

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



Marlon Henrique Freire de Araújo
Murillo Cavalleiro de Macedo Rodrigues

**LÓGICA FUZZY COMO FERRAMENTA DE AUXÍLIO NA
ALOCAÇÃO DE CUSTOS INDIRETOS: ESTUDO EM
EMPRESA DE BENEFICIAMENTO DE ÓLEO DE PALMA
NO MUNICÍPIO DE BELÉM DO PARÁ**

BELÉM - PA
2017

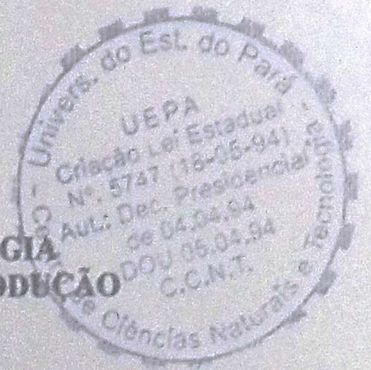
MARLON HENRIQUE FREIRE DE ARAÚJO
MURILLO CAVALLEIRO DE MACEDO RODRIGUES

**LÓGICA FUZZY COMO FERRAMENTA DE AUXÍLIO NA
ALOCAÇÃO DE CUSTOS INDIRETOS: ESTUDO EM EMPRESA
DE BENEFICIAMENTO DE ÓLEO DE PALMA NO MUNICÍPIO DE
BELÉM DO PARÁ**

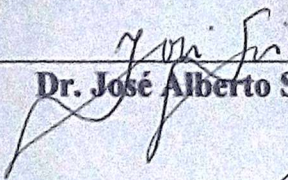
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
da Universidade do Estado do Pará como
requisito avaliativo parcial para obtenção do
grau de Engenheiro de Produção.
Orientador: Prof. Dr. José Alberto Silva de Sá



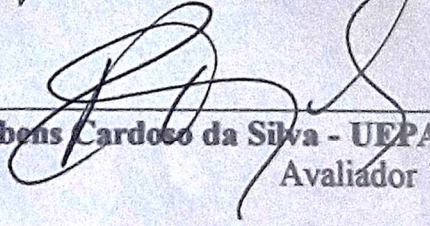
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO




“LÓGICA FUZZY COMO FERRAMENTA DE AUXÍLIO NA ALOCAÇÃO DE CUSTOS INDIRETOS: ESTUDO EM EMPRESA DE BENEFICIAMENTO DE ÓLEO DE PALMA NO MUNICÍPIO DE BELÉM DO PARÁ”. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito necessário para obtenção do título de Engenheiro de Produção pelos alunos **Marlon Henrique Freire de Araújo e Murillo Cavalleiro de Macedo Rodrigues**, em 07 de dezembro de 2017, no Centro de Ciências Naturais e Tecnologia da Universidade do Estado do Pará - CCNT/UEPA, e aprovado pela Banca Examinadora, formada pelos seguintes membros:



Dr. José Alberto Silva de Sá – UEPA
Orientador



Dr. Rubens Cardoso da Silva - UEPA
Avaliador 1



Esp. Cláudio Mauro Vieira Serra – UEPA
Avaliador 2

Belém/PA, 07 de dezembro de 2017.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por te me dado saúde todos os dias, pelos livramentos concedidos, pela força, pela coragem , pelas capacitações , mostrando-me que posso todas as coisas naquele que me fortalece.

A minha família, Francisco Junior, Marcia Freire, Lorena Jarid e Guido Henrique, por acreditarem em mim todos os dias, pela compreensão, paciência, amor e união, para que continuasse na minha luta durante essa etapa da minha vida. Sempre me senti seguro para continuar.

A Christiane Laís da Silva Silva, você me mostrou o real significado de amor, humildade, companheirismo, paciência. Obrigado por tudo meu amor, Te amo!!

Ao meu orientador Dr. José Alberto Silva de Sá por te me guiado no decorrer deste trabalho, me dando todo suporte necessário para executá-lo.

A coordenação e todo corpo docente do curso de Engenharia de Produção da Universidade do Estado do Pará campus CCNT-Belém, por ter me proporcionado toda capacitação necessária para ser um profissional ético. O meu muito obrigado!

Marlon Henrique Freire de Araujo

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força, coragem e determinação para concluir esta jornada, que nunca me abandonou em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais, Raimundo e Ana Maria, pelo apoio incondicional, por compreender os momentos em que estive precisando mais de seus carinhos e proteção, por serem minha fortaleza e porto seguro e principalmente pela confiança depositada em mim, eles são a razão de minhas alegrias e realizações.

A Ana Lúcia Castanho pelo carinho, apoio, pelas horas mais alegres e divertidas, pela força e ajuda nos momentos que estive ao meu lado, por todo seu amor desmedido, e por me fazer crescer e me tornar uma pessoa melhor, te amo amor!.

Aos meus irmãos, sobrinhos os quais sem os mesmos seria impossível este momento acontecer. Esta luta também foi de vocês, a vitória também é nossa, amo todos vocês!.

Ao meu orientador e grande amigo Dr. José Alberto Silva de Sá por ter me acompanhado por ter me orientado nessa importante etapa da minha formação profissional, pela paciência, amizade, carinho, apoio e por ser exemplo de simplicidade e de dedicação ao trabalho.

Ao Magnífico Reitor da Universidade do Estado do Pará, Dr. Rubens Cardoso da Silva, que me ajudou em um dos momentos mais importantes de minha vida sem o qual este momento teria sido interrompido, nunca irei me esquecer, obrigado “amado mestre”!.

À coordenação do curso de Engenharia de Produção da Universidade do Estado do Pará, campus CCNT, na gestão do Professor Vitor William Batista Martins, principalmente, meus agradecimentos especiais a Professora Maria de Fátima Marques de Araújo, orientadora pedagógica do curso de Produção, por sempre ter me recebido tão bem, ter acreditado em mim, por todas as orientações e conversas francas as quais me trouxeram bastantes reflexões e crescimento.

A todo o corpo docente do curso de Engenharia de Produção da Universidade do Estado do Pará por ter compreendido e ter me acompanhado nesta luta tão árdua. O meu muito obrigado!

Murillo Cavalleiro de Macedo Rodrigues

“Entrega o teu caminho ao Senhor, confia nele, e o mais ele fará.”

Salmo 37: 05

ARAÚJO, Marlon Henrique Freire; RODRIGUES, Murillo Cavalleiro de Macedo. *Lógica Fuzzy como ferramenta de auxílio na alocação dos custos indiretos*: Estudo em empresa beneficiadora de óleo de palma no município de Belém do Pará. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade do Estado do Pará. Belém, 2017.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo a criação de um Sistema de Inferência Fuzzy para a alocação de Custos Indiretos de Fabricação em uma empresa. Para isso, utilizou-se o delineamento metodológico denominado “Estudo de Caso” em uma empresa de beneficiamento de óleo de palma no município de Belém. As etapas da pesquisa consistiram da: (a) Identificação dos conceitos básicos da Lógica Fuzzy para a construção das bases do modelo proposto; (b) Identificação e coleta de dados da empresa pesquisada relativos aos custos indiretos de fabricação; (c) Construção da Base de Regras, Fuzzyficador e Defuzzyficador para o sistema de inferência proposto; e (d) Análise dos resultados encontrados no modelo em questão. Como resultados, o sistema proposto foi capaz de alocar de forma eficiente os Custos Indiretos de Fabricação para dois produtos da empresa, com 27 regras baseadas na opinião de especialistas da área, utilizando de forma simultânea três critérios tradicionais de rateio.

Palavras-Chave: Sistema de inferência Fuzzy. Lógica Fuzzy. Alocação de custos indiretos.

ARAÚJO, Marlon Henrique Freire; RODRIGUES, Murillo Cavalleiro de Macedo. **Lógica Fuzzy como ferramenta de auxílio na alocação dos custos indiretos**: Estudo em empresa beneficiadora de óleo de palma no município de Belém do Pará. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade do Estado do Pará. Belém, 2017.

ABSTRACT

This work focused on the designing of a Fuzzy Inference System to for the allocation of indirect manufacturing costs in a company. Thus, it was used a methodology design called “Case Study” in an palm oil processing company in the county of Belém. The steps of the research are: (a) Identification of the basic concepts of fuzzy logic for constructing the basis of the proposed model; (b) Identification and collection of company data on indirect manufacturing costs; (c) Design of the base of rules, Fuzzifier and Defuzzifier for the purposed inference system; (d) Analysis of the results found in the studied model. As results, the purposed system was capable of allocate, in an efficient way, the indirect manufacturing costs for two products from the company, with 27 rules based on the opinion of specialists, and utilizing simultaneously three traditional criteria of apportionment.

