente o ponto geográfico que a mesma irá ficar instalada – isso serve também para indústrias que já estão no mercado e querem expandir, procurando um outro local para a nova instalação. Então, pode-se dizer que essas duas últimas situações são indústrias que devido à forte concorrência que irão encontrar, são forçadas a investir na ideia de analisar com cautela essa questão da localização.

Existem algumas técnicas que podem ser trabalhadas com o uso do problema de localização. Ainda segundo Campos (2006), o problema de localização de um centro urbano é tipicamente multicritério, pois envolve uma série de aspectos culturais, ambientais, econômicos, sociais e técnicos que devem ser considerados. O estudo da aptidão do solo, segundo Ramos & Mendes (2001), contribui para decisão de um ponto em um determinado espaço geográfico, embora ainda seja utilizado um modelo multicritério.

O presente estudo fez uso de uma revisão aprofundada da literatura com um modelo de agregação de mapas cognitivos, usando estratégias que melhor abordaram e apresentaram o contexto do problema. O foco foi poder fazer uma análise multicritério utilizando as ferramentas necessárias para adequar os fatores que mais possuem afinidade com o estudo de caso, seguindo do modelo de apoio e decisão multicritério.

Primeiramente houve a proposta de um modelo que fosse possível realizar a coleta de dados referentes às opiniões de especialistas em relação aos fatores que impactam na localização de uma indústria, e com a aplicação do modelo, foi proposta uma aplicação no contexto industrial, no qual uma das estratégias utilizadas foi agregar a opinião de três especialistas que são aptos a entender sobre o assunto e utilizar as três opiniões dos respectivos entrevistados para apoiar a decisão, colocando um “peso” importante nas considerações. Para isso, foi aplicada uma metodologia em um caso de uma indústria de bebidas no agreste Pernambucano, no qual foram selecionados os fatores mais impactantes para o critério de decisão de localização, e realizada uma entrevista igual aos especialistas.

### 1.1 OBJETIVO GERAL

Propor um modelo de mapa cognitivo baseado na agregação da opinião de especialistas utilizando Lógica Fuzzy de diferentes intensidades entre relações.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar uma revisão aprofundada da literatura para identificar critérios/aspectos importantes na localização da instalação fabril;
- Identificar os fatores que impactam a escolha estratégica de um local para a implantação de uma indústria de bebidas do agreste Pernambucano;
- Propor um modelo de agregação da opinião dos especialistas;
- Realizar uma entrevista com os gestores locais para gerar os resultados para os mapas;
- Identificar as contribuições que cada fator exposto no Mapa Cognitivo Fuzzy (FCM) tem um com o outro para auxiliar na decisão de uma localização estratégica para uma instalação fabril;
- Apresentar a aplicação do modelo e os resultados do mapa criado.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

A escolha de uma localização, de acordo com especialistas da região, é associada a poucos fatores, ou simplesmente não é algo pensado, apenas sabe-se da existência de um risco em instalar uma indústria naquela posição geográfica. Muitos ainda tentam analisar com cautela se o local pode ser bom ou não, mas não conseguem obter êxito no resultado por não saberem como ou ainda por não possuírem algo que os guie logo após um pensamento inicial. A motivação em se pensar nisso, é saber como as consequências de um local errado podem ser negativas, podendo até causar o fechamento da fábrica devido aos resultados positivos não chegarem a acontecer. Com um método bem estruturado, é possível tratar o problema e minimizar a possibilidade de erros. Portanto, é necessário que os envolvidos e interessados na instalação saibam dos benefícios que podem obter com isso e que façam o investimento logo no início, além de aproveitarem e entenderem como o aprofundamento no assunto pode ajudar em possíveis expansões no futuro.

As revisões são essenciais no estudo de caso pelos seus papéis interligados, que possuem função histórica e de atualização, fazendo papéis como: direcionar melhor a pesquisa; fazer comparações; compactação de informações e ainda; suporte à busca bibliográfica. Sabendo-se que as revisões contêm informações didáticas, bibliográficas e importantes devido a essas informações terem sido citadas por determinados autores selecionados, dependendo do destino da publicação, é de extrema importância que haja a revisão aprofundada da literatura para o presente estudo, para dar fundamento e um peso importante aos fatores que foram coletados.

A ferramenta FCM se enquadra como um método adequado para resolver o problema atual por sua efetividade e capacidade de gerar resultados visíveis e compreensíveis, algo que é mensurável se visto na aplicação real. Mendonça (2009) diz que os FCM são capazes de modelar sistemas complexos e se aplicam a uma gama de problemas em engenharia e áreas afins.

Ao aplicar tal ferramenta, o foco não está somente em ver quais são os fatores que são impactantes para a tomada de decisão em questão, e sim em como um contribui para o outro, se é negativamente ou positivamente, ou ainda se não há contribuição. A forma clara que é representada todas essas informações no mapa, ao mesmo tempo, é um ponto forte também.

Justifica-se a escolha dos Mapas Cognitivos Fuzzy para tornar visível e compreensível, o que antes era um modelo mental, e auxiliar a enxergar a situação de outra forma, com resultados mensuráveis e abertura para estudos futuros devido à abrangência da ferramenta.

### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Os capítulos que são vistos a seguir, estão organizados da seguinte forma:

- No Capítulo 2 encontra-se a base conceitual, que apresenta um aprofundamento dos principais temas estudados;
- No Capítulo 3 encontra-se a revisão aprofundada da literatura, no qual houve o filtro de pesquisa que selecionou todos os fatores que irão ser utilizados no estudo;
- No Capítulo 4 encontra-se a metodologia, que apresenta particularidades do estudo com base na aplicação do FCM, listando o que foi utilizado junto com ele e o objetivo de cada técnica e estratégia;
- No Capítulo 5 encontra-se o modelo proposto, no qual vai deixar bem claro o motivo de o modelo ter sido proposto, juntamente com a apresentação do modelo em si e as etapas de construção do modelo;
- No Capítulo 6 encontra-se o estudo de caso, que vai enfatizar na descrição da empresa e na aplicação do método;
- No Capítulo 7 se encontra a conclusão, que explana os resultados e conclusões em relação ao estudo, tendo ainda orientações e sugestões para pesquisas futuras e limitações encontradas;
- Por fim, são listadas as referências bibliográficas.

## 2 BASE CONCEITUAL

Nesse presente capítulo, serão mostradas as bases conceituais que irão dar força ao presente estudo. Tudo se inicia na seção 2.1 onde se apresenta o Problema de Localização. Logo após isso, há uma discussão sobre Lógica Fuzzy (Seção 2.2), mostrando como ela foi utilizada para o Problema de Localização. Na seção 2.3 há a apresentação da ferramenta Mapa Cognitivo Fuzzy e como ela foi utilizada, juntamente com as estratégias. Por fim, é exposta a Agregação de Opinião dos Especialistas, mostrando os conceitos gerais sobre o assunto.

### 2.1 PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO

Para garantir que a nova indústria ou a expansão de uma indústria já existente sejam construídas em um local considerado bom, há diversos fatores que irão influenciar na decisão da escolha dessa localização em questão, e localizar esse ponto em específico é um problema de localização. De acordo com Frenkel (2012), a localização tem sido analisada a partir de uma ampla gama de perspectivas teóricas. Frenkel (2012) ainda categorizou as teorias de localização em três abordagens principais:

- a) Neoclássica – que se baseia na racionalidade e na informação perfeita na decisão de onde se localizar. Esta abordagem assume que a escolha da localização depende da função de utilidade. Com isso, Frenkel (2012) concluiu que os benefícios esperados que são derivados de uma localização escolhida em um determinado local são baseados na redução do custo de transporte e mão de obra ou em outros determinantes, como economias externas e tamanho do mercado.
- b) Comportamental – questiona a existência de racionalidade, argumentando que as empresas possuem conhecimento limitado e atuam em um mundo de incertezas. Esse tipo de abordagem aborda uma importância aos fatores internos da empresa, e que as diferenças nesses fatores internos determinam uma localização preferencial.
- c) Institucional – Diferente das anteriores, afirma que o ambiente dentro das operações de uma empresa afeta as decisões de localização. Uma indústria, ao iniciar suas atividades, precisa de uma infraestrutura apropriada para começar bem e ter um alto índice de inovação, e esses requisitos aumentem o quanto será atrativo o centro de uma cidade como preferência de local. Custos de aluguel e mão-de-obra também são determinantes na escolha do local à medida que se pensa no crescimento da indústria e inclui a produção em massa nos planejamentos, em alguns casos esses custos podendo fazer

com que a unidade industrial se desloque do centro para uma periferia, com custos inferiores.

De acordo com Chen (2014), pode haver diferentes razões estratégicas para as decisões de uma localização para várias instalações fabris, como:

- a) Acesso à fabricação de baixo custo.
- b) Proximidade do mercado.
- c) Acesso a habilidades de conhecimento.

É imprescindível um investimento em pesquisas para a escolha de uma localização fabril, visto que há muitas incertezas e muitos quesitos a serem considerados, se tornando um problema conseguir reunir todas as informações necessárias e convertê-las em ideias que podem apoiar as decisões.

## 2.2 LÓGICA FUZZY

O objetivo da Lógica Fuzzy (do inglês, Fuzzy Logic - FL) é ser utilizada através de um modelo que utilize o raciocínio humano com alguma ideia que seja imprecisa e confusa ao falar, mas entendível quando representada, ou seja, é uma alternativa de solucionar um problema de um conhecimento impreciso devidamente representado.

Um dos pioneiros nos estudos da FL - Zadeh (2015) – afirma que a FL é usada em dois sentidos diferentes:

- a) Estreito – nesse sentido, a FL é um sistema lógico que pode ser visto como uma generalização da lógica multivalorizada.
- b) Amplo – nesse sentido, a FL irá ser mais do que um sistema lógico.

De uma maneira informal, de acordo com Zadeh (2015), a FL é um sistema de raciocínio e computação em que os objetos de raciocínio e computação são classes com limites não nítidos, ou seja, fuzzy.

Hoje em dia, o sentido mais abordado junto com a FL é o sentido amplo, e é isso que faz com que seja utilizada em diversas situações, seguir diversas direções e ser importante e predominante para contribuição dos mais variados tipos de estudos. Zadeh (2015) encara como um aspecto importante do comportamento humano, a substituição de números por palavras precisas, e uma vantagem da utilização dessas palavras substituindo os números, é que as palavras podem assumir um número de valores bastante reduzido. Como exemplo para isso, é ao não saber o custo exato de operação naquele local possível, mas há o entendimento de que há um custo de operação no lugar, então pode-se descrever no problema “Custo de Operação”, que se caracteriza como uma “palavra” precisa.

A FL lida com a realidade e é por isso que é uma forma de lógica muito valorizada Suganthi (2015). Ainda de acordo com o autor citado, essa lógica lida com o raciocínio que é aproximado, tendo também valores linguísticos em vez de valores nítidos. Também lida com o conceito de valor de verdade, que varia entre o completamente verdadeiro e o completamente falso, ou seja, valores que variam entre 0 (falso) e 1 (verdadeiro).

De acordo com Gomide (1994), diz que esse resultado em que alguns elementos podem assumir valores que variam entre 0 e 1, surgiu diante de uma caracterização mais ampla, no momento em que sugeriu que alguns elementos seriam mais membros de um conjunto do que outros. Diante dessa situação, houve a necessidade de uso da função de pertinência triangular, para expressar um conjunto em que o ponto mais alto seria o ponto crítico, e os demais, os valores ao redor do ponto crítico, no qual quanto mais perto um valor do vértice do triângulo, mais esse valor se identifica com o conceito representado. Gomide (1994) formalmente diz que, seja  $U$  uma coleção de objetos denominados genericamente por  $\{u\}$ . Um conjunto fuzzy  $A$  em um universo de discurso  $U$  é definido por uma função de pertinência  $\mu_A$  que assume valores em um intervalo  $[0,1]$ :

$$\mu_A: U \rightarrow [0,1] \quad (1)$$

Gomide (1994) ainda concluiu o pensamento que o conjunto suporte de um conjunto fuzzy  $A$  é um sub-conjunto dos pontos  $u$  de  $U$  tal que  $\mu_A(u) > 0$ . Um conjunto fuzzy cujo conjunto suporte é um único ponto de  $U$  com  $\mu_A = 1$  é chamado de conjunto unitário fuzzy. Sejam  $A$  e  $B$  dois conjuntos fuzzy de  $U$  com funções de pertinência  $\mu_A$  e  $\mu_B$ , respectivamente. Segue abaixo, as devidas equações, de como seriam as operações de conjuntos tais como GOMIDE (1994):

- União ( $A \cup B$ ):  $\mu_{A \cup B}(u) = \mu_A(u) \delta \mu_B(u)$  (2)

- Intersecção ( $A \cap B$ ):  $\mu_{A \cap B}(u) = \mu_A(u) \gamma \mu_B(u)$  (3)

Sendo  $\gamma$  uma norma triangular (norma-t) e  $\delta$  uma co-norma triangular (norma-s). Uma norma triangular é definida como:  $\gamma: [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$  tal que,  $\forall x, y, w, z \in [0,1]$ :

- $x \gamma w \leq y \gamma z$  se  $x \leq y, w \leq z$  (4)

- $x \gamma y = y \gamma x$  (5)

- $(x \gamma y) \gamma z = x \gamma (y \gamma z)$  (6)

- $x \gamma 0 = 0; x \gamma 1 = x$  (7)

Já uma co-norma triangular é tal que:  $\delta: [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$ , satisfazendo os pontos:

- $x \gamma w \leq y \gamma z$  se  $x \leq y, w \leq z$  (8)

$$\bullet \quad (x \circledast y) \circledast z = x \circledast (y \circledast z) \quad (9)$$

Além desses anteriores:

$$\bullet \quad x \delta 0 = x; x \delta 1 = 1 \quad (10)$$

A FL foi quem ajudou o presente estudo a mapear toda a situação realista do problema de localização, e seu uso se deu através de uma ferramenta, que será comentada no próximo tópico.

