

Universidade do Estado do Pará  
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia  
Curso de Graduação em Engenharia de Produção



ITALO OSMAR LIMA PINHEIRO  
LYANDRA RAFAELA DE ARAUJO PINTO

**CUSTEIO BASEADO EM ATIVIDADES E LÓGICA FUZZY: UMA  
ABORDAGEM HÍBRIDA PARA A DISTRIBUIÇÃO DE CUSTOS  
INDIRETOS DE PRODUÇÃO.**

Belém  
2024

ITALO OSMAR LIMA PINHEIRO  
LYANDRA RAFAELA DE ARAUJO PINTO

**CUSTEIO BASEADO EM ATIVIDADES E LÓGICA FUZZY: UMA  
ABORDAGEM HÍBRIDA PARA A DISTRIBUIÇÃO DE CUSTOS INDIRETOS DE  
PRODUÇÃO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Naturais e Tecnologia da Universidade do Estado do Pará como requisito parcial para obtenção de grau de Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof °. Dr. José Alberto Silva de Sá.

Belém  
2024

ITALO OSMAR LIMA PINHEIRO  
LYANDRA RAFAELA DE ARAUJO PINTO

**CUSTEIO BASEADO EM ATIVIDADES E LÓGICA FUZZY: UMA  
ABORDAGEM HÍBRIDA PARA A DISTRIBUIÇÃO DE CUSTOS INDIRETOS DE  
PRODUÇÃO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Naturais e Tecnologia da Universidade do Estado do Pará como requisito parcial para obtenção de grau de Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof.º Dr. José Alberto Silva de Sá.

Banca Avaliadora:

Prof.<sup>a</sup>. Dra. Yvelyne Bianca Iunes Santos

Prof.º Esp. Claudio Mauro Vieira Serra

Apresentado em: 10/12/2024

Conceito: \_\_\_\_\_

Belém  
2024



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E TECNOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

## FOLHA DE APROVAÇÃO

**“CUSTEIO BASEADO EM ATIVIDADES E LÓGICA FUZZY: UMA ABORDAGEM HÍBRIDA PARA A DISTRIBUIÇÃO DE CUSTOS INDIRETOS DE PRODUÇÃO”**. Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado como requisito necessário para obtenção do título de Engenheiro de Produção pelo(s) aluno(s) ITALO OSMAR LIMA PINHEIRO e LYANDRA RAFAELA DE ARAUJO PINTO, em 10 de dezembro de 2024, na Universidade do Estado do Pará (UEPA), e aprovado pela Banca Examinadora, formada pelos seguintes membros:

JOSE ALBERTO SILVA DE SA:21888779268 Assinado de forma digital por JOSE ALBERTO SILVA DE SA:21888779268  
Dados: 2024.12.19 16:17:06 -03'00'

---

Prof. Dr. José Alberto Silva de Sá, UEPA  
Orientador

Documento assinado digitalmente



YVELYNE BIANCA IUNES SANTOS  
Data: 19/12/2024 20:07:07-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Profª. Dra. Yvelyne Bianca Iunes Santos, UEPA  
1º Avaliador

---

Prof. Esp. Claudio Mauro Vieira Serra, UEPA  
2º Avaliador

Belém/PA, 10 de dezembro de 2024.

## **AGRADECIMENTOS**

Eu, Lyandra, gostaria de agradecer, primeiramente, à Deus, por me dar forças e me permitir chegar até aqui. Por vezes, continuar consistiu em uma tarefa difícil, mas Deus sempre esteve ao meu lado e me ajudou nos momentos mais complicados.

Também gostaria de agradecer aos meus familiares, especialmente meus avós, Vicente e Rosilene, e a minha mãe, Hévila, que me apoiaram de diversas formas, aos finais de semana e feriados quando precisava de quietude para estudar, nas altas horas da noite enquanto me esperavam chegar da faculdade e só descansavam quando tinham certeza que eu estava em segurança, e entre tantas outras situações que ocorreram ao longo desses cinco anos.

Também não posso deixar de agradecer aos meus amigos de graduação, especialmente Italo Osmar e João Victor Pinheiro. A forma como sempre conseguimos resolver tudo, nossa forma de conviver, até mesmo nossos pequenos desentendimentos, foram essenciais para que eu pudesse continuar.

E se tratando deste trabalho de conclusão de curso, gostaria de expressar o meu “muito obrigada” ao meu companheiro, Italo Osmar. Sua tranquilidade, paciência, esforço e dedicação foram essenciais para o término deste trabalho. Sou muito grata pela oportunidade de fazer parte disso.

Finalmente, agradeço ao nosso professor orientador, Doutor José Alberto Sá. Muito obrigada pela sua dedicação em nos orientar, pela sua paciência em nos ensinar e somente encerrar ao ter certeza de que compreendemos tudo. Meus sinceros agradecimentos por cada orientação que nos foi dada e, também, por cada repreensão, pois sabemos que isso faz parte do processo. A todos que contribuíram de alguma forma para que este trabalho fosse concluído, meus sinceros agradecimentos! Muito Obrigada!

## AGRADECIMENTOS

Eu, Italo Pinheiro, gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos que contribuíram para a realização deste trabalho e para a minha trajetória acadêmica.

Primeiramente, agradeço a Deus, pela força, sabedoria e proteção concedidas ao longo de toda a jornada, permitindo-me superar desafios e alcançar esta conquista.

Aos meus pais, Raimundo Osmar e Isis Lima, por todo o amor, apoio e ensinamentos que sempre me guiaram. Vocês são a base de tudo o que sou e de tudo o que conquisto.

Com um sentimento especial, dedico este trabalho à memória do meu querido sogro e pastor, Cícero Gracinildo Ferreira. Ele foi uma grande inspiração e o responsável por me incentivar a ingressar no curso de Engenharia de Produção. Sua presença em minha vida deixou um legado de fé e determinação.

À minha namorada, Gabriela Patrícia Guimarães Ferreira, pelo carinho, paciência e apoio constante, sendo uma parte essencial desta trajetória.

Aos meus amigos Lyandra Rafaela Araújo e João Vitor Pinheiro, pela amizade, parceria e por todos os momentos compartilhados durante o curso, que enriqueceram não apenas meu aprendizado, mas também minha vida.

Ao meu professor orientador, Dr. José Alberto Sá, por sua dedicação, paciência e pelos ensinamentos que foram fundamentais para a construção deste trabalho.

Agradeço ainda a todos que, de alguma forma, contribuíram para que este momento fosse possível. Esta conquista é, em parte, de vocês também. Meu mais sincero obrigado!

“Nunca ande por trilhas, pois assim só irá até onde outros já foram.”  
**(Alexander Graham Bell)**

## RESUMO

Ao implementar uma gestão de custos eficaz, é possível identificar e reduzir desperdícios, otimizar processos e melhorar a tomada de decisões financeiras, bem como alocar os custos de forma correta e, com isso, facilitar o processo de precificação. Dentro desse contexto, entre tantos outros existentes, tem-se o custeio baseado em atividades (ABC), que consiste em uma metodologia que atribui custos aos produtos e serviços com base nas atividades que geram esses custos, proporcionando uma visão mais precisa e detalhada dos custos indiretos. Contudo, mesmo sendo um dos mais assertivos, esse método de custeio ainda apresenta certa imprecisão no que diz respeito aos seus resultados. Em virtude disso, tem-se a lógica *fuzzy*, uma ferramenta matemática que, ao lidar com a incerteza e a imprecisão inerentes aos sistemas complexos, permite uma modelagem mais flexível e realista das variáveis, facilitando a tomada de decisões em situações em que os dados são vagos ou imprecisos. Dito isso, esse estudo possuiu como objetivo realizar uma análise comparativa a partir dos resultados da aplicação do Custeio ABC e o Custeio ABC *Fuzzy*, visando evidenciar a assertividade que a lógica *fuzzy* pode proporcionar em detrimento do Custeio ABC tradicional. Para isso, este trabalho contou com o auxílio do software MATLAB para o *input* e *output* de dados que, posteriormente, foram analisados e comparados aos dados obtidos com a aplicação do custeio ABC. Assim, após a aplicação desta metodologia, pôde-se perceber a diferença, no quesito assertividade, a partir da análise comparativa entre os resultados obtidos da aplicação de ambos os métodos. Na aplicação do Custeio ABC tradicional, os resultados mostraram um gargalo bem grande com relação ao produto vestido, representando, em custos unitários R\$19,0327 e -13% em margem de lucratividade, enquanto, pela aplicação do ABC *fuzzy*, chegou-se ao custo unitário de R\$18,1580 e -9% em lucratividade. Também se notou uma discrepância entre seus custos indiretos totais, onde R\$79.937,34 é evidenciado pelo método do Custeio ABC tradicional, enquanto pelo ABC *Fuzzy* este valor corresponde a R\$76.263,60.

**Palavras-Chave:** Lógica *fuzzy*. Custeio ABC. Gestão de custos. MATLAB. Custos indiretos.

## **ABSTRACT**

*By implementing effective cost management, it is possible to identify and reduce waste, optimize processes and improve financial decision-making, as well as allocate costs correctly and, therefore, facilitate the pricing process. Within this context, among many others that exist, there is activity-based costing (ABC), which consists of a methodology that assigns costs to products and services based on the activities that generate these costs, providing a more accurate and detailed view of the indirect costs. However, even though it is one of the most assertive, this costing method still presents a certain inaccuracy with regard to its results. As a result, there is fuzzy logic, a mathematical tool that, when dealing with uncertainty and imprecision specific to complex systems, allows for more flexible and realistic modeling of variables, facilitating decision-making in situations in which the data are vague or imprecise. That said, this study aims to carry out a comparative analysis based on the results of applying ABC costing and ABC FUZZY costing, therefore highlighting the assertiveness that fuzzy logic can provide to the detriment of traditional ABC costing. To achieve this, this work relies on the help of MATLAB software to input and output data, which were subsequently analyzed and compared to the data obtained with the application of ABC costing. When applying traditional ABC Costing, the results showed a very large bottleneck in relation to the finished product, representing, in unit costs, R\$19.0327 and -13% in profitability margin, while, by applying fuzzy ABC, we reached at a unit cost of R\$18.1580 and -9% in profitability. A discrepancy was also noted between its total indirect costs, where R\$79,937.34 is evidenced by the traditional ABC Costing method, while by Fuzzy ABC this value corresponds to R\$76,263.60.*

**Keywords:** *Fuzzy Logic. ABC Costing. Cost Management. MATLAB. Indirect Costs.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Gráfico das funções de pertinência para a variável perecibilidade.....	22
Figura 2- Regras de inferências para variáveis complexidade e tempo de engenheiro em controlar processos no FuzzyTECH.....	23
Figura 3- Funções de pertinências para variável esforço.....	24
Figura 4- Esforço para controle de processo do requeijão.....	25
Figura 5- Custos indiretos e despesas originais.....	30
Figura 6- Conjunto de regras do exercício original.....	31
Figura 7- Cálculo para custo do produto.....	35
Figura 8- Exemplo de cálculo para custo do produto.....	35
Figura 9 - Variáveis de entrada e saída do MATLAB.....	37
Figura 10- Definição do range e funções de pertinência das variáveis de entrada.....	38
Figura 11- Definição do range e funções de pertinência das variáveis de saída.....	38
Figura 12- Definição das regras de inferência.....	39
Figura 13- Visualização das regras de inferências e resultados.....	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Variáveis linguísticas.....	11
Tabela 2 - Direcionadores de custos originais e criados.....	19
Tabela 3 - Conceitos dos direcionadores e valores.....	20
Tabela 4- Variáveis dos produtos .....	24
Tabela 5- Alocação dos custos às atividades .....	26
Tabela 6- Dados iniciais do exercício.....	31
Tabela 7- Tempo gasto na produção.....	32
Tabela 8- Custos diretos unitários .....	32
Tabela 9- Custos indiretos adaptados .....	33
Tabela 10- Despesas .....	33
Tabela 11- Mapa de rateio simplificado .....	33
Tabela 12- Distribuição de valores por departamento entre as atividades .....	34
Tabela 13- Direcionadores de custos das atividades .....	35
Tabela 14 - Custos unitários .....	36
Tabela 15- Resumo departamentalização com ABC .....	36
Tabela 16- Regras de inferência .....	40
Tabela 17- Custos unitários .....	42
Tabela 18- Resumo departamentalização com ABC .....	42
Tabela 19- Custos unitários obtidos pela fuzzy ABC.....	43
Tabela 20- Resultado obtido pela fuzzy (ABC) .....	43
Tabela 21- Comparação fuzzy (ABC) e ABC tradicional .....	44
Tabela 22- Comparação fuzzy (ABC) e ABC tradicional em volume de produção.....	44

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO:</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Tema e problema de pesquisa .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Objetivos.....</b>	<b>3</b>
1.2.1. Objetivo geral .....	3
1.2.2. Objetivos específicos .....	3
<b>1.3. Justificativa .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4. Limitações da pesquisa.....</b>	<b>4</b>
<b>1.5. Estrutura do trabalho .....</b>	<b>5</b>
<b>2. LÓGICA FUZZY E CUSTEIO BASEADO EM ATIVIDADES</b>	<b>6</b>
<b>2.1. Lógica Fuzzy .....</b>	<b>6</b>
2.1.1. Marcos históricos e definições.....	6
2.1.2. Conjuntos fuzzy .....	7
2.1.3. Função de pertinência .....	9
2.1.4. Variáveis linguísticas .....	11
2.1.5. Regras de inferência .....	12
2.1.6. Ferramenta e Software para Lógica Fuzzy: .....	12
<b>2.2. Custeio baseado em atividades (ABC):.....</b>	<b>14</b>
2.2.1. Conceitos e princípios: .....	14
2.2.2. Implementação do Custeio ABC: .....	16
2.2.3. Benefícios e limitações do custeio ABC: .....	18
<b>2.3. Integração da Lógica Fuzzy com o Custeio ABC: .....</b>	<b>18</b>
2.3.1. Modelo Fuzzy-ABC: .....	18
2.3.2. Estabelecimento de variáveis.....	19
2.3.3. Descrição das variáveis e determinação de valores .....	19
2.3.4. Grau de pertinência e fuzzificação dos dados de entrada .....	21

2.3.5.	Estabelecimento das regras de inferência .....	22
2.3.6.	Processamento da defuzzificação dos dados de saída .....	23
2.3.7.	Análise dos resultados .....	24
2.3.8.	Vantagens da Integração Fuzzy-ABC: .....	26
<b>3.</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>27</b>
3.1.	Classificação da pesquisa .....	27
3.2.	Etapas da pesquisa .....	28
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS OBTIDOS</b>	<b>30</b>
4.1.	Exercício original e suas limitações.....	30
4.2.	Aplicação por Custeio ABC Fuzzy.....	36
4.3.	Aplicação por custeio abc tradicional vs Aplicação por Custeio abc Fuzzy	
	41	
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>45</b>
5.1.	Considerações finais .....	45
5.2.	Sugestão para trabalhos futuros .....	46
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>47</b>
	<b>APÊNDICE A - TUTORIAL DE UTILIZAÇÃO FUZZY MATLAB</b>	<b>51</b>
	<b>APÊNDICE B - REGRAS DE INFERÊNCIAS USADAS NO TRABALHO</b>	<b>58</b>
	<b>APÊNDICE C - SIMULAÇÃO CIF_COMPRAS</b>	<b>61</b>
	<b>APÊNDICE D - SIMULAÇÃO CIF_ALMOXARIFADO</b>	<b>62</b>
	<b>APÊNDICE E - SIMULAÇÃO CIF_ADM._PRODUÇÃO</b>	<b>63</b>
	<b>APÊNDICE F - SIMULAÇÃO CIF_CORTE_COSTURA</b>	<b>64</b>
	<b>APÊNDICE G - SIMULAÇÃO CIF_ACABAMENTO</b>	<b>65</b>

## 1. INTRODUÇÃO:

Nesta seção, aborda-se o tema e a problemática de pesquisa de forma aprofundada, bem como o objetivo geral e específicos que nortearam o desenvolvimento do trabalho. Também se explana as limitações desta pesquisa, bem como a estrutura em que este trabalho foi desenvolvido. De forma simplificada, este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) aborda uma análise comparativa entre os resultados da aplicação do custeio baseado em atividades (ABC) e a aplicação por meio da lógica *fuzzy*. Busca-se perceber a efetividade da lógica *fuzzy* em detrimento do custeio ABC e, assim, evidenciar e provar o benefício da sua aplicabilidade.

### 1.1. TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA

Os custos indiretos, por sua característica multifacetada, impactam diversos aspectos da gestão empresarial. Sua correta alocação, além de permitir que a organização precifique melhor os seus produtos, também torna a empresa mais competitiva perante o mercado. Maior aporte e precisão na tomada de decisões, eficiência operacional e transparência financeira também são pontos positivos a observar. Para Lisboa e Santos (2023) a gestão de custos é importante para proporcionar e manter a competitividade da organização, visto que uma gestão eficiente proporciona preços adequados, que geram benefícios à empresa e aos clientes, sem impactar de forma negativa no resultado. Em um momento de dificuldade financeira, por exemplo, em que a necessidade de realizar cortes nos gastos seja imprescindível, a redução destes custos representa uma saída, porém, é necessário, primeiro, identificar onde está havendo maior dispêndio desses custos. Definindo, os custos indiretos referem-se aos gastos que não podem ser diretamente atribuídos a um único produto, serviço ou atividade específicos, necessitando de um critério de rateio (Silva, 2008). Por exemplo, os custos de energia elétrica em uma fábrica não podem ser atribuídos apenas a um produto específico, pois essa energia é consumida por toda a operação da fábrica. Da mesma forma, os custos de manutenção das instalações ou os salários dos supervisores não podem ser atribuídos diretamente a um único produto.

Assim, entende-se a necessidade em utilizar métodos de rateio apropriados, que nada mais são do que uma maneira de distribuir os custos indiretos entre os diferentes produtos, serviços ou atividades da empresa. O critério de rateio pode ser baseado em vários fatores, como horas de trabalho, área ocupada, consumo de materiais, entre outros, dependendo do método escolhido pela empresa. Bides *et al.* (2024) diz que o rateio dos custos de produção é um tema de grande relevância para as empresas, pois essa prática afeta diretamente seu gerenciamento

estratégico de custos. Contudo, grandes são os desafios para gerenciar os custos indiretos corretamente, uma vez que estes possuem uma parcela significativa de influência no sucesso ou no fracasso de uma organização. Identificá-los e alocá-los adequadamente tem sido um desafio constante para os gestores, principalmente pela existência de diversos métodos de custeio e a consequente dificuldade em escolher qual o que mais se adequa à situação em pauta, além de todo o arsenal de imprecisão e incerteza que rodeia a obtenção dos dados, bem como os resultados, dos métodos de rateio.

Nesse contexto, diante da necessidade de se conhecer melhor os custos envolvidos na produção, a fim de calcular indicadores que auxiliarão na tomada de decisões, é fundamental que os gestores tenham em mãos informações relevantes quanto aos custos das atividades agregadoras ou não de valor. Com isso, podem saber onde os recursos financeiros estão sendo gastos, assim como os pontos críticos de cada processo (Braga *et al.*, 2020).

Surge, então, o Custeio Baseado em Atividades (ABC), o qual tem seu centro de interesse concentrado nos gastos indiretos, atribuindo mais rigorosamente os custos às atividades, garantindo controle e suporte nas decisões (Leone, 2000). No custeio ABC, os custos são atribuídos às atividades que consomem esses recursos e, em seguida, são alocados aos produtos ou serviços com base na intensidade em que cada atividade é realizada em relação a eles. Esse método permite uma alocação mais precisa dos custos indiretos em relação aos demais métodos, isso pode ser verificado especialmente em empresas onde há uma variedade de produtos ou serviços com diferentes demandas por recursos indiretos. Porém, muitas das informações usadas para desenvolver o ABC são estimadas, muitas vezes recolhidas através de entrevistas nas quais a subjetividade e a arbitrariedade estão presentes, nem sempre sendo possível descobrir quais são os itens geradores de custo (Borgert *et al.*, 2006).

Nesse viés, porém não restrito somente a essa situação, pois sua aplicação perpassa por diversos cenários, tem-se a lógica *fuzzy*, que serviria como uma ferramenta que, assim como o custeio baseado em atividades (ABC), permitiria o melhor direcionamento dos custos indiretos aos seus pontos de consumo, porém de forma mais precisa, mediante sua aplicação. Assim, Campos Filho (2004) diz que o objetivo da lógica *fuzzy* é fornecer um ferramental matemático que contemple os aspectos imprecisos, incertos e ambíguos, não passíveis de processamento através da lógica computacional fundamentada na lógica booleana. De forma mais didática, a lógica *fuzzy* é uma extensão da lógica booleana tradicional, que permite lidar com a incerteza e a imprecisão nos sistemas de tomada de decisão e controle. Enquanto aquela lida apenas com valores binários, esta trabalha com informações não tão claras, e assim, percebe-se sua

importância, já que existem muitas situações do mundo real onde a informação pode não ser tão facilmente representada pela lógica clássica.