Keywords: Fuzzy Inference system. Fuzzy logic. Indirect cost allocations.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – A quatro evoluções industriais.....	21
Figura 2 – PIB por setor de indústria brasileira.....	22
Figura 3 – Fluxo Processador de informações	24
Figura 4 – Custeios direto ou variável	32
Figura 5 – Visão geral de um modelo FIS	54
Figura 6 – Demonstração de RANGE e seletor dos gráficos.....	56
Figura 7 – Gráficos de transformação de variáveis numéricas em variáveis linguísticas.....	57
Figura 8 – Editor de regras do MATLAB® com o exemplo de 10 das 27 regras	58
Figura 9 – O <i>Output</i> “RATEIO”	60
Figura 10 – Rateio FIS para o produto 1	61
Figura 11 – Rateio FIS para o produto 2	62
Figura 12 – Modelo do FIS com seus <i>inputs, range e output</i>	66
Figura 13 – Resultado do rateio para o produto Alfa	68
Figura 14 – Resultado do rateio para o produto Beta.....	69
Figura 15 – Gráfico comparativo entre os critérios de rateio	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características dos métodos de custeio	33
----------------------------------------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – PIB por setor de indústria brasileira	23
Tabela 2 – Descrição de custos dos produtos	28
Tabela 3 – Descrição dos rateios para o exemplo	28
Tabela 4 – Descrição dos CIFs para o exemplo	28
Tabela 5 – Cálculos dos rateios utilizando como critério MOD	29
Tabela 6 – Tabela de produtos e classe de atividades	29
Tabela 7 – Tabela de operações lógicas Booleana de operações com OU	38
Tabela 8 – Tabela de operações lógicas Booleana de operações com E	38
Tabela 9 – Tabela de operações lógicas Booleana de operações com negação	38
Tabela 10 – Tabela de coleta de informações de custos pelo período de um ano ainda não preenchida	48
Tabela 11 – Tabela com valores do exercício de Bruni e Famá já com adaptações, valores originais	49
Tabela 12 – Tabela com valores adaptados do exercício de Bruni e Famá, valores utilizados na modelagem	49
Tabela 13 –Exemplo tabela a ser preenchida com valores de um mês de produção	50
Tabela 14 – Exemplo mais didático de 10 das 27 regras	59
Tabela 15 – Resultado comparativo entre os rateios	62
Tabela 16 – Exemplo de coleta e rateio tradicional para 1 mês de produção	65
Tabela 17 – Exemplo de coleta e rateio FIS para 1 mês de produção	66
Tabela 18 – Tabela comparativa de critérios de rateio	70

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Configurações iniciais	13
1.2 Problemática	14
1.3 Objetivo	15
1.3.1 Geral	15
1.3.2 Específicos	15
1.4 Justificativa da pesquisa	15
1.5 Limitação da pesquisa	16
1.6 Estrutura da pesquisa	17
2 ABORDAGEM SOBRE INDÚSTRIA, CUSTO E SISTEMAS LÓGICOS	18
2.1 Indústria	18
2.1.1 Conceito	18
2.1.2 A história da industrialização	18
2.1.3 Panoramas da industrialização no Brasil	21
2.2 A Gestão de Custos	23
2.3 Custos Indiretos de fabricação	26
2.4 Rateio direto	29
2.5 Sistema de custeio	30
2.6 Métodos de custeamento	31
2.6.1 Custeio variável	31
2.6.2 Custeio por absorção	32
2.6.3 Custeio baseado em atividades (ABC)	33
2.6.4 Vantagens e desvantagens da alocação dos custos indiretos	34
2.7 Lógica Clássica	36
2.8 Lógica Fuzzy	38
3 METODOLOGIA	43
3.1 Tipo e delineamento da pesquisa	43
3.2 Execução do projeto	44
3.3 Procedimentos de coleta de dados	47
3.4 Organização e análise dos dados	48
3.5 Delimitação do estudo	49
4 ESTUDO DE CASO	52
4.1 Caracterização da empresa pesquisada	52

4.2 Caracterização do problema	53
4.3 Implementação da metodologia	53
4.3.1 Estabelecer variáveis que formarão os Custos Indiretos de Fabricação (CIFs)	53
4.3.2 Conceituar as variáveis utilizadas e determinar a escala de valores	55
4.3.3 Atribuição do grau de pertinência as entradas e processar a Fuzzificação dos dados	56
4.3.4 Estabelecer as regras de inferência	57
4.3.5 Processar a Defuzzificação dos dados	59
4.3.6 Análise dos resultados do modelo Fuzzy	60
4.4 Aplicação real do modelo FIS proposto	63
4.4.1 Coleta de dados da produção	63
4.4.2 Modelagem do Sistema	64
4.4.3 Processamento dos dados e retroalimentação do sistema	65
4.5 Discussão dos resultados	67
5 CONCLUSÃO	70
5.1 Considerações Finais	70
5.2 Proposta para trabalhos futuros	71
REFERÊNCIAS	72
APENDICE A	77

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

Um dos indicativos causados pelo processo de globalização é o acirramento da competitividade entre empresas, que estão cada vez mais focadas na industrialização de itens que agreguem ao mesmo tempo maior valor e menor custo ao produto final. Diante de um cenário atual mais exigente, constata-se a necessidade de ferramentas que produzam informações concisas, permitindo assim uma gestão rápida e flexível que auxilie os gestores na tomada de decisões mais acertadas e com um maior índice de acurácia no que se refere aos custos.

No decorrer dos anos, o progresso da tecnologia modificou o desempenho dos custos diretos e indiretos de modo perceptível. Como consequência da crescente automação, os custos indiretos se tornaram mais significativos, ao mesmo tempo que os custos diretos diminuíram na mesma proporção. A preocupação das empresas prestadoras de serviços consiste, atualmente, na busca de uma técnica de análise dos seus métodos que as providencie com o detalhamento das funções desenvolvidas em seus processos. Isso torna possível a diminuição, a supressão ou o aperfeiçoamento das atividades que não agregam valor aos seus produtos, aumentando a produtividade e diminuindo o custo.

Os custos indiretos ainda apresentam problemas, mesmo que em escalas menores. Pois eles lidam com informações que contém certo grau de subjetivismo. Ainda que a subjetividade presente na forma de distribuição desses custos seja indesejável, ela é inerente ao processo. Além disso, em certas situações não é possível descobrir pelo rastreamento quais são os itens geradores de custos, estes são rateados aos produtos ou serviços.

Consequentemente, a necessidade de minimizar o nível de subjetividade empregada nas alocações de custos leva a procura de novas soluções. Por meio da união da tecnologia disponível atualmente com a lógica Fuzzy, que é capaz de compreender melhor os aspectos de subjetividade ou das incertezas que envolvem questões simples e complexas, pretende-se apontar uma alternativa para o problema.

A lógica Fuzzy, que segundo Korvin, Siegel e Agrawal (1995), surgiu com um artigo publicado pelo Professor Lotfi A. Zadeh em 1965, e atualmente representa uma poderosa ferramenta para a resolução de problemas em áreas onde se deseja ou mesmo onde é essencial manejar incertezas para que a tomada de decisão se aproxime da ideal. Isto pode ser constatado nas pesquisas que foram realizadas na Contabilidade com o intuito de minimizar os problemas causados pela subjetividade ou incertezas que as informações contábeis muitas vezes apresentam. Pode-se destacar a pesquisa que utiliza a lógica Fuzzy para realizar a alocação de custos e maximizar o lucro, e também é possível ressaltar a pesquisa de Friedlob e Schleifer (1999), que desenvolvem um sistema de auditoria de risco baseado na lógica Fuzzy.

Portanto, diante o que foi exposto anteriormente, este estudo tem como objetivo propor um modelo experimental de um sistema de rateio de custos indiretos com a incorporação dos conceitos da lógica Fuzzy para contemplar as incertezas inerentes ao processo de alocação de custos.

1.2 Problemática

A alocação de custos indiretos envolve certa subjetividade e por isso, utilizar-se de sistemas que tem como princípio a objetividade e que empregam a lógica tradicional (Booleana) pode fazer com que certos produtos recebam mais custos que o apropriado, por conseguinte fazendo com que outros recebam menos custos que o correto, o que acaba intervindo com o preço de venda de ambos.

Tendo em mente a necessidade de interpretar o grau de subjetividade do processo de alocação de custos aos produtos, bem como a utilidade da melhoria deste sistema de maneira a demonstrar melhor os custos indiretos e os rateios adequados a serem feitos, este trabalho busca responder o seguinte problema de pesquisa: “Como a lógica *Fuzzy* pode contribuir na alocação de custos indiretos e auxiliar tanto no controle de custos quanto na tomada de decisão gerencial considerando as incertezas e aleatoriedade inerentes a esse processo?”. Esse problema torna o trabalho justificável, pois buscou-se desenvolver um sistema de inferência difusa para alocação de custos indiretos que contemple a subjetividade

desse processo e que possibilite uma aplicação mais apropriada dos custos, Alfa e Beta, em uma empresa no município de Belém.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Criar um sistema de inferência difusa para a alocação de custos indiretos de fabricação de uma empresa.

1.3.2 Específicos

- ✓ Identificar os conceitos básicos da lógica *Fuzzy* para a construção das bases do modelo proposto;
- ✓ Identificar e coletar dados da empresa pesquisada relativos aos custos indiretos de fabricação;
- ✓ Construir a Base de Regras, Fuzzyficador e Defuzzyficador para o sistema de inferência proposto;
- ✓ Analisar os resultados encontrados no modelo em questão.