### 2.3 MAPA COGNITIVO FUZZY

Com base em Azadeh et al. (2014), o Mapa Cognitivo Fuzzy (do inglês, Fuzzy Cognitive Map - FCM) tem como objetivo detectar e esclarecer as informações entre todos os conceitos utilizados em um mapa que corresponde a um sistema de obter o entendimento de suas propriedades estruturais e dinâmicas.

Os FCMs foram introduzidos por Kosko (1986), no qual o autor dita que estendem a ideia de mapas cognitivos, sugerindo o uso de funções causais difusas tomando números entre -1 e 1, em mapas conceituais. Os FCMs podem ser aplicados em diversas ocasiões. Xiao (2012) cita algumas delas: Decisão política; detecção de falhas; controle de processos; mineração de dados na internet; sistema de decisão médica; modelagens de fatores críticos; entre outros. É importante salientar que o estudo desses mapas é bem escasso ainda, mesmo com sua imensa amplitude de abordagens, e nesse estudo, há a aplicação do FCM na avaliação da contribuição dos fatores relacionados com a decisão da localização fabril.

De acordo com Azadeh, et al. (2014), o uso da ferramenta FCM é frequentemente utilizada para fatores como o do presente estudo, pois é um método muito eficiente para pesar os fatores e os resultados mostrados permitem aplicações no contexto real. Todo o seu desenvolvimento começa com a determinação de todos os fatores que impactam fortemente na decisão do local de instalação fabril de uma forma independente, e é finalizado após todos esses fatores estarem devidamente conectados onde exista contribuições, para que o tomador de decisões possa analisar tudo de uma forma concisa.

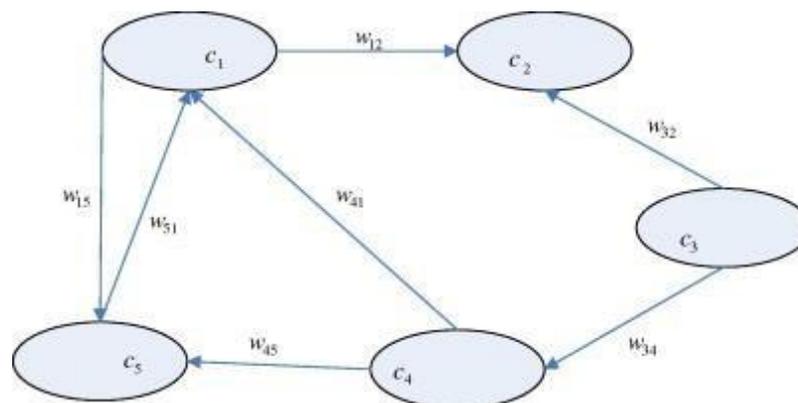
Ainda de acordo com Xiao (2012), os FCMs são ferramentas de computação soft, que combinam elementos de Lógica Fuzzy e redes neurais, que contém:

- a) Nós – que no caso são os conceitos que indicarão a característica do problema abordado.
- b) Arestas – representam o grau de contribuição entre cada nó (conceito).

Para construir um FCM é necessário coletar informações sobre o assunto a ser abordado, e isto pode ser feito por meio de entrevistas ou questionários aplicados a especialistas no assunto (PACHECO et al., 2002).

A Figura 1 mostrada abaixo mostra um exemplo de como seria um Mapa Cognitivo Fuzzy, no qual cada nó representa um conceito  $C_i$  e corresponde a um valor de conceito  $A_i \in [0,1]$ , e as arestas entre os nós da Figura 1 possuem valores representados pelos pesos mostrados abaixo  $W_{ij}$ , com intervalo de  $[-1,1]$ , pesos esses que, assim como a situação do estudo, irão se encaixar nas 3 possíveis situações: Positivo; Negativo; e nulo (zero).

Figura 1 – Exemplo de um Mapa Cognitivo Fuzzy



Fonte: Xiao (2012)

A Figura 2 mostra um exemplo de como pode ficar a representação de um Mapa Cognitivo Fuzzy em forma de matriz, no qual o número de linhas e colunas é igual ao número de conceitos, ou, como é o caso do estudo, fatores.

Figura 2 - Exemplo de uma Matriz de Transição de um Mapa Cognitivo Fuzzy

$$\begin{pmatrix} 0 & w_{12} & 0 & 0 & 0 & w_{16} \\ 0 & 0 & w_{23} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & w_{34} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & w_{43} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & w_{53} & w_{54} & 0 & w_{56} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & w_{65} & 0 \end{pmatrix}$$

Fonte: Azadeh, et al. (2014)

Pacheco et al. (2002) define que essas são as condições que definem se os valores de  $w_{ij}$  serão positivos ou negativos:

$$\text{Se } C_i \uparrow \rightarrow C_j \downarrow \text{ ou } C_i \downarrow \rightarrow C_j \uparrow \text{ então } w_{ij} > 0 \quad (11)$$

e

$$\text{Se } C_i \uparrow \rightarrow C_j \uparrow \text{ ou } C_i \downarrow \rightarrow C_j \downarrow \text{ então } w_{ij} < 0 \quad (12)$$

Sendo  $w_{ij}$  uma aresta ponderada dos conceitos causais  $C_i$  e  $C_j$  medindo quanto  $C_i$  causa em  $C_j$ , sendo  $w_{ij} = 0$  quando não apresentar causalidade entre os conceitos. Conforme as equações 11 e 12, se  $C_i$  aumenta e causa o aumento de  $C_j$ , então  $w_{ij}$  é maior que zero. Se  $C_i$  diminui e causa a diminuição de  $C_j$  então  $w_{ij}$  é também maior que zero. Agora se  $C_i$  aumenta e causa diminuição de  $C_j$ , nesse caso  $w_{ij}$  vai ser menor que zero. Por fim, se  $C_i$  diminui e causa o aumento de  $C_j$ ,  $w_{ij}$  também vai ser menor que zero.

#### 2.4 AGREGAÇÃO DE OPINIÕES DE ESPECIALISTAS

A criação de um questionário que seja possível coletar a opinião dos entrevistados é uma das melhores formas de obter respostas plausíveis com a realidade do caso, principalmente por serem do setor industrial a muitos anos. Pereira, et al. (2019) afirmam em seu estudo que a agregação da opinião de três especialistas possui um alcance maior de um nível de solução do feedback entregue. Nessa perspectiva, a agregação das opiniões de especialistas surge após ser pensado como as respostas podem ser coletadas, sabendo que pode existir uma diversidade de opiniões, mesmo os entrevistados pertencendo a um mesmo grupo de atuação.

O processo de escolha da intensidade e existência de contribuição entre os fatores, pode ser feito de uma forma bem eficiente e eficaz, através da opinião dos três especialistas, com base no modelo utilizado de acordo com Cunha, et al. (2016) também mostram uma estratégia de escolha entre as opiniões, tornando três resultados em um só, através de um consenso.

A ideia de agregar a opinião de especialistas é uma forma eficaz de definir pesos e existência de contribuição entre os fatores, assim como a forma de decidir um critério de classificação para definir uma única relação entre a opinião dos três especialistas é imprescindível para construção do modelo Cunha, et al. (2016). Como complemento, Cunha, et al. (2016) também mostra uma estratégia de escolha entre as opiniões, tornando três resultados em um só, através de um consenso.

O fato de colocar poucas opções de respostas para os candidatos também é uma estratégia vinda da autora Cunha, et al. (2016), para que a entrevista tenha efeito positivo, e até pensando em não obter tantos resultados diferentes na etapa de comparação.

A importância de escolher um número ímpar de candidatos se dá pelo fato de um número ímpar eliminar a chance de empate e poder ser algo que faça a diferença no resultado final, seja colocando um peso a mais em alguma escolha ou contrariando as respostas. Os três menores números inteiros ímpares que eram maiores que dois, eram os números: 3; 5 e 7. No estudo de Cunha, et al. (2016) foram utilizados três candidatos e foi apresentado no modelo proposto que a situação poderia ser aplicada com efetividade e qualidade com os entrevistados.

A segunda e última etapa, consiste na Agregação de Opinião dos Especialistas, que é importante que sejam adotados critérios que façam peso e ajudem a decidir um senso comum que envolva a maioria das opiniões, que sejam justos e precisos.

Os critérios mostrados abaixo, são critérios de parametrização, que juntos garantem que o modelo funcione em todas as situações, sendo eles:

- a) Força dos resultados, representada por  $F$ , que é a soma absoluta dos resultados naquele ponto específico dividido pela quantidade entre eles.

$$F = \sum_{k=1}^n \frac{|A_{ij}^k|}{3} \quad (13)$$

- b) Amplitude entre os resultados, representada por  $S$ , que é a distância que o menor valor da opinião naquele ponto específico tem em relação ao maior valor da opinião, sendo  $A_{maior}$  o maior valor, e  $A_{menor}$  o menor valor

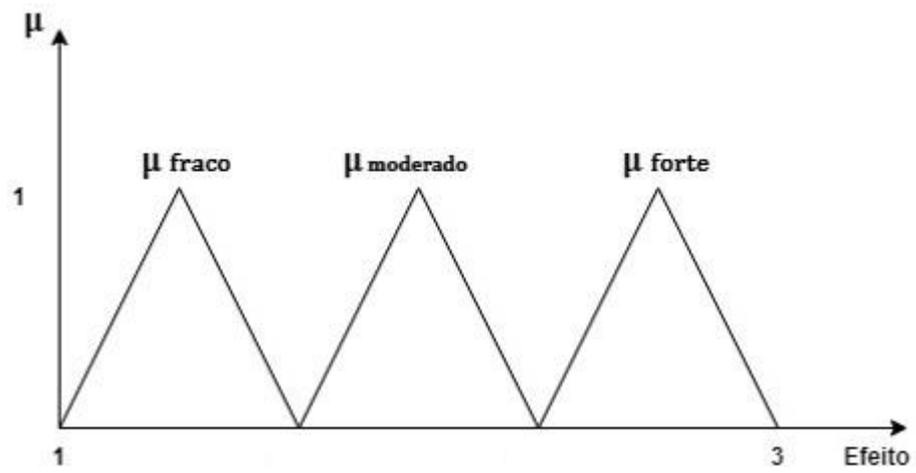
$$S = (|A_{maior}| - |A_{menor}|) \quad (14)$$

- c) Defuzzificação, que é o critério principal, transformando as 3 opiniões confusas ou não, em um resultado nítido, através da equação abaixo:

$$\mu = \frac{\sum_{k=1}^n A_{ij}^k}{3} \quad (15)$$

Em que  $\mu$  é a média, que diferente da força, irá realizar o somatório de  $A_{ij}$  levando em consideração os sinais. A nomenclatura  $n$  representa a quantidade de termos, e  $k$  representa um termo fixo em que sempre a quantidade de  $A_{ij}$ , para cada variação, será 1. Selecionando os intervalos de classificação para o forte, moderado e fraco, como forma de defuzzificação, houve a divisão em três partes iguais do intervalo entre 1 e 3, ficando conforme mostra a Figura 3:

Figura 3 - Defuzzificação



Fonte: Adaptado de Azadeh, et al. (2014)

### 3 REVISÃO APROFUNDADA DA LITERATURA

Há a existência de muitos trabalhos, na literatura, sobre fatores decisivos na instalação de indústrias, sejam eles, conceituais ou não, com foco em saber o objetivo desses fatores, a relevância, entre outros. Com foco em apresentar e discutir, primeiramente, esses fatores, uma ideia foi fazer uma adaptação de uma metodologia apresentada por Tranfield, et al. (2003), no que se trata de um mapeamento sistemático da literatura, para fazer justamente uma revisão aprofundada da literatura. Suas etapas podem ser vistas na Tabela 1.