Questiona-se, então: O quão mais assertiva e precisa a alocação dos custos pode ser se a lógica *fuzzy* representasse uma alternativa ao custeio ABC? Quais vantagens a aplicação da lógica *fuzzy* apresenta em comparação a aplicação do custeio ABC? Assim, o presente trabalho pretende responder a esses questionamentos, bem como proporcionar outras contribuições acerca do objeto de estudo.

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1. Objetivo geral

Realizar análise comparativa entre o custeio baseado em atividades (ABC) e o custeio baseado em atividades fuzzy (Fuzzy ABC) na distribuição de custos indiretos de produção.

### 1.2.2. Objetivos específicos

- Perceber a diferença, no quesito customização do método às realidades empresariais, a partir da análise comparativa entre os resultados da aplicação do custeio ABC e da lógica *fuzzy* ABC;
- Avaliar os impactos da lógica *fuzzy* quando aplicada no custeio ABC para a alocação dos custos indiretos de uma organização;
- Comparar a aplicação da integração da lógica *fuzzy* ao custeio ABC, por meio do software MATLAB.
- Desenvolver um estudo de caso baseado em literatura técnico-científica para analisar os métodos de custeio ABC e Fuzzy ABC quanto à alocação de custos indiretos de produção.

## 1.3. JUSTIFICATIVA

Diante do atual cenário, onde cada passo dado dentro de uma organização pode ser sinônimo de sucesso ou fracasso, é essencial que os custos sejam adequadamente gerenciados, principalmente os custos indiretos, pois estes representam uma parcela significativa dos custos totais de qualquer empreendimento, e sua gestão eficiente é crucial para a competitividade.

Para D'Oliveira (2021) um custeio inadequado pode inviabilizar um empreendimento. Isso pode ter diversas consequências, tais como precificação incorreta, análises realizadas e

baseadas em dados que não condizem com a realidade, tomadas estratégicas errôneas, redução da lucratividade e, na pior das hipóteses, o fechamento de um negócio. Ballestrin (2015) também diz que é importante integrar os custos indiretos à estratégia da empresa, utilizando-os como ferramentas de gestão e não apenas como meros gastos. A Dra. Claudia Costin (2018), em seu livro "Gestão de Custos: Uma Abordagem Gerencial", destaca a importância da gestão de custos indiretos para a otimização dos recursos da empresa e a maximização da lucratividade.

Diante disso, é de suma importância que alternativas viáveis para gestão dos custos estejam a disposição, principalmente quando, até mesmo o mais indicado dos métodos de custeio, apresenta certa incerteza em seus resultados. Assim, surge a lógica *fuzzy*, que consiste em uma ferramenta inovadora para lidar com a imprecisão e a incerteza relacionadas à alocação de custos indiretos, bem como diversas outras situações nas quais está também pode ser empregada. Ainda segundo a Dra. Claudia Costin (2018) a lógica *fuzzy* pode ser utilizada para modelar a imprecisão dos dados e das informações utilizadas na gestão de custos, o que permite uma melhor tomada de decisões. Ela também vem sendo apresentada como auxílio para identificar os procedimentos positivos, os falhos, e os que precisam ser melhorados, analisados e controlados, cada um verificando seu procedimento (Ferreira, 2019).

Por isso, o presente trabalho justifica-se pela grande importância e relevância dos custos indiretos dentro de uma empresa, que vão desde a precificação correta até a sua interferência na falência de um negócio. Ademais, a utilização da lógica *fuzzy* justifica-se pela sua capacidade em modelar dados imprecisos e incertos, obtendo como resposta resultados mais factíveis para a tomada de decisões. Também é importante observar uma de suas principais características, que é a de representar uma forma inovadora no manuseio de informações imprecisas, de forma muito distinta da teoria de probabilidades (Ferreira, 2019).

#### 1.4. LIMITAÇÕES DA PESQUISA

A principal limitação desta pesquisa consistiu na dificuldade em inserir as bases de regra no MATLAB. Em situações em que existem um conjunto de variáveis, que formará uma grande base de regras, a inserção desses dados no software torna-se custosa e demorada, devido representar algo mais manual, ainda que seja por meio de um software.

Outra limitação consistiu na obtenção de trabalhos que associam a lógica *fuzzy* aos custos indiretos. Diversas pesquisas envolvendo a lógica *fuzzy* e demais áreas de aplicação foram encontradas, mas notou-se uma carência de publicações no que diz respeito ao custeio.

Além disso, a própria utilização do software MATLAB mostrou-se, inicialmente, complicada, uma vez que os desenvolvedores deste trabalho não possuíam conhecimento prévio

na ferramenta. O conceito de lógica *fuzzy* também é considerado um desafio, pois trata-se de uma prerrogativa relativamente nova e ainda pouco conhecida e explorada.

### 1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho divide-se em seis capítulos: o primeiro, denominado introdução, resume os aspectos introdutórios da pesquisa, bem como seus subtópicos focados na temática, problema de pesquisa, justificativa, objetivos, limitações e estrutura.

O segundo capítulo consiste no levantamento bibliográfico acerca do objeto de estudo, baseado em livros, artigos e demais fontes de conhecimento. Este capítulo estruturou-se de forma que fosse possível compreender cada uma das frentes de estudo, abordando a lógica *fuzzy*, a ferramenta utilizada MATLAB e o custeio baseado em atividades. Além disso, evidenciou-se a aplicação da lógica *fuzzy* utilizando o *FuzzyTECH*, outro software que também possibilita a aplicação, por meio de um exemplo, a fim de tornar o processo de aprendizagem mais dinâmico e mostrar que outras ferramentas também podem ser utilizadas.

O terceiro capítulo discute a metodologia adotada neste estudo, caracterizando a pesquisa por meio de sua classificação, o delineamento, as etapas de execução do trabalho e a organização e análise de dados.

O quarto capítulo explana sobre os resultados obtidos por meio do desenvolvimento do trabalho baseado na metodologia proposta. O quinto capítulo foca nas considerações finais buscando solucionar o problema inicial da pesquisa a partir dos resultados obtidos e, finalmente, mostrar como os objetivos foram cumpridos. Após isso, o sexto capítulo das referências bibliográficas mostra quais as fontes de conhecimentos que serviram de auxílio para o desenvolvimento deste trabalho.

## 2. LÓGICA FUZZY E CUSTEIO BASEADO EM ATIVIDADES

Neste tópico, foi desenvolvido todo o arsenal teórico fundamental para a compreensão dos conceitos que norteiam a lógica *fuzzy*, o Custeio ABC e o software em questão, o MATLAB. Assim, aborda-se conceitos, definições e exemplos didáticos para melhor compreensão.

### 2.1. LÓGICA FUZZY

#### 2.1.1. Marcos históricos e definições

Diversas situações do cotidiano, principalmente do ramo empresarial, precisam ser solucionadas, obtendo como respostas valores que possam ser tomados como verdade. No entanto, muitos desses valores apresentam certo subjetivismo e imprecisão, apenas um grau de proximidade com o que seria o valor exato. Quando isso ocorre, é necessário que a solução contemple um modelo matemático que possa proporcionar essa especificidade e não desconsidere aspectos que possam ser ignorados na aplicação de lógicas tradicionais, pois variáveis como lucratividade e custos, por exemplo, podem estar envolvidas e serem diretamente afetadas (Silva, 2022). Assim, a lógica *fuzzy* surge como uma ferramenta poderosa para aplicar nas áreas onde a subjetividade, imprecisão e desconhecimento existem, pois permite modelar incertezas inerentes às variáveis, fornecendo uma base sólida mais aproximada da realidade (Vanti *et al.*, 2020).

A lógica *fuzzy* se tornou conhecida em 1965, com o trabalho de Lotfi Zadeh, conhecido como o pai da lógica *fuzzy*, intitulado “*Fuzzy sets*”. Neste, a partir da lógica booleana, é introduzido o conceito de “verdade não absoluta” com o objetivo de atuar diretamente com os conceitos imprecisos e vagos. Contudo, Cox (1994) afirma que os princípios apresentados por esta lógica já existiam bem antes, pois Jan Luasiewicz (1878-1956), por não estar satisfeito com os resultados obtidos por dados de lógica comum, em 1920, baseando-se no princípio da incerteza, foi quem apresentou pela primeira vez as noções da lógica dos conceitos vagos, onde admite-se valores não precisos.

Em 1987 houve um encontro internacional em Tóquio, o qual contava com pesquisadores da lógica difusa que proporcionaram diversas aplicações (Albertos, 1992), as quais pode-se destacar: ar condicionado industrial, utilizando 25 regras para resfriamento e 25 regras para aquecimento; máquina de lavar baseada em um controlador *fuzzy*, que combina um medidor de temperatura, um sensor condutivo, um sensor de turvação e um sensor magnético;

aspiradores de pó, que usam controladores rodando ritmos de sensores de pó e ajustam a capacidade de sucção; entre várias outras aplicações oriundas deste evento.

Outras aplicações da lógica *fuzzy* também podem ser observadas ao longo do tempo. Por exemplo, um modelo de inferência *fuzzy* para controle de sistemas, impulsionando a aplicação da lógica *fuzzy* em problemas do mundo real. Por conta do seu desenvolvimento e das mais variadas possibilidades práticas, a lógica *fuzzy* pode ser considerada um avanço em muitas áreas do conhecimento, o que facilita os processos matemáticos (Veitia; Martínez, 2019).

Segundo Zanetti e Mollo (2016), a lógica *fuzzy* é o estudo dos princípios formais do raciocínio aproximado, diferentemente das lógicas clássicas, que definem apenas a pertinência e a não pertinência de um elemento em um conjunto. Assim, a lógica *fuzzy* é capaz de não só identificar essa pertinência e não pertinência, como também a existência dos valores intermediários entre esses dois conjuntos. É uma ferramenta que trata das incertezas, em casos nos quais há falta de informações como uma estrutura completa (Godoy *et al.*, 2020).

Em contraste à lógica booleana, onde as variáveis só podem ter valores 0 (falso) ou 1 (verdadeiro), ou seja, valores binários, a lógica *fuzzy* permite que as variáveis assumam qualquer valor entre 0 e 1, representando graus de verdade ou pertinência a um conjunto. Essa flexibilidade permite modelar a imprecisão e a incerteza presentes em diversos contextos do mundo real (Zadeh, 1965). Assim, uma pertinência de 0.5 pode representar meio verdade, logo 0.9 e 0.1, representam quase verdade e quase falso, respectivamente (Silva, 2005). Consiste em uma alternativa viável quando o assunto é incerteza e imprecisão, principalmente quando a base de dados é limitada.

Um exemplo dado por Mukaidono (2001) diz que: ao considerar a meia-idade iniciando aos 35 anos e terminando aos 55, uma pessoa com 34 anos só será enquadrada nessa faixa etária quando fizer seu 35º aniversário, da mesma forma, uma pessoa com 56 anos não faria parte desse grupo. Já na teoria *fuzzy*, o grau de pertinência de uma pessoa com 25 anos ao grupo mencionado é menor do que o grau de pertinência de uma pessoa de 45 anos.

Contudo, por trás de seu conceito entendível, existe todo um conjunto de regras e valores que possibilitam seu funcionamento.

### **2.1.2. Conjuntos fuzzy**

Continuando com Zadeh (1965), um conjunto *fuzzy* pode ser definido como:

Com  $X$  sendo um espaço de objetos, e um elemento qualquer de  $X$  sendo denotado por  $x$ . Assim:  $X = x$ . Um conjunto fuzzy  $A$  em  $X$  é caracterizado por uma função de pertencimento  $f_A(x)$ , que associa cada ponto em  $X$  a um número real no intervalo  $[0, 1]$ , com o valor de  $f_A(x)$  em  $x$  representando o “grau de pertencimento” de  $x$  em  $A$ .

Assim, quanto mais próximo de 1 for o valor de  $fA(x)$ , maior o pertencimento de  $x$  em  $A$  (Zadeh, 1965, p. 2).

De forma didática, imaginemos um conjunto de objetos que não possuem limites bem definidos. Uma pessoa alta pode ser identificada, assim como uma pessoa baixa, mas não se pode enquadrar, ao certo, uma pessoa de estatura intermediária em um grupo específico, de forma empírica. Assim, se levarmos em consideração um conjunto *fuzzy*, ele permitirá que um elemento pertença a um conjunto de graus diferentes dos mencionados “pessoa alta” e “pessoa baixa”, em um intervalo entre 0 e 1.

Segundo Klir e Yuan (1995) um conjunto *fuzzy* pode ser definido, por meio de uma função de pertinência, caracterizada como:

$$\mu: X \rightarrow [0, 1] \quad (1)$$

Onde:

$\mu$  = expressa a função de pertinência

$X$  = conjunto universo

$[0, 1]$  = intervalo que representa o grau de pertinência

Em que elementos do conjunto universo  $X$  pertencem totalmente ao conjunto  $\mu$  quando  $\mu(x) = 1$  e não pertencem quando  $\mu(x) = 0$ . Ademais,  $\mu(x)$  definirá o grau que o elemento  $x$  pertence ao conjunto *fuzzy*  $\mu$ .

Diante disso, Lee (1990) define os principais componentes para um sistema de controle *fuzzy*, sendo eles: interface de fuzzificação, base de conhecimento, lógica de tomada de decisão e interface de defuzzificação. Onde:

- Interface de fuzzificação: mede os valores de variáveis de entrada e transforma-os em valores *fuzzy*. Ou seja, consiste na porta de entrada para o sistema *fuzzy*. Nesta etapa, captura-se os valores de entrada do sistema real e transforma-os em valores linguísticos, associando-os a conjuntos *fuzzy* pré-definidos.
- Base de conhecimento: Propõe as definições necessárias para controle e manipulação dos dados. Nesta etapa, armazena-se as regras e conhecimentos que se deseja controlar. O objetivo é fornecer ao sistema informações necessárias para tomar decisões.
- Lógica de tomada de decisão: Assemelha-se à decisão humana com base nas definições *fuzzy* aplicadas. Nesta etapa, processa-se as informações para gerar uma saída. As regras *fuzzy* são combinadas utilizando operadores lógicos *fuzzy* (AND, OR, NOT) para obter um valor de pertinência para cada regra. Os valores de pertinência de todas as regras são

agregados para obter um valor de pertinência para cada variável de saída. O valor de pertinência da variável de saída é convertido em um valor numérico preciso, que será a saída do sistema.

- Interface de defuzzificação: Converte as variáveis de saída já processadas para o estado inicial. Realiza a tradução do valor linguístico em valor numérico (Góes *et al.*, 2020). É a porta de saída do sistema *fuzzy*, responsável por converter os resultados do processo *fuzzy* em valores numéricos que possam ser utilizados pelo sistema real. O valor de pertinência da variável de saída é convertido em um valor numérico preciso utilizando diferentes métodos de defuzzificação.

Sintetizando um pouco mais, o processo de resolução do problema pode ser dividido em apenas três etapas: processo de fuzzificação, as regras de avaliação e, por fim, o processo de defuzzificação.

### 2.1.3. Função de pertinência

Campos Filho (2004) diz:

A diferença fundamental entre a proposição clássica e a *fuzzy* reside na faixa de seus valores-verdade. Enquanto na teoria tradicional dos conjuntos da lógica clássica, um elemento pertence ou não pertence ao conjunto, na teoria dos conjuntos *fuzzy* um elemento do universo de discurso pode ser definido matematicamente por um valor que represente o seu grau de pertinência ao conjunto. Este valor de pertinência pertence a uma faixa de 0 (elemento não pertencente ao conjunto) até 1 (elemento totalmente pertencente ao conjunto) (Campos Filho, 2004, p. 67).

Um exemplo prático pode explicar melhor o que Campos Filho (2004) disse: Ao afirmar “A temperatura hoje está quente”, na lógica clássica essa proposição seria considerada apenas verdadeira ou falsa, não havendo meio termo. Já do ponto de vista da lógica *fuzzy*, pode-se usar um valor de pertinência para indicar o grau de verdade dessa proposição. Por exemplo, se a temperatura for de 30°C, podemos definir um valor de pertinência 0.8, que seria considerado alto grau de verdade. Se a temperatura for de 15° C o valor de pertinência poderia ser 0.2, que seria baixo grau de verdade. Sendo assim, o fator de pertinência pode assumir qualquer valor entre 0 e 1, onde o valor 0 representa completa exclusão, enquanto o 1 representa completa pertinência. Isso aumenta a abrangência da função característica da teoria dos conjuntos *fuzzy*. Para melhor entendimento, observa-se: seja  $U$  uma coleção de objetos denominados genericamente por  $\{u\}$ .  $U$  é chamado de universo de discurso, então um conjunto *fuzzy*  $A$  em um universo  $U$  é definido por uma função de pertinência  $\mu_A$  que assume valores em um intervalo  $[0,1]$ :

$$\mu_A : U \rightarrow [0,1] \text{ então, o conjunto fuzzy } A \text{ em } U \text{ é } A = \{\mu_A(u)/u\}, u \in U$$

Zimmermann (1991) também diz que a função de pertinência é um mecanismo para representar conceitos vagos e subjetivos, facilitando a tomada de decisão em ambientes incertos.

De acordo com Nogueira (2008), a forma que um conjunto *fuzzy* terá depende da função de pertinência que o define. Assim, os três tipos de função de pertinência mais conhecidos são:

- Função Triangular: é caracterizada por uma rampa ascendente até o ponto médio, onde atinge o valor máximo, e uma rampa descendente até o final do intervalo. Utilizada para representar conceitos com limites bem definidos e uma transição gradual entre pertencimento e não pertencimento. Pode ser definida pelos parâmetros  $a$ ,  $m$  e  $b$ , tal que  $a \leq m \leq b$ .

$$A(x) = \left\{ 0 \text{ se } x \leq a; \frac{x-a}{m-a} \text{ se } x \in (a, m); 1 \text{ se } x = m; \frac{b-x}{b-m} \text{ se } x \in (m, b); 0 \text{ se } x \geq b \right\} \quad (2)$$

Onde:

$A(x)$  = função de pertinência triangular

$a$  = extremidade esquerda do intervalo onde a função é diferente de zero

$m$  = ponto médio do intervalo, onde a função atinge o valor máximo

$b$  = extremidade direita do intervalo onde a função é diferente de zero

- Função Trapezoidal: é uma generalização da função triangular. Ela possui um platô, onde todos os elementos têm o mesmo grau de pertinência máximo. Utilizada para representar conceitos com uma zona de incerteza no meio do intervalo. Pode ser definida pelos parâmetros  $a$ ,  $m$ ,  $n$ ,  $b$ , tal que  $a \leq m \leq n \leq b$ .

$$A(x) = \left\{ 0 \text{ se } x \leq a; \frac{x-a}{m-a} \text{ se } x \in (a, m); 1 \text{ se } x \in [m, n]; \frac{b-x}{b-n} \text{ se } x \in (n, b); 0 \text{ se } x \geq b \right\} \quad (3)$$

Onde:

$A(x)$  = função de pertinência trapezoidal

$a$  = extremidade esquerda do intervalo onde a função começa a subir

$m$  = início do platô, onde a função mantém o valor máximo

$n$  = fim do platô, onde a função começa a descer

$b$  = extremidade direita do intervalo onde a função termina

- Função Gaussiana: é uma curva suave e simétrica, com forma de sino, onde a pertinência decresce exponencialmente à medida que se afasta do centro. É frequentemente utilizada para representar conceitos com uma distribuição mais suave e menos rígida em relação aos limites. É definida pelos parâmetros  $m$  e  $k$ , tal que  $k > 0$ .

$$A(x) = \left\{ e^{-k(x-m)^2} \right\} \quad (4)$$

Onde:

$A(x)$  = função de pertinência gaussiana

$m$  = centro da curva, onde a função atinge o valor máximo

$k$  = Parâmetro que controla a largura da curva

$e$  = constante

#### 2.1.4. Variáveis linguísticas

Além do fator de pertinência, existem as variáveis linguísticas, que Santos (2003) definiu como:

Um identificador que pode assumir um dentre vários valores. Deste modo, uma variável linguística pode assumir um valor linguístico dentre vários outros em um conjunto de termos linguísticos. Estas variáveis têm seu valor expresso qualitativamente por um termo linguístico (que fornece conceito  $\mu$ a variável) e quantitativamente por uma função de pertinência (Santos, 2003, p. 16).