1.4 Justificativa da pesquisa

A aplicabilidade dos sistemas de custeio para a identificação de custos e alocação de rateios corretos para cada local se faz cada vez mais importante devido à necessidade latente de se entender onde se gasta mais ou menos, buscando um maior equilíbrio entre a eficiência nos melhores modelos de sistemas produtivos e a eficácia de se tomar as melhores decisões.

Esta pesquisa foi escolhida devido à relevância do assunto para uma melhor gestão dos recursos, alocação correta dos custos e melhor tomada decisão visando uma redução destes e onde se pode cortar os gastos corretamente. Foi realizada uma pesquisa teórica extensa juntamente com um amplo estudo das aplicações destes conceitos para se chegar a uma conclusão que explique o porquê da escolha deste sistema de custeio em detrimento dos outros e como este modelo pode

melhorar ainda mais os seus resultados.

Portanto, o trabalho visa agregar informação teórica pautada nos principais conceitos em se tratando de rateio de custos indiretos, com a mitigação de aleatoriedade e incertezas na tomada de decisões sobre alocação de custos indiretos e demonstrar que utilizar-se da lógica tradicional, ou Booleana, pode fazer com que certos produtos ou serviços recebam custos acima do adequado para este enquanto outros recebem menos que o apropriado, o que influenciaria no processo de precificação final de cada produto. Enfim, a justificativa desse trabalho reside em demonstrar um sistema que contemple o uso da lógica Fuzzy de maneira menos subjetiva ou aleatória, permitindo uma alocação mais equitativa cada produto ou serviço.

1.5 Limitação da pesquisa

O trabalho em questão buscou criar um sistema de inferência difusa para a alocação de custos indiretos de fabricação, a partir do levantamento destes custos, em uma empresa de beneficiamento de óleo de palma no município de Belém do Pará, da opinião e experiências de especialistas em gestão de custos e de produção. A metodologia Fuzzy busca minimizar as incertezas, reduzir os subjetivismos e elevar o nível de acuracidade, porém, ela possui algumas limitações.

A primeira limitação diz respeito ao próprio modelo experimental, que é um estudo de caso, com apenas dois produtos escolhidos para rateio com base em um problema simples de alocação de custos diretos. Um modelo embrionário como este não utiliza todo o potencial que a lógica Fuzzy pode oferecer, mas ao apresentar uma estrutura simples, o modelo facilita a compreensão dos conceitos que foram abordados durante o trabalho.

A segunda limitação deste trabalho, onde aplicou-se apenas um tipo de controlador, Mandani, não realizando a comparação direta com os valores possíveis propostos pelo tipo de controle Sugeno.

A terceira limitação foi acerca da quantidade de casos objetos de estudo. Devido ao tempo de pesquisa foi utilizado somente um exemplo didático de maneira

a facilitar o entendimento da pesquisa e um objeto de caso real sem a aplicação real, proposta, tanto pela empresa em questão quanto em outras empresas.

A quarta Limitação desta pesquisa trata acerca do estudo econômico da empres, um maior estudo a respeito do do tipo do mercado a qual se encontra e o modelo de concorrência dos produtos aplicados que tendem a um monopólio no mercado devido ao seu tamanho, sua dominância de mercado. A empresa tende ao monopólio portanto não concorrêdo em preço e nem em diferenciação.

1.6 Estrutura da pesquisa

Este trabalho está dividido em 5 capítulos: O primeiro capítulo (introdução), trata da abordagem geral sobre as Considerações Iniciais, suas formas de rateio tradicionais, o entendimento subjetivo da alocação de hoje e como estes inferem na precificação final ao consumidor. O Segundo capítulo (Abordagem Sobre Indústria, Custo e Sistemas Lógicos), aborda as três temáticas principais deste trabalho: indústria, gestão de custos e sistemas de lógica. O terceiro capítulo (Metodologia) trata dos principais materiais e passos para que este trabalho seja concluído: Mapeamento total dos custos indiretos, modelagem de um sistema de Fuzzyficação e Defuzzyficação e análise dos dados. O quarto capítulo (Estudo de Caso), aborda de uma forma didática um exercício baseado em um livro de Bruni e Famá e a aplicação deste sistema com dados reais de uma empresa de beneficiamento de óleo de Palma no município de Belém. E o quinto e último capítulo (Considerações Finais) que se trata, por fim, das considerações finais, onde aborda-se os resultados obtidos e propostas de pesquisas para trabalhos futuros.

2 ABORDAGENS SOBRE INDÚSTRIA, CUSTOS E SISTEMAS LÓGICOS

O capítulo está dividido em três partes da seguinte forma: a primeira parte trata-se dos conceitos a respeito de indústria e suas quatro fases, até o panorama das indústrias no Brasil, para o melhor entendimento no local de aplicação dos custos. Já a segunda parte desta revisão literária aborda conceitos relacionados a sistemas de custeio, bem como suas vantagens e desvantagens na utilização desta metodologia. Na terceira parte é feita uma revisão literária respeito da lógica, desde o surgimento da lógica clássica filosófica passando pela Booleana até a utilização da lógica Fuzzy com suas características, vantagens e desvantagens.

2.1 Indústria

2.1.1 Conceito

A Industrialização, de acordo com Gasparetto (2017), é o processo de modernização pelo qual passam os meios de produção de uma sociedade. É acompanhada pela ampliação tecnológica e o desenvolvimento da economia.

Já a indústria é caracterizada pelo grupo de empresas que tem como foco a produção de mercadorias substitutas para um mesmo mercado. No caso de uma empresa diversificada, o conceito de indústria passa a ser um conjunto de operações que englobam algum nível de correlação técnico-produtiva com bases tecnológicas equivalentes (KUPFER; HASENCLEVER, 2013, p.21).

2.1.2 A história da industrialização

Ainda durante a Idade Média, novas técnicas marcaram o avanço dos meios de produção e de produtividade. No entanto, isso não significa que houvesse indústrias como conhecemos hoje ou características do capitalismo. A evolução passou por várias fases tecnológicas. Técnicas mais aperfeiçoadas de agricultura, artesanato e manufatura deram suas contribuições para o desenvolvimento pleno da indústria.

Um dos primeiros países a passar por uma industrialização efetiva foi

a Inglaterra. Isso porque a indústria não altera apenas os meios de produção, mas também impacta nas relações sociais. A Primeira Revolução Industrial ocorre no século XVIII, no tempo em que a Inglaterra considerava a indústria como motivo fundamental para o seu avanço econômico. O cerceamento dos campos era praticado e os trabalhadores eram compelidos a se direcionar as áreas urbanizadas devido a produção industrial. Polanyi (1977) chama o processo iniciado pela industrialização de “O Moinho Satânico”, haja vista que é nesse período que a sociedade passa por uma desordem que modifica a economia de mercado e institui o capitalismo como sistema. Os impactos causados pelo movimento da industrialização são muito maiores que o uso das máquinas em larga escala. A industrialização cria novas formas de organização social movidas pelo lucro, o que leva as relações sociais a fazerem parte da economia ao invés do inverso.

Conforme Polanyi (1977), a Inglaterra foi o grande símbolo da Primeira Revolução Industrial, marcada pela invenção da máquina a vapor, crescimento da produtividade, maior exploração do trabalho e estabelecimento do sistema capitalista na economia. Outros dois momentos marcantes de industrialização ocorreram posteriormente no mundo.

Ainda seguindo o pensamento de Polanyi (1977), a Segunda Revolução Industrial estendeu o grupo de países que possuíam tecnologias e produções industriais. Esse período é marcado pela descoberta e uso da energia elétrica, e o reconhecimento e aplicação do petróleo como fonte de energia. É neste cenário do Neocolonialismo ou Imperialismo, no qual os países procuravam territórios de prestígio e importante a nível mundial, com o intuito de vender seus produtos industrializados e conseguir novas fontes de matérias-primas para manter ativas as suas indústrias. Grande parte dos conflitos dos países envolvidos no processo de industrialização ocorreu nos territórios da África e da Ásia. Entretanto, o clima de tensão se expandiu por toda a Europa, resultando na Primeira Guerra Mundial.

Segundo Rifkin (2012), a Terceira Revolução Industrial, também conhecida como Revolução do Silício, é mais recente e vivemos continuamente as suas repercussões, pois ela acelerou as relações de produção, a economia e as interações sociais. O grande avanço da informática e da telemática definem esse período. O Brasil se integrou ao processo de Industrialização de forma tardia. Ao

longo do reinado de Dom Pedro II, no período Imperial, aconteceu uma arrancada industrial iniciado pelo Barão de Mauá. Contudo, a sua iniciativa não deu certo, haja vista que a situação deixava os ingleses descontentes. Outras tentativas sem sucesso foram realizadas no decorrer da Primeira República, porém foi apenas no governo de Getúlio Vargas que se instalou a indústria de base no país, juntamente com o processo de urbanização. Juscelino Kubitschek também desempenhou um papel importante para o desenvolvimento da industrialização no Brasil, abrindo espaço para a produção dos bens de consumo e as indústrias internacionais.