*Tabela 1 – Etapas da revisão aprofundada da literatura*

<b>Etapa 1 - Planejando a revisão</b>	<b>Fase 1 - Identificação para a necessidade de uma revisão</b>
	<b>Fase 2 - Preparação de uma proposta de revisão</b>
	<b>Fase 3 - Desenvolvimento de um protocolo de revisão</b>
<b>Etapa 2 - Realização da revisão da literatura</b>	<b>Fase 4 - Identificação de busca</b>
	<b>Fase 5 - Seleção de estudos</b>
	<b>Fase 6 - Avaliação da qualidade dos estudos</b>
	<b>Fase 7 - Extração de dados e monitoramento do progresso</b>
<b>Etapa 3 - Relatório e divulgação</b>	<b>Fase 8 - Relatório e recomendações</b>
	- Análise descritiva
	- Análise de conteúdo
	<b>Fase 9 - Como colocar as evidências em prática</b>

*Fonte – Adaptado de Tranfield, et al. (2003)*

#### 3.1 ETAPA 1 – PLANEJANDO A REVISÃO

A fase de planejamento possui bastante relevância e deve ser construída dada a devida importância, pois existe uma influência muito forte em relação às outras fases. A principal saída dessa fase é o protocolo da revisão. Aqui, deve ser feito um estudo de escopo para delimitar a área e relevância dos tópicos que irão ser escolhidos. Essa etapa é constituída das fases que vão ser apresentadas a seguir.

Figueiredo (1990) diz que as revisões da literatura preenchem dois papéis interligados:

- Constituem-se em parte integral do desenvolvimento da ciência: *função histórica*.
- Fornecem aos profissionais de qualquer área, informação sobre o desenvolvimento corrente da ciência e sua literatura: *função de atualização*.

No qual as funções históricas da revisão são:

- Comparação de informação de fontes diferentes.
- Compactação do conhecimento existente.
- Substituição dos trabalhos originais como o registro escrito.
- Identificação de especializações emergentes.
- Direcionamento da pesquisa para novas áreas.

Já as funções de atualização da revisão são:

- Notificação informativa sobre a literatura publicada.
- Serviço de alerta para campos correlatos.
- Suporte à busca bibliográfica.
- Orientação inicial para uma nova área.
- Auxiliar no ensino.
- Por fim, o feedback.

### **3.1.1 Fase 1 – Identificação para a necessidade de uma revisão**

O principal intuito da revisão é delimitar a área de busca em que irão ser coletados os fatores que irão ser decisivos para realização do estudo e que possam ainda servir para estudos futuros.

### **3.1.2 Fase 2 – Preparação de uma proposta de revisão**

Essa preparação começa com a busca de fatores que impactam na decisão, sendo o objetivo da proposta direcionar a pesquisa a analisar artigos periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) via CAFE (Comunidade Acadêmica Federada), fazendo a pesquisa ser feita dentro de um banco de dados limitado. Pesquisa essa, sendo feita realizando buscas pelas palavras: Location, site, industry, factory e business.

### **3.1.3 Fase 3 – Desenvolvimento de um protocolo de revisão**

De acordo com Tranfield, et al. (2003), na revisão devem conter apenas estudos que atendam a todos os critérios de inclusão especificados no protocolo de revisão e que não contenham nenhum dos critérios de exclusão. Seguem os critérios de inclusão:

- Considerar artigos periódicos da CAPES via CAFE: Justamente por essas fontes possuírem maior relevância;
- Considerar na revisão, artigos que possuam a combinação do conjunto de palavras (location, site) com as palavras (industry, factory, business): “industry location, industry site, factory location, factory site, business location e business site”;
- Considerar os artigos que aparecerem com os filtros ativos: Artigos; Social Sciences; Science & Technology; Inglês; Anos: 2012-2022 e Periódicos revisados por pares;

- Como o objetivo é tratar de dados coletados de fontes dos últimos 10 anos, então são consideradas válidas, as publicações no período de 2012 até 2022: De janeiro de 2012 até fevereiro de 2022.

Seguem os critérios de exclusão:

- Desconsiderar dados vindos de blogs ou sites da internet;
- Desconsiderar publicações de congressos;
- Desconsiderar publicações anteriores à 1 de janeiro de 2012;
- Desconsiderar artigos em áreas diferentes que utilizam nomenclatura semelhante, como o tipo de solo melhor para escolher um ponto estratégico: Muito comum em artigos de construção civil.

### 3.2 ETAPA 2 – REALIZAÇÃO DA REVISÃO DA LITERATURA

Pode-se dar início a essa etapa, pois a etapa 1 aqui está concluída.

#### 3.2.1 Fase 4 – Identificação da busca

De acordo com Tranfield, et al. (2003), aqui deve-se decidir em relação as sequências de pesquisas que mais se apropriem sobre o estudo, no qual a estratégia deve ser relatada de uma forma que garanta que a pesquisa possa ser replicada.

#### 3.2.2 Fase 5 – Seleção de estudos

Deve haver a identificação de todas as citações relevantes, que serão selecionadas para avaliação e algumas serão selecionadas, se adequando ao tema em questão. De acordo com Rocha et al. (2018), a forma de extração dos artigos pode ser através apenas de seus títulos e resumos.

Após o uso dos filtros para achar os artigos, foram encontrados 528 resultados. Desses 528 encontrados, apenas 32 corresponderam aos critérios de inclusão (Seção 3.1.3) e se adequaram ao que seria interessante ao tema. E após selecionar melhor, procurando artigos que tivessem ainda mais afinidade com o tema, 22 artigos foram descartados e 10 utilizados na revisão.

#### 3.2.3 Fase 6 – Avaliação da qualidade dos estudos

Todos os artigos encontrados na plataforma do CAPES não precisam passar por uma avaliação de qualidade, visto que o próprio CAPES possui credibilidade em termos da relevância de seus artigos. E ainda, para Tranfield, et al. (2003), os pesquisadores geralmente confiam na classificação de qualidade implícita de um periódico específico, em vez de aplicar formalmente qualquer critério de avaliação de qualidade aos artigos que incluem suas revisões.

### **3.2.4 Fase 7 – Extração de dados e monitoramento do progresso**

Uma vez feita a adequação dos artigos selecionados, foi realizado um formulário para a extração dos seus dados. Esse formulário deverá ter incluso detalhes da fonte de informação, como o título, autores, revista, detalhes da publicação ou outros tipos de fonte de informação. Tudo isso com o intuito de se ter o repositório de dados, no qual a partir disso, a análise começará a emergir.

## **3.3 ETAPA 3 – RELATÓRIO E DIVULGAÇÃO**

Segundo Tranfield, et al. (2003), a revisão da literatura feita corretamente, irá facilitar a compreensão de toda a pesquisa, gerando um resumo extraído de todos os trabalhos primários. Para que isso ocorra, é necessário fornecer uma análise descritiva completa e detalhada do campo, por meio do uso dos formulários de extração. E a partir dessas extrações, se deve destacar as contribuições principais.

### **3.3.1 Fase 8 – Relatório e recomendações**

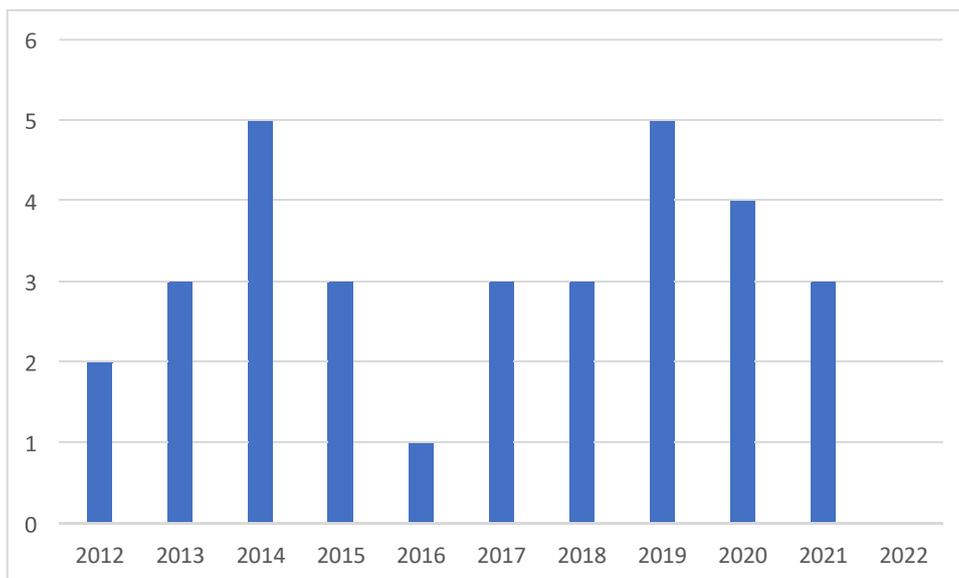
Os relatórios presentes nesse estudo terão dois tipos de análise: A análise descritiva e a análise de conteúdo.

#### **3.3.1.1 Análise Descritiva**

Usando as mesmas análises de Centobelli, et al (2017), foi possível extrair a informação de que essa análise tem como objetivo fornecer uma visão geral dos artigos estudados ao abordar diversos elementos que estão contidos em seus escopos.

É possível observar no Gráfico 1, que o número de artigos com esses temas tem aumentado nos últimos anos. E esse aumento significa que tratar dessas questões de fatores que decidem ou não instalações de fábricas possui uma relevância muito maior comparado com antigamente, tanto para as empresas como para as pessoas.

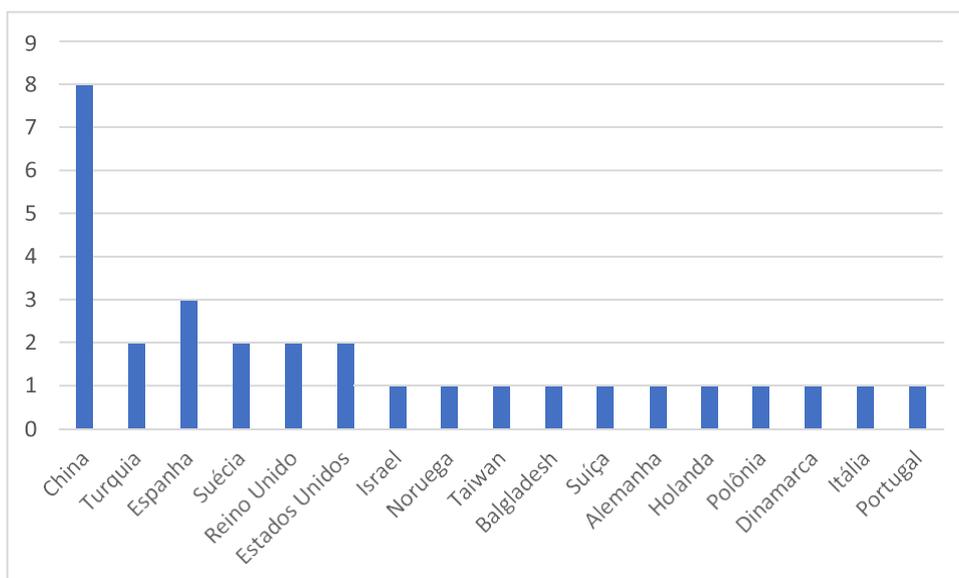
*Gráfico 1 - Distribuição das publicações do CAPES ao longo dos anos*



*Fonte: O autor (2022)*

Se tratando da origem dos artigos, para saber de onde vieram, foi considerado o país do autor principal. Desse modo, constata-se que China, Espanha, Estados Unidos, Reino Unido, Suécia e Turquia são aqueles países em que há uma maior preocupação e investimento em estudos desse tipo, como pode ser observado no Gráfico 2.

*Gráfico 2 – Distribuição dos artigos de acordo com as suas origens*

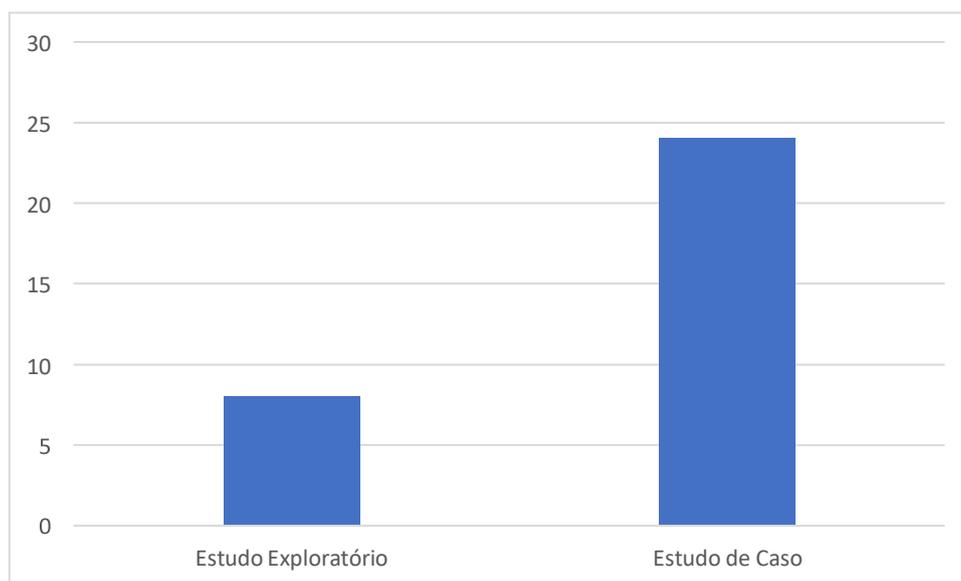


*Fonte: O autor (2022)*

Se tratando dos tipos de estudo de cada artigo, houve a necessidade de dividi-los em suas classificações, justamente para que as publicações fiquem classificadas, e essa distribuição pode ser vista em uma imagem detalhada através do Gráfico 3.