Para melhor entendimento, uma variável linguística é uma variável que pode assumir valores linguísticos, como “alto”, “baixo”, “médio”, “rápido”, “lento”, “bom”, “ruim”, “frio”, “quente”, “fresco”, etc. Com identificador, Santos (2003) diz que representa o nome da variável, como “temperatura”.

Assim, a tabela abaixo (tabela 1) exemplifica:

Tabela 1- Variáveis linguísticas

<b>Identificador</b>	<b>Valores Linguísticos</b>	<b>Função de Pertinência</b>
Temperatura	Frio	0° C - 15° C
	Fresco	15° C - 25° C
	Quente	25° C - 35° C
	Muito quente	35° C - 15° C

Fonte: Autores (2024)

Outro exemplo, considera-se a variável linguística "idade". O universo de discurso pode ser de 0 a 120 anos. Os termos linguísticos podem ser "jovem", "adulto" e "idoso". Cada termo terá uma função de pertinência associada, definindo o grau em que uma pessoa com determinada idade pode ser considerada jovem, adulta ou idosa.

Assim, as variáveis linguísticas representam o conceito de variáveis de algum problema, admitindo-se apenas expressões linguísticas.

### 2.1.5. Regras de inferência

Ainda segundo Nogueira (2008) as regras são mecanismos formais que representam o conhecimento de um domínio. Prossegue dizendo que as regras *fuzzy* representam um conhecimento incerto, o que pode tornar a modelagem do problema mais fiel ao real. Assim, é necessário o entendimento do conceito de variável linguística, pois são necessárias para a criação das regras *fuzzy*. Por meio das variáveis linguísticas, as regras *fuzzy* podem expressar o conhecimento obtido de diversas fontes e apresentá-lo em um formato de fácil compreensão.

A partir disso, a lógica *fuzzy* precisa de regras de inferência para processar as informações, pois a inferência conduziria a algum resultado desejado. Dessa forma, as regras de inferência possuem a seguinte forma:

SE antecedente ENTÃO conseqüente

Nesta, os antecedentes descrevem uma condição, já a parte conseqüente descreve uma conclusão quando a condição se verifica. Caso seja necessário utilizar mais de um antecedente, utiliza-se os operadores lógicos, que são:

- AND (“E”): Quando há dois ou mais antecedentes ligados por AND, obtendo-se como resultado verdadeiro somente se ambas as premissas forem verdadeiras
- OR (“OU”): Quando há dois ou mais antecedentes ligados por OR, obtendo-se como resultado verdadeiro se uma ou ambas as premissas forem verdadeiras.

O operador “E” ilustra a operação de intersecção de conjuntos e o operador “OU” ilustra a operação de união de conjuntos. A intersecção de dois conjuntos *fuzzy* **A** e **B**, denotada por  $A \cap B$ , é um conjunto *fuzzy* **C**, tal que, para cada elemento  $x$  do universo de discurso, o grau de pertinência de  $x$  a **C** é o mínimo entre o grau de pertinência de  $x$  a **A** e o grau de pertinência de  $x$  a **B**. Já a união de dois conjuntos *fuzzy* **A** e **B**, denotada por  $A \cup B$ , é um conjunto *fuzzy* **C**, tal que, para cada elemento  $x$  do universo de discurso, o grau de pertinência de  $x$  a **C** é o máximo entre o grau de pertinência de  $x$  a **A** e o grau de pertinência de  $x$  a **B**.

### 2.1.6. Ferramenta e Software para Lógica Fuzzy:

O MATLAB é um programa de computador especializado e otimizado para cálculos científicos e de engenharia. Inicialmente projetado para cálculos com matrizes, ao longo dos anos, o MATLAB se transformou em um sistema computacional flexível capaz de resolver essencialmente qualquer problema técnico. O MATLAB permite a solução de equações lineares e não lineares e o cálculo de autovalores, problemas relacionados com espaços vetoriais e transformações lineares, experimentando algoritmos, entre outras aplicações e desta forma

contribuindo para a aprendizagem (Velasquez *et al.*, 2023). Ele implementa a linguagem de programação de mesmo nome, juntamente com uma vasta biblioteca de funções predefinidas que facilitam as tarefas de programação técnica. O MATLAB, com sua interface intuitiva e vasta biblioteca de funções, tem se consolidado como uma ferramenta poderosa para a implementação e análise de sistemas *fuzzy*. Sua capacidade de lidar com cálculos matriciais, visualizar dados e simular sistemas o torna ideal para o desenvolvimento de soluções em diversas áreas, desde o controle industrial até a tomada de decisões em sistemas inteligentes. O MATLAB, como ferramenta para a aplicação do sistema *fuzzy*, é de grande utilidade e fácil entendimento, além de ser intuitivo e eficaz (Vicente *et al.*, 2022). Ele pode resolver problemas numéricos de maneira mais simples do que as outras linguagens de programação (Rabelo, 2022). A implementação da lógica *fuzzy* no MATLAB envolve uma série de passos para a criação e configuração de um sistema de controle fuzzy. Inicialmente, é necessário criar um sistema de lógica *fuzzy* utilizando a função “*fuzzy*” e, em seguida, adicionar as variáveis de entrada e saída ao sistema por meio das funções “*fuzzy.input*” e “*fuzzy.output*”, respectivamente. Durante essa etapa, os limites e os nomes das variáveis linguísticas são definidos de acordo com o problema em questão. A adição de conjuntos *fuzzy* as variáveis linguísticas são realizadas utilizando a função “*addvar*”, possibilitando a escolha entre diferentes tipos de conjuntos *fuzzy*, tais como triangular, trapezoidal, gaussiano, entre outros. Os parâmetros dos conjuntos *fuzzy* podem ser ajustados conforme necessário por meio da função “*addmf*”.

A definição das regras de inferência para o sistema *fuzzy* é realizada por meio da função “*addrule*”, permitindo a adição manual ou automática de regras, dependendo da complexidade do sistema em questão. Após a configuração do sistema, a fuzzificação das entradas e a inferência *fuzzy* são realizadas por meio da função “*evalfis*”, na qual os valores das variáveis de entrada são passados para o sistema fuzzy e as saídas são obtidas após a defuzzificação.

Por fim, a análise do desempenho do sistema *fuzzy* com conjuntos de dados específicos é realizada, e ajustes nos conjuntos *fuzzy*, nas regras de inferência, entre outros parâmetros, são feitos para otimizar o desempenho do sistema de controle *fuzzy* implementado no MATLAB. Esses passos podem ser executados sequencialmente no MATLAB, utilizando as funções específicas da Toolbox de Lógica *Fuzzy*. A documentação do MATLAB e exemplos práticos disponíveis podem auxiliar na implementação eficaz da lógica *fuzzy* em sistemas de controle.

## 2.2. CUSTEIO BASEADO EM ATIVIDADES (ABC):

### 2.2.1. Conceitos e princípios:

Não se pode falar em Custeio ABC sem abordar a definição de custos. Em termos mais simples, custo é o preço que a empresa paga por tudo o que precisa para produzir ou adquirir seus produtos e serviços (Padoveze, 2014). É como se fosse o valor que a empresa "investe" para colocar seus produtos no mercado.

Padoveze (2014) explica que esse valor pode ser medido de diversas formas, mas no fim das contas, representa o sacrifício financeiro que a empresa faz para obter algo em troca. Seja para comprar a matéria-prima, pagar os funcionários, alugar o espaço físico ou qualquer outro recurso necessário para a produção, tudo isso gera custos.

Pode-se dividir os custos em dois tipos, diretos e indiretos. Ainda de acordo com Padoveze (2014), quando se fala em custos diretos, refere-se àqueles gastos que podem ser diretamente associados à fabricação de um produto específico. São como as peças de um quebra-cabeça que se encaixam perfeitamente e são indispensáveis para a construção do todo.

Já os custos indiretos, ou custos indiretos de fabricação, são aqueles gastos que, ao contrário dos custos diretos, não podem ser diretamente associados a um único produto ou serviço (Padoveze, 2014). Imagina-se uma fábrica de sapatos. Enquanto a sola e o couro são materiais diretos e podem ser facilmente contabilizados para cada par de sapatos, o aluguel da fábrica, a energia elétrica e o salário do gerente da fábrica são custos que beneficiam a produção de todos os modelos de sapatos, mas não podem ser associados diretamente aos produtos individualmente.

Segundo Martins (2018), os custos indiretos de fabricação (CIF) não oferecem condições de uma medida objetiva e qualquer tentativa de alocação tende a ser de forma estimada e arbitrária. Logo, os CIFs são custos que não podem ser diretamente atribuídos a um produto específico ou serviço. Eles incluem despesas gerais da empresa que não estão diretamente relacionadas à produção de um produto ou serviço específico, como aluguel, salários dos funcionários administrativos, contas de serviços públicos, entre outros. Esses custos são alocados de forma indireta aos produtos ou serviços por meio de métodos de rateio, como o custeio baseado em atividades (ABC), para determinar o custo total de produção e, conseqüentemente, o preço final do produto ou serviço.

O custeio baseado em atividades ou, simplesmente, ABC, do inglês *Activity Based Costing*, difere do sistema de custeio tradicional em função de, no lugar das bases de rateio, empregar as atividades desenvolvidas dentro da organização para alocar os custos,

contrariamente aos sistemas que se baseiam em volumes (Bruni; Famá, 2019). Assim, o custeio ABC é um método de custeio que se baseia na identificação e alocação de custos às atividades que realmente geram despesas em uma organização. Sob outra perspectiva, Silva (2019) diz que esse método analisa cada atividade desempenhada pela empresa e observa detalhadamente onde os recursos estão sendo alocados, sejam eles custos diretos ou indiretos. Posteriormente, visa otimizar os dados e reduzir as ineficiências, tornando a empresa mais eficiente e lucrativa

No custeio ABC, os custos são atribuídos às atividades que realmente demandam recursos, e essas atividades são então relacionadas aos produtos ou serviços que as consomem. Isso permite uma alocação mais precisa dos custos indiretos, proporcionando uma visão mais detalhada e realista dos custos envolvidos na produção de cada produto ou serviço. O custeio ABC é especialmente útil em empresas com uma variedade de produtos ou serviços, onde os custos indiretos não podem ser facilmente atribuídos de forma direta.

Ainda segundo Martins (2018) O custeio ABC não está limitado somente ao custeio de produtos, mas acima de tudo é uma ferramenta poderosa a ser utilizada na gestão de custos. Dessa forma, o ABC difere do custeio tradicional principalmente na forma como os custos são acumulados e alocados. No custeio tradicional, os custos indiretos são geralmente rateados aos produtos de forma simplificada, muitas vezes utilizando um único fator de alocação, como horas de mão-de-obra direta. Isso pode levar a distorções na distribuição dos custos, especialmente quando se trata de custos fixos.

Por outro lado, no custeio ABC, os custos são atribuídos às atividades que realmente consomem recursos. O ABC identifica as atividades que geram custos e os relaciona diretamente aos produtos, clientes ou serviços que utilizam essas atividades. Isso permite uma alocação mais precisa dos custos, levando em consideração as diferentes atividades envolvidas na produção ou prestação de serviços. Além disso, a alocação de custos por atividades permite uma visão gerencial dos custos gerados, possibilitando uma tomada de decisão assertiva por parte dos gestores.

O primeiro passo, para o custeio ABC, é identificar as atividades relevantes dentro de cada departamento (Martins, 2018). Assim, a cadeia de valor e o mapeamento de atividades são conceitos fundamentais no custeio ABC e na gestão de custos. A cadeia de valor refere-se ao conjunto de atividades que uma empresa realiza para entregar um produto ou serviço aos clientes. Essas atividades podem ser divididas em atividades primárias, que estão diretamente relacionadas à produção e entrega do produto, e atividades de apoio, que dão suporte às atividades primárias.

O mapeamento de atividades, por sua vez, consiste em identificar e analisar todas as atividades envolvidas no processo produtivo ou na prestação de serviços. Isso inclui desde atividades de produção, como montagem de produtos, até atividades de suporte, como manutenção de equipamentos. O objetivo do mapeamento de atividades é entender como os recursos são consumidos em cada atividade e como essas atividades impactam os custos totais da empresa.

Ao aplicar o custeio ABC, o mapeamento de atividades é essencial para identificar os direcionadores de custos (drivers). Bruni e Famá (2019) apontam os direcionadores como “*a verdadeira causa dos custos*” já que as atividades necessitam de recursos para serem executadas. Eles são essenciais no custeio ABC para alocar os custos de forma mais precisa às atividades, produtos ou serviços que realmente consomem esses recursos. Alguns exemplos comuns de drivers de custo incluem horas de máquina utilizadas, número de setups realizados, quilowatts-hora de energia consumidos, entre outros.

No custeio ABC, os custos indiretos são alocados com base nos drivers de custo, ou seja, nas atividades que realmente consomem esses recursos. Isso permite uma distribuição mais precisa dos custos e uma melhor compreensão de como os custos são gerados em cada etapa da cadeia de valor da empresa. Dessa forma, os rateios de custos no custeio ABC são mais fundamentados em relações de causa e efeito, proporcionando uma visão mais acurada dos custos envolvidos em cada atividade ou produto.

### **2.2.2. Implementação do Custeio ABC:**

A precisão deste custeio está relacionada ao nível de detalhamento das atividades, logo quanto maior for o detalhamento maior será a complexidade para operacionalizar, e maior será a precisão dos custos dos produtos ou serviços. O custeio ABC é recomendado para uso em organizações com diversas linhas de produtos, alta parcela de custos indiretos e elevado grau tecnológico, além das empresas de serviço (Souza *et al.*, 2023).

A identificação das atividades chaves no processo produtivo ou serviço é o primeiro passo para implementar o custeio ABC, elas são o conjunto de ações ou tarefas responsáveis por gerar um processo que resulta em um produto ou mais produtos distintos, os custos estão associados a execução das atividades, podendo variar de acordo com o produto ou serviço, além disso, essas atividades são distribuídas em centros de custos que nada mais é uma unidade departamental ou funcional dentro de uma organização que agrupa e acumula custos relacionados a atividades, produtos, serviços ou projetos específicos.

O próximo passo consiste na atribuição dos custos às atividades, devendo ser executada de forma criteriosa e seguindo a respectiva ordem de prioridade: Alocação direta, rastreamento e rateio.

A alocação direta é a alocação dos custos das atividades de forma clara, direta e objetiva, exemplo: salário de um supervisor, esse custo pode ser alocado diretamente às atividades supervisionadas, considerando o tempo dedicado a cada uma delas.

Já o rastreamento é a alocação mediante os direcionadores de custos, ou seja, recursos necessários para executar a atividade, não se limitando somente a recursos materiais.

Os rateios é a alocação dos custos mediante a uma proporção base para o custo que deseja encontrar, no entanto deve-se levar em consideração que os rateios no custeio ABC serão usados apenas quando não for possível aplicar os critérios mencionados anteriormente, pois podem gerar distorções nos resultados se forem feitos de forma arbitrária.

Em seguida, é necessário identificar os direcionadores de custos, sendo estes responsáveis por determinar os custos de uma atividade, para Bruni e Famá (2019) os direcionadores são a causa raiz dos custos. Eles são a base para atribuir os custos das atividades aos produtos, uma vez que influencia na forma como os produtos utilizam as atividades.

Também é necessário atribuir os custos dos recursos às atividades, segundo Martins (2018), e em seguida, também é necessário fazer a atribuição dos custos das atividades aos produtos, calculado por meio das seguintes fórmulas:

$$CU_{Dir} = \frac{CA}{TD} \quad (5)$$

Onde:

$CU_{Dir}$  = custo unitário por direcionador

$CA$  = custo da atividade

$TD$  = n° total de direcionadores

$$CA_{Prod} = CU_{Dir} \times DP \quad (6)$$

Onde:

$CA_{Prod}$  = custo da atividade atribuído ao produto

$CU_{Dir}$  = custo unitário do direcionador

$DP$  = n° de direcionadores do produto

$$CAU_{Prod} = \frac{CA_{Prod}}{q} \quad (7)$$

Onde:

$CAU_{Prod}$  = custo da atividade por unidade de produto

$Q$  = quantidade produzida

Dessa forma encontra-se o custo indireto unitário de produção de um produto, ele será usado para descobrir o custo total unitário de produção.

### **2.2.3. Benefícios e limitações do custeio ABC:**

Dentre os benefícios deste método de custeio está a precisão nos custos, o que leva a uma precificação mais assertiva gerando maior controle gerencial dos custos e vantagens competitiva para a empresa que utiliza este método, por sua vez a complexidade depende do detalhamento das atividades, além de ser um custeio mais trabalhoso de operacionalizar. Uma das grandes vantagens do ABC frente a outros sistemas de custos mais “tradicional” é que ele permite uma análise que não se restringe ao custo do produto, sua lucratividade ou não, sua continuidade ou não, melhoria na precisão do custeio de produtos e serviços (Martins, 2018).

### **2.3. INTEGRAÇÃO DA LÓGICA FUZZY COM O CUSTEIO ABC:**

As aplicações da lógica vêm se estendendo por diversas áreas da ciência (Godoy et al., 2020), e a engenharia econômica também faz parte desse acervo, podendo ser aplicada.

Diversas técnicas de diferentes disciplinas têm sido integradas ao gerenciamento de custos para ajudar na solução de questões gerenciais, e entre elas, destaca-se a lógica *fuzzy*. Consiste em uma aplicação da teoria dos conjuntos *fuzzy* no contexto do método de custeio baseado em atividades (ABC), utilizado para alocar custos a produtos, serviços ou atividades. Nesta técnica, o grau de subjetividade é reduzido, conforme já explanado em tópicos anteriores deste trabalho, e uma nova proposta para alocação de custos é estabelecida, uma vez que toda a estrutura dessa relação é seguida. Alguns ensaios já foram desenvolvidos neste ramo, além de modelos elaborados para aplicar esses ensaios com o intuito de promover a tomada de decisão estratégica (Silva, 2013).

#### **2.3.1. Modelo Fuzzy-ABC:**

A explicação a partir de um exemplo fácil, prático e didático facilita a compreensão e torna o processo de aprendizagem mais dinâmico. Assim, a partir do modelo experimental desenvolvido por Borgert, Borba e Murcia (2006) aplicado em um exercício prático 8.3, do livro do Martins (2003) pode-se compreender os passos tomados, além de mostrar que a Lógica *Fuzzy* pode ser aplicada por diferentes ferramentas, pois no modelo experimental em questão

utilizou-se o software *FuzzyTECH*. A seguir, mostra-se as etapas seguidas por Borgert, Borba e Murcia (2006):

### 2.3.2. Estabelecimento de variáveis

Borgert, Borba e Murcia (2006, p. 8) afirmam que “esta etapa constitui em estabelecer novas variáveis de direcionadores no intuito de refletir um melhor critério para alocação de custos aos produtos, levando em conta outras variáveis além das originalmente estabelecidas”.

Explicando melhor, os custos que antes eram associados a um conjunto de atividades e alocados a poucos direcionadores, a partir do estabelecimento de novas variáveis, serão alocados em novos direcionadores, o que torna a análise mais precisa.