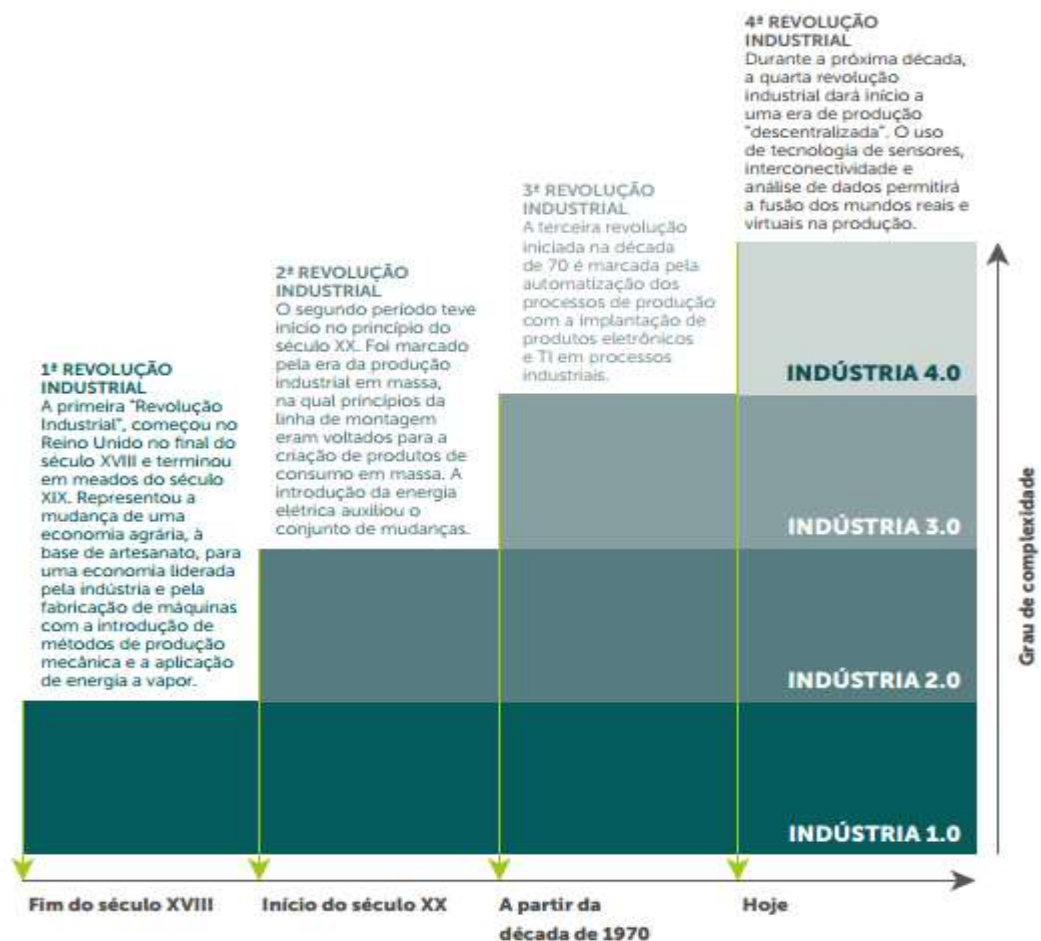
Atualmente vivenciamos uma nova fase da industrialização que já é considerada a quarta revolução industrial, também chamada de indústria 4.0. Para a Federação das Indústrias do Rio de Janeiro, “a indústria 4.0 é conjunto de mudanças nos processos de manufatura, design, produto, operações e sistemas relacionados à produção, aumentando o valor na cadeia organizacional e em todo o ciclo de vida do produto” (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO RIO DE JANEIRO, 2016, p.16). Com o surgimento das fábricas inteligentes, várias mudanças foram implantadas na maneira em que os produtos são manufaturados, impactando diversos setores do mercado.

A Federação das Indústrias do Rio de Janeiro afirma também que os impactos causados pela indústria 4.0 afetam o mercado como um todo, pois elas consistem na criação de novos modelos de negócios. Em um mercado cada vez mais exigente, muitas empresas já tentam assimilar ao produto necessidades e preferências específicas de cada cliente. A customização preliminar do produto por parte dos consumidores tende a ser uma variável a mais no processo de manufatura, mas as fábricas inteligentes serão capazes de ter em vista a personalização de cada cliente, se adaptando às preferências.

Outro ponto mencionado por FIRJAN (2016) que será enfraquecido pela quarta revolução industrial será a pesquisa e a evolução nos campos de segurança em TI - Tecnologia da Informação, confiabilidade da produção e interação máquina-máquina. O desenvolvimento contínuo da tecnologia tornará viável o ajuste das empresas a este novo padrão de indústria que está surgindo. Naturalmente, com indústrias cada vez mais automatizadas, novas demandas surgirão ao passo que algumas deixarão de existir, e uma delas é a necessidade de profissionais

adaptados às novas exigências das empresas. Atividades manuais e repetitivas já vêm sendo substituídos por mão de obra automatizada, e com a indústria 4.0 isso tende a continuar. Por outro lado, as buscas em pesquisa e desenvolvimento oferecerão oportunidades para profissionais tecnicamente qualificados, com formação multidisciplinar para compreender e trabalhar com a complexidade tecnológica que constitui uma fábrica inteligente, conforme o Figura 01 abaixo.

Figura 01: As quatro revoluções industriais

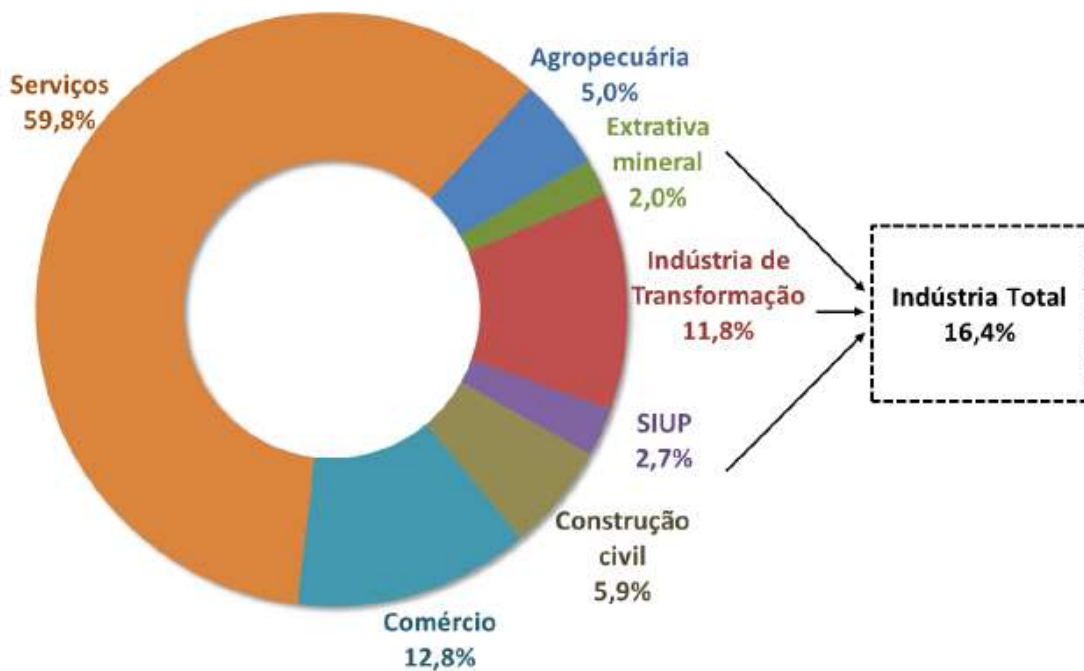


Fonte: Adaptado de FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO RIO DE JANEIRO (2016)

2.1.3 Panoramas da industrialização no Brasil

Segundo dados das Contas Nacionais do IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em 2015, a indústria de transformação foi responsável por 11,8% do PIB – Produto Interno Bruto. Neste mesmo ano, o setor de serviços representou 59,8% do PIB, o comércio 12,8%, a agropecuária 5,0% e a construção civil 5,9%. A indústria total, constituída pela indústria de transformação, pela indústria extrativa mineral e pelos serviços industriais de utilidade pública (SIUP, formado pelos fornecimentos de água, eletricidade, etc.), representava 16,4% do PIB. A Figura 02 demonstra esses índices:

Figura 02: PIB por setor de indústria brasileira



Fonte: Contas Nacionais/IBGE 2015.

Os dados mais recentes divulgados na PIA - Pesquisa Industrial Anual do IBGE para 2015 e os dados das Contas Nacionais para este mesmo ano, mostram a distribuição do valor adicionado entre os setores industriais e sua participação no PIB brasileiro. O valor adicionado na indústria de transformação em 2014 era de R\$ 597,4 bilhões. Os setores com maior participação neste valor, e conseqüentemente

no PIB, em 2014 são: produtos alimentícios (15,5% do valor adicionado da Indústria de Transformação); coque, derivados do petróleo e bicombustíveis (12,6%), veículos automotores, carrocerias e autopeças.