- Estudo de caso: No qual usasse como objeto de estudo, uma ou mais empresas;
- Estudo exploratório: Estudos que realizaram a aplicação das suas próprias metodologias com empresas de algum setor, para identificar suas práticas;

*Gráfico 3 – Distribuição das publicações de acordo com os tipos de estudo*



*Fonte: O autor (2022)*

Constata-se que cerca de 75% dos artigos realizaram estudos de caso. O que pode ser a explicação desse dado é que os estudos de caso em si, são bastante úteis e eficientes para o intuito de verificar os sistemas envolvidos nas pesquisas.

### 3.3.1.2 Análise de Conteúdo

Com o objetivo de realizar uma análise de conteúdo, ainda de acordo com Centobelli, et al. (2017), esta análise visa fornecer, de uma forma detalhada, os fatores cobertos pela literatura.

Para analisar todos os artigos dessa revisão, nessa revisão da literatura, foram utilizadas 2 questões de pesquisa:

- Quais os fatores mais utilizados para a decisão do local das instalações das indústrias?
- Qual o melhor método para medir o grau de importância desses fatores?

Em todos os artigos vistos, foi observado que há vários fatores que são mais utilizados para decisão final de instalar ou não uma indústria naquele determinado local, no qual as particularidades de cada um geram um impacto no final da decisão. Como forma de definir quais são esses fatores, foram expostos os principais:

- Fator 1: Infraestrutura e acessibilidade do transporte apropriada;
- Fator 2: Disponibilidade/proximidade de capital humano qualificado/fontes de conhecimento;
- Fator 3: Custos de operação;
- Fator 4: Aglomeração de indústrias;
- Fator 5: Proximidade aos clientes;
- Fator 6: Tamanho e poder de compra desse mercado;
- Fator 7: Valores éticos e sustentabilidade;
- Fator 8: Políticas governamentais;
- Fator 9: Disponibilidade/acessibilidade aos recursos;
- Fator 10: Diferença cultural.

Na Tabela 2, é possível verificar que o fator mais abordado não ocorreu pois houve um empate entre 2 fatores, são eles: fator 2 – Disponibilidade/proximidade de capital humano qualificado/fontes de conhecimento; e fator 3 – Custos de operação. E a imagem também mostra os autores que utilizaram esse fator 2 e 3, assim como também os autores dos demais fatores. Esse resultado é esperado de acordo com as justificativas de serem mencionados determinados fatores, e para saber quais são os fatores mais importantes para serem levados em consideração, deve haver uma medição do quanto são mencionados cada fatores, de modo que hierarquize ou justifique eles estarem ali.

Tabela 2 – Lista dos fatores estudados

	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7	Fator 8	Fator 9	Fator 10
FRENKEL, Amnon (2012)	X	X	X	X						
DURMUŞ, Ali (2014)	X	X	X	X	X	X				
SIRILERTSUWAN, Petchprakai (2017)	X	X		X				X		
CHEN, Lujie (2014)		X			X		X			X
JOHANSSON, Malin (2018)		X			X					
ELLRAM, Lisa M (2013)	X	X	X	X	X			X	X	
HAIDER, Martin (2020)			X	X						
WU, Han (2017)	X		X			X	X	X		X
KIMELBERG, Shelley M (2013)		X	X	X	X				X	
RAHMAN, S. M (2019)	X		X			X	X		X	X

Fonte: O autor (2022)

Agora se referindo a segunda questão de pesquisa, que se trata do melhor método para medir o grau de importância desses fatores, nos artigos em questão não houve esse enfoque. Com isso, uma análise multicritério foi adotada, com base na opinião de especialistas.

### 3.3.2 Fase 9 – Como colocar as evidências em prática

De acordo com Tranfield, et al (2003), a revisão da literatura oferece uma alternativa para que os pesquisadores usem as evidências fornecidas pela pesquisa para informar suas decisões. Com isso, a discussão sobre a revisão da literatura dos fatores foi gerada envolvendo alguns conceitos de vários autores. De acordo com Frenkel (2012), os benefícios esperados derivados de uma localização escolhida em um determinado local são baseados na redução do custo de transporte e mão de obra e ainda no tamanho do mercado. Frenkel (2012) ainda enfatiza que as indústrias em seus estágios iniciais geralmente precisam de ambientes de apoio, que seriam: Infraestruturas apropriadas, proximidade de fontes de conhecimento e um grande conjunto de capital humano qualificado. Todos esses elementos estimulam a inovação, que é a fase de criação que faz com que as empresas sobrevivam aos estágios de crescimento. Tudo isso colocando em consideração fatores como custos com aluguel e mão de obra, que devem ser pensados antes de decidir o local, pois as vezes é um risco que a empresa assume, em pagar um aluguel mais caro, para em compensação estar próxima a ambientes de apoio. Frenkel (2012) afirma que a aglomeração de indústrias é um dos principais fatores que irá fazer com que empresas grandes, que utilizam tecnologias avançadas, se sintam atraídas em fazer novas instalações naquela determinada região.

Já Durmuş (2014), afirma que geralmente, a maioria dos fatores de localização são semelhantes para qualquer caso, sendo eles: Proximidade aos clientes, acessibilidade dos transportes, alugueis baratos, disponibilidade de mão de obra e custos de produção e negociação baratos. O autor não comentou sobre os custos de transporte, porém fala que a acessibilidade

desempenha um papel importante nos, ou seja, se preocupar com a acessibilidade antes de tudo. Sirilertsuwan (2017) explica que vários fatores ajudam a explicar o motivo de várias empresas terem escolhido determinados locais de instalação, são eles: Planejamento do governo, acessibilidade de transporte e mão de obra qualificada.

O autor Chen (2014) entra com outra visão quanto ao que deve ser colocado em mente antes de selecionar algum local para instalação fabril: A diferença cultural e valores éticos devem ser levados em consideração, principalmente se for uma empresa estrangeira, deve ser visto o que é aceitável naquela região, e o que não é. Johansson (2018) enfatiza que há uma quantidade grande de fatores que impactam a decisão de localização de determinadas indústrias, porém também enfatiza que a literatura concorda com a existência de 3 fatores principais: Baixo custo de produção, proximidade ao mercado e acesso às competências de desenvolvimento.

Falando do lado político que muitas vezes é ignorado, mas muito importante, pois políticas econômicas podem ter um incentivo atrativo e ser um ponto pé inicial para qualquer indústria, Ellram (2013) encara como uma das principais vantagens para decidir ou não um ponto de instalação fabril.

Ainda muitas vezes uma localização é encarada como se tivesse que ser definido um ponto exato para implantação, contudo, Haider (2020) diz que uma localização também pode ser classificada como ótima apenas determinando um espaço de implantação, uma região. Kimelberg (2013) reforça que é crucial dar a devida importância a fatores que dizem respeito ao acesso a matéria prima, custos de transporte e mão de obra e o acesso aos mercados. Rahman (2019) coloca no meio fatores como água e energia industrial, que acabam sendo inclusos na parte de custos na produção.

## 4 METODOLOGIA DE PESQUISA

Para este estudo, será realizado um estudo de caso referente à uma indústria de bebidas localizada no agreste pernambucano, com as etapas apresentadas a seguir, com base no modelo apresentado por Ramos (2020).

### 4.1 NATUREZA DA PESQUISA

Ramos (2020) divide a natureza da pesquisa em 2 categorias: básica e aplicada. A natureza da pesquisa básica, de acordo com Ramos (2020), está associada a algo novo, um avanço na ciência, não necessitando ser aplicada. Já a aplicada, é direcionada a aplicação de conhecimentos prévios para encontrar a solução de um problema específico. Portanto, a natureza da pesquisa do presente estudo de caso tem categoria aplicada, pois no estudo são aplicados os conceitos teóricos que foram apresentados na revisão bibliográfica no capítulo 3 do estudo, para chegar a solução do problema abordado.

### 4.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa possui tanto característica qualitativa, como quantitativa, e o nome dado quando há essa “mistura” é “pesquisa quali-quantitativa”. A pesquisa atual exige tanto a interpretação de opiniões e percepções, quanto números, então há a combinação de números com opiniões subjetivas, com isso, o método de pesquisa é o quali-quantitativo, avaliando tanto os dados numéricos quanto o significado das palavras.

Se referindo ao procedimento da pesquisa, é classificada como estudo de caso por fazer análise de um contexto real e estudar os fatores (variáveis) que influenciam nesse contexto.

A pesquisa é categorizada como exploratória, por explorar um tema em questão, fornecendo informações para uma investigação mais precisa e detalhada, tendo sua coleta de dados através de estudos de caso e pesquisas bibliográficas.

### 4.3 COLETA DE DADOS

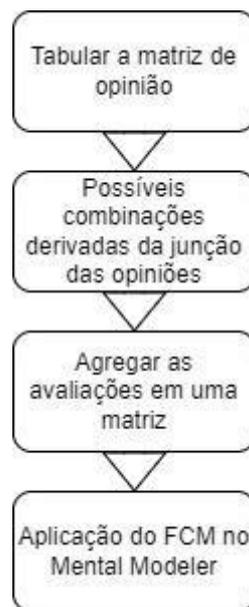
A coleta de dados foi realizada através de uma entrevista adequada à situação abordada e também a devida compreensão por parte dos especialistas. Foi pensado em saber através de um número apenas, as opiniões dos entrevistados, tendo cada especialista a oportunidade de comparar todos os fatores. Caso não houvesse contribuição, o entrevistado deixaria em branco o quadro e a linha em questão; caso houvesse contribuição positiva, era preenchido com o sinal de “+” no quadrado e adicionada a intensidade na linha; por fim, caso houvesse contribuição negativa, era preenchido com o sinal de “-” no quadrado e adicionada a intensidade na linha.

#### 4.4 ETAPAS DA PESQUISA

A metodologia proposta por esse estudo possui quatro etapas principais da pesquisa. A primeira etapa, constitui em tabular a matriz de opinião – sendo cada matriz com a especificação do especialista que a preencheu - através da representação numérica que representa as análises subjetivas.

A segunda etapa consiste em expor todas as combinações que são geradas com a junção de todas as opiniões de cada especialista. A terceira etapa consiste em elaborar um modelo universal, que para qualquer caso que seja apresentado como no presente estudo, possa ser replicado e contribua com a agregação da combinação dos especialistas, adequando tudo a uma única matriz por meio de regras criadas com a utilização dos parâmetros definidos. Por fim, a quarta e última etapa é referente a aplicação do FCM com o apoio da ferramenta Mental Modeler. A Figura 4 apresentada mostra a aplicação da metodologia após a coleta dos dados.

*Figura 4 - Etapas da Pesquisa*



*Fonte: O autor (2022)*

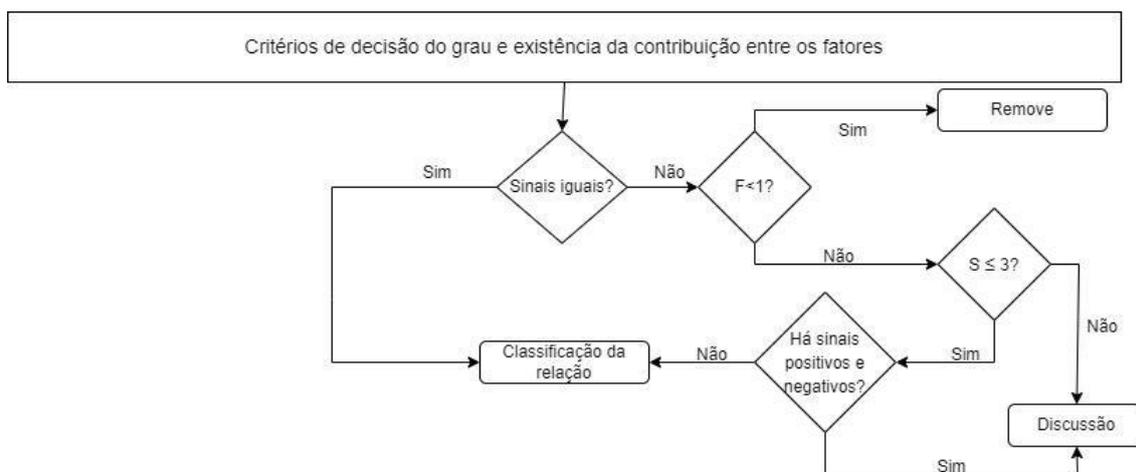
## 5 MODELO PROPOSTO

Houve a necessidade da criação de um modelo que cumprisse a finalidade de agregar a opinião dos especialistas, no qual Cunha, et al. (2016) utilizou tal critério, porém o estudo apresentou como limitação só considerar valores positivos. Com a finalidade de não abordar apenas valores positivos, um modelo que atendesse a qualquer combinação de respostas seria muito útil para tornar três tabelas geradas em uma única tabela, de uma forma que seja justa a escolha. Um modelo com um critério que alinha as discordâncias das opiniões de especialistas economiza muito tempo, devido a não precisar de uma outra entrevista para obter resultados mais viáveis ou ainda escolher outros candidatos, além de fornecer resultados precisos entre os membros entrevistados. Um modelo assim se torna um modelo universal que pode obter uma possível aplicação futura em outros estudos, sendo algo de extrema importância, sendo esse ponto o que sustenta a justificativa que faz o presente modelo estar sendo aplicado para o estudo de caso.