Tabela 2 - Direcionadores de custos originais e criados

<b>Atividades</b>	<b>Direcionadores pré existentes</b>	<b>Novos direcionadores</b>
Inspeccionar matéria-prima	Nº lotes inspecionados e armazenados	Quant. Lotes
		Volume
		Peso
		Fragilidade
Armazenar matéria-prima	Nº lotes inspecionados e armazenados	Quant. Lotes
		Volume
		Peso
		Fragilidade
Controlar estoques	Nº lotes inspecionados e armazenados	Quant. Lotes
		Volume
		Peso
		Fragilidade
Processar produtos	Nº horas-máquina de processamento	Nº horas-máquina
		Complexidade
Controlar processos	Tempo dos engenheiros	Nº horas-máquina
		Complexidade

Fonte: Adaptada de Borgert, Borba e Murcia (2006)

### 2.3.3. Descrição das variáveis e determinação de valores

Prosseguindo com o que Borgert, Borba e Murcia (2006) fizeram, definiu-se as variáveis utilizadas, sendo elas originais ou criadas, assim como os valores que essas variáveis assumem, que podem ou não apresentar escalas, conforme a tabela 3:

Tabela 3 - Conceitos dos direcionadores e valores

Direcionador	Descrição	Escala
Quant. Lotes	Variável original do exercício, traduz-se em: quanto maior a quantidade de lotes maiores são os custos envolvidos com as atividades "Inspeccionar matéria-prima", "Armazenar matéria-prima" e "Controlar estoques"	0 - 75
Volume	Variável criada, traduz-se em: quanto maior o volume do lote, maiores são os custos envolvidos com as atividades "Inspeccionar matéria-prima", "Armazenar matéria-prima" e "Controlar estoques"	0 - 1.000 cm <sup>3</sup>
Peso	Variável criada, traduz-se em: quanto maior o peso do lote, maiores são os custos envolvidos com as atividades "Inspeccionar matéria-prima", "Armazenar matéria-prima" e "Controlar estoques"	0 - 100 Kg
Fragilidade	Variável criada, traduz-se em: quanto mais frágil o produto manipulado, maiores são os custos envolvidos com as atividades "Inspeccionar matéria-prima", "Armazenar matéria-prima" e "Controlar estoques"	0 - 100

n° horas-máquina	Variável original do exercício, traduz-se em: quanto maior a quantidade de horas-máquina utilizadas, maiores são os custos envolvidos com a atividade "Processar produtos"	0 - 10.000 h/m
Percibilidade	Variável criada, traduz-se em: quanto mais perecível o produto processado, maiores são os custos envolvidos com a atividade "Processar produtos"	0 - 100
Tempo dos engenheiros	Variável original do exercício, traduz-se em: quanto maior o tempo do engenheiro utilizado, maiores são os custos envolvidos com a atividade "Processar processos"	0 - 200 h
Complexidade	Variável criada, traduz-se em: quanto maior a complexidade envolvida com determinado processo, maiores são os custos envolvidos com a atividade "Processar processos"	0 - 100

Fonte: Adaptada de Borgert, Borba e Murcia (2006)

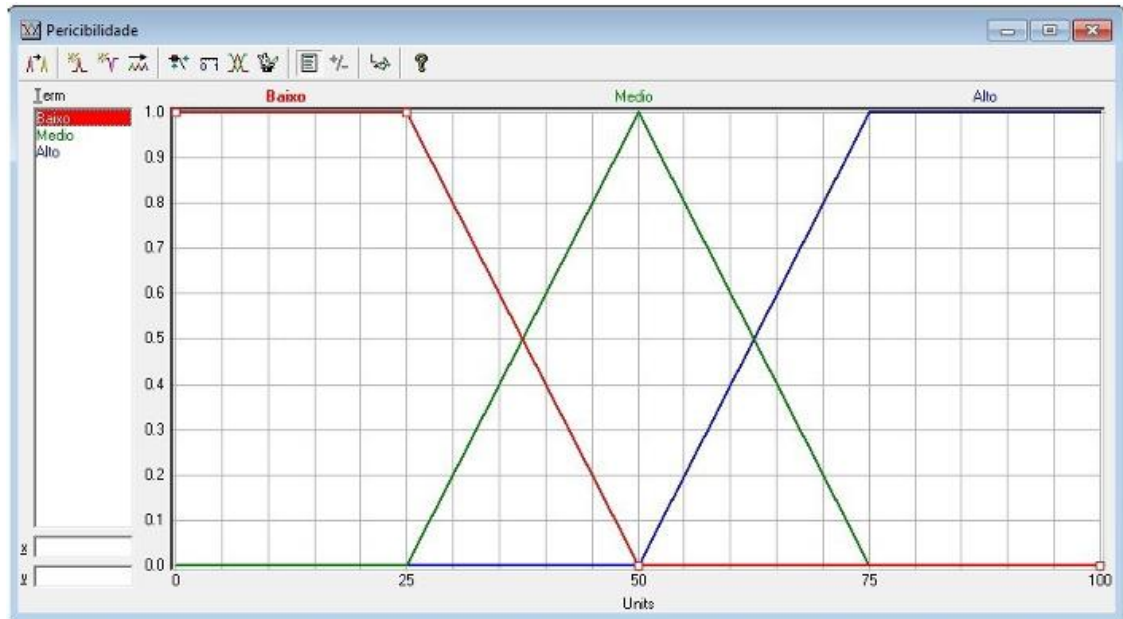
#### 2.3.4. Grau de pertinência e fuzzificação dos dados de entrada

Borgert, Borba e Murcia (2006) afirmam que as variáveis numéricas precisam ser transformadas em variáveis linguísticas, e no modelo em questão optou-se por utilizar os termos “Baixo”, “Médio”, e “Alto” sendo estas atreladas a uma escala numérica.

Borgert, Borba e Murcia (2006, p. 9) continuam dizendo “ Para fazer essa conversão, foram criadas funções de pertinência, as quais transformam as variáveis numéricas em variáveis linguísticas”. Abaixo, segue um gráfico (Figura 1) gerado por Borgert, Borba e Murcia no *FuzzyTECH*, como exemplo ao que foi mencionado.

Borgert, Borba e Murcia (2006, p. 9) continuam explicando: “Os dados de entrada de percibilidade variam de zero a 100, que precisam ser convertidos em variáveis lógicas. Assim por exemplo, se a percibilidade for 5, o lote de produto será considerado como percibilidade “Baixo”, e se a percibilidade for 98 ser considerado “Alto”, porém se a percibilidade for 28 a percibilidade do lote será 20% “Baixo” e 80% “Alto”. Este processo de estabelecimento de intervalos foi realizado para todas as variáveis de entrada.”

Figura 1- Gráfico das funções de pertinência para a variável percibibilidade



Fonte: Borgert, Borba e Murcia (2006)

### 2.3.5. Estabelecimento das regras de inferência

Inicia-se então a etapa de criação de regras de inferência para retornar uma variável linguística de saída através das variáveis de entrada. No caso em questão, foram criadas um total de 99 regras de inferência, que são atribuídas através de proposições lógicas.

Borgert, Borba e Murcia (2006) trouxeram um exemplo da aplicação: **SE** a complexidade do produto é alta, **E** o tempo do engenheiro é médio, **ENTÃO** o esforço para controlar processos é **MÉDIO-ALTO**.

Figura 2- Regras de inferências para variáveis complexidade e tempo de engenheiro em controlar processos no FuzzyTECH

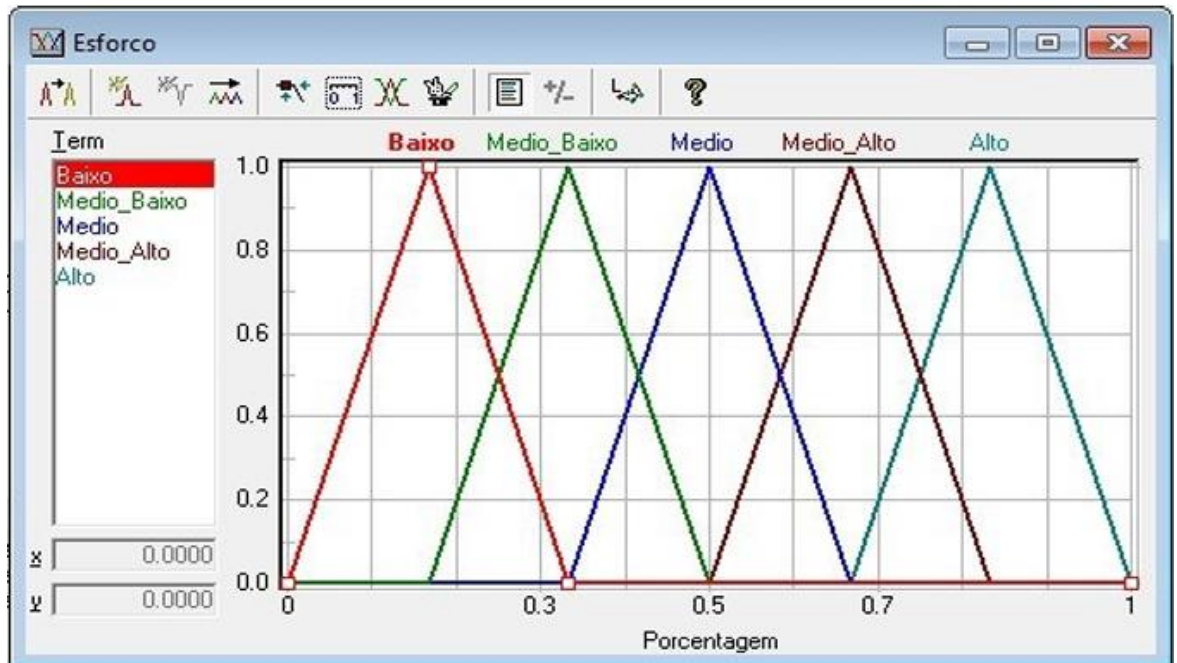
#	IF		THEN	
	Complexidade	Engenheiro	DoS	Esforço
1	Baixo	Baixo	1.00	Baixo
2	Baixo	Medio	1.00	Medio_Baixo
3	Baixo	Alto	1.00	Medio
4	Medio	Baixo	1.00	Medio_Baixo
5	Medio	Medio	1.00	Medio
6	Medio	Alto	1.00	Medio_Alto
7	Alto	Baixo	1.00	Medio
8	Alto	Medio	1.00	Medio_Alto
9	Alto	Alto	1.00	Alto
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				

Fonte: Borgert, Borba e Murcia (2006)

### 2.3.6. Processamento da defuzzificação dos dados de saída

Por meio das regras de inferência, o processo retornará como saída uma variável linguística chamada “Esforço” (Borgert; Borba; Murcia, 2006). Nesta aplicação, os valores linguísticos adotados foram: “Baixo”, “Médio-Baixo”, “Médio”, “Médio-Alto” e “Alto”. Ao final, essas variáveis linguísticas precisam ser convertidas em um valor numérico. Os resultados do processo de defuzzificação são novos direcionadores de custos, sendo estes alocados ao custo das atividades para, então, chegar-se ao custo dos produtos.

Figura 3- Funções de pertinências para variável esforço



Fonte: Borgert, Borba e Murcia (2006)

### 2.3.7. Análise dos resultados

O exercício de Martins contava com dois produtos, requeijão e queijo, aos quais foram atribuídas variáveis, conforme a tabela abaixo (tabela 4). Ressalta-se que, neste caso, para efeito de melhor compreensão, foram selecionados apenas esses dois produtos, contudo, em um caso real, pode-se utilizar vários produtos, abrangendo todo o portfólio da organização.

Tabela 4- Variáveis dos produtos

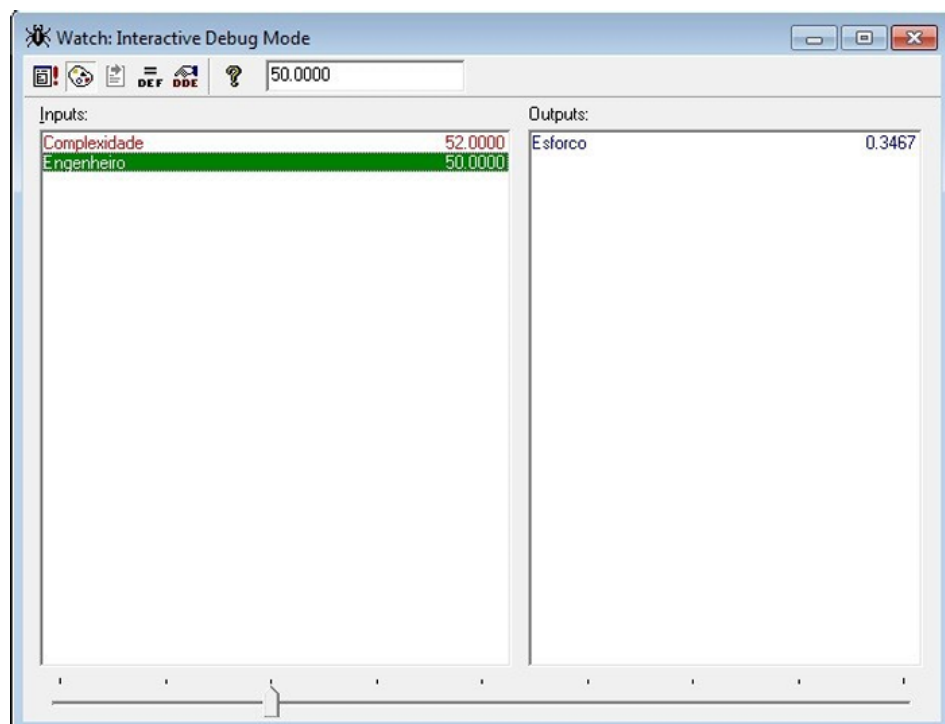
Variável	Requeijão	Queijo
Quant. Lotes	15	60
Volume	480	520
Peso	45	55
Fragilidade	60	40
Nº horas-máquina	4000	6000
Perecibilidade	51	49
Tempo do engenheiro	50	150
Complexidade	52	48

Fonte: adaptada de Borgert, Borba e Murcia (2006)

Vale ressaltar que, neste exercício, foram atribuídos valores de forma aleatória, contudo, em um caso real, esses valores devem ser obtidos a partir das características dos produtos e através de especialistas ligados à produção e contabilidade.

Borgert, Borba e Murcia (2006) dizem que para dividir os custos associados à atividade “controlar processos”, precisa-se verificar qual produto exigiu mais “Esforço”. Para o requeijão, atribuiu-se o valor 52 para a complexidade e o valor 50 para a variável tempo do engenheiro, resultando, por meio do modelo *fuzzy* proposto, em um esforço de 0,3467. Já para o queijo, atribuiu-se 48 para a complexidade e 150 para o tempo do engenheiro, resultando em -0,6533.

Figura 4- Esforço para controle de processo do requeijão



Fonte: Borgert, Borba e Murcia (2006)

Assim, a partir dessa lógica, foram desenvolvidos novos percentuais de alocação de custo para cada atividade.

Tabela 5- Alocação dos custos às atividades

Custos indiretos Atividade	Exercício Martins		Fuzzy ABC	
	Requeijão	Queijo	Requeijão	Queijo
Inspecionar matéria-prima	20%	80%	38,27%	61,73%
Armazenar matéria-prima	20%	80%	38,27%	61,73%
Controlar estoques	20%	80%	38,27%	61,73%
Processar produtos	40%	60%	44,23%	55,77%
Controlar processos	25%	75%	34,67%	65,33%

Fonte: Borgert, Borba e Murcia (2006)

Percebe-se, então, a diferença entre os percentuais dos direcionadores pré-existentes e os novos direcionadores. Essa diferença ocorre, pois, nesse novo modelo, leva-se em conta todas as variáveis da atividade, refletindo melhor o consumo dos recursos pelas atividades.

Assim, o Modelo *Fuzzy ABC*, proposto pelos autores Borgert, Borba e Murcia (2006), serve de aporte para importantes decisões, sendo considerado apropriado em virtude de o método tradicional apresentar certo grau de imprecisão e incerteza, enquanto a lógica *fuzzy* denota resultados mais assertivos.

### 2.3.8. Vantagens da Integração Fuzzy-ABC:

Por lidar com a complexidade dos problemas que não se satisfazem com resultados lógicos, a teoria da probabilidade, que era usada com sucesso em muitas áreas científicas, não permitia a tratativas fáceis das incertezas detectadas nas pesquisas (Maciel; Ferreira, 2022). A lógica *fuzzy*, então, surge com a proposta de auxiliar em modelos matemáticos difíceis de mensurar, de forma mais condizente com a realidade.

Levando o que foi dito em consideração, infere-se que a integração *Fuzzy ABC* também tem grande influência na precisão da alocação dos custos, conforme foi visto no tópico 2.3.7 na aplicação de Borgert, Borba e Murcia (2006), permitindo uma melhor compreensão dos custos associados aos produtos, serviços ou atividades e reduzindo as distorções nos custos.

Outras vantagens também podem ser destacadas, de acordo com Santos (2020), como poder modificar um sistema baseado em *fuzzy* apenas adicionando ou excluindo regras, proporcionando flexibilidade ao processo; pode-se ter, como variáveis de entrada, valores incertos e imprecisos, pois a lógica *fuzzy* trabalhará sobre esses dados.

### 3. METODOLOGIA

Neste tópico, explica-se algumas especificidades do trabalho, como a ferramenta utilizada, o exercício escolhido e a necessidade da sua adaptação, bem como a classificação da pesquisa.

Assim, este trabalho realizou uma análise comparativa entre os resultados obtidos a partir da aplicação do Custeio Baseado em Atividades (ABC) tradicional e o Custeio ABC *Fuzzy*, o qual contou com o auxílio do software MATLAB para o seu desenvolvimento. Para isso, os dados foram obtidos e adaptados a partir de um exercício de fixação do livro de Eliseu Martins (2003) intitulado “Contabilidade de Custos”, capítulo 8 “Custeio Baseado Em Atividades (ABC) - Abordagem inicial”.

A adaptação do exercício ocorreu, pois, ao utilizar o exercício original, o quantitativo de sete tipos de custos indiretos (aluguel, energia elétrica, salário da supervisão, mão-de-obra indireta - MDI, depreciação, material de consumo e seguros) gerou, ao todo, 2.187 regras, quantidade considerada elevada pelos desenvolvedores deste trabalho. Dessa forma, sua inserção no MATLAB tornou-se custosa devido seu pouco tempo e recurso humano disponível. Assim, reduziu-se para o quantitativo de quatro tipos de custos indiretos (aluguel, energia elétrica, salário da supervisão e MDI), o que gerou 81 regras para inserção no software.

Por fim, a escolha justifica-se pelo exercício apresentar o conceito de rateio de custos indiretos de uma maneira simples para a compreensão, além de ser um bom exemplo de um sistema produtivo com três produtos.

#### 3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Existem quatro parâmetros pelos quais uma pesquisa pode ser classificada, sendo eles: a natureza, a abordagem, o objetivo e o procedimento metodológico (Gomes; Castelo, 2023). A classificação quanto à natureza da pesquisa pode ser dividida em básica ou aplicada. No caso deste trabalho, trata-se de uma pesquisa aplicada, pois buscou obter resultados a partir da aplicação prática dos dados de um exercício de fixação que simula dados de produção, com o intuito de resolver um problema ou esclarecer uma teoria. Nesse viés, visou-se comparar os resultados obtidos com a aplicação da lógica *fuzzy* e o custeio ABC tradicional a fim de verificar a efetividade de ambos.

No que se refere a abordagem, pode-se classificar a pesquisa como qualitativa ou quantitativa. Para este trabalho, utilizou-se a abordagem quantitativa. Esta baseia sua análise em dados numéricos, além da aplicação de testes estatísticos (Guerra *et al.*, 2023).

Quanto ao objetivo, a pesquisa pode ser exploratória, descritiva ou explicativa (Guerra *et al.*, 2023). Este trabalho classifica-se por ser uma pesquisa explicativa, pois esse tipo de pesquisa tem como objetivo identificar as causas ou relações de causa e efeito entre variáveis, buscando explicar por que certos fenômenos ocorrem. Ela vai além da simples descrição dos fenômenos, procurando entender as relações entre eles e testar hipóteses causais. Assim, visando o propósito deste trabalho, implicou em tentar entender a relação entre esses dois métodos e os resultados que produzem, ou seja, determinou se há uma relação causal entre a aplicação de cada método e a eficácia dos resultados obtidos.

Por fim, quanto ao procedimento metodológico, ainda de acordo com Guerra *et al.* (2023), a pesquisa pode ser bibliográfica, documental, levantamento, estudo de caso, pesquisa-ação, participante ou, ainda, ex-post-facto. No trabalho em questão, a pesquisa classifica-se como estudo de caso, pois examinou casos específicos de aplicação desses métodos de forma simulada, a partir do exercício de fixação escolhido.

### 3.2. ETAPAS DA PESQUISA

Este Trabalho de Conclusão de Curso teve a duração de dez meses, compreendendo o período entre março e dezembro de 2024. O desenvolvimento do trabalho seguiu as seguintes etapas.

- a) Levantamento de conceitos e definições: esta etapa da pesquisa consistiu na busca por artigos, livros, entre outros, que pudessem auxiliar na fundamentação teórica do estudo. Assim, coletou-se diversos conceitos relacionados a lógica *fuzzy*, ao Custeio Baseado em Atividades e ao software utilizado. As bases teóricas foram escolhidas visando trabalhos sobre custeio indireto, custeio ABC, gestão de custos, lógica *fuzzy* e utilização do MATLAB.
- b) Escolha do exercício base para a análise comparativa: Foi escolhido e adaptado o exercício de Custeio ABC do livro de Eliseu Martins (2003) intitulado “Contabilidade de Custos” capítulo oito “Custeio baseado em atividades (ABC) - abordagem inicial”.
- c) Aplicação do Custeio ABC e lógica difusa no MATLAB: A partir da escolha do exercício foi aplicada a resolução adaptada usando a metodologia do custeio baseado em atividades em conjunto com lógica *fuzzy*, utilizando o software MATLAB para

integrar as metodologias e identificar os valores de custos indiretos atribuídos às atividades.