A tabela 01 expõe os estados mais industrializados no Brasil por macrorregião pertencem a região Sudeste, com São Paulo na liderança com 38,6% do total de indústria do país, em seguida os estados da região Sul, Nordeste, Norte, Centro Oeste.

Tabela 01: PIB por setor de indústria brasileira

Estado	Valor Adicionado da Indústria de Transformação (em R\$ milhões)	%Participação do Estado no Valor adicionado do Brasil	%Participação da Indústria de Transformação no PIB
São Paulo	230.654	38,6%	14,9%
Minas Gerais	59.829	10,0%	13,2%
Rio Grande do Sul	52.213	8,7%	16,8%
Paraná	47.601	8,0%	15,8%
Santa Catarina	45.503	7,6%	22,2%
Rio de Janeiro	36.559	6,1%	6,3%
Goiás	16.560	2,8%	11,3%
Amazonas	16.537	2,8%	23,0%
Bahia	15.964	2,7%	8,1%
Pernambuco	12.330	2,1%	9,2%
Ceará	10.201	1,7%	9,2%
Espírito Santo	9.842	1,6%	9,0%
Mato Grosso	7.724	1,3%	8,5%
Mato Grosso do Sul	6.960	1,2%	9,9%
Pará	6.122	1,0%	5,4%
Maranhão	3.789	0,6%	5,5%
Paraíba	3.588	0,6%	7,6%
Distrito Federal	3.079	0,5%	1,8%
Alagoas	2.505	0,4%	6,7%
Sergipe	2.280	0,4%	6,8%
Rio Grande do Norte	2.121	0,4%	4,4%
Rondônia	1.735	0,3%	5,7%
Piauí	1.642	0,3%	4,8%
Tocantins	1.128	0,2%	4,8%
Amapá	419	0,1%	3,4%
Acre	358	0,1%	2,9%
Roraima	134	0,0%	1,5%
Brasil	597.377	100,0%	12,0%

Fonte: Contas Nacionais/ IBGE 2015.

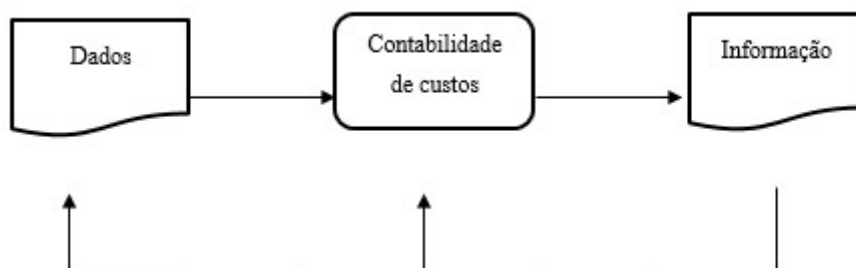
2.2 A gestão de custos

De acordo com Martins (2015), até a Revolução Industrial no século XVIII, a contabilidade financeira desenvolvida na Era Mercantilista era praticamente a única estrutura que servia as empresas comerciais. Perez Júnior (2000) afirma que uma das principais mudanças trazidas pela globalização da economia foi a extinção das chamadas fronteiras econômicas e financeiras, que requer do empresário uma transição mais dinâmica, abrangente e competitiva.

Segundo Martins (2015), a primeira preocupação dos contadores, auditores e fiscais foi utilizar a contabilidade de custos como uma maneira de resolver seus problemas de mensuração monetária dos estoques e do resultado físico, não apenas como um instrumento de administração. Com a subutilização desse potencial no campo gerencial, a contabilidade de custos deixou de ter uma evolução mais acentuada por um longo período de tempo. É importante ressaltar que essa nova visão de custos dos usuários ocorre há apenas algumas décadas e por esta razão, ainda há muito a ser desenvolvido.

De acordo com Leone (2000), a contabilidade de custos funciona como um processador de informações, onde os dados são recebidos, examinados e estudados com o intuito de gerar informações de custos para os diversos níveis gerenciais. A figura 03 ilustra o fluxo de informações.

Figura 03: Fluxo Processador de informações



Fonte:Leone(2000, p. 21).

Os custos podem ser classificados de duas formas, diretos e indiretos. Segundo Perez Júnior (2000), aqueles que podem ser quantificados e identificados

aos produtos e serviços e valorizados com relativa facilidade são custos diretos.

Aqueles que não são perfeitamente identificados nos produtos ou serviços são denominados custos indiretos, uma vez que não podem ser apropriados de forma direta para as unidades específicas, ordens de serviços ou produtos e serviços executados. Ainda seguindo os conceitos de Leone (2000), pode-se dizer também que item de custo facilmente associado ao objeto do custeio é designado custo direto. Será considerado indireto todo item de custo que exija de um critério para ser reconhecido e debitado ao produto ou objeto do custeio.

Martins (2015) exemplifica outros tipos de categorização para os custos, como por exemplo os fixos e variáveis. Como a própria nomenclatura indica, custos fixos são autônomos, aqueles que não podem sofrer modificações. Os custos variáveis, por sua vez, são aqueles medidos durante um intervalo de tempo com o intuito de atender uma solicitação de produção que pode ou não ser diferente no futuro.

A seguir estão dispostas outras classificações pertinentes ao gerenciamento de custos industriais que auxiliam no entendimento do trabalho:

a) **Gasto** — Aquisição de um produto ou serviço qualquer que resulta em gasto para a organização (desembolso), expressado pela entrega ou promessa de entrega de ativos (normalmente dinheiro).

b) **Desembolso** — Pagamento resultante da aquisição do bem ou serviço. Pode ocorrer antes, durante ou após a entrada da utilidade comprada, portanto defasada ou não do momento do gasto.

c) **Investimento** — Gasto efetuado em razão da vida útil ou de benefícios atribuíveis a futuros períodos de uma corporação. São especialmente reconhecidos como investimentos os sacrifícios realizados em virtude da aquisição de bens ou serviços (gastos) que são “inseridos” nos ativos da empresa para baixa ou abatimento no momento de sua venda, da sua comercialização, de seu desaparecimento ou de sua depreciação.

d) **Custo** — É aquele gasto referente a bens ou serviços utilizados na fabricação de produtos ou execução de serviços.

e) **Despesa** — Bem ou serviço despendido de forma direta ou indireta para a consecução de receitas.

f) **Rateio**—Divisão proporcional de certas informações conhecidas nas funções em que se quer investigar custos e despesas.

g) **M.O.D**— Mão de Obra Direta de Produção.

h) **M.O.I**— Mão de Obra Indireta da produção.

i) **C.D**— Custos Diretos da produção.

j) **C.I**— Custos Indiretos da produção.

l) **M.D**— Material Direto de produção.

k) **Q.U.P**— Quantidade de Unidades Produzidas.

2.3 Custos Indiretos de Fabricação (CIFs)

Neste tópico abordaremos de forma mais detalhada os conceitos e as particularidades dos custos indiretos também denominados por alguns, autores e contadores em seus registros, como Despesas Indiretas de Fabricação (DIFs), Gastos Gerais de Fabricação (GGFs) ou Despesas Gerais de Fabricação (DGFs). Por se tratar do ponto fundamental acerca deste trabalho e de sua complexidade acerca da correta identificação, rateio ou alocação destes custos gerados para cada produto final, abordaremos este tipo de custos com mais detalhes demonstrando maiores definições, tipos de rateio e as subjetividades mais comuns encontradas pelos autores no momento de alocação destes custos.

Martins (2015) esclarece que para desenvolvermos um sistema de custos é necessário conhecermos todo o processo pelo qual o produto passa, incluindo a separação dos custos diretos e indiretos de fabricação referentes aos processos e aos gastos (ou despesas) da empresa. Certamente, custo e preço andam juntos.

Souza (2006) traz a percepção de que nas indústrias por encomenda o custo é o parâmetro principal na precificação de um produto, ainda que ele não seja o único aspecto a ser estudado. Logo, estima-los corretamente é fundamental. Como o procedimento de estimativa de custos afeta a formação de preços de forma direta, o custo estimado deve ficar o mais próximo possível do real e os custos indiretos quase sempre será apenas subjetivo. Errar os custos pode gerar a valorização ou desvalorização do produto final. Nestes casos, as empresas perdem clientes por oferecerem um preço maior do que o dos concorrentes, ou por sofrerem prejuízos ao longo da produção, pois uma vez que o preço é fixado em contrato, torna-se impossível renegociá-lo com o cliente.

Callado (2005) reitera que a inexistência da contabilidade de gastos não é apenas um problema contábil, mas também administrativo, pois sem uma gestão apropriada os resultados podem ser desastrosos, visto que políticas de preço ou avaliação de projetos podem ter desempenhos financeiros prejudicados quando realizados sem as informações corretas.