### 5.1 APRESENTAÇÃO DO MODELO

O modelo abaixo, conforme mostra a Figura 5, é usado após todos os resultados terem sido coletados e para cada ligação entre um fator e outro, o modelo deve ser seguido igualmente. Caso chegue no nó ‘discussão’, o sentido do fluxo se completa em outro fluxograma, conforme Figura 6 mostrará mais adiante. Caso chegue no nó ‘classificação da relação’, o resultado final é finalizado nesse mesmo nó.

Figura 5 – Critérios de decisão dos fatores



Fonte: O autor (2022)

## 5.2 ETAPAS DO MODELO

Abaixo, seguem as etapas do modelo, no qual: a etapa 1 fala da parametrização do modelo; a etapa 2 se refere à obtenção da avaliação dos especialistas; a etapa 3 apresenta a parte da agregação da opinião dos especialistas; e por fim, a etapa 4 mostra os resultados obtidos.

### 5.2.1 Etapa 1: Parametrização do modelo

De acordo com CUNHA, et al. (2016), os critérios de decisão e definição dos parâmetros necessários são feitos com base no peso que cada opinião de um especialista possui, e para isso, os critérios de parametrização escolhidos que mais se adequam e possuem uma efetividade aceitável para o problema são:

- a) **Força dos resultados:** representada por  $F$ , que é a soma absoluta dos resultados naquele ponto específico dividido pela quantidade entre eles.

$$F = \sum_{k=1}^n \frac{|A_{ij}^k|}{3} \quad (16)$$

- b) **Amplitude entre os resultados:** representada por  $S$ , que é a distância que o menor valor da opinião naquele ponto específico tem em relação ao maior valor da opinião, sendo  $A_{maior}$  o maior valor, e  $A_{menor}$  o menor valor.

$$S = (|A_{maior}| - |A_{menor}|) \quad (17)$$

- c) **Diferença entre sinais:** sendo a diferença entre: positivo e negativo (Ter “+” e “-“); positivo e nulo (Ter “+” e “0”); e por fim negativo e nulo (Ter “-“ e “0”).
- d) **Discussões:** para após ela, se a amplitude for favorável ( $S \leq 2$ ), ser possível haver uma escolha, caso contrário, descartar a opinião de todos devido a uma incoerência enorme.

### 5.2.2 Etapa 2: Explicação e agregação das avaliações dos especialistas

A entrevista feita para cada especialista consistiu em um questionário relacionando um fator com o outro, tendo cada especialista a oportunidade de afirmar se haveria contribuição ou não, e caso houvesse, dizer se a contribuição teria intensidade forte, moderada ou fraca, sendo: o número 3 representando o forte; o número 2 representando o moderado; e o número 1 representando o fraco. O zero representa não-relação. E ainda poderiam haver valores negativos, caso contribuísse negativamente. Deste modo, as avaliações estariam classificadas entre 3 e -3.

A obtenção dos valores da avaliação serviu para saber o direcionamento de cada entrevistado, funcionando da seguinte forma:

- Preencher onde o número da coluna for maior do que o número da linha:  $A_{ij}, i < j$ .
- Adicionar o número 0 se não possuir contribuição.
- Caso preencher, olhar com muita cautela o posicionamento, se é uma contribuição boa (+) ou uma contribuição ruim (-), pois isso irá afetar o resultado final.
- Ter muito cuidado na intensidade, pois deve ser algo que faça sentido e que gere uma contribuição forte para o estudo.
- Apenas preenchidos os valores acima da diagonal principal  $A_{ij}, i = j$ , para o questionário não ficar muito longo e causar alguma possível incoerência nos resultados.

Segue um exemplo – Tabela 3 - para explicar o que representa cada número em cada célula preenchida:

*Tabela 3 – Demonstração das contribuições*

ENTREVISTADO										
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7	Fator 8	Fator 9	Fator 10
Fator 1	0			1					0	
Fator 2		0				-2				
Fator 3			0							
Fator 4				0				3		
Fator 5					0					
Fator 6						0				-3
Fator 7							0			
Fator 8								0		
Fator 9									0	
Fator 10										0

*Fonte: O autor (2022)*

Conforme tabela 3 expõe, há cinco situações acima que um determinado entrevistado adotou como verdade, que são:

- Na linha do fator 1, coluna do fator 4, está preenchido o número 1, que representa: “O fator 1 contribui positivamente fraco para o fator 4”.
- Na linha do fator 1, coluna do fator 9, está preenchido o número 0, que representa: “O fator 1 não contribui para o fator 9”.
- Na linha do fator 2, coluna do fator 6, está preenchido o número -2, que representa: “O fator 2 contribui negativamente moderado para o fator 6”.
- Na linha do fator 4, coluna do fator 8, está preenchido o número 3, que representa: “O fator 4 contribui positivamente forte para o fator 8”.

- Na linha do fator 6, coluna do fator 10, está preenchido o número -3, que representa: “O fator 6 contribui negativamente forte para o fator 10”.

Visto isso, é visível que a mudança de um sinal aumenta a distância de um número para o outro mais do que a mudança de uma intensidade, então deve-se tomar como prioridade o cuidado com o sinal, juntamente com a intensidade.

A agregação das opiniões dos especialistas consiste em se obter um número, que é gerado com a junção das opiniões apresentadas pelos especialistas, então regras são aplicadas para que possam ser definidos quais números serão colocados em uma matriz opinião, representando todos os especialistas. Casos em que todos colocassem intensidades iguais ou diferentes, sinais iguais ou diferentes precisam ser alinhados no modelo e os parâmetros definidos na etapa 1 devem ser analisados para serem aplicados nas regras.

### 5.2.3 Etapa 3: Regras de agregação da opinião dos especialistas

Algumas regras precisaram ser adotadas visando a agregação da opinião dos especialistas, por causa dos vários resultados diferentes, devido a diversas opiniões e pontos de vista. Essa etapa consiste em aplicar essas regras e ajudar a obter um resultado que seja baseado na opinião dos entrevistados, gerando uma tabela única, com base no modelo de Cunha, et al. (2016).

Cada regra foi pensada para que houvesse um resultado justo que substituísse todas as opiniões em uma só, considerando todas sem descartar o posicionamento de nenhum entrevistado. Foram adotadas as seguintes regras:

- **Mesmo sinal, mesma intensidade, adiciona a contribuição de todos igualmente** – Essa regra foi pensada, pelo simples motivo que se ambos especialistas opinarem pelo mesmo resultado tanto em intensidade como pelo sinal, não há motivos para mudança pois há uma concordância, e essa etapa leva à defuzzificação, pois o processo deixará não mudará o resultado dos números.
- **Quando não houver concordância de sinais, verificar a força** – Essa regra fez o estudo não levar essa característica para a defuzzificação pelo simples motivo em que uma média não seria eficiente, pois podem haver números negativos e positivos na seleção, fazendo com que a média não dê um resultado coerente, pois realiza a soma dos números considerando os sinais, já a força, se torna eficiente nessa etapa pois a soma dos valores é absoluta. Foi com essa divisão que surgiu a ideia de separação em mapas, para melhor visualização do modelo.
- **Quando a força for menor que 1, remove a contribuição** – Aqui foi escolhida a força em vez da defuzzificação, pelo motivo de que a força observa apenas a intensidade e ignora os sinais, se tornando mais eficaz para essa etapa. Foi

considerado irrelevante os resultados com força menor que 1, pelo simples motivo de que os resultados ficariam entre “não haver contribuição” e “haver contribuição, porém com intensidade fraca”, sendo considerado algo não tão relevante.

- **Se a força for maior que 1, verificar a amplitude** – A amplitude aqui foi a melhor solução encontrada devido a mostrar se as opiniões estão muito próximas ou não.
- **Se a amplitude for menor ou igual a 3, e não possuir sinais negativos e positivos, é feita a etapa de defuzzificação** – Justamente por possuir sinais iguais, incluindo o número 0 como um número neutro nessa etapa, é possível realizar a defuzzificação de uma forma eficaz, pois é uma média que os sinais não irão atrapalhar no resultado.
- **Se a amplitude for menor ou igual a 3, e possuir sinais negativos e positivos, é uma situação para gerar uma discussão** – Por não possuir sinais iguais, e o cálculo da média não ter efeito positivo aqui, é encaminhado para discussão.
- **Se a amplitude for maior ou igual a 4, é uma situação para gerar uma discussão** – Uma amplitude maior ou igual a 4 é considerada um caso para discussão, pelo fato de que os únicos resultados possíveis para a amplitude ser dessa forma, é quando houverem números positivos e negativos.
- **Se após a discussão, a amplitude for menor ou igual a 2, é feita a etapa de defuzzificação** – Após a discussão, ocorreu alguma mudança e a amplitude for menor ou igual a 2, tendo sinais iguais e zero como neutro, é porque a situação voltou a ficar adaptável para realizar o cálculo da média.
- **Se após a discussão, a amplitude for maior ou igual a 3, entra para a lista de discordância e é removido o valor** – Se mesmo após a discussão, a amplitude ficou no mínimo igual a 3, é porque ambos discordam muito, e não foi considerado justo escolher entre um extremo ou outro, sendo a opção de desconsiderar aquele ponto em específico a melhor.

#### 5.2.4 Etapa 4: Resultados

Serão obtidas as matrizes com os posicionamentos dos especialistas, contendo apenas os números de acordo com as definições da entrevista. Após toda a coleta de dados e todas as tabelas montadas dos especialistas, é posta em prática a aplicação das regras de agregação dos especialistas, que é um modelo universal possível de ser replicado. Após isso, o FCM pode ser construído com o apoio da ferramenta Mental Modeler, sendo dividido de acordo com as intensidades coletadas da matriz opinião de agregação.

## 6 ESTUDO DE CASO

A finalidade do presente estudo é que a indústria de bebidas saiba qual é o melhor local para instalar sua nova expansão, observando a contribuição que cada fator tem um sobre o outro, que impactam e influenciam nessa escolha. Como a empresa não sabia quais fatores eram esses e nem o peso que cada um tinha um sobre o outro, então as tabelas e figuras geradas são de extrema importância para o tomador de decisão olhar antes de começar a investir em algum local. O que antes estava inviabilizando o projeto, agora pode ser o pontapé inicial.

### 6.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A empresa estudada é uma indústria de bebidas de pequeno porte, localizada no agreste pernambucano, no qual tem planejamentos para expandir suas instalações. É uma das maiores indústrias de bebida do estado de Pernambuco, e a mesma tem como objetivo ser a maior, e para isso tenta expandir sempre a quantidade de vendas e sempre tenta inovar nos sabores. Seu foco é em reduzir o desperdício, e para isso utiliza sistemas de qualidade que evitem garrafas serem estornadas por alguma falha ou até mesmo dentro da própria fábrica não haver desperdício durante a fabricação.

Atualmente, a indústria só possui uma unidade instalada, embora faça entrega até um raio de 400 quilômetros (km), não havendo limitação de clientes dentro desse raio. Há a entrega de produtos para clientes tanto da zona rural, como da zona urbana, de mercados pequenos até mesmo mercados grandes. A indústria só não entrega para distribuidoras, pois possui frota própria, sem contratação de serviço terceirizado para realizar as entregas.

### 6.2 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Com inovação dos sabores de refrigerante, e sem obter o resultado esperado, foi pensado em expandir para a produção de cerveja, porém um problema muito maior que a criação da cerveja apareceu, que foi a impossibilidade de produção onde a unidade instalada está presente no momento, fato que fez surgir a necessidade de uma expansão e a escolha do local surgiu como uma barreira enorme para início do projeto.

Por isso no estudo de caso viu-se a necessidade de focar nesse quesito, para agilizar o andamento do projeto da empresa e minimizar os riscos de escolhas erradas, ao mesmo tempo que visa minimizar custos e aumentar os resultados esperados no futuro.

### 6.3 APLICAÇÃO DO MODELO

A seguir, serão apresentadas as etapas que foram propostas na metodologia.

### 6.3.1 Etapa 1: Tabular a matriz de opinião

Abaixo, segue em anexo as tabelas que consistem dos resultados das opiniões dos três candidatos, sendo a Tabela 4 as opiniões do entrevistado X, a Tabela 5 as opiniões do entrevistado Y, e a Tabela 6 as opiniões do entrevistado Z.