- d) Análise dos resultados e sugestões de trabalhos futuros: Após os cálculos do exercício pelos dois métodos, foram avaliados os resultados de ambos, e identificado o impacto no custo indireto final de produção. Também foram explanadas melhorias e sugestões de trabalhos futuros.

#### 4. RESULTADOS OBTIDOS

Em Resultados Obtidos, mostra-se a tentativa de utilizar o exercício original, o desenvolvimento e aplicação do ABC tradicional e o ABC *Fuzzy* no exercício adaptado. Também se mostra a comparação entre ambas as metodologias, em termos de resultados e eficiência.

##### 4.1. EXERCÍCIO ORIGINAL E SUAS LIMITAÇÕES

Antes da aplicação de fato, é importante mostrar os custos indiretos do exercício original, na íntegra, e deixar claro o porquê isso representava uma limitação.

O exercício simula uma empresa de confecções que produz três tipos de produtos: camisetas, vestidos e calças. A empresa possui apenas dois departamentos, Corte e Costura e Acabamento, contando com sete tipos de custos indiretos, totalizando R\$190.000,00 e três tipos de despesas, que correspondem a R\$117.020,00. Abaixo, na figura 5, segue os custos indiretos e despesas do exercício original, retirada do livro de Eliseu Martins (2003):

Figura 5- Custos indiretos e despesas originais

<b>Custos Indiretos</b>	
Aluguel	\$24.000
Energia Elétrica	\$42.000
Salários Pessoal Supervisão	\$25.000
Mão-de-obra Indireta	\$35.000
Depreciação	\$32.000
Material de Consumo	\$12.000
Seguros	<u>\$20.000</u>
<b>Total</b>	<b><u>\$190.000</u></b>
<b>Despesas</b>	
Administrativas	\$50.000
Com Vendas	\$43.000
Comissões (5% das Vendas)	<u>\$24.020 (*)</u>
<b>Total</b>	<b><u>\$117.020</u></b>

Fonte: Martins (2003)

Ao manipular o exercício e ao elaborar a base de regras para inserção no MATLAB a partir dos custos originais, gerou-se uma quantidade de permutações exacerbada, ao todo 2.187 regras, tornando custosa a sua inserção manual no software, em virtude do tempo e recurso humano disponível, conforme mostrado abaixo resumidamente (figura 6):

Figura 6- Conjunto de regras do exercício original

nº regras	Aluguel	Energia Elétrica	Salários Pessoal Supervisão	Mão de obra direta	Depreciação	Material de Consumo	Seguros	CIF
2160	Alto	Alto	Alto	Médio	Alto	Alto	Alto	Alto
2161	Alto	Alto	Alto	Alto	Baixo	Baixo	Baixo	Médio
2162	Alto	Alto	Alto	Alto	Baixo	Baixo	Médio	Médio
2163	Alto	Alto	Alto	Alto	Baixo	Baixo	Alto	Alto
2164	Alto	Alto	Alto	Alto	Baixo	Médio	Baixo	Médio
2165	Alto	Alto	Alto	Alto	Baixo	Médio	Médio	Alto
2166	Alto	Alto	Alto	Alto	Baixo	Médio	Alto	Alto
2167	Alto	Alto	Alto	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Alto
2168	Alto	Alto	Alto	Alto	Baixo	Alto	Médio	Alto
2169	Alto	Alto	Alto	Alto	Baixo	Alto	Alto	Alto
2170	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio	Baixo	Baixo	Médio
2171	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio	Baixo	Médio	Alto
2172	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio	Baixo	Alto	Alto
2173	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio	Médio	Baixo	Alto
2174	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio	Médio	Médio	Alto
2175	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio	Médio	Alto	Alto
2176	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio	Alto	Baixo	Alto
2177	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio	Alto	Médio	Alto
2178	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio	Alto	Alto	Alto
2179	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Baixo	Baixo	Alto
2180	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Baixo	Médio	Alto
2181	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Baixo	Alto	Alto
2182	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio	Baixo	Alto
2183	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio	Médio	Alto
2184	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio	Alto	Alto
2185	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Baixo	Alto
2186	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio	Alto
2187	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto

Fonte: Autores (2024)

Percebeu-se, então, que as inserir no software consiste em uma tarefa complicada, sendo, assim, necessário realizar adaptações. Dessa forma, foram retirados do exercício os itens “depreciação”, “material de consumo” e “seguro”, reduzindo para apenas quatro tipos de custos indiretos, sendo estes, aluguel, energia elétrica, salário da supervisão e MDI.

#### 4.2. APLICAÇÃO DO CUSTEIO ABC TRADICIONAL

Diante disso, inicialmente, resolveu-se o exercício de fixação adaptado de forma tradicional, baseado apenas na aplicação do Custeio Baseado em Atividades, puramente. Segue abaixo os dados iniciais (Tabelas 6, 7, 8, 9 e 10):

Tabela 6- Dados iniciais do exercício

<b>Produtos</b>	<b>Volume de Produção</b>	<b>Preço Venda Unitário</b>
Camisetas	18.000	R\$ 10,00
Vestidos	4.200	R\$ 22,00
Calças	13.000	R\$ 16,00

Fonte: adaptada de Martins (2003)

Segue também (Tabela 7) as informações quanto ao tempo de produção unitário e tempo de produção total, em horas, para ambos os departamentos existentes. O tempo total consiste no tempo utilizado para produzir uma unidade de produto multiplicado pelo volume de produção mostrado na tabela anterior (Tabela 6).

Tabela 7- Tempo gasto na produção

<b>Produtos</b>	<b>Corte e Costura</b>		<b>Acabamento</b>	
	<b>T. Unitário</b>	<b>Total (H)</b>	<b>T. Unitário</b>	<b>Total (H)</b>
Camisetas	0,3	5400	0,15	2700
Vestidos	0,7	2940	0,6	2520
Calças	0,8	10400	0,3	3900
<b>Total</b>		<b>18740</b>		<b>9120</b>

Fonte: adaptada de Martins (2003)

A seguir, mostra-se, também, os custos diretos unitários (Tabela 8) e os custos indiretos e despesas (Tabelas 9 e 10) já adaptados. Em virtude da necessidade em reduzir a quantidade de custos indiretos, os custos associados aos três itens retirados foram distribuídos proporcionalmente entre os que permaneceram no exercício, totalizando R\$190.000,00, conforme mostrado abaixo (Tabela 9). Para isso, foi necessário realizar uma regra de três para cada custo selecionado para permanecer no exercício a fim de obter os novos valores pertinentes a eles. Multiplicou-se os valores originais dos custos que permaneceram pelo valor total de R\$190.000,00, e dividiu-se o resultado pelo valor restante ao retirar os custos “depreciação”, “material de consumo” e “seguro”, que é de R\$126.000,00, para cada um dos quatro custos indiretos restantes.

Tabela 8- Custos diretos unitários

	<b>Camisetas</b>		<b>Vestidos</b>		<b>Calças</b>	
Tecido	R\$	3,00	R\$	4,00	R\$	3,00
Aviamento	R\$	0,25	R\$	0,75	R\$	0,50
MOD	R\$	0,50	R\$	1,00	R\$	0,75
<b>Total</b>	R\$	<b>3,75</b>	R\$	<b>5,75</b>	R\$	<b>4,25</b>

Fonte: adaptada de Martins (2003)

Tabela 9- Custos indiretos adaptados

<b>Custos indiretos</b>		
Aluguel	R\$	36.190,48
Energia elétrica	R\$	63.333,33
Salário supervisão	R\$	37.698,41
MDI	R\$	52.777,78
<b>Total</b>	<b>R\$</b>	<b>190.000</b>

Fonte: adaptada de Martins (2003)

Tabela 10- Despesas

<b>Despesas</b>		
Administrativas	R\$	50.000,00
Vendas	R\$	43.000,00
Comissões	R\$	24.020,00
<b>Total</b>	<b>R\$</b>	<b>117.020,00</b>

Fonte: adaptada de Martins (2003)

A partir de então, ainda levando em consideração as adaptações feitas, foi necessário custear os produtos por Departamentalização de forma simplificada, utilizando os novos valores para custos indiretos obtidos, conforme tabela abaixo (Tabela 11):

Tabela 11- Mapa de rateio simplificado

	Apoio			Produção			Total
	Compras	Almoxarifado	Adm. produção	Corte e Costura	Acabamento		
Aluguel	R\$ 4.523,81	R\$ 12.666,67	R\$ 2.714,29	R\$ 9.047,62	R\$ 7.238,10	R\$ 36.190,48	
Rateio aluguel	125	350	75	250	200	1000	
Energia elétrica	R\$ 6.333,33	R\$ 9.500,00	R\$ 7.600,00	R\$ 19.000,00	R\$ 20.900,00	R\$ 63.333,33	
Rateio energia	10	15	12	30	33	100	
Salários supervisão	R\$ 3.769,84	R\$ 5.654,76	R\$ 11.309,52	R\$ 9.424,60	R\$ 7.539,68	R\$ 37.698,41	
Rateio salário supervisão	10	15	30	25	20	100	
MDI	R\$ 15.833,33	R\$ 10.555,56	R\$ 13.194,45	R\$ 7.916,67	R\$ 5.277,78	R\$ 52.777,78	
Rateio MDI	30	20	25	15	10	100	
Subtotal 1	R\$ 30.460,32	R\$ 38.376,99	R\$ 34.818,25	R\$ 45.388,89	R\$ 40.955,55	R\$ 190.000,00	

Fonte: adaptada de Martins (2003)

Os rateios foram feitos levando em consideração possíveis esforços empregados dentro de cada departamento por cada custo. Fez-se, então, uma breve pesquisa sobre o impacto que cada departamento possui em relação a empresa como um todo. Assim, atribuiu-se os valores para rateio em cada um dos departamentos de maneira proporcional ao levantado encontrado na pesquisa.

Após obter os novos valores para os custos indiretos divididos por departamento, pôde-se perceber os valores totais por departamento. Feito isso, determinou-se as atividades pertinentes a cada departamento, seus direcionadores e, por fim, obteve-se os valores por atividade, conforme mostra a tabela abaixo (Tabela 12). Para distribuir os valores entre as atividades de cada departamento, simulou-se uma porcentagem do total encontrado por departamento. Essa simulação foi feita de forma semelhante a distribuição dos rateios por departamento e custo. Assim, uma pesquisa também foi realizada visando obter, de forma simulada, o impacto que cada atividade causa em cada departamento:

Tabela 12- Distribuição de valores por departamento entre as atividades

<b>Departamentos</b>	<b>Atividades</b>	<b>Direcionadores</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Compras	Comprar materiais	n° pedidos de compra	R\$ 27.414,29	0,9
	Desenvolver fornecedores	n° de fornecedores	R\$ 3.046,03	0,1
Almoxarifado	Receber materiais	n° de recebimentos	R\$ 11.513,10	0,3
	Movimentar materiais	n° de requisições	R\$ 26.863,89	0,7
Adm produção	Programar produção	n° de produtos	R\$ 5.222,74	0,15
	Controlar produção	n° lotes	R\$ 29.595,52	0,85
Corte e costura	Cortar	horas para cortar	R\$ 9.077,78	0,2
	Costurar	horas para costurar	R\$ 36.311,11	0,8
Acabamento	Acabar	horas para acabar	R\$ 16.382,22	0,4
	Despachar produtos	horas para despachar	R\$ 24.573,33	0,6
<b>Total</b>			<b>R\$ 190.000,00</b>	

Fonte: adaptada de Martins (2003)

O próximo passo consistiu em definir a quantidade de direcionadores para cada produto (Tabela 13). Nesta etapa, utilizou-se os mesmos valores dados pelo exercício.

Tabela 13- Direcionadores de custos das atividades

Direcionadores	Camisetas	Vestidos	Calças	Total
n° pedidos de compra	150	400	200	750
n° de fornecedores	2	6	3	11
n° de recebimentos	150	400	200	750
n° de requisições	400	1500	800	2700
n° de produtos	1	1	1	3
n° lotes	10	40	20	70
horas para cortar	2160	882	2600	5642
horas para costurar	3240	2058	7800	13098
horas para acabar	2700	2520	3900	9120
horas para despachar	25	50	25	100
Total				

Fonte: adaptada de Martins (2003)

Finalmente, calculou-se o custo do produto. Abaixo, mostra-se a sequência de cálculos retirada do livro de Martins (Figura 7):

Figura 7- Cálculo para custo do produto

$$\begin{aligned}
 & \checkmark \text{ Custo Unitário do Direcionador} = \frac{\text{Custo da Atividade}}{\text{N}^\circ \text{ total de direcionadores}} \\
 & \checkmark \text{ Custo da atividade atribuído ao produto} = \text{custo unitário do direcionador} \\
 & \quad \times \text{n}^\circ \text{ de direcionadores do produto} \\
 & \checkmark \text{ Custo da atividade por unidade de} \\
 & \text{produto} = \frac{\text{Custo da Atividade atribuído ao produto}}{\text{Quantidade produzida}}
 \end{aligned}$$

Fonte: Martins (2003)

Abaixo, segue também um exemplo retirado do livro de Martins evidenciando como o cálculo é realizado a partir da atividade “comprar materiais” para as camisetas (Figura 8):

Figura 8- Exemplo de cálculo para custo do produto

$$\begin{aligned}
 & \checkmark \text{ Custo unitário do direcionador} = \frac{\$16.000}{750} = 21,3333 \text{ \$/pedido} \\
 & \checkmark \text{ Custo da atividade atribuído ao produto} = 21,3333 \text{ \$/pedido} \times 150 \text{ pedidos} = \$3.200 \\
 & \checkmark \text{ Custo da atividade por unidade de produto} = \frac{\$3.200}{18.000 \text{ un.}} = 0,1778 \text{ \$/un.}
 \end{aligned}$$

Fonte: Martins (2003)

Segue abaixo o resultado após o cálculo dos custos unitários de cada produto (Tabela 14):

Tabela 14 - Custos unitários

Direcionadores	Camisetas	Vestidos	Calças	Total	Camisetas	Vestidos	Calças
n° pedidos de compra	150	400	200	750	R\$ 0,3046	R\$ 3,4812	R\$ 0,5623
n° de fornecedores	2	6	3	11	R\$ 0,0308	R\$ 0,3956	R\$ 0,0639
n° de recebimentos	150	400	200	750	R\$ 0,1279	R\$ 1,4620	R\$ 0,2362
n° de requisições	400	1500	800	2700	R\$ 0,2211	R\$ 3,5534	R\$ 0,6123
n° de produtos	1	1	1	3	R\$ 0,0967	R\$ 0,4145	R\$ 0,1339
n° lotes	10	40	20	70	R\$ 0,2349	R\$ 4,0266	R\$ 0,6505
horas para cortar	2160	882	2600	5642	R\$ 0,1931	R\$ 0,3379	R\$ 0,3218
horas para costurar	3240	2058	7800	13098	R\$ 0,4990	R\$ 1,3584	R\$ 1,6634
horas para acabar	2700	2520	3900	9120	R\$ 0,2694	R\$ 1,0778	R\$ 0,5389
horas para despachar	25	50	25	100	R\$ 0,3413	R\$ 2,9254	R\$ 0,4726
Total					R\$ 2,3188	R\$ 19,0327	R\$ 5,2557

Fonte: adaptada de Martins (2003)

Por fim, tem-se o quadro resumo da departamentalização utilizando o Custeio ABC evidenciando os custos indiretos unitários obtidos na etapa anterior (Tabela 15):

Tabela 15- Resumo departamentalização com ABC

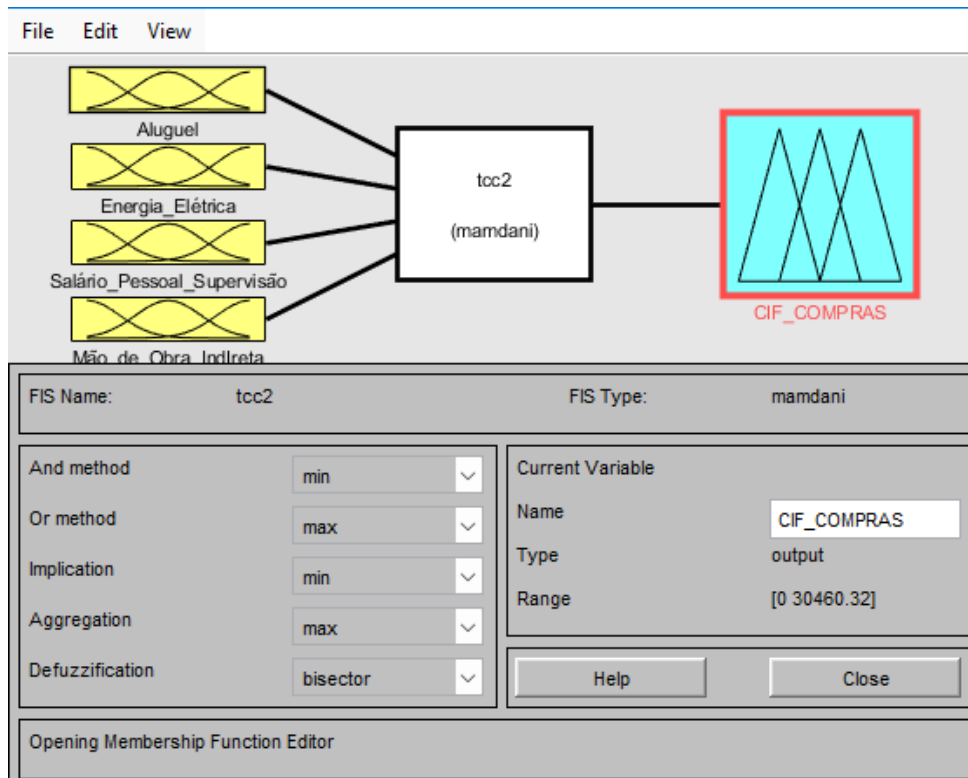
	Camisetas (uni)	Vestidos (uni)	Calças (uni)
Custos diretos unitários	R\$ 3,75	R\$ 5,75	R\$ 4,25
Custos indiretos unitários	R\$ 2,32	R\$ 19,03	R\$ 5,26
Custo total	R\$ 6,07	R\$ 24,78	R\$ 9,51
Preço venda	R\$ 10,00	R\$ 22,00	R\$ 16,00
Lucro bruto unitário	R\$ 3,93	-R\$ 2,78	R\$ 6,49
Margem %	39%	-13%	41%
Ordem lucratividade	2	3	1

Fonte: adaptada de Martins (2003)

#### 4.2. APLICAÇÃO POR CUSTEIO ABC FUZZY

O uso da lógica *fuzzy* foi aplicado no exercício na etapa de distribuição dos custos por atividade, como mostra a tabela 13. Dessa forma, foram adicionadas as variáveis de entrada no software MATLAB. Os *inputs* correspondem a: Aluguel, Energia\_Elétrica, Salário\_Pessoal\_Supervisão e Mão\_de\_Obra\_Indireta, além de um *output* denominado CIF\_(SETOR), o qual é renomeado dependendo do setor que está sendo aplicado (figura 9).