Bruni e Famá (2012) ratificam que um dos maiores problemas da contabilidade consiste na forma de transferência dos CIFs aos produtos, processos chamados de rateio em geral. Normalmente, os critérios escolhidos são: horas-máquinas trabalhadas, mão de obra direta, materiais diretos, custo primário ou outra referência básica. O gargalo no momento de rateio do CIF é diretamente proporcional a mistura de produtos fabricados por uma mesma empresa. Conforme exemplificado no exercício de Bruni e Famá (2012, p. 82): a empresa Fábrica de Espumas Sonho Bom Ltda. produz e vende três produtos principais: colchões (CL), colchonetes (CN) e travesseiros (TR). Alguns dados da empresa estão apresentados nas Tabelas 02, 03 e 04 a seguir:

Tabela 02: Descrição de custos dos produtos

Descrição	Colchão(CL)	Colchonete(CN)	Traveisseiro(TR)	SOMA
M.D	R\$ 38.000,00	R\$ 42.000,00	R\$ 48.000,00	R\$ 128.000,00
M.O.D	R\$ 3.200,00	R\$ 3.600,00	R\$ 5.200,00	R\$ 12.000,00
Custo Direto	R\$ 41.200,00	R\$ 45.600,00	R\$ 53.200,00	R\$ 140.000,00
Hora Máquinas	500	1500	3000	5000
Unidades Produzidas	1000	3000	16000	20000

Legenda: Material Direto(M.D), Mão de Obra Direta(M.O.D)

Fonte: Adaptado deBruni e Famá(2012, p. 82).

Tabela 03: Descrição dos rateios para o exemplo.

Rateio(%)	Colchão(CL)	Colchonete(CN)	Traveisseiro(TR)	SOMA
M.D	29,69%	32,81%	37,50%	100,00%
M.O.D	26,67%	30,00%	43,33%	100,00%
Custo Direto	29,43%	32,57%	38,00%	100,00%
Hora Máquinas	10,00%	30,00%	60,00%	100,00%
Unidades Produzidas	5,00%	15,00%	80,00%	100,00%

Observação: Tabela com valores arredondados.

Fonte:Adaptado deBruni e Famá(2012, p. 82).

Tabela 04: Descrição dos CIFs para o exemplo.

TIPO	VALOR
MÃO DE OBRA INDIRETA	R\$ 8.000,00
MATERIAL INDIRETO	R\$ 56.000,00
SEGURO INDUSTRIAL	R\$ 4.000,00
DEPRECIÇÃO FABRIL	R\$ 32.000,00
SOMA	R\$ 100.000,00

Fonte:Adaptado deBruni e Famá (2012, p, 86).

A Tabela 05 mostra os custos unitários de uma empresa quando o MOD é empregado como base de rateio e as correlações obtidas são aplicadas aos custos indiretos identificados.

Tabela 05: Cálculos dos rateios utilizando como critério MOD

Descrição	Colchão(CL)	Colchonete(CN)	Traveisseiro(TR)	SOMA
M.D	R\$ 38.000,00	R\$ 42.000,00	R\$ 48.000,00	R\$ 128.000,00
M.O.D	R\$ 3.200,00	R\$ 3.600,00	R\$ 5.200,00	R\$ 12.000,00
Custo Direto de Fabricação	R\$ 41.200,00	R\$ 45.600,00	R\$ 53.200,00	R\$ 140.000,00
Custos Indiretos de Fabricação	R\$ 26.666,67	R\$ 30.000,00	R\$ 43.333,33	R\$ 100.000,00
% de Rateio M.O.D	26,67%	30,00%	43,33%	100,00%
Custo Total	R\$ 67.866,67	R\$ 75.600,00	R\$ 96.533,33	R\$ 240.000,00
Unidades Produzidas	1000	3000	16000	20000
Custos em Unidades	R\$ 67,87	R\$ 25,20	R\$ 6,03	

Legenda: Material Direto(M.D), Mão de Obra Direta(M.O.D)

Fonte: Adaptado de Bruni e Famá(2012, p, 83).

2.4 Rateio direto

O rateio direto consiste na designação de custos aos produtos, sendo que esses custos são normalmente indiretos. A forma como os custos indiretos são apropriados é normalmente o que diferencia um tipo de custeio do outro, haja vista que nem toda aplicação de custeio admite um método de rateio. De acordo com Martins (2015, p.37), existe uma série de problemas no método de rateio, pois ele requer uma norma bem definida para acontecer. Isso pode ser verificado no exemplo abaixo.

Fabricou-se 2 produtos, o A e o B. Obteve-se no período R\$100.000 de custos indiretos e decidiu-se rateá-los com base na mão de obra direta (M.O.D). Diante disso, as informações foram apuradas conforme mostra a tabela 06 abaixo:

Tabela 06: Tabela de produtos e classe de atividades

Produto	Nº de Funcionários	Horas trabalhadas
A	20	50
B	30	35

Fonte: Própria dos autores.

Segundo o exemplo acima, se fossemos ratear com base na quantidade de funcionários teríamos com fórmula:

- Custo indireto/ Número de funcionários;
- $100.000 / 50 = 2000$, logo
- Produto A= $20*2000= 40.000$
- Produto B= $30* 2000=60.000$

Conforme o cálculo acima, percebeu-se que alocando e rateando os custos indiretos aos produtos, o produto B é mais caro que o produto A. Entretanto, essas alocações acabam não sendo tão meticulosas, então para remediar esse problema, modelos de custeio são empregados para que os custos sejam divididos de maneira menos arbitrária.

2.5 Sistema de custeio

Conforme Leone (2000, p. 284), uma contabilidade de custos bem estruturada é exigência necessária para que o administrador possa exercer comparação constante entre o que está sendo realizado e o que foi pré determinado. O sistema de custeamento deve ser escolhido com base em um modelo que melhor se acomode às necessidades da empresa.

O custeamento por processo é um sistema de custear produtos onde os custos são inicialmente classificados por natureza e depois compilados por processos específicos e todos os custos são distribuídos às unidades produzidas por esses processos específicos. A soma dos custos unitários de todos os processos diferentes, através dos quais os produtos passam na jornada de fabricação, é custo de produto (LEONE, 2000, p. 284).

O autor destaca ainda que o processo para a implantação de um sistema de custeamento adequado é longo e envolve aspectos bastante diversificados. O sistema de custo por ordem de produção é aquele onde o elemento do custo é amontoado de forma separada, com ordens específicas emitidas pela seção de fabricação.

O custeamento por processo é outro sistema básico para a determinação dos custos. Destina-se a acumular os custos numa empresa em que a fabricação se caracteriza por produtos padronizados, por produção contínua e demanda constante, conforme (LEONE, 2000, p.285).

2.6 Métodos de custeamento

Nesta etapa abordaremos os métodos de custeio mais contemplados na literatura: o custeio variável, custeio por absorção e o custeio baseado em atividade (ABC).

2.6.1 Custeio variável

No custeio variável, também chamado de custeio direto, somente são alocados aos produtos os custos variáveis, ficando os fixos separados e considerados como despesas do período, indo diretamente para o resultado. Já para os estoques só vão, como consequência, custos variáveis conforme Martins (2015).

As vantagens e desvantagens deste método são apresentadas pelo CRC/SP (conselho regional de contabilidade de São Paulo) como sendo:

a) É essencialmente voltado para a perspectiva gerencial por que possibilita a apuração da lucratividade real de cada produto, sem se moldar às necessidades legais.

b) Tem como foco principal o custo unitário de produção, visto que utilizam gastos que variam a cada unidade produzida em sua estruturação. Dessa forma, a influência do volume sobre o custo é isolada.

c) Seu cálculo se torna mais simplificado por não envolver rateios e critérios complexos de distribuição de gastos entre departamentos.

d) Por outro lado, esse método requer a separação dos custos e despesas em fixas e variáveis, o que exige uma estrutura de classificação dos gastos adequadamente para tal fim.

e) Seu uso deve ser analisado minuciosamente em empresas com ativo elevado, pois nesse caso deve haver a preocupação com a absorção dos custos fixos, especialmente no que tange a depreciação.