*Tabela 4 – Opiniões do entrevistado X*

ENTREVISTADO X										
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7	Fator 8	Fator 9	Fator 10
Fator 1	0	3	2	3	2	0	0	1	2	0
Fator 2		0	-2	2	-1	-1	1	2	0	-1
Fator 3			0	3	2	3	-2	-3	0	0
Fator 4				0	0	0	-2	3	3	0
Fator 5					0	1	0	0	0	0
Fator 6						0	3	3	0	-1
Fator 7							0	1	0	0
Fator 8								0	0	0
Fator 9									0	0
Fator 10										0

*Fonte: O autor (2022)*

*Tabela 5 – Opiniões do entrevistado Y*

ENTREVISTADO Y										
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7	Fator 8	Fator 9	Fator 10
Fator 1	0	3	-1	3	1	2	2	3	2	-1
Fator 2		0	-2	2	-1	-1	1	0	3	-1
Fator 3			0	2	2	1	2	-3	3	0
Fator 4				0	0	0	-2	2	3	3
Fator 5					0	2	0	1	0	3
Fator 6						0	0	3	0	-1
Fator 7							0	2	3	-1
Fator 8								0	1	0
Fator 9									0	0
Fator 10										0

*Fonte: O autor (2022)*

Tabela 6 – Opiniões do entrevistado Z

ENTREVISTADO Z										
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7	Fator 8	Fator 9	Fator 10
Fator 1	0	3	2	1	3	3	0	0	3	0
Fator 2		0	3	2	2	2	3	2	2	0
Fator 3			0	3	3	3	2	0	3	0
Fator 4				0	3	3	3	3	3	0
Fator 5					0	3	3	2	2	2
Fator 6						0	3	3	3	2
Fator 7							0	2	3	2
Fator 8								0	3	0
Fator 9									0	0
Fator 10										0

Fonte: O autor (2022)

### 6.3.2 Etapa 2: Possíveis combinações derivadas da junção das opiniões

Para utilização do método, teve que ser pensado em todas as possíveis combinações de respostas, pensando no senso comum. O caso com maior facilidade de chegar a um acordo, foi o caso em que todos colocam mesmo sinal e mesma intensidade de resposta caso houvesse contribuição, ou concordam que não há contribuição, no qual apenas repetiria as opiniões na tabela de agregação, já que todos concordam. A Tabela 7 abaixo representa quais são as possíveis combinações que podem aparecer e indicar que todos concordam. Todas as outras tabelas que mostram as combinações, não se referem aos resultados, sendo o intuito mostrar quantas possibilidades existem de existir alguma característica em específico.

Tabela 7 – Combinações em que todos concordam

Entrevistado X	Entrevistado Y	Entrevistado Z	Resultado
0	0	0	Mesmo sinal e mesma intensidade
1	1	1	
2	2	2	
3	3	3	
-1	-1	-1	
-2	-2	-2	
-3	-3	-3	

Fonte: O autor (2022)

O segundo pensamento seria pensar nos que seriam removidos, que seriam os que o valor da força  $F_{ij}$  conforme mostrado na equação acima, fosse menor que 1, sendo considerado 1

considerado um valor baixo e que pode ser desconsiderado. A Tabela 8 representa quais combinações seriam cabíveis ao caso, que não se enquadram no caso da Tabela 7.

*Tabela 8 – Combinações que podem ser removidas devido à força*

Entrevistado X	Entrevistado Y	Entrevistado Z	Resultado
0	0	1	<b>Removidos devido à força ser menor que 1</b>
0	0	-1	
0	1	0	
0	-1	0	
1	0	0	
-1	0	0	
0	1	1	
1	0	1	
1	1	0	
0	-1	-1	
-1	0	-1	
-1	-1	0	
0	1	-1	
0	-1	1	
1	0	-1	
-1	0	1	
1	-1	0	
-1	1	0	

*Fonte: O autor (2022)*

Caso a força seja maior ou igual a 1, é questionada a amplitude ( $S$ ) do ponto em questão, no qual é considerada curta se for menor ou igual a 3, e esse número foi definido como possível para classificação de relação após análise das possíveis variações que existem com força maior ou igual a 1 e amplitudes menores ou iguais a 3. E ainda é feita uma outra pergunta como mostra a Figura 3 – “Há sinais positivos e negativos?” – em que caso a resposta seja “não”, entram no critério de “classificação da relação”, em que há uma defuzzificação, que consiste na transformação das 3 opiniões que estão até então confusas, em um resultado nítido.

Porém, voltando à pergunta - “Há sinais positivos e negativos?” caso a resposta seja “sim”, não entra nesse critério de classificação, mesmo a amplitude sendo menor ou igual a 3. A Tabela 9 mostra os possíveis resultados que teriam amplitude menor ou igual a 3, porém sem conter sinais opostos (positivos e negativos):

Tabela 9 – Combinações com amplitude menor ou igual a 3 sem sinais opostos

Entrevistado X	Entrevistado Y	Entrevistado Z	Resultado
0	1	2	Amplitude menor ou igual a 3, porém sem sinais opostos
0	2	1	
0	1	3	
0	3	1	
0	2	3	
0	3	2	
0	2	2	
0	3	3	
1	0	2	
2	0	1	
1	0	3	
3	0	1	
2	0	3	
3	0	2	
2	0	2	
3	0	3	
1	2	0	
2	1	0	
1	3	0	
3	1	0	
2	3	0	
3	2	0	
2	2	0	
3	3	0	

Fonte: O autor (2022)

Já a Tabela 10, mostra os casos em que a amplitude teve como resultado um número menor ou igual a 3, mas com a resposta “sim”.

Tabela 10 – Combinações com amplitude menor ou igual a 3 com sinais opostos

Entrevistado X	Entrevistado Y	Entrevistado Z	Resultado
0	-1	1	Amplitude menor ou igual a 3, porém com sinais opostos
0	-1	2	
0	-2	1	
0	1	-1	
0	2	-1	
0	1	-2	
-1	0	1	
-1	0	2	
-2	0	1	
1	0	-1	
2	0	-1	
1	0	-2	
-1	1	0	
-1	2	0	
-2	1	0	
1	-1	0	
2	-1	0	
1	-2	0	

Fonte: O autor (2022)

Tanto a situação mostrada na Tabela 10, como a situação em que a amplitude é maior ou igual a 4, são situações em que ocorrem divergências de opiniões que possuem pelo menos 2 extremos, em que deve haver uma discussão para chegar a um ponto em comum. Abaixo nas Tabelas 11 e 12, segue as combinações em que a amplitude é maior ou igual a 4:

Tabela 11 – Combinações com amplitude maior ou igual a 4 – Parte 1

Entrevistado X	Entrevistado Y	Entrevistado Z	Resultado
0	-1	3	Amplitude maior ou igual a 4
0	-2	2	
0	-2	3	
0	-3	1	
0	-3	2	
0	-3	3	
0	3	-1	
0	2	-2	
0	3	-2	
0	1	-3	
0	2	-3	
0	3	-3	
-1	0	3	
-2	0	2	
-2	0	3	
-3	0	1	
-3	0	2	
-3	0	3	
3	0	-1	
2	0	-2	
3	0	-2	
1	0	-3	
2	0	-3	
3	0	-3	

Fonte: O autor (2022)

Tabela 12 – Combinações com amplitude maior ou igual a 4 – Parte 2

Entrevistado X	Entrevistado Y	Entrevistado Z	Resultado
-1	3	0	Amplitude maior ou igual a 4
-2	2	0	
-2	3	0	
-3	1	0	
-3	2	0	
-3	3	0	
3	-1	0	
2	-2	0	
3	-2	0	
1	-3	0	
2	-3	0	
3	-3	0	

Fonte: O autor (2022)

Caso haja a discussão - que são as combinações mostradas nas Tabelas 10, 11 e 12 - os mesmos especialistas são questionados sobre os fatores em questão, há uma breve explicação sobre o que representa a resposta que o mesmo colocou, havendo a possibilidade de mudança.

A Figura 6 mostra como foi construído o fluxograma da discussão, no qual se a amplitude após discussão e possível mudança de resultados, ficar menor ou igual a 2, haverá a defuzzificação e haverá uma classificação para os resultados. Por fim, conforme mostra a Figura 6, a amplitude continue maior ou igual a 4, ou ainda igual 3, aqueles resultados em específico entram em uma lista de discordância e são retirados por serem opiniões tão distintas.

Figura 6 – Discussão dos fatores



Fonte: O autor (2022)

### 6.3.3 Etapa 3: Agregar as avaliações em uma matriz

Com o cumprimento da etapa 2 para cada comparação entre os fatores, é exposta a Tabela 13 com os resultados definitivos, derivados da metodologia de agregação da opinião dos especialistas, sendo cada nicho preenchido após seguir todos os procedimentos da etapa 2, de forma individual. Os valores foram calculados caso chegassem nos nós: ‘Classificação da relação’; ‘Remove’; e ‘Lista de discordância’. A discussão sobre os resultados obtidos será feita na Seção 6.4, por estarem melhor apresentados visualmente com a etapa 4, que vem a seguir.

*Tabela 13 – Todas as opiniões em uma só tabela*

CONSENSO - 3 ENTREVISTADOS DE ACORDO COM CONCEITOS DE DESEMPATE/DECISÃO										
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7	Fator 8	Fator 9	Fator 10
Fator 1	0	3	2	3	2	2	0	1	3	0
Fator 2		0	-	2	-1	-1	2	1	2	0
Fator 3			0	3	3	3	-2	-2	2	0
Fator 4				0	1	1	-	3	3	1
Fator 5					0	2	1	1	0	2
Fator 6						0	2	3	1	-1
Fator 7							0	2	2	-
Fator 8								0	1	0
Fator 9									0	0
Fator 10										0

*Fonte: O autor (2022)*

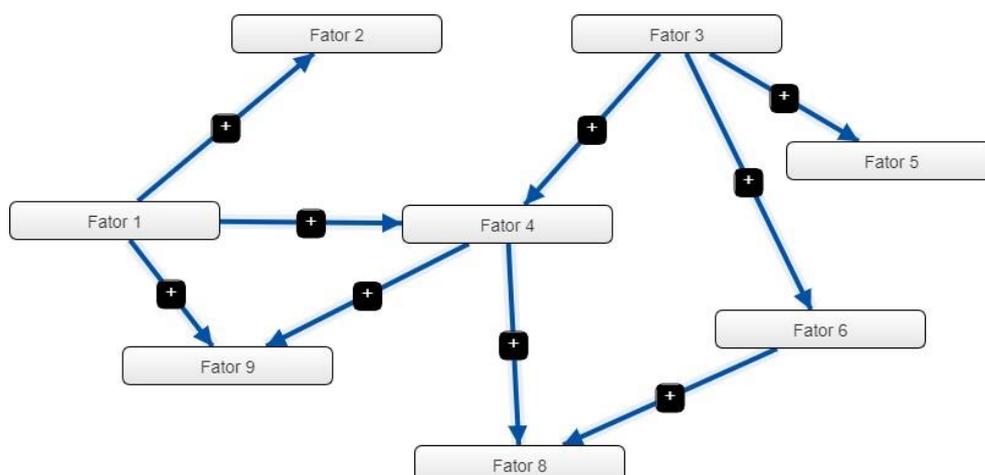
### 6.3.4 Etapa 4: Aplicação do FCM no Mental Modeler

O processo de raciocínio da forma de como foram achados os valores de  $w_{ij}$  do FCM do presente estudo foi feito com base na Agregação de Opinião dos Especialistas escolhidos, e essa escolha foi considerada importante e relevante para o estudo.

Para a representação visual da Tabela 4, foi utilizada a ferramenta Mental Modeler (MM) utilizando FCM como forma de expor os conceitos interligados, deixando claro se a contribuição é positiva ou negativa.

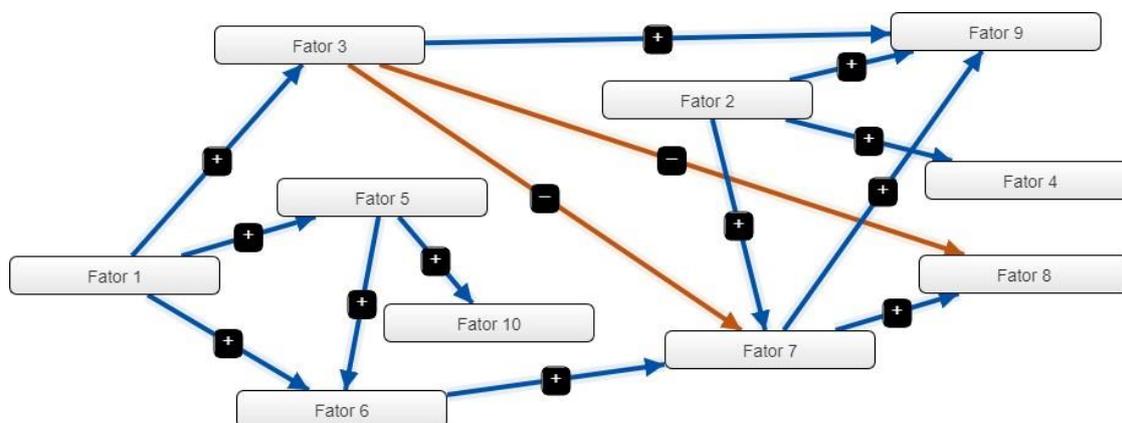
As Figuras 7, 8 e 9 mostradas abaixo, mostram a aplicação dos FCM com a ferramenta MM para as relações: Forte; moderado e fraco, respectivamente.