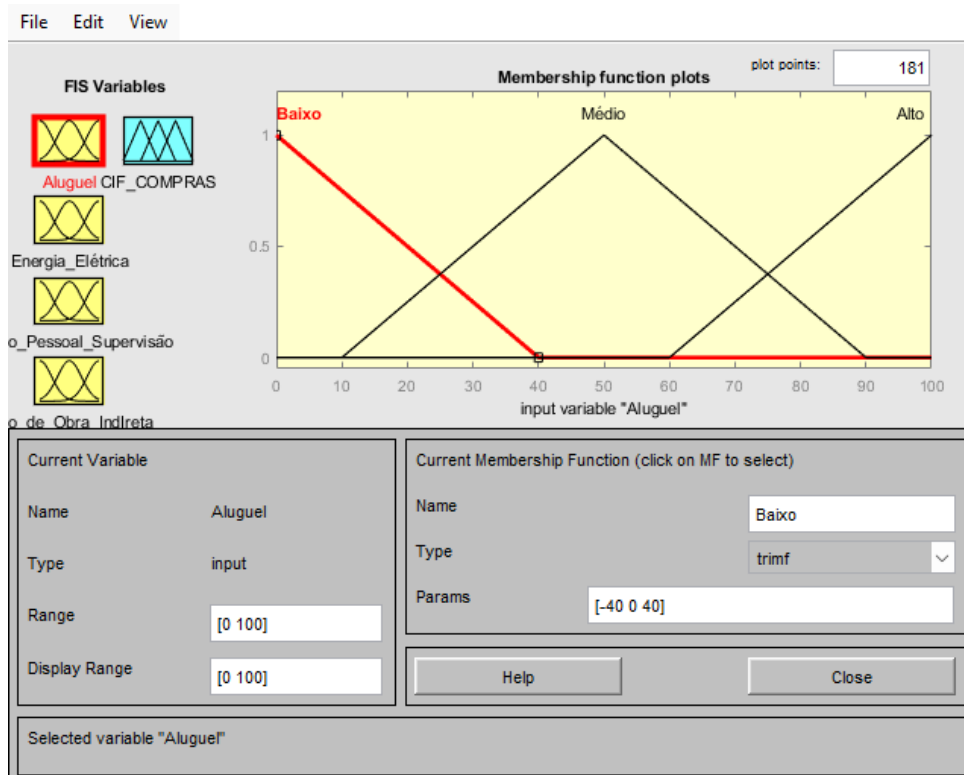
Figura 9 - Variáveis de entrada e saída do MATLAB



Fonte: autores (2024)

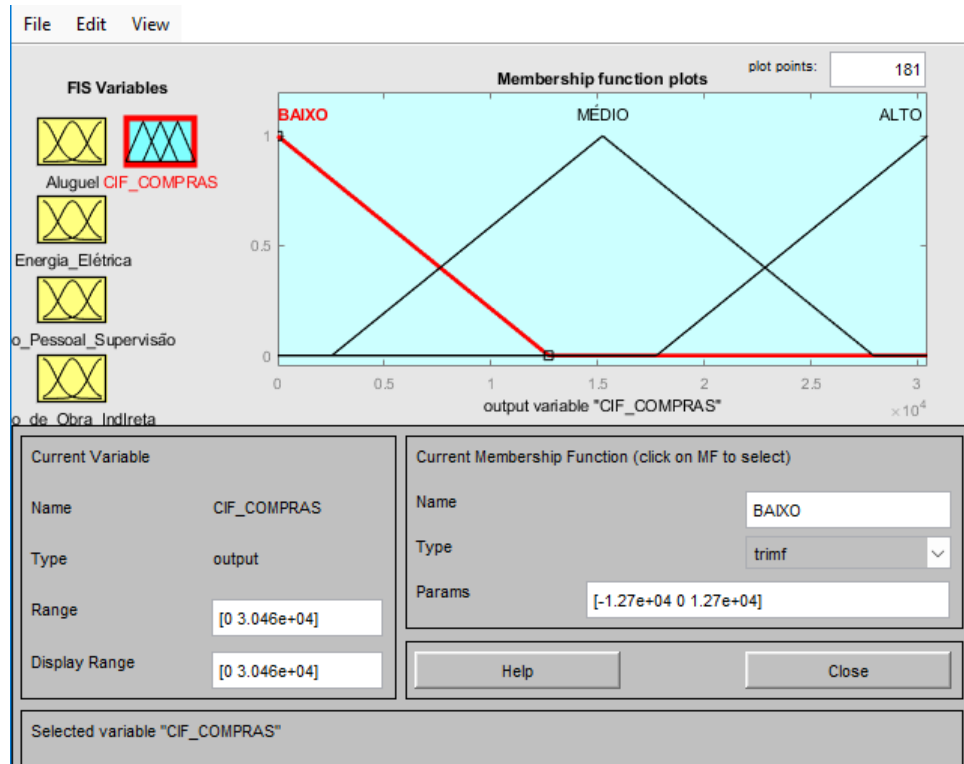
Em seguida, foram definidos os ranges das variáveis de entrada, as quais variam de 0 a 100, também foram definidas as funções de pertinência (*Membership function*) para cada entrada e saída, as quais precisaram ser convertidas em variáveis linguísticas: “Baixo”, “Médio” e “Alto”. Para o *output*, o range foi definido de acordo com o valor total de custos indiretos encontrados para cada setor. Segue abaixo as figuras correspondentes (figuras 10 e 11).

Figura 10- Definição do range e funções de pertinência das variáveis de entrada



Fonte: autores (2024)

Figura 11- Definição do range e funções de pertinência das variáveis de saída



Fonte: autores (2024)



Tabela 16- Regras de inferência

<b>nº regras</b>	<b>Aluguel</b>	<b>Energia Elétrica</b>	<b>Salários Pessoal Supervisão</b>	<b>Mão de obra indireta</b>	<b>CIF</b>
1	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	<b>Baixo</b>
2	Baixo	Baixo	Baixo	Médio	<b>Baixo</b>
3	Baixo	Baixo	Baixo	Alto	<b>Baixo</b>
4	Baixo	Baixo	Médio	Baixo	<b>Baixo</b>
5	Baixo	Baixo	Médio	Médio	<b>Baixo</b>
6	Baixo	Baixo	Médio	Alto	<b>Baixo</b>
7	Baixo	Baixo	Alto	Baixo	<b>Baixo</b>
8	Baixo	Baixo	Alto	Médio	<b>Baixo</b>
9	Baixo	Baixo	Alto	Alto	<b>Médio</b>
10	Baixo	Médio	Baixo	Baixo	<b>Baixo</b>
11	Baixo	Médio	Baixo	Médio	<b>Baixo</b>
12	Baixo	Médio	Baixo	Alto	<b>Baixo</b>
13	Baixo	Médio	Médio	Baixo	<b>Baixo</b>
14	Baixo	Médio	Médio	Médio	<b>Baixo</b>
15	Baixo	Médio	Médio	Alto	<b>Médio</b>
16	Baixo	Médio	Alto	Baixo	<b>Baixo</b>
17	Baixo	Médio	Alto	Médio	<b>Médio</b>
18	Baixo	Médio	Alto	Alto	<b>Médio</b>
19	Baixo	Alto	Baixo	Baixo	<b>Baixo</b>
20	Baixo	Alto	Baixo	Médio	<b>Baixo</b>
21	Baixo	Alto	Baixo	Alto	<b>Médio</b>
22	Baixo	Alto	Médio	Baixo	<b>Baixo</b>
23	Baixo	Alto	Médio	Médio	<b>Médio</b>
24	Baixo	Alto	Médio	Alto	<b>Médio</b>
25	Baixo	Alto	Alto	Baixo	<b>Médio</b>

Fonte: autores (2024)

Após determinar as regras de inferência foi preciso fornecer os valores para as variáveis de entrada do sistema *fuzzy*, esses valores foram usados para determinar os graus de pertinência e aplicar as regras *fuzzy*, em seguida o software converte os valores de entrada em valores *fuzzy*, calcula as contribuições das regras para a saída *fuzzy*, por fim, converte os valores *fuzzy* de saída em valores (figura 13):

Figura 13- Visualização das regras de inferências e resultados



Fonte: autores (2024)

#### 4.3. APLICAÇÃO POR CUSTEIO ABC TRADICIONAL VS APLICAÇÃO POR CUSTEIO ABC FUZZY

Segue, novamente, abaixo na tabela 17, o resultado dos custos indiretos obtidos pelo Custeio Baseado em Atividades aplicado de forma tradicional para os produtos camisetas, vestidos e calças, para termos de comparação.

Tabela 17- Custos unitários

Direcionadores	Camisetas	Vestidos	Calças	Total	Camisetas	Vestidos	Calças
n° pedidos de compra	150	400	200	750	R\$ 0,3046	R\$ 3,4812	R\$ 0,5623
n° de fornecedores	2	6	3	11	R\$ 0,0308	R\$ 0,3956	R\$ 0,0639
n° de recebimentos	150	400	200	750	R\$ 0,1279	R\$ 1,4620	R\$ 0,2362
n° de requisições	400	1500	800	2700	R\$ 0,2211	R\$ 3,5534	R\$ 0,6123
n° de produtos	1	1	1	3	R\$ 0,0967	R\$ 0,4145	R\$ 0,1339
n° lotes	10	40	20	70	R\$ 0,2349	R\$ 4,0266	R\$ 0,6505
horas para cortar	2160	882	2600	5642	R\$ 0,1931	R\$ 0,3379	R\$ 0,3218
horas para costurar	3240	2058	7800	13098	R\$ 0,4990	R\$ 1,3584	R\$ 1,6634
horas para acabar	2700	2520	3900	9120	R\$ 0,2694	R\$ 1,0778	R\$ 0,5389
horas para despachar	25	50	25	100	R\$ 0,3413	R\$ 2,9254	R\$ 0,4726
Total					R\$ 2,3188	R\$ 19,0327	R\$ 5,2557

Fonte: adaptada de Martins (2003)

Pela aplicação do ABC tradicional, é possível perceber a discrepância dos custos indiretos relacionados aos vestidos em comparação às camisetas e calças. Os vestidos representam um custo indireto unitário de R\$19,0327 que, levando em consideração o volume total de produção, que é de 4.200 vestidos, totaliza R\$79.937,34. Já com relação às camisetas totalizou-se em custos indiretos R\$41.738,40 e, com relação às calças, o total em custos indiretos corresponde a R\$68.324,10.

Na tabela 18, segue o demonstrativo do resultado obtido pelo Custeio ABC, apresentando a margem de lucratividade e ordem de lucratividade.

Tabela 18- Resumo departamentalização com ABC

	Camisetas (uni)	Vestidos (uni)	Calças (uni)
Custos diretos unitários	R\$ 3,75	R\$ 5,75	R\$ 4,25
Custos indiretos unitários	R\$ 2,32	R\$ 19,03	R\$ 5,26
Custo total	R\$ 6,07	R\$ 24,78	R\$ 9,51
Preço venda	R\$ 10,00	R\$ 22,00	R\$ 16,00
Lucro bruto unitário	R\$ 3,93	-R\$ 2,78	R\$ 6,49
Margem %	39%	-13%	41%
Ordem lucratividade	2	3	1

Fonte: adaptada de Martins (2003)

Assim como em custos indiretos unitários, os vestidos também representam valores pouco satisfatórios para a margem de lucratividade, chegando a apresentar um prejuízo de -13%. Assim, é notório que o processo de produção dos vestidos necessita de maiores atenções.

Após a aplicação de cada valor de entrada de cada setor, a lógica *fuzzy* apresentou os seguintes resultados para as atividades (tabela 19):

Tabela 19- Custos unitários obtidos pela fuzzy ABC

Atividades	Total	Camisetas	Vestidos	Calças	Total	Camisetas	Vestidos	Calças
Comprar materiais	R\$ 14.900,00	150	400	200	750	R\$ 0,1656	R\$ 1,8921	R\$ 0,3056
Desenvolver fornecedores	R\$ 15.560,32	2	6	3	11	R\$ 0,1572	R\$ 2,0208	R\$ 0,3264
Receber materiais	R\$ 18.000,00	150	400	200	750	R\$ 0,2000	R\$ 2,2857	R\$ 0,3692
Movimentar materiais	R\$ 20.376,99	400	1500	800	2700	R\$ 0,1677	R\$ 2,6954	R\$ 0,4644
Programar produção	R\$ 16.400,00	1	1	1	3	R\$ 0,3037	R\$ 1,3016	R\$ 0,4205
Controlar produção	R\$ 18.418,25	10	40	20	70	R\$ 0,1462	R\$ 2,5059	R\$ 0,4048
Cortar	R\$ 21.300,00	2160	882	2600	5642	R\$ 0,4530	R\$ 0,7928	R\$ 0,7551
Costurar	R\$ 24.088,89	3240	2058	7800	13098	R\$ 0,3310	R\$ 0,9012	R\$ 1,1035
Acabar	R\$ 20.900,00	2700	2520	3900	9120	R\$ 0,3438	R\$ 1,3750	R\$ 0,6875
Despachar produtos	R\$ 20.055,55	25	50	25	100	R\$ 0,2785	R\$ 2,3876	R\$ 0,3857
Total						R\$ 2,5467	R\$ 18,1580	R\$ 5,2228

Fonte: Autores (2024)

Pela aplicação da lógica *fuzzy* é possível observar a mudança nos custos indiretos unitários dos produtos, principalmente no custo dos vestidos de R\$19,0327 para R\$18,1580, também houve aumento no custo das camisetas de R\$2,3188 para R\$2,5467, já na produção das calças houve uma pequena redução no custo de R\$5,2557 para R\$5,2228. Em termos de custos indiretos totais, os vestidos totalizaram R\$76.263,60, enquanto as camisetas e calças representaram, respectivamente, R\$45.840,60 e R\$67.896,40.

A tabela 20 apresenta o demonstrativo de resultado obtido pelo uso da lógica *fuzzy* na determinação dos custos para as atividades:

Tabela 20- Resultado obtido pela fuzzy (ABC)

	Camisetas (uni)	Vestidos (uni)	Calças (uni)
Custos diretos unitários	R\$ 3,75	R\$ 5,75	R\$ 4,25
Custos indiretos unitários	R\$ 2,55	R\$ 18,16	R\$ 5,22
Custo total	R\$ 6,30	R\$ 23,91	R\$ 9,47
Preço venda	R\$ 10,00	R\$ 22,00	R\$ 16,00
Lucro bruto unitário	R\$ 3,70	-R\$ 1,91	R\$ 6,53
Margem %	37%	-9%	41%
Ordem lucratividade	2	3	1

Fonte: Autores (2024)

A lógica *fuzzy* foi aplicada na etapa de determinar as atividades geradoras de custos e atribuição dos custos às atividades, uma vez que no exercício original o autor não deixa explícito o método adotado para atribuir os valores às atividades, logo chegou-se à conclusão de que foi uma atribuição arbitrária. Assim, a *fuzzy* é aplicada para reduzir a arbitrariedade e explicar a alocação dos custos às atividades. Os resultados obtidos demonstraram uma redução na margem de lucro das camisetas de 39% para 37%, por outro lado demonstrou uma redução

na margem de prejuízo dos vestidos -13% para -9%, enquanto o produto calça permaneceu em 41%, essas pequenas variações podem ser cruciais na tomada de decisão de um gestor.

Tabela 21- Comparação fuzzy (ABC) e ABC tradicional

	Camisetas (uni)		Vestidos (uni)		Calças (uni)	
	Fuzzy (ABC)	Custeio ABC	Fuzzy (ABC)	Custeio ABC	Fuzzy (ABC)	Custeio ABC
Custos diretos unitários	R\$ 3,75	R\$ 3,75	R\$ 5,75	R\$ 5,75	R\$ 4,25	R\$ 4,25
Custos indiretos unitários	R\$ 2,55	R\$ 2,32	R\$ 18,16	R\$ 19,03	R\$ 5,22	R\$ 5,26
Custo total	R\$ 6,30	R\$ 6,07	R\$ 23,91	R\$ 24,78	R\$ 9,47	R\$ 9,51
Preço venda	R\$ 10,00	R\$ 10,00	R\$ 22,00	R\$ 22,00	R\$ 16,00	R\$ 16,00
Lucro bruto unitário	R\$ 3,70	R\$ 3,93	-R\$ 1,91	-R\$ 2,78	R\$ 6,53	R\$ 6,49
Margem %	37%	39%	-9%	-13%	41%	41%
Ordem lucratividade	2	2	3	3	1	1

Fonte:Autores (2024)

Tabela 22- Comparação fuzzy (ABC) e ABC tradicional em volume de produção

	Vol. Produção (Uni)	Fuzzy (ABC)	ABC	Fuzzy (ABC)	ABC
Camisetas	18.000	R\$ 2,55	R\$ 2,32	R\$ 45.900,00	R\$ 41.760,00
Vestidos	4.200	R\$ 18,16	R\$ 19,03	R\$ 76.272,00	R\$ 79.926,00
Calças	13.000	R\$ 5,22	R\$ 5,26	R\$ 67.860,00	R\$ 68.380,00
<b>Total</b>				R\$ 190.032,00	R\$ 190.066,00

Fonte:Autores (2024)

## 5. CONCLUSÃO

### 5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos com a aplicação do Custeio ABC, percebe-se sua eficácia na geração de insights valiosos sobre a alocação de custos. No exercício analisado, mesmo utilizando apenas o método ABC de forma tradicional, foi possível identificar que o custo unitário indireto dos vestidos é significativamente mais elevado, alcançando R\$19,03, em comparação às camisetas e calças, que possuem custos unitários de R\$2,32 e R\$5,26, respectivamente. Além disso, foi constatado que os vestidos apresentam uma margem de lucratividade negativa de -13%, enquanto as camisetas possuem margem de 39% e as calças, 41%. Esses dados indicam que os vestidos consomem recursos de maneira excessiva, resultando em altos custos, sem proporcionar um retorno financeiro adequado. Assim, fica evidente que a viabilidade desse produto no portfólio da empresa deve ser questionada.

A análise realizada com o ABC tradicional permitiu sugerir soluções práticas, como detalhar os processos de produção dos vestidos para identificar atividades que consomem mais recursos, implementar melhorias nesses processos, como padronização, redução de desperdícios e adoção de tecnologias mais eficientes, além de verificar se os critérios de alocação de custos indiretos estão sendo aplicados corretamente, refletindo com precisão o consumo de recursos por cada produto. Outra ação relevante seria avaliar a viabilidade de manter os vestidos no portfólio, considerando os custos e margens de contribuição de cada item. Essas ações, baseadas exclusivamente nos dados gerados pelo Custeio ABC, já podem trazer melhorias significativas à gestão financeira e operacional da empresa.

No entanto, é importante destacar que, embora o Custeio ABC seja um dos métodos de custeio mais assertivos, ele ainda apresenta limitações. Por esse motivo, a lógica fuzzy surge como uma alternativa complementar para empresas que buscam maior precisão em suas análises. Com a aplicação do ABC Fuzzy no MATLAB, observou-se uma pequena variação nos custos unitários dos produtos: para os vestidos, o custo foi reduzido para R\$18,1580, enquanto para as camisetas e calças os valores passaram a ser R\$2,5467 e R\$5,2228, respectivamente. Embora as variações possam parecer insignificantes em um cenário simulado, em grandes empresas, onde diferenças de apenas 1% podem representar milhares ou até milhões de reais, a integração da lógica fuzzy com o Custeio ABC se torna altamente relevante.

## 5.2. SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Dessa forma, conclui-se que a combinação do Custeio ABC com a lógica fuzzy permite uma análise mais precisa dos custos, o que pode impactar positivamente as decisões estratégicas, principalmente em organizações de grande porte. Para trabalhos futuros, sugere-se que essa metodologia seja aplicada em situações reais, com dados provenientes de empresas e organizações, permitindo uma validação prática e um melhor aproveitamento dos insights gerados para a tomada de decisões estratégicas.

Além disso, outras propostas de trabalhos futuros incluem a comparação entre o ABC tradicional e o ABC Fuzzy em diferentes setores da indústria, a fim de entender como os resultados variam conforme o contexto; o desenvolvimento de estudos que integrem o ABC Fuzzy a outras tecnologias, como inteligência artificial ou sistemas ERP, para tornar os modelos mais dinâmicos e adaptativos; e a realização de simulações que testem diferentes critérios de alocação de custos e parâmetros fuzzy, buscando identificar a sensibilidade dos resultados e propor melhorias no modelo. Ainda, seria interessante avaliar o impacto econômico direto das decisões tomadas com base no ABC Fuzzy, analisando indicadores como lucratividade e eficiência operacional. Esses estudos podem contribuir significativamente para o avanço da gestão de custos e fortalecer a aplicação dessas metodologias na prática empresarial.

## REFERÊNCIAS

ALBERTOS, P. Fuzzy Controllers - AI Techniques in Control. Pergamon Press, 1992.

BALLESTRIN, Luiz Carlos. Contabilidade de custos. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

BIDES, Ana Priscila Cristina da Silva; SILVA, Paulo Vitor Jordão da Gama; RAMOS, Vanessa Athayde Ribeiro. O rateio dos custos de produção conjunta na Petrobras e o impacto nas decisões estratégicas. Ciências Contábeis e Atuariais: tópicos atuais em pesquisa. [sl] Editora Científica Digital, 2024. p. 59–85

BORGERT, G.; BORBA, J. A.; MURCIA, F. D. R. Alocação de custos indiretos através de um modelo experimental de fuzzy ABC. In: CONGRESSO USP: INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM CONTABILIDADE, 3, 2006, São Paulo. Disponível em:

<[http://www.congressosp.fipecafi.org/atigos32006/an\\_resumo.asp?cod\\_trabalho=637](http://www.congressosp.fipecafi.org/atigos32006/an_resumo.asp?cod_trabalho=637)>. Acesso em: 04 mai. 2024.