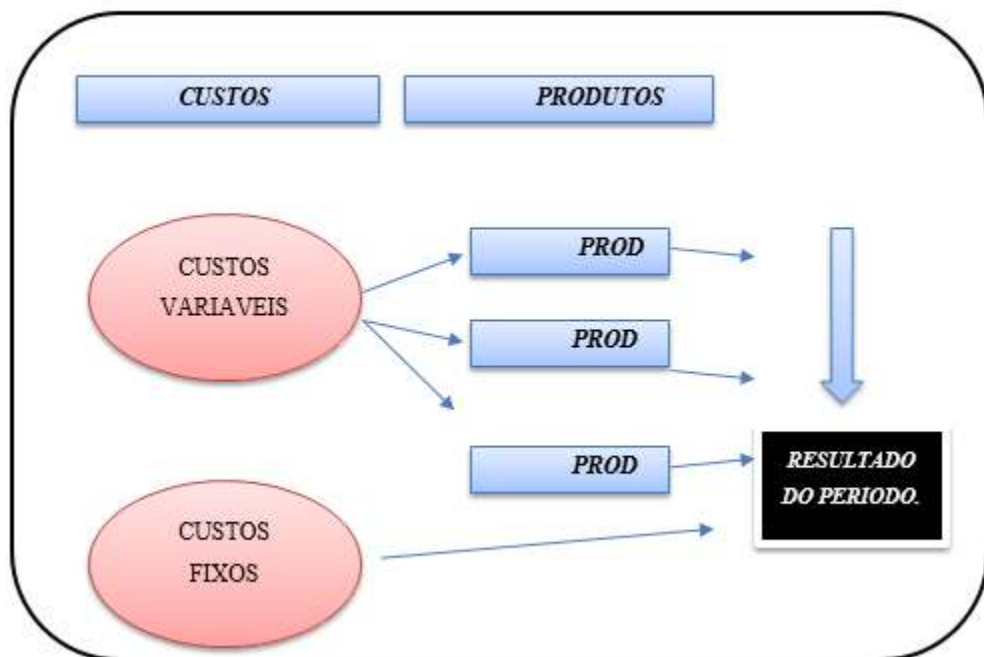
Martins (2015) destaca que o custeio variável surgiu da evolução do custeio por absorção, em função das dificuldades encontradas na alocação dos custos fixos.

Analisou-se então o fato de que os custos fixos ocorrem, na maioria dos casos, repetidamente nos períodos, por não deixarem de apropriá-los aos produtos

tratando-os como se fossem despesas. O surgimento do custeio variável ocorre quando se nota que isso facilitaria o processo de custeio.

A Figura 04 extraída de Clemente e Souza (2004 apud AMARAL, 2007) mostra que no custeio direto cada produto é apurado parcialmente, atribuindo-se maior importância a geração de excedentes sobre o custo direto de produção.

Figura 04: Custeios direto ou variável



Fonte: Adaptado de Clemente e Souza (2004 apud AMARAL, 2007)

2.6.2 Custeio por absorção

Segundo Martins (2015), o custeio por absorção consiste na apropriação de todos os custos de produção aos bens elaborados. Esse método é originário da aplicação dos princípios de contabilidade, sendo que apenas os custos de produção são distribuídos para todos os produtos elaborados, as despesas administrativas, comerciais e financeiras não constituem o custo do produto. Em contra partida, esse é o único método admitido para fins fiscais e legais.

Todos os gastos referentes ao esforço de fabricação são compartilhados para todos os produtos feitos. O método de custeio por absorção é considerado por Martins (2015) como uma ferramenta utilizada muitas vezes por ser uma exigência

legal, e a auditoria externa o considera indispensável. Na condição de instrumento gerencial, esse é um método falho e uma escolha incoerente, porém é aceito para avaliação de estoques, na otimização dos resultados e para balanço próprio.

O método do custeio por absorção é o único oficialmente reconhecido no Brasil. Tem como conceito oficial a apropriação dos produtos fabricados pela empresa, de todos os custos incorridos no processo de fabricação, quer sejam de comportamentos fixo ou variável (CONSELHO REGIONAL DE CONTABILIDADE DE SÃO PAULO,1995, p. 36). As despesas são analisadas conforme acontecem num dado período, independentemente da realização da receita, isto é, no momento de sua ocorrência são consideradas na Demonstração de Resultados, como mostra o Quadro 01 abaixo.

Quadro 01: Características dos métodos de custeio

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS							
		DIRETO		INDIRETO		DESPESAS	
		MP	MOD	G.G.F	RATEIO	FIXOS	VARIÁVEL
		<u>Princípio por absorção</u>					
MÉTODOS	Custeio por absorção tradicional	✓	✓	✓	✓		
	Custeio ABC	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Custeio pleno	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Legenda: Matéria Prima(MP), Mão de Obra Direta(M.O.D), Gastos Gerais Fixos(G.G.F)

Fonte: Própria do autor

2.6.3 Custeio baseado em atividades (ABC)

Surgindo no final dos anos 80, o sistema baseado em atividades (ABC – *ActivityBasedCostin*), tornou-se uma abordagem conhecida por contadores, gerentes de operações, projetistas e consultores, principalmente após a publicação de um artigo escrito por Cooper e Kaplan (1988 apud BORNIA, 2002), intitulado *Medida Certa de custos: Tomada de decisão (Meassure Coast Rigth: Maketherigthdecision)*, onde estes autores concentram a primeira discussão a respeito do assunto abordando uma nova ferramenta de gerenciamento de custos.

Os autores Cooper e Kaplan (1988 apud BORNIA, 2002) estabelecem o sistema de custeio baseado em atividade ou apenas ABC como sendo um mapa econômico que expõe a lucratividade das empresas baseado em suas atividades institucionais. A finalidade desse sistema se torna mais compreensível quando se diz mapa econômico ao invés de sistema de custeio. Um sistema oferece às empresas um mapa econômico de suas operações, apontando o custo existente e projetado de atividades e processos de negócios que por sua vez explica o custo e a produtividade de cada produto, serviço, cliente e unidade operacional.

Para Bruni e Famá (2012), o sistema ABC se distingue nas bases de rateio comuns, ao contrário dos sistemas tradicionais que se fundamentam em volumes. O sistema ABC utiliza as atividades concebidas dentro da instituição para alocação dos custos indiretos tendo em vista uma lógica maior e um grau de subjetividade menor.

Visto que os métodos mais tradicionais datavam de mais de um século desde as suas concepções, era necessária a criação de um novo método de gerenciamento. Assim surgiu a metodologia do ABC, com base na investigação do aperfeiçoamento das atividades econômicas e resultados das empresas.

De acordo com Pamplona (1997), o sistema de custeio ABC surgiu devido ao atraso tecnológico dos sistemas tradicionais nos processos de produção, exigindo o uso de métodos como Just-in-time, Controle da Qualidade Total (CQT), tecnologias de automação e toda a informação dos processos que necessitam de atividades de execução, manutenção, controle e gerenciamento.

O sistema ABC pretende atenuar as distorções causadas pelo uso do rateio de forma equivalente. Ele pode ser considerado um aperfeiçoamento de sistema de

custeio por absorção, devido a sua relação direta com as atividades abrangidas no processo.

Martins (2015, p. 287) expressa o Custeio Baseado em Atividades como uma técnica de gerenciamento de custos bem mais completa do que o custeio de produto, haja vista que planeja diminuir sensivelmente as distorções causadas pelo rateio arbitrário dos custos indiretos.

2.6.4 Vantagens e desvantagens da alocação dos custos indiretos

De acordo com Pompermayer e Lima (2002), quanto mais acirrada a concorrência entre as organizações, mais importante será ter um método mais eficiente de custeio a disposição da sua instituição, tendo assim mais controle sobre e seus custos e mais vantagens sobre os concorrentes. Martins (2015) ressalta que com o aumento significativo da competição entre organizações, os custos e seus métodos de custeio e rateio passam a ser indispensáveis para as tomadas de decisões.

Segundo Martins (2015), o método de rateio simples proporciona maior rapidez para alocação dos custos indiretos, estabelecendo bases e regras bem definidas para que o mesmo ocorra. Porém, este método proporciona certa insegurança visto que quando ocorrem mudanças na base de rateio ou nas regras de distribuição podem ocorrer alterações no preço ou valores do produto final.

No Brasil, o método de custeio obrigatório é o custeio e rateio por absorção. Ele utiliza a departamentalização como rateio e Barbosa (2011) menciona as seguintes vantagens desse método: segue os princípios de contabilidade e é o método mais aceito pela fiscalização do imposto de renda para fins lucrativos, acrescentam os custos indiretos e diretos, método menos custoso para implantação desde que não ocorra a separação dos custos fixos e variáveis. O mesmo autor cita as desvantagens a seguir: os custos por não haver certo relacionamento direto com os bens e serviços, há um elevado grau de arbitrariedade na distribuição na base de critérios de rateio. O custo fixo por unidade depende do volume de produção, caso ocorra variação, o mesmo irá ocorrer com os custos que nele são agregados. Os

custos fixos estarão presentes independentemente da produção ou não, portanto não podem estar alocados aos bens e serviços.

Em referência ao custeio variável, Megliorini (2002), Barbosa (2011) e Leone (2000) mencionam as seguintes vantagens: os custos fixos independem da quantidade produzida, considerando-lhes custos do período, não sendo alocados aos bens e serviços. Não ocorrem rateios. Ele irá identificar os bens ou serviços mais rentáveis e conseqüentemente irá organizar a produção e a comercialização para sanar os custos fixos, despesas fixas e gerar lucro. Os dados para a análise das relações entre custo/volume/lucro são obtidos diretamente do setor de contabilidade da empresa. Quanto às desvantagens, este tipo de custeio não é aceito pela auditoria externa da maioria das entidades e nem pela legislação fiscal do imposto de renda, bem como pela maioria dos contadores, visto que fere princípios da contabilidade.

Com os constantes investimentos em tecnologia e produtividade, há o aumento dos custos fixos na estrutura dos custos das organizações. Há certa subjetividade na diferenciação entre custo fixo e variável, pois existem custos semivariáveis e semifixos o que pode acarretar problemas futuros na estrutura de custos da empresa.