Figura 7 – Relação forte por FCM



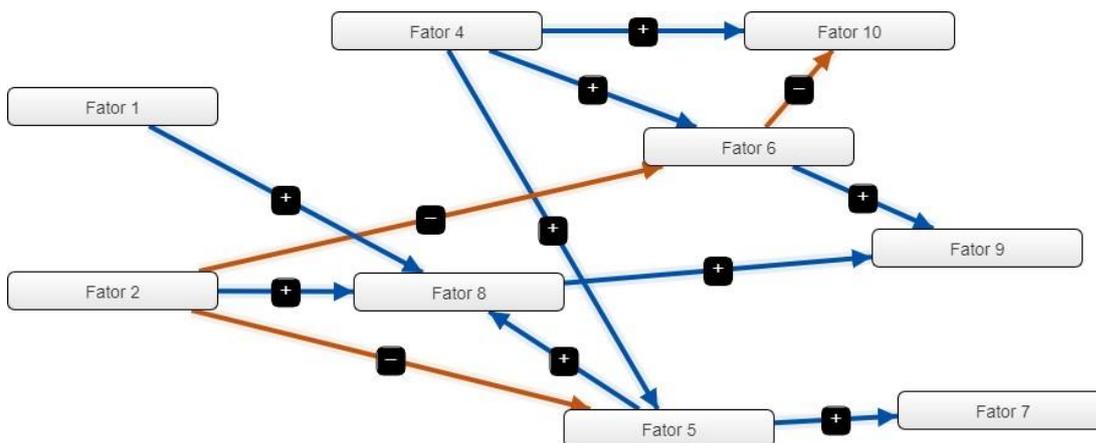
Fonte: O autor (2022)

Figura 8 – Relação moderada por FCM



Fonte: O autor (2022)

Figura 9 – Relação fraca por FCM



Fonte: O autor (2022)

#### 6.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com a aplicação do modelo, foram gerados três mapas por meio da ferramenta MM. Os mapas possuem uma contribuição na parte de apresentar os resultados da agregação dos especialistas, sendo melhor de compreender os dados como um todo através da exposição visual das ligações existentes entre os fatores e a diferenciação entre cores, indicando 'positivo' ou 'negativo'. O primeiro ponto visível é que não existe uma contribuição negativa forte, o que é considerado algo bom, caso houvesse, teria que ser visto com prioridade. As contribuições que devem ser vistas primeiramente devem ser as que possuem intensidade forte, pois significam que um determinado fator contribui fortemente para outro fator, e essas ligações fortes não devem ser deixadas em segundo plano.

Após análise, constata-se que os fatores 1 (Infraestrutura e acessibilidade do transporte apropriada) e 3 (Custos de operação) são fatores críticos, pois contribuem fortemente para outros três fatores, cada um, ou seja, o investimento nesses fatores gera a possibilidade de alavancar outros seis fatores fortemente. Outro fator que deve ser visto com atenção é o fator 4 (Aglomeração de indústrias), por causa da quantidade de ligações que existem entre ele, o tornando crítico também, pois prova que esse fator está fortemente envolvido com outros quatro fatores.

Olhando para a Figura 8, que contém as ligações moderadas, a situação é diferente. A primeira coisa a se olhar são as ligações vermelhas (negativas), que ambas saem do fator 3, mostrando que o mesmo fator é um fator que não possui uma boa contribuição, necessitando de uma análise mais cuidadosa. Os fatores críticos são os que possuem três contribuições para outros

três fatores, sendo os fatores 1, 2 (Disponibilidade/proximidade de capital humano qualificado/fontes de conhecimento) e 3. Destaque para o fator 3 nesse caso que das três ligações, duas são negativas. Já os fatores que mais recebem ligações são os fatores 7 (Valores éticos e sustentabilidade) e 9 (Disponibilidade/acessibilidade aos recursos), sendo o fator 7 o que possui uma dessas contribuições negativas, no qual requer uma análise dos efeitos que pode gerar. O fator que mais possui ligações no total é o fator 7, que além de contribuir para os fatores 8 (Políticas governamentais) e 9, os fatores 2, 3 e 6 (Tamanho e poder de compra desse mercado) contribuem para o mesmo, sendo o fator 3 uma contribuição negativa.

Já o último mapa, que possui ligações fracas, possui três contribuições negativas, duas delas saindo de um mesmo fator (fator 2), requerendo um olhar especial. Coincidentemente o fator 2 está entre um dos fatores críticos que mais contribuem, possuindo três contribuições juntamente com o fator 4. O fator 8 é interessante ser observado também pois é contribuído por outros três fatores e é um dos que mais possui ligações, junto com os fatores 5 (Proximidade aos clientes) e 6, sendo quatro ligações cada um.

A análise nos três mapas requer uma comparação, em que deve ser observado os fatores que mais aparecem entre os críticos e os que não apareceram de jeito nenhum. O fator 10 não apareceu em nenhum momento, mas mesmo que ele estando nessa situação, é importante ver como ele está no mapa para tentar entender o motivo disso e analisar se realmente está coerente.

- Fator 10 - É contribuído pelo fator 5 positivamente moderado; e é contribuído pelo fator 4 positivamente fraco e pelo fator 6 negativamente fraco.

Com isso, vê-se que o fator 10 (Diferença cultural) não contribui para nenhum fator, porém não deve ser ignorado pois possui uma ligação negativa, mas existem outros fatores mais importantes.

Analisando os fatores que mais contribuem, olhando para os três mapas, os mais críticos são os fatores 1 e 3, pelos fatos:

- Fator 1 – É um dos fatores que aparecem como mais contribuintes na relação forte e moderado.
- Fator 3 – É quase a mesma situação do fator 1, porém mais crítico ainda por possuir duas contribuições negativas.

Por fim, um fator que chama atenção é o fator 4, pois está envolvido em muitas ligações, no qual tanto ele contribui bastante como ele deve ser contribuído por outros fatores também, principalmente da ligação forte que é onde apresenta mais relações.

## 6.5 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Com a análise da Tabela 14, onde mostra todas as opiniões em uma só tabela de uma forma agregada, foi observado que algumas contribuições foram retiradas devido a terem ido para a lista de discordância, sendo descritas abaixo:

- Contribuição do fator 2 para o fator 3.
- Contribuição do fator 4 para o fator 7.
- Contribuição do fator 7 para o fator 10.

Estes casos de discordância aconteceram pelos seguintes motivos:

- Na contribuição do fator 2 para o fator 3: O entrevistado X colocou “-2”; o entrevistado Y colocou “-2”; porém o entrevistado Z colocou “3”. Após a discussão, o resultado manteve-se, deixando de fora essa contribuição, devido a amplitude estar igual a cinco.
- Na contribuição do fator 4 para o fator 7: O entrevistado X colocou “-2”; o entrevistado Y colocou “-2”; porém o entrevistado Z colocou “3”. Mesmo caso da situação acima.
- Na contribuição do fator 7 para o fator 10: O entrevistado X colocou “0”; o entrevistado Y colocou “-1”; porém o entrevistado Z colocou “2”. Resultados esses que mesmo após discussão, a amplitude ficou igual a 3, tornando inviável aplicar o método de defuzzificação, deixando de fora essa contribuição.

De acordo com as duas primeiras situações, o entrevistado Z foi o responsável pela divergência entre os resultados, sendo o mais discrepante. Se referindo a última situação, considerando que os entrevistados X e Y colocaram “0” e “-1” respectivamente, observa-se que o entrevistado Z colocou uma opinião não tão distante como as anteriores, porém ainda distante, considerando que “0” e “-1” são resultados que tendem a ser mais próximos um do outro do que “0” e “2” ou ainda “-1” e “2”. Com isso, o entrevistado Z foi o que causou mais divergências em ambas ocasiões e mesmo após a discussão, não concordou com X e Y, sendo o discrepante.

Se por acaso o mesmo mudasse sua opinião por concordar com X e Y após a discussão, provavelmente o resultado dos nós seriam:

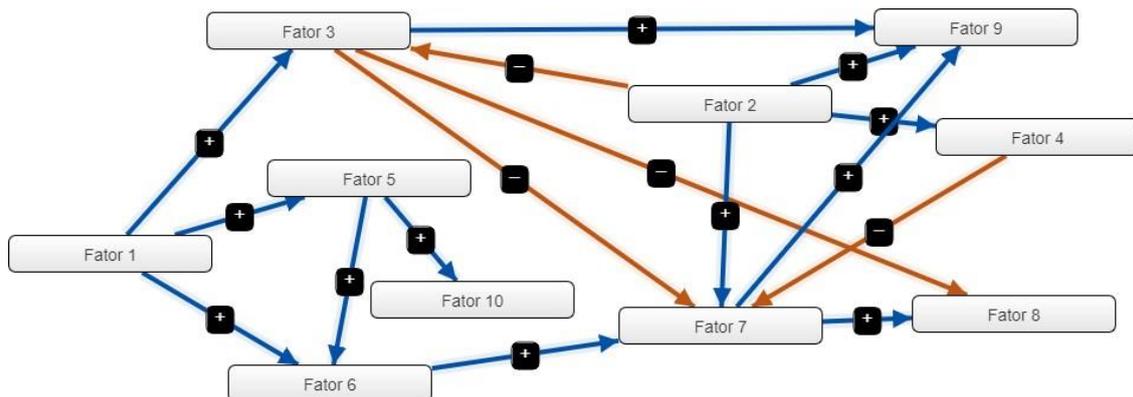
- **Contribuição do fator 2 para o fator 3:** O resultado seria “-2”, pois caso Z concordasse com a opinião de X e Y, ou sua opinião chegasse próximo, sua opinião seria entre “-3” e “-2”, devido sua intensidade ser “3” na antiga opinião, o que resultaria em “-2” pelo método da defuzzificação.
- **Contribuição do fator 4 para o fator 7:** O resultado seria “-2”, pois caso Z concordasse com a opinião de X e Y, ou sua opinião chegasse próximo, sua

opinião seria entre “-3” e “-2”, devido sua intensidade ser “3” na antiga opinião, o que resultaria em “-2” pelo método da defuzzificação.

- **Contribuição do fator 7 para o fator 10:** Aqui, caso Z mudasse de opinião e ficasse igual a opinião de X ou Y, iria surtir o mesmo efeito da lista de discordância, pois com o método da defuzzificação, o resultado iria ser menor do que “1”, resultando na remoção do resultado. O único jeito que faria o valor não ser removido, seria Z mudar sua opinião de “2” para “-2” - mudando apenas o sinal - fazendo o resultado ser “-1”. Isso considerando que mudar para “3” ou “-3” seria possível, porém iria causar remoção pela lista de discordância da mesma forma.

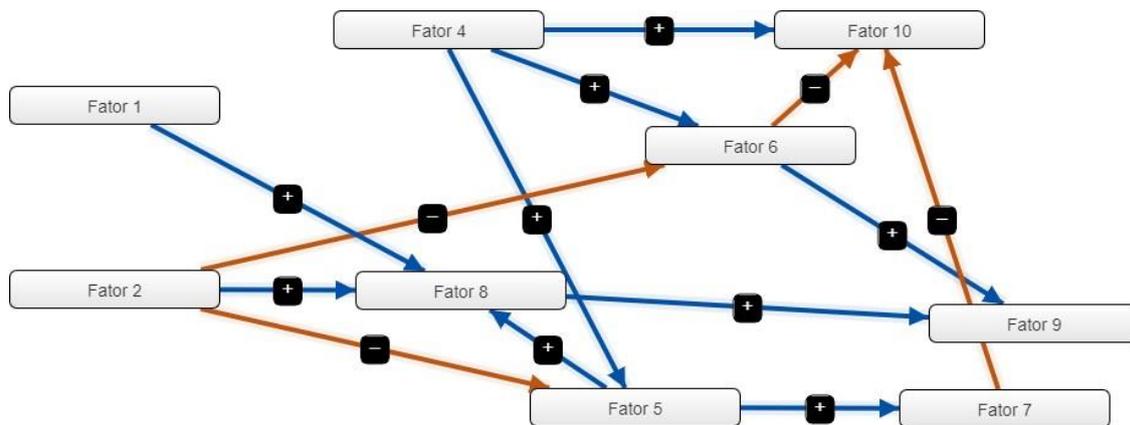
Caso houvesse a mudança do especialista Z para as três situações, o modelo iria se comportar diferente nos mapas de intensidades fortes e fraco, conforme Figuras 10 e 11.

*Figura 10 - Mudança de opinião Z – Moderado*



*Fonte: O autor (2022)*

*Figura 11 - Mudança de opinião Z - Fraco*



*Fonte: O autor (2022)*

De acordo com a simulação de mudança de opinião do entrevistado Z em específico, o fato de terem sido adicionadas três arestas negativas no total ao modelo, faz surgir a necessidade de uma análise de comparação do modelo anterior (Figura 8 e Figura 9) com o modelo mostrado com o acréscimo das arestas (Figura 10 e 11), observando em quais fatores foram as mudanças e o que significam para a aplicação real, principalmente por terem sido ligações negativas que podem ser importantes, e de que o fato de terem sido removidas anteriormente por causa do entrevistado Z, possa não ser a melhor alternativa para gerar os mapas para análise. A melhor solução para o problema virá com as análises dos especialistas que foram entrevistados, junto com suas equipes de trabalho, de acordo com o comportamento dos mapas e comparação com a situação atual do contexto real.