BRAGA, Gustavo Henrique Rocha et al. Aferição dos custos da qualidade na produção de compensados de madeira pelo método de custeio ABC (Activity Based Costing) e por Absorção. Custos e@ gronegocio on line, v. 16, n. 3, p. 382-410, 2020.

BRUNI, Adriano L.; FAMÁ, Rubens. Série Finanças na Prática - Gestão de Custos e Formação de Preço, 7ª edição. [Digite o Local da Editora]: Grupo GEN, 2019. E-book. ISBN 9788597021059. Disponível em:

<<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597021059/>>. Acesso em: 06 mai. 2024.

CAMPOS FILHO, P. Método para apoio à decisão na verificação da sustentabilidade de uma unidade de conservação, usando a lógica Fuzzy. 2004. 210 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

CAMPOS FILHO, A. F. Lógica fuzzy: conceitos e aplicações. São Paulo: Editora Blucher, 2004. 112 p.

COSTIN, Claudia. Gestão de custos: uma abordagem gerencial. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

COX, Earl. The fuzzy systems handbook: a practitioner's guide to building, using, and maintaining fuzzy systems . New York: AP Professional, 1994.

D'OLIVEIRA, Pedro Matheus. Business intelligence aplicado ao monitoramento de custos diretos do subsetor edificações da indústria da construção civil: um estudo de caso. 2021.

DE SOUZA, Daniel Soares et al. DIFICULDADES NA IMPLEMENTAÇÃO DO CUSTEIO ABC NAS EMPRESAS. REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE-ISSN 2763-8928, v. 3, n. 4, p. e34129-e34129, 2023.

Engenharia de Software: Uma visão geral. Universidade Federal de Viçosa, 2005.

FERREIRA, Manuela Jardim de Paiva et al. Aplicação da matriz Swot com auxílio da lógica fuzzy para definições de propriedades ao planejamento estratégico de uma empresa. 2019.

Godoy, F. O., Godinho, E. Z., Daltin, R. S., & Caneppele, F. L. (2020) Utilização da lógica fuzzy aplicada à energia solar. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 37(2), e26663, 1–9.

Góes, B. C., Góes, R. J., Cremasco, C. P., & Gabriel Filho, L. R. A. (2020). Método de utilização do Fuzzy Logic Toolbox do software MATLAB para modelagem matemática de variáveis biométricas e nutricionais da cultura da soja. *Society and Development*, 53(9), 1689–1699.

GOMES, Felipe.; CASTELO, Lucas. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO UMA FERRAMENTA DE SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO NA GESTÃO EMPRESARIAL. 2023.

GUERRA, Avaetê et al. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DE CLASSIFICAÇÃO DAS PESQUISAS CIENTÍFICAS. *Educere-Revista da Educação da UNIPAR*, v. 23, n. 1, p. 303-311, 2023.

KLIR, G. J.; YUAN, B. *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications*. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice-Hall, Inc., 1995. ISBN 0-13-101171-5.

LEE, C. Fuzzy logic in control systems: fuzzy logic controller. i. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, v. 20, n. 2, p. 404±418, 1990.

LEONE, George S. G.. *Contabilidade de Custos*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

LISBOA, Bruno Alves; SANTOS, Kamilla Vitória Miguel dos. *A importância da classificação dos custos na gestão financeira*, 2023.

MACIEL, Gerberson das Chagas Gomes; FERREIRA, Josiel Lobato. O uso da lógica Fuzzy no auxílio da gestão e controle dos níveis de estoques de peças. *Conjecturas*, v. 22, n. 5, p. 995-1007, 2022.

MARTINS, E. *Contabilidade de custos*. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS, Eliseu. *Contabilidade de Custos*. [Digite o Local da Editora]: Grupo GEN, 2018. E-book. ISBN 9788597018080. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597018080/>>. Acesso em: 06 mai. 2024.

MUKAIDONO, Mazao. Fuzzy Logic For Beginners. Singapore: World Scientific, 2001.

NOGUEIRA, T. M. Modelagem Fuzzy usando Agrupamento Condicional. 2008.  
RABELO, Elida Dayana Costa. UTILIZAÇÃO DO MATLAB EM PROBLEMAS NA ENGENHARIA. 2022.

PADOVEZE, C. L. Contabilidade de custos. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2014.

SANTOS, G. J. C.. Lógica Fuzzy. Ilhéus, Bahia: 2003. 31 f.

SANTOS, S. Lógica fuzzy e suas aplicações. Rio de Janeiro: Brasport, 2003. 216 p.

SANTOS, Ricardo Marciano. Proposição de um modelo de interação humano-computador em lógica fuzzy para aferição de dados biofísicos. 2020.

SILVA, Benedito Albuquerque da. Custos e Estratégias de Gestão. Apostilado de pós-graduação, 2008.

SILVA, Renato Afonso Cota. Inteligência artificial aplicada à ambientes de Engenharia de Software: Uma visão geral. Universidade Federal de Viçosa, 2005.

SILVA, Rikstenio. Custeio baseados por Atividades. 17 abr, 2019. Disponível em:<<https://administradores.com.br/artigos/custeio-baseado-por-atividades>>. Acesso em: 21 abr, 2020.

SILVA, Valderlândia Marta Ferreira da. Lógicas fuzzy e aplicações em problemas relacionado a engenharia: funcionamento de um secador solar. 2022.

SILVA, Valéria Gomes da. O modelo fuzzy como uma ferramenta de redução da subjetividade de apuração de custos pelo TDABC. 2013.

VANTI, Adolfo Alberto et al. A controladoria utilizando a lógica fuzzy no auxílio à empresa para definição das prioridades do planejamento estratégico: um estudo em uma empresa de turismo. RAM. Revista de Administração Mackenzie, v. 8, p. 31-58, 2020.

VEITIA RODRÍGUEZ, E.R.; MARTÍNEZ-LÓPEZ, Y. La toma de decisiones en la agricultura con empleo de modelos matemáticos difusos. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, v.28, p.1-7, 2019.

VELASQUEZ-ALARCÓN, Jorge David; MENDEZ-VERGARAY, Juan; FLORES, Edward. Matlab em aplicativos de matemática. Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación, v. 7, n. 31, p. 2555-2574, 2023.

VICENTE, Edson et al. Sistema baseado em lógica fuzzy em FPGA para processamento e análise de sinais eletrocardiográficos patológicos fuzzy logic based

system in FPGA for processing and analysis of pathological electrocardiographic signals. Brazilian Journal of Development, v. 8, n. 7, p. 51294-51302, 2022.

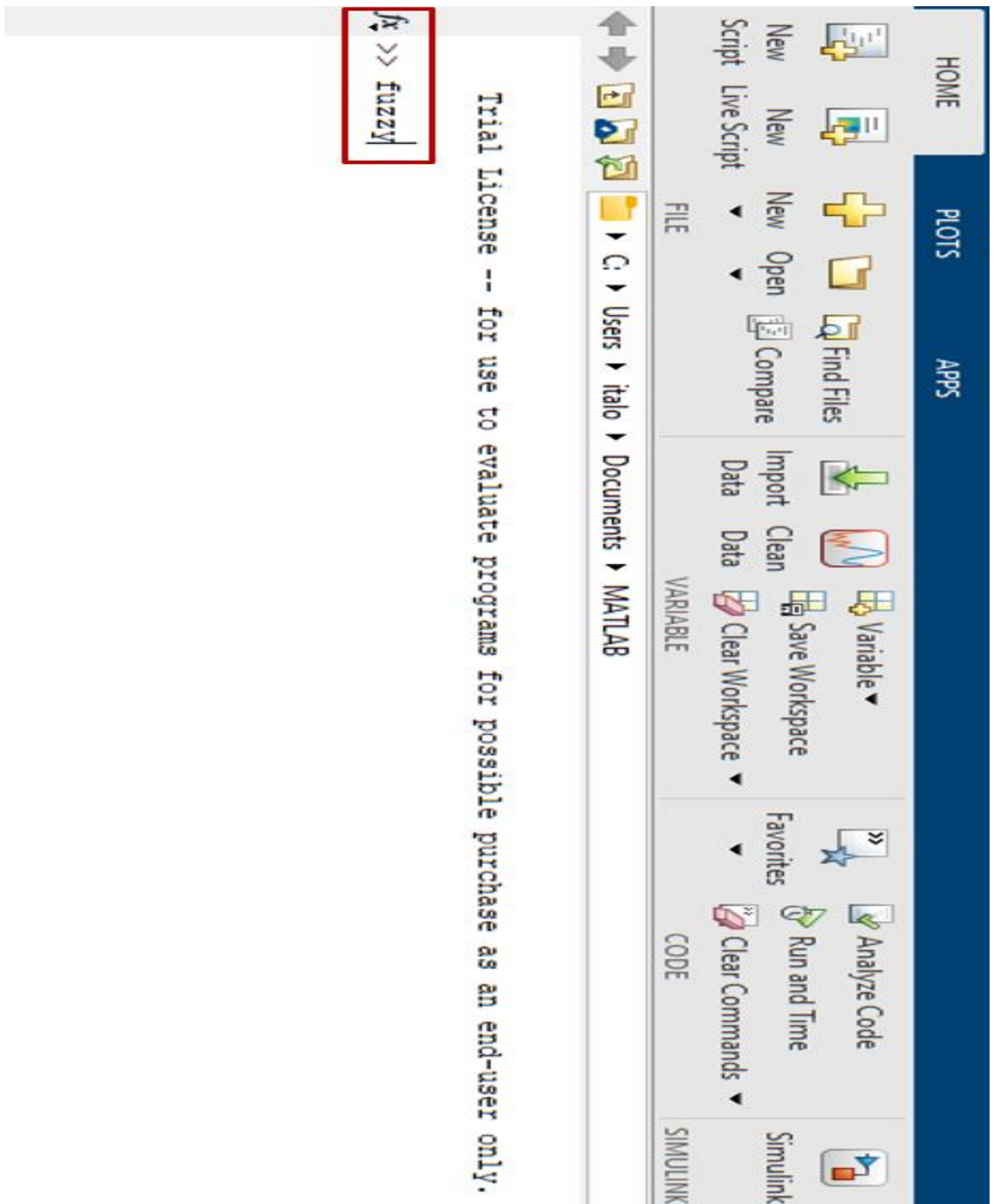
ZADEH, Lotfi Asker. Calculus of Fuzzy Restrictions in: Fuzzy sets and their application to cognitive and decision processes. N. Y., Academic Press, 1975, P. 2-39.

ZADEH, Lotfi Asker. Fuzzy sets. Information and control, v. 8, n. 3, p. 338-353, 1965.

ZANETTI, W.A.L.; MOLLO NETO, M. Construção de algoritmo fuzzy para rastreamento solar com painel fotovoltaico montado em suporte de um eixo. Enciclopédia Biosfera, v.13, p.1643-1654, 2016. DOI: [https://doi.org/10.18677/EnciBio\\_2016B\\_151](https://doi.org/10.18677/EnciBio_2016B_151).

ZIMMERMANN, H.-J. Fuzzy set theory and its applications. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA, 1991.

## APÊNDICE A - TUTORIAL DE UTILIZAÇÃO FUZZY MATLAB



Para abrir o recurso fuzzy no Matlab, basta digitar “fuzzy” na linha de comando.

File Edit View

Variáveis de entrada

Variáveis de saída

FIS Name: Untitled

FIS Type: mamdani

And method: min

Or method: max

Implication: min

Aggregation: max

Defuzzification: centroid

System "Untitled": 1 input, 1 output, and 0 rules

Current Variable

Name	Type	Range
input1	input	[0 1]

Help Close

Aqui é possível mudar o método de defuzzificação

Aqui é possível renomear as variáveis

The image shows the MATLAB Fuzzy Logic Designer interface. At the top, there are menu options: File, Edit, and View. Below the menu is a toolbar with buttons for Undo (Ctrl+Z), Add Variable..., Remove Selected Variable (Ctrl+X), Membership Functions..., and Rules... (Ctrl+3). A yellow box highlights the Rules... button, with a red arrow pointing to it from the annotation: "Aqui é possível adicionar mais variáveis de entrada e saída".

The main workspace shows a diagram with an input variable "input1" (represented by a yellow box with a sine wave) and an output variable "output1" (represented by a cyan box with a sawtooth wave). A dashed line connects them, with a red arrow pointing to it from the annotation: "Aqui é possível editar as variáveis e funções de pertinência".

Below the workspace, there are two panels: "FIS Name: Untitled" and "FIS Type: mandani". The "FIS Name" panel has dropdown menus for "And method" (min), "Or method" (max), "Implication" (min), "Aggregation" (max), and "Defuzzification" (centroid). The "Current Variable" panel shows "Name: input1", "Type: input", and "Range: [0 1]". At the bottom, there are "Help" and "Close" buttons. A red arrow points from the "Help" button to the annotation: "Aqui é possível adicionar, alterar e excluir as regras de inferência".

At the bottom of the interface, a status bar reads: "System 'Untitled': 1 input, 1 output, and 0 rules".

File Edit View

FIS Variables

input1 output1

Membership function plots color points: 181

Current Variable

Name	Type	Range	Display Range
input1	input	[0 1]	[0 1]

Current Membership Function (click on MF to select)

Name	Type	Params
mf1	trimf	[-0.4167 0 0.4167]

Help Close

Ready

Aqui é possível renomear as funções de pertinência

Formato da função de pertinência

Pontos da função de pertinência

Definição do range (Domínio da variável selecionada)

1. if (Aluguel is Baixo) and (Energia\_Elétrica is Baixo) and (Salário\_Pessoal Supervisão is Baixo) and (Mão\_c  
 2. if (Aluguel is Baixo) and (Energia\_Elétrica is Baixo) and (Salário\_Pessoal Supervisão is Baixo) and (Mão\_c  
 3. if (Aluguel is Baixo) and (Energia\_Elétrica is Baixo) and (Salário\_Pessoal Supervisão is Baixo) and (Mão\_c  
 4. if (Aluguel is Baixo) and (Energia\_Elétrica is Baixo) and (Salário\_Pessoal Supervisão is Médio) and (Mão\_c  
 5. if (Aluguel is Baixo) and (Energia\_Elétrica is Baixo) and (Salário\_Pessoal Supervisão is Médio) and (Mão\_c  
 6. if (Aluguel is Baixo) and (Energia\_Elétrica is Baixo) and (Salário\_Pessoal Supervisão is Médio) and (Mão\_c  
 7. if (Aluguel is Baixo) and (Energia\_Elétrica is Baixo) and (Salário\_Pessoal Supervisão is Alto) and (Mão\_c  
 8. if (Aluguel is Baixo) and (Energia\_Elétrica is Baixo) and (Salário\_Pessoal Supervisão is Alto) and (Mão\_c  
 9. if (Aluguel is Baixo) and (Energia\_Elétrica is Baixo) and (Salário\_Pessoal Supervisão is Alto) and (Mão\_c

if Aluguel is Baixo and Energia\_Elétrica Baixo and Salário\_Pessoal Baixo and Mão\_de\_Obra\_In Baixo then CIF\_ADM\_PROD

Baixo Médio Alto none

Baixo Médio Alto none

Baixo Médio Alto none

Baixo Médio Alto none

Baixo Médio ALTO none

not not not not

Connection or and

Weight: 1

Delete rule Add rule Change rule

FIS Name: tcc Help Close

Regras de inferência já criadas

Variáveis de entrada

Variáveis de Saída

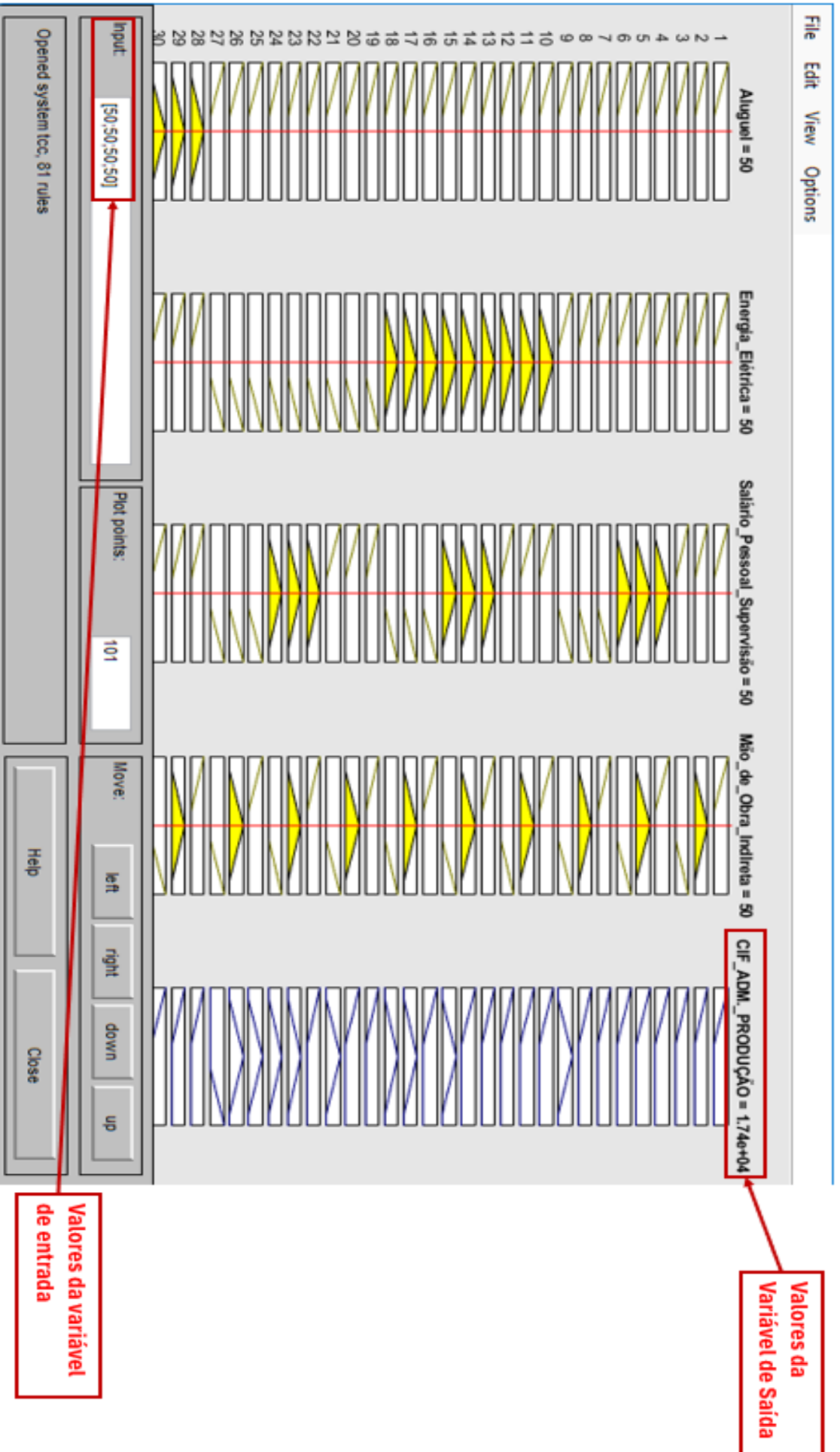
Funções de pertinência

Editar regra selecionada

Deletar regra selecionada

Adicionar nova regra





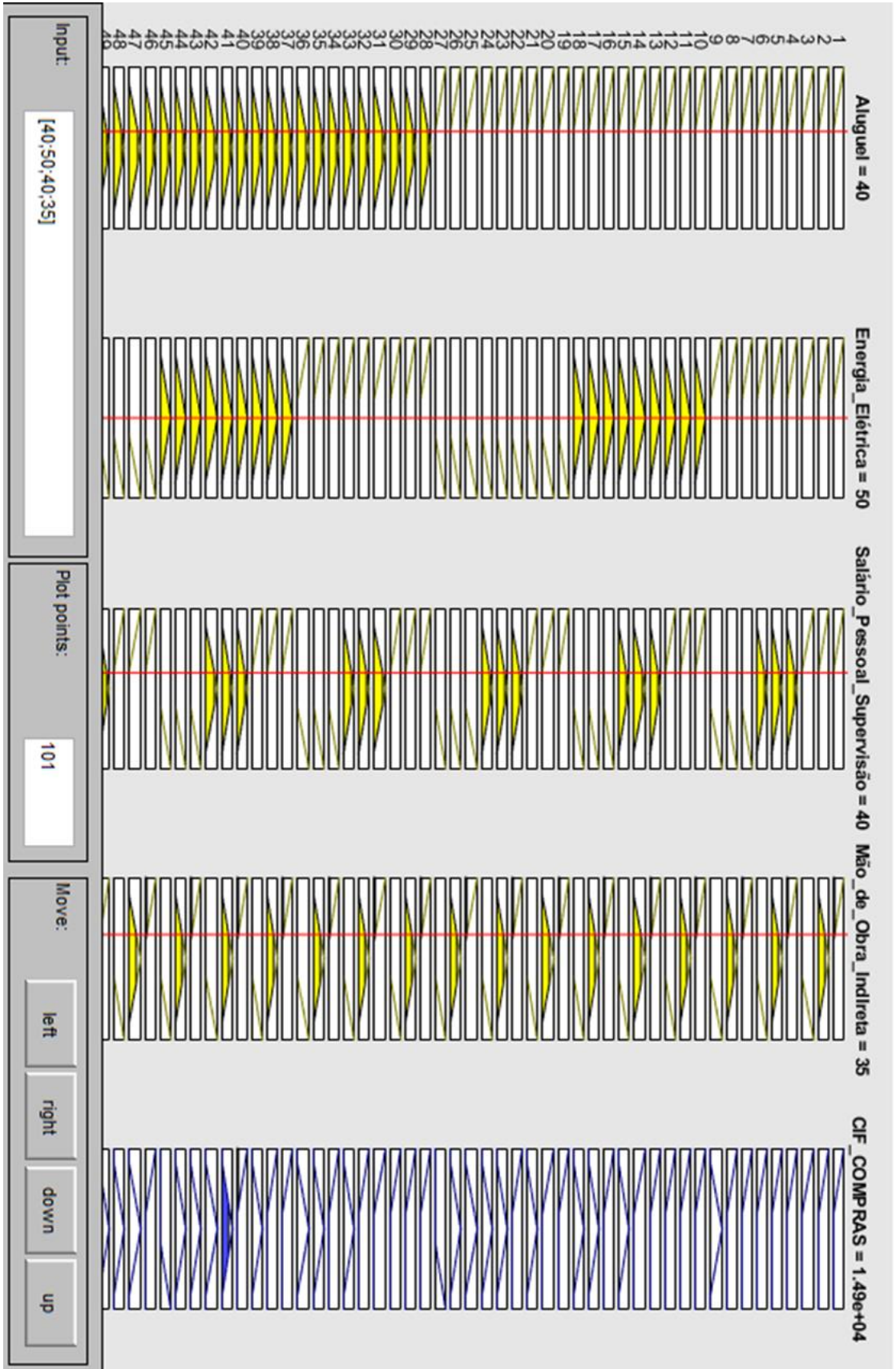
**APÊNDICE B - REGRAS DE INFERÊNCIAS USADAS NO TRABALHO**

<b>nº regras</b>	<b>Aluguel</b>	<b>Energia Elétrica</b>	<b>Salários Pessoal Supervisão</b>	<b>Mão de obra indireta</b>	<b>CIF</b>
1	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	<b>Baixo</b>
2	Baixo	Baixo	Baixo	Médio	<b>Baixo</b>
3	Baixo	Baixo	Baixo	Alto	<b>Baixo</b>
4	Baixo	Baixo	Médio	Baixo	<b>Baixo</b>
5	Baixo	Baixo	Médio	Médio	<b>Baixo</b>
6	Baixo	Baixo	Médio	Alto	<b>Baixo</b>
7	Baixo	Baixo	Alto	Baixo	<b>Baixo</b>
8	Baixo	Baixo	Alto	Médio	<b>Baixo</b>
9	Baixo	Baixo	Alto	Alto	<b>Médio</b>
10	Baixo	Médio	Baixo	Baixo	<b>Baixo</b>
11	Baixo	Médio	Baixo	Médio	<b>Baixo</b>
12	Baixo	Médio	Baixo	Alto	<b>Baixo</b>
13	Baixo	Médio	Médio	Baixo	<b>Baixo</b>
14	Baixo	Médio	Médio	Médio	<b>Baixo</b>
15	Baixo	Médio	Médio	Alto	<b>Médio</b>
16	Baixo	Médio	Alto	Baixo	<b>Baixo</b>
17	Baixo	Médio	Alto	Médio	<b>Médio</b>
18	Baixo	Médio	Alto	Alto	<b>Médio</b>
19	Baixo	Alto	Baixo	Baixo	<b>Baixo</b>
20	Baixo	Alto	Baixo	Médio	<b>Baixo</b>
21	Baixo	Alto	Baixo	Alto	<b>Médio</b>
22	Baixo	Alto	Médio	Baixo	<b>Baixo</b>
23	Baixo	Alto	Médio	Médio	<b>Médio</b>
24	Baixo	Alto	Médio	Alto	<b>Médio</b>
25	Baixo	Alto	Alto	Baixo	<b>Médio</b>

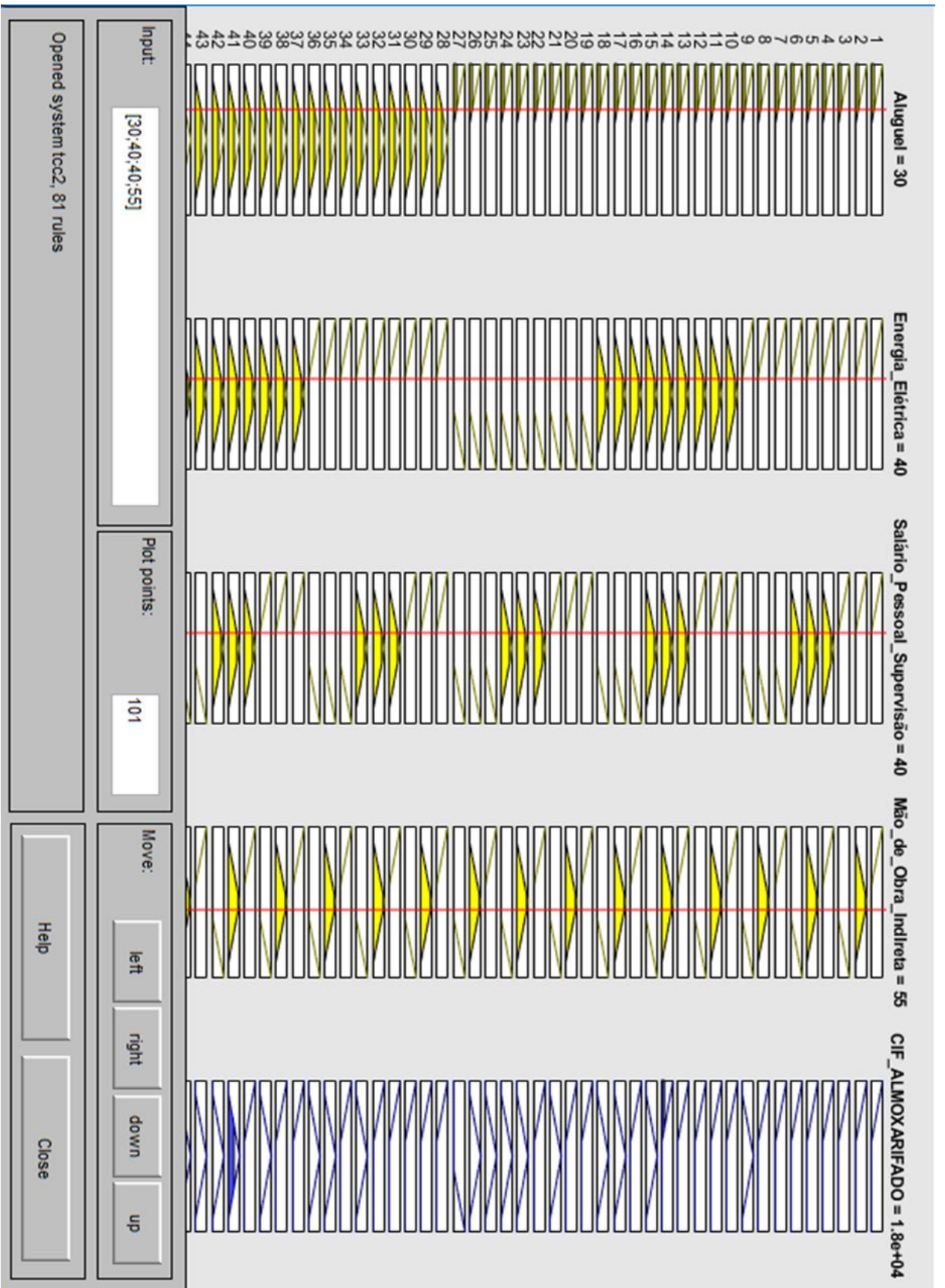
26	Baixo	Alto	Alto	Médio	<b>Médio</b>
27	Baixo	Alto	Alto	Alto	<b>Alto</b>
28	Médio	Baixo	Baixo	Baixo	<b>Baixo</b>
29	Médio	Baixo	Baixo	Médio	<b>Baixo</b>
30	Médio	Baixo	Baixo	Alto	<b>Baixo</b>
31	Médio	Baixo	Médio	Baixo	<b>Baixo</b>
32	Médio	Baixo	Médio	Médio	<b>Baixo</b>
33	Médio	Baixo	Médio	Alto	<b>Médio</b>
34	Médio	Baixo	Alto	Baixo	<b>Baixo</b>
35	Médio	Baixo	Alto	Médio	<b>Médio</b>
36	Médio	Baixo	Alto	Alto	<b>Médio</b>
37	Médio	Médio	Baixo	Baixo	<b>Baixo</b>
38	Médio	Médio	Baixo	Médio	<b>Baixo</b>
39	Médio	Médio	Baixo	Alto	<b>Médio</b>
40	Médio	Médio	Médio	Baixo	<b>Baixo</b>
41	Médio	Médio	Médio	Médio	<b>Médio</b>
42	Médio	Médio	Médio	Alto	<b>Médio</b>
43	Médio	Médio	Alto	Baixo	<b>Médio</b>
44	Médio	Médio	Alto	Médio	<b>Médio</b>
45	Médio	Médio	Alto	Alto	<b>Alto</b>
46	Médio	Alto	Baixo	Baixo	<b>Baixo</b>
47	Médio	Alto	Baixo	Médio	<b>Médio</b>
48	Médio	Alto	Baixo	Alto	<b>Médio</b>
49	Médio	Alto	Médio	Baixo	<b>Médio</b>
50	Médio	Alto	Médio	Médio	<b>Médio</b>

51	Médio	Alto	Médio	Alto	<b>Alto</b>
52	Médio	Alto	Alto	Baixo	<b>Médio</b>
53	Médio	Alto	Alto	Médio	<b>Alto</b>
54	Médio	Alto	Alto	Alto	<b>Alto</b>
55	Alto	Baixo	Baixo	Baixo	<b>Baixo</b>
56	Alto	Baixo	Baixo	Médio	<b>Baixo</b>
57	Alto	Baixo	Baixo	Alto	<b>Médio</b>
58	Alto	Baixo	Médio	Baixo	<b>Baixo</b>
59	Alto	Baixo	Médio	Médio	<b>Médio</b>
60	Alto	Baixo	Médio	Alto	<b>Médio</b>
61	Alto	Baixo	Alto	Baixo	<b>Médio</b>
62	Alto	Baixo	Alto	Médio	<b>Médio</b>
63	Alto	Baixo	Alto	Alto	<b>Alto</b>
64	Alto	Médio	Baixo	Baixo	<b>Baixo</b>
65	Alto	Médio	Baixo	Médio	<b>Médio</b>
66	Alto	Médio	Baixo	Alto	<b>Médio</b>
67	Alto	Médio	Médio	Baixo	<b>Médio</b>
68	Alto	Médio	Médio	Médio	<b>Médio</b>
69	Alto	Médio	Médio	Alto	<b>Alto</b>
70	Alto	Médio	Alto	Baixo	<b>Médio</b>
71	Alto	Médio	Alto	Médio	<b>Alto</b>
72	Alto	Médio	Alto	Alto	<b>Alto</b>
73	Alto	Alto	Baixo	Baixo	<b>Médio</b>
74	Alto	Alto	Baixo	Médio	<b>Médio</b>
75	Alto	Alto	Baixo	Alto	<b>Alto</b>
76	Alto	Alto	Médio	Baixo	<b>Médio</b>
77	Alto	Alto	Médio	Médio	<b>Alto</b>
78	Alto	Alto	Médio	Alto	<b>Alto</b>
79	Alto	Alto	Alto	Baixo	<b>Alto</b>
80	Alto	Alto	Alto	Médio	<b>Alto</b>
81	Alto	Alto	Alto	Alto	<b>Alto</b>

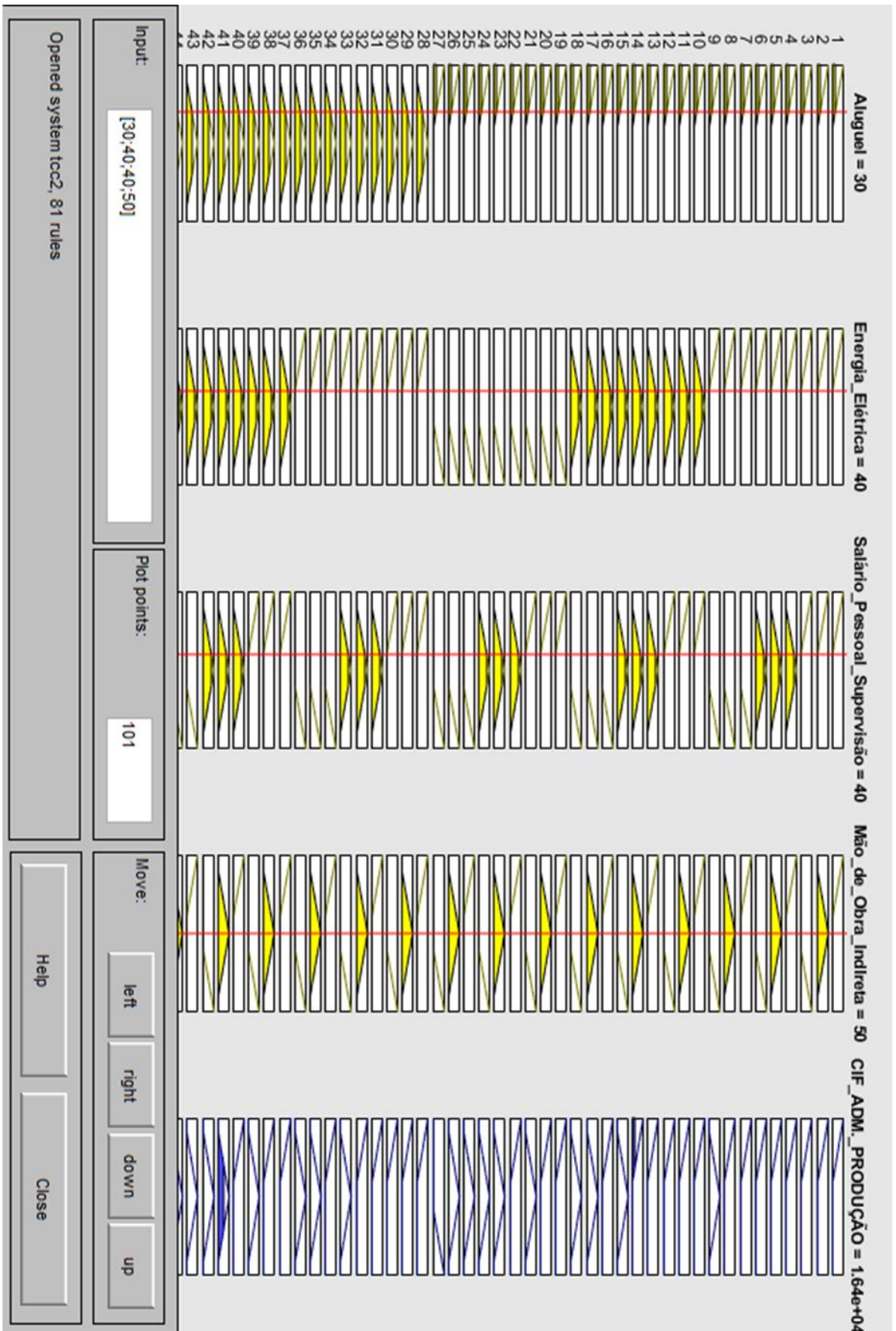
### APÊNDICE C - SIMULAÇÃO CIF\_COMPRAS



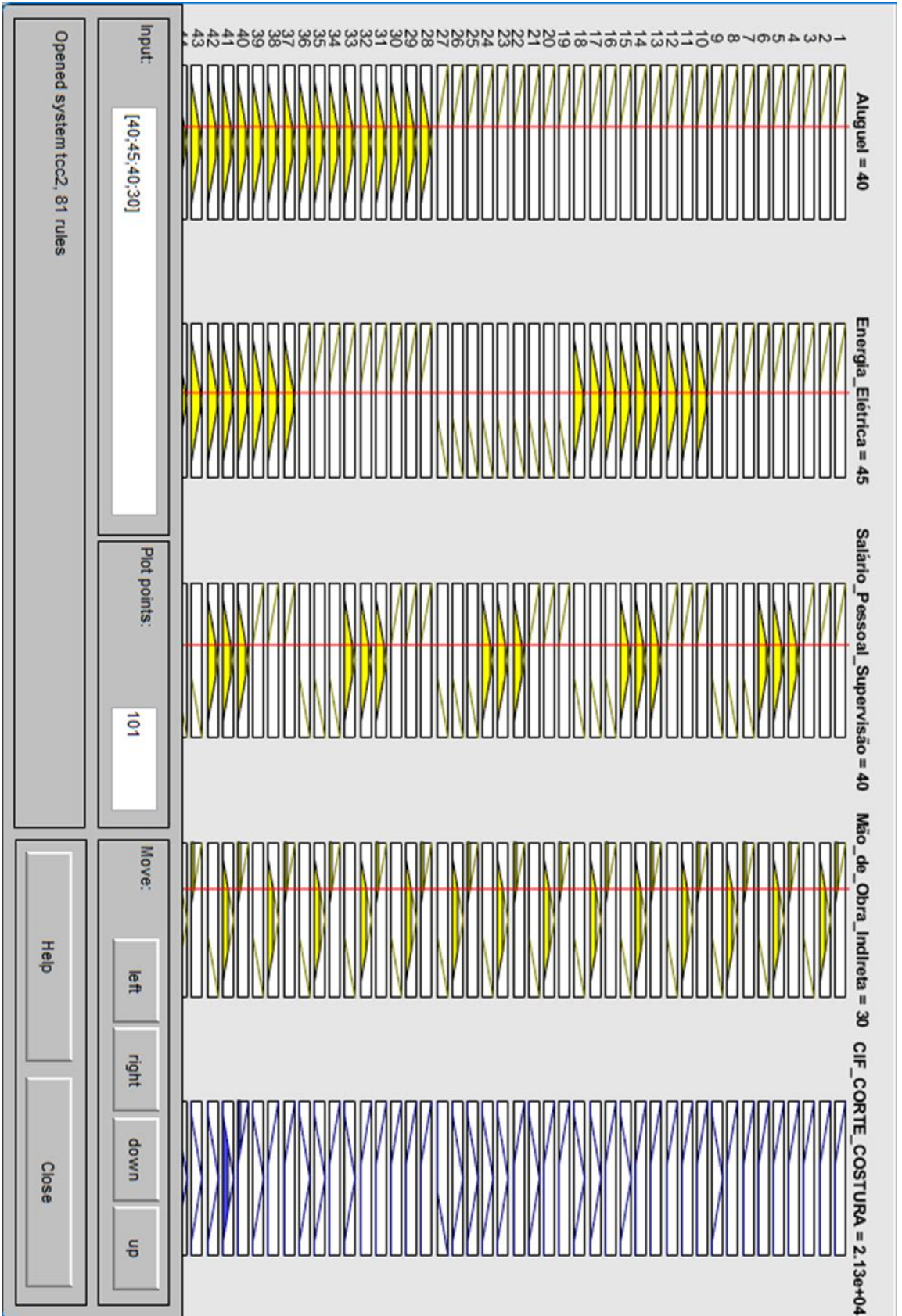
### APÊNDICE D - SIMULAÇÃO CIF\_ALMOXARIFADO



### APÊNDICE E - SIMULAÇÃO CIF\_ADM\_PRODUÇÃO



### APÊNDICE F - SIMULAÇÃO CIF\_CORTE\_COSTURA



### APÊNDICE G - SIMULAÇÃO CIF\_ACABAMENTO