O estudo em relação ao Custeio Baseado em Atividades (ABC), para Megliorini (2002) tem como vantagens: menor necessidade de rateio, o que torna as informações mais exatas e concretas, melhor visualização dos fluxos do processo, identificando a atividade na qual está consumindo mais recurso e pode ocorrer a eliminação ou a diminuição das atividades que geram mais custos ao processo. O autor também afirma que o custeio baseado em atividades possui vários tipos de desvantagens como: não aceitação pelo fisco, maiores custos de implantação, a necessidade de revisões constantes, etc.

Diante disso, não podemos afirmar qual o melhor tipo de custeio, visto que o mesmo deve ser enquadrado e estruturado de acordo com a empresa, produtos e circunstâncias que envolvem o método de rateio.

2.7 Lógica Clássica

O surgimento da lógica, segundo Malutta (2004), é atribuído a Aristóteles, filósofo grego (384 - 322 a.C.), que instituiu um número de normas estritas que levariam as conclusões a serem reconhecidas como logicamente incontestáveis. A teoria de Aristóteles proclama que todo o raciocínio lógico é fundamentado em premissas e conclusões, e ele nomeou valores “verdades” aos enunciados, intitulado-os verdadeiras ou falsas, rejeitando a possibilidade de que essas afirmativas pudessem ser ao mesmo tempo parcialmente verdadeiras ou parcialmente falsas.

Santos (2003, p. 4) afirma que a lógica aristotélica se manteve inalterado por mais de mil anos, e que somente em meados do século XIX com a publicação do livro “Investigação Sobre a Lei do Pensamento”, do matemático George Boole, é que novas contribuições significativas na criação da lógica matemática foram feitas.

Campos Filho (2004) realça que George Boole nomeou valores numéricos para as afirmações verdadeiras e falsas, sendo que o valor 1 (um) foi atribuído para premissas verdadeiras e o valor 0 (zero) para as premissas falsas, e com operações baseadas nesses valores, Boole criou a álgebra booleana. Nesta álgebra não existem números, apenas variáveis lógicas que podem ser verdadeiras representadas pelo número 1 ou falsas representadas pelo número 0 que são consideradas constantes Booleanas, representadas por letras.

Segundo Erica (1987), existem enunciados na álgebra booleana onde são demonstradas várias propriedades que podem ser definidas como de negação (complemento, inversor) ou (traço sobre a letra), adição (porta E) ou (\cdot) e soma (porta OU) ou ($+$), estas propriedades são consideradas equivalências lógicas.

Para demonstração, utilizaram-se as tabelas-verdade, constatando a equivalência, visto na Tabela 07 abaixo.

Para as operações com OU:

Tabela 07: Tabela de operações lógicas Booleana de operações com OU

A	B	A+B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Fonte: Própria dos autores.

Podemos verificar que a operação OU não pode ser realizada com apenas uma variável, há a necessidade de que haja pelo menos duas variáveis, por esta razão ela é definida como variável binária. A Tabela 08 retrata as operações com E.

Tabela 08: Tabela de operações lógicas Booleana de operações com E.

A	B	A.B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Fonte: Própria dos autores.

Assim como a operação OU, a operação E só pode ser realizada com duas variáveis, ou seja, o operador E é considerado uma variável binária.

A Tabela 09 mostra as operações com negação.

Tabela 09: Tabela de operações lógicas Booleana de operações com negação.

A	NÃO A
0	1
1	0

Fonte: Própria dos autores.

Diferentemente das operações OU e E, a complementação só é definida sobre uma variável, ou sobre o resultado de uma expressão. Ou seja, a operadora complementação é dito unário.

As operações booleanas são as principais formulas da linguagem de programação, sendo consideradas as portas lógicas existentes, não são a únicas,

mas são consideradas as entradas básicas para os diferentes circuitos eletrônicos e digitais.

2.8 Lógica Fuzzy

Santos (2003) explica que: Insatisfeito com os resultados de seus estudos com o uso de lógica comum, o lógico polonês (1878-1956) elaborou as primeiras concepções da lógica no sentido “vago ou obscuro”. Em 1920, ele inseriu conjuntos com graus de pertinência sendo 0, $\frac{1}{2}$ e 1 e, posteriormente, um número infinito de valores entre 0 e 1.

O autor da primeira publicação sobre a lógica "fuzzy" foi Lotfi Asker Zadeh, professor de Berkeley, Universidade da Califórnia, em 1965. Zadeh desenvolveu o seu conceito agregando as definições da lógica clássica e os conjuntos de Lukasiewicz, que definem graus de pertinência. As aplicações industriais mais relevantes da lógica "fuzzy" ocorreram no período de 1970 a 1980 na Europa. Depois de 1980, o Japão se destaca com o emprego das novas práticas na sua indústria, como por exemplo em um tratamento de água implementado pela Fuji Electric em 1983 e em um sistema de metrô construído pela Hitachi em 1987. Em meados de 1990, a lógica "fuzzy" começa a chamar a atenção de empresas norte-americanas. Com o passar dos anos, esse método foi se tornando cada vez mais desenvolvido, dispondo de uma variedade de possibilidades práticas, sendo considerada atualmente uma técnica de alto padrão de qualidade, com uma ampla receptividade na área de controle de processos industriais.

Abar (2004, p. 21) fala nas primeiras anotações de lógica Fuzzy

as primeiras noções da lógica dos conceitos ‘vagos’ foram desenvolvidas por um lógico polonês Jan Lukasiewicz (1878-1956) em 1920 que introduziu conjuntos com graus de pertinência sendo 0, $\frac{1}{2}$ e 1 e, mais tarde, expandiu para um número infinito de valores entre 0 e 1.

Santos (2003) ilustra que segundo as observações do Professor Zadeh ao longo da década de 60, muitos faziam uso das regras para fazer deduções de modo inconsciente, isto é, sem conhecimento de como explicar as suas inferências. Ele também chegou à conclusão de que as atividades relacionadas a problemas de

natureza industrial, biológica ou química, por fazerem parte de um cenário ambíguo, não podiam ser automatizadas com os recursos tecnológicos disponíveis, pois não podiam ser processadas através da lógica computacional baseada na lógica booleana.

De acordo com Campos Filho (2004), o objetivo da lógica “fuzzy” era disponibilizar uma ferramenta matemática que incluía os aspectos inconsistentes do raciocínio lógico dos indivíduos e as situações ambíguas, que a lógica computacional apoiada na lógica booleana não é capaz de processar.

Santos (2003, p. 8) define a lógica fuzzy, ou nebulosa, como

a lógica que suporta os modos de raciocínio que são aproximados, ao invés de exatos, como estamos naturalmente acostumados a trabalhar. Ela está baseada na teoria dos conjuntos nebulosos e difere dos sistemas lógicos tradicionais em suas características e detalhes. Nesta lógica, o raciocínio exato corresponde a um caso limite do raciocínio aproximado, sendo interpretado como um processo de composição nebulosa.

De acordo com Shaw (2002 apud CAMPOS FILHO, 2004, p. 68) a

lógica fuzzy trabalha as informações que se encontram imprecisas, traduzindo expressões verbais, vagas, imprecisas e qualitativas, de categoria subjetiva, comuns na comunicação humana, em valores numéricos. Por isso, lida diretamente com a incerteza léxica. Os aspectos imprecisos no raciocínio lógico utilizado pelos seres humanos são contemplados pela lógica fuzzy.

Segundo Campos Filho (2004, p. 67),

a diferença fundamental entre a proposição clássica e a fuzzy reside na faixa de seus valores verdade. Enquanto que 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).

Assim, na lógica “fuzzy” o fator de pertinência pode então assumir qualquer valor entre 0 e 1, onde o valor 0 indica a completa exclusão e o valor 1 representa a completa pertinência. Esta generalização aumenta o poder da função característica. Para exemplificar melhor a função característica da teoria dos conjuntos fuzzy, deve-se observar as seguintes informações, 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 μ_A que assume valores em um intervalo $[0,1]$: $\mu_A: U \rightarrow [0,1]$ então, o conjunto fuzzy A em U é $A = \{\mu_A(u)/u\}$, $u \in U$

Além do fator de pertinência, a lógica Fuzzy faz uso de variáveis linguísticas, que Santos (2003) define 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 da variável) e quantitativamente por uma função de pertinência.

Há também o uso dos chamados termos primários entre os conceitos de variáveis de um determinado problema, que acontece quando se admite como valores somente expressões linguísticas como muito pequeno, pequeno, médio, grande, muito grande, entre outros. Estes valores divergem com os valores precisos reconhecidos por variáveis numéricas.

Entretanto, a lógica “fuzzy” exige de regras de inferência para processar as informações. Em termos de uma noção conceitual, as regras Fuzzy caracterizam situações específicas que podem ser submetidas à análise de um painel de especialistas, e cuja inferência nos leva a um resultado desejado. Cada regra Fuzzy é composta por uma parte antecedente (a parte SE) e a uma