## 7 CONCLUSÃO

É visto que agregar a opinião dos especialistas com intensidades que podem ter sinais trocados é algo muito difícil, e uma ferramenta de apoio que além de ajudar na construção dos mapas, ainda conseguiu oferecer suporte, foi a ferramenta Mental Modeler (Gray et al. 2013), no qual auxiliou em todo o processo, tanto na parte de permitir criar quantos fatores fossem necessários - que são os nós do mapa - como permitiu ligá-los definindo grau de intensidade e permitindo posicioná-los onde fosse mais conveniente, com a criação de arestas entre os nós, além do visual único que a ferramenta tem de cores e sinais. Dessa forma, a MM proporcionou uma oportunidade de melhorar os FCM construídos com base na agregação da opinião dos especialistas e gerar um bom entendimento visual da informação passada.

Durante o estudo de caso ocorreram algumas limitações. Uma dessas limitações foi a dificuldade em conseguir realizar a pesquisa com segurança, devido a haver uma dificuldade natural de entender o método. Outra limitação foi que o FCM é uma ferramenta bastante eficaz, porém possui uma limitação que se refere a não sinalizar uma solução única, deixando aberto a várias interpretações e dando possibilidade de haver várias opiniões dependendo de quem analise. O modelo foi útil por fazer com que os resultados sejam melhores apresentados e serem entendidos de uma maneira mais rápida e fácil, além de facilitar o surgimento de ideias ao olhar dos entrevistados.

Para propostas de estudos futuros, pode-se realizar avaliações de novas estratégias práticas e funcionais para obtenção de dados, evitando riscos como o cansaço do entrevistado e informação passada não compreendida completamente, obtendo uma resposta melhor, juntamente com novos mapas e novas análises de sensibilidade. O uso de um modelo prescritivo poderia ser interessante para outros tipos de problema. Sempre olhar outros fatores e reavaliar os fatores adicionados nesse estudo é algo importante a se considerar em estudos futuros também, devido às rápidas mudanças que ocorrem nos mercados de trabalho e possibilidade de mudança de foco em alguns fatores.

## REFERÊNCIAS

- AARSTAD, Jarle; KVITASTEIN, Olav Andreas; JAKOBSEN, Stig-Erik. Location decisions of enterprise R&D investments as a function of related and unrelated regional industry structures: A multilevel study. **Papers in Regional Science**, v. 98, n. 2, p. 779-797, 2019.
- ANDERSEN, Ann-Louise et al. Critical enablers of changeable and reconfigurable manufacturing and their industrial implementation. **Journal of Manufacturing Technology Management**, 2018.
- AZADEH, A. et al. Assessment of resilience engineering factors in high-risk environments by fuzzy cognitive maps: A petrochemical plant. **Safety Science**, v. 68, p. 99-107, 2014.
- BATISTA E SILVA, Filipe et al. Estimating demand for industrial and commercial land use given economic forecasts. **PloS one**, v. 9, n. 3, p. e91991, 2014.
- CAMPOS, Vanessa Ribeiro; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. Modelo multicritério de decisão para localização de Nova Jaguaribara com VIP Analysis. **Pesquisa Operacional**, v. 26, n. 1, p. 91-107, 2006.
- CENTOBELLI, P.; CERCHIONE, R.; ESPOSITO, E. Environmental sustainability in the service industry of transportation and logistics service providers: Systematic literature review and research directions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, v. 53, p. 454–470, 2017.
- CHEN, Li-Fei; TSAI, Chih-Tsung. Data mining framework based on rough set theory to improve location selection decisions: A case study of a restaurant chain. **Tourism Management**, v. 53, p. 197-206, 2016.
- CHEN, Lujie; OLHAGER, Jan; TANG, Ou. Manufacturing facility location and sustainability: A literature review and research agenda. **International Journal of Production Economics**, v. 149, p. 154-163, 2014.
- CLARK, K. B. & WHEELWRIGHT, S. C. (1993) *Managing new product and process development: text and cases*. New York: The Free press.
- CUNHA, Anieli Araújo Rangel; SILVA FILHO, José Leão; MORAIS, Danielle Costa. Procedimento de mapas cognitivos de agregação para análise de decisão em grupo. **Kybernetes**, 2016.

DEMIRBAG, Mehmet; GLAISTER, Keith W. Factors determining offshore location choice for R&D projects: A comparative study of developed and emerging regions. **Journal of Management Studies**, v. 47, n. 8, p. 1534-1560, 2010.

DEVECI, Muhammet; AKYURT, Ibrahim Zeki; YAVUZ, Selahattin. A GIS-based interval type-2 fuzzy set for public bread factory site selection. **Journal of Enterprise Information Management**, 2018.

DURMUŞ, Ali; TURK, Sevkiye Sence. Factors influencing location selection of warehouses at the intra-urban level: istanbul case. **European Planning Studies**, v. 22, n. 2, p. 268-292, 2014.

ELLRAM, Lisa M.; TATE, Wendy L.; PETERSEN, Kenneth J. Offshoring and reshoring: an update on the manufacturing location decision. **Journal of Supply Chain Management**, v. 49, n. 2, p. 14-22, 2013.

FIGUEIREDO, Nice. Da importância dos artigos de revisão da literatura. **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, v. 23, n. 1, p. 131-135, 1990.

FRENKEL, Amnon. High-tech firms' location considerations within the metropolitan regions and the impact of their development stages. **European Planning Studies**, v. 20, n. 2, p. 231-255, 2012. DURMUŞ, Ali; TURK, Sevkiye Sence.

GIL-GARCÍA, Isabel C. et al. Categorization and analysis of relevant factors for optimal locations in onshore and offshore wind power plants: A taxonomic review. **Journal of Marine Science and Engineering**, v. 7, n. 11, p. 391, 2019.

GOMIDE, Fernando Antonio Campos; GUDWIN, Ricardo Ribeiro. Modelagem, controle, sistemas e lógica fuzzy. **SBA controle & Automação**, v. 4, n. 3, p. 97-115, 1994.

HAIDER, Martin. Electrifying times: restructuring and decision-making in an automobile concern in the 21st century—The case of BMW Group. **Hungarian Geographical Bulletin**, v. 69, n. 2, p. 119-135, 2020.

JOHANSSON, Malin; OLHAGER, Jan. Comparing offshoring and backshoring: The role of manufacturing site location factors and their impact on post-relocation performance. **International Journal of Production Economics**, v. 205, p. 37-46, 2018.

KIMELBERG, Shelley M.; WILLIAMS, Elizabeth. Evaluating the importance of business location factors: The influence of facility type. **Growth and Change**, v. 44, n. 1, p. 92-117, 2013.

KIZIELEWICZ, Bartłomiej; WĄTRÓBSKI, Jarosław; SAŁABUN, Wojciech. Identification of relevant criteria set in the MCDA process—Wind farm location case study. **Energies**, v. 13, n. 24, p. 6548, 2020.

KOSKO, Bart. Fuzzy cognitive maps. **International journal of man-machine studies**, v. 24, n. 1, p. 65-75, 1986.

LAMPÓN, Jesús F.; GONZÁLEZ-BENITO, Javier; GARCÍA-VÁZQUEZ, José M. International relocation of production plants in MNEs: Is the enemy in our camp?. **Papers in Regional Science**, v. 94, n. 1, p. 127-139, 2015.

Leydiana de Sousa Pereira; José Leão; Danielle Morais. AGREGAÇÃO DE CONHECIMENTO DE ESPECIALISTAS HETEROGÊNEOS EM DECISÃO APLICADA AO PROBLEMA DA CRISE HÍDRICA. In: LI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 2019, Limeira. **Anais eletrônicos...** Campinas, Galoá, 2019.

LIU, Ming; XU, Xifen; ZHANG, Ding. Integrated optimization model for distribution network design: a case study of the clothing industry. **International Transactions in Operational Research**, v. 26, n. 4, p. 1269-1292, 2019.

LOPES, Rui Borges et al. A taxonomical analysis, current methods and objectives on location-routing problems. **International Transactions in Operational Research**, v. 20, n. 6, p. 795-822, 2013.

LUO, Ting et al. Exploring a body of knowledge for promoting the sustainable transition to prefabricated construction. **Engineering, Construction and Architectural Management**, 2020.

MENDONÇA, MARCIO; ARRUDA, LVR; NEVES JR, Flávio. Mapas cognitivos aplicados ao controle qualitativo de processos. **IN: IX Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente**, p. 1-6, 2009.

**Mental modeler: a fuzzy-logic cognitive mapping modeling tool for adaptive environmental management** 46th International Conference on Complex Systems (2013), pp. 963-973.

MOSLEM, Sarbast; ÇELIKBILEK, Yakup. An integrated grey AHP-MOORA model for ameliorating public transport service quality. **European Transport Research Review**, v. 12, n. 1, p. 1-13, 2020.

MURPHY, Enda; FOX-ROGERS, Linda; REDMOND, Declan. Location Decision Making of “Creative” Industries: The Media and Computer Game Sectors in Dublin, Ireland. **Growth and Change**, v. 46, n. 1, p. 97-113, 2015.

ONSTEIN, Alexander TC; TAVASSZY, Lóránt A.; VAN DAMME, Dick A. Factors determining distribution structure decisions in logistics: a literature review and research agenda. **Transport Reviews**, v. 39, n. 2, p. 243-260, 2019.

PACHECO, Lúcia Helena Martins et al. Uma modelagem dos processos cognitivos, emocionais e motivacionais através de mapas cognitivos difusos. 2002.

PANUCCI FILHO, Laurindo; ALMEIDA, LB de. A contabilidade gerencial no crescimento das organizações: um estudo nas indústrias de confecções. **Revista Iberoamericana de Contabilidad de Gestión**, v. 9, n. 18, p. 1-17, 2011.

PEREIRA, F. R. R. (2018). *Estruturação de estratégias na cadeia de suprimentos: um estudo de caso em uma empresa de pequeno porte* (Master's thesis, Universidade Federal de Pernambuco).

PORRO, Olga et al. Understanding location decisions of energy multinational enterprises within the European smart cities' context: An integrated AHP and extended fuzzy linguistic TOPSIS method. **Energies**, v. 13, n. 10, p. 2415, 2020.

RAHMAN, S. M.; KABIR, Ahsanul. Factors influencing location choice and cluster pattern of manufacturing small and medium enterprises in cities: evidence from Khulna City of Bangladesh. **Journal of Global Entrepreneurship Research**, v. 9, n. 1, p. 1-26, 2019.

RAMOS, Ana Flávia Pontes. **Estudo de tempos e aplicação de ferramentas de qualidade para aumento da produtividade em empresa de acumuladores elétricos**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso.

RAMOS, Rui AR; MENDES, José FG. Avaliação da aptidão do solo para localização industrial: o caso de Valença. 2001.

ROCHA, F. G.; ALVES, B.; NASCIMENTO, R. Um modelo de mapeamento sistemático para a educação. *Cadernos da FUCAMP*, v. 17, n. 29, 2018.

SEYOUUM, Mebratu; LIN, Jihong. Private Chinese investment in Ethiopia: determinants and location decisions. **Journal of International Development**, v. 27, n. 7, p. 1223-1242, 2015.

SIRILERTSUWAN, Petchprakai; THOMASSEY, Sébastien; ZENG, Xianyi. A strategic location decision-making approach for multi-tier supply chain sustainability. **Sustainability**, v. 12, n. 20, p. 8340, 2020.

SUGANTHI, Leonel; INIYAN, S.; SAMUEL, Anand A. Applications of fuzzy logic in renewable energy systems—a review. **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 48, p. 585-607, 2015.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review\* Introduction: the need for an evidence- informed approach. *British Journal of Management*, v. 14, p. 207222, 2003.

VASCONCELOS, T. R. S. D. (2020). *Metodologia para diagnóstico e avaliação da percepção do desempenho da logística reversa prestada por terceiros* (Master's thesis, Universidade Federal de Pernambuco).

WU, Han; NIU, Dongxiao. Study on influence factors of electric vehicles charging station location based on ISM and FMICMAC. **Sustainability**, v. 9, n. 4, p. 484, 2017.

WU, JunJie; WEBER, Bruce A.; PARTRIDGE, Mark D. Rural-Urban Interdependence: A Framework Integrating Regional, Urban, and Environmental Economic Insights. 2017.

WU, Yinhao et al. Investment location dynamics and influencing factors of pollution-intensive industries in China: A study of chemical firms. **Growth and Change**, v. 52, n. 4, p. 1997-2015, 2021.

XIAO, Zhi; CHEN, Weijie; LI, Lingling. An integrated FCM and fuzzy soft set for supplier selection problem based on risk evaluation. **Applied Mathematical Modelling**, v. 36, n. 4, p. 1444-1454, 2012.

YUCHI, Qunli et al. Hybrid heuristic for the location-inventory-routing problem in closed-loop supply chain. **International Transactions in Operational Research**, v. 28, n. 3, p. 1265-1295, 2021.

YUNG, Esther Hiu Kwan; CHAN, Edwin Hon Wan; XU, Ying. Sustainable development and the rehabilitation of a historic urban district—Social sustainability in the case of Tianzifang in Shanghai. **Sustainable Development**, v. 22, n. 2, p. 95-112, 2014.

ZADEH, Lotfi A. Fuzzy logic—a personal perspective. **Fuzzy sets and systems**, v. 281, p. 4-20, 2015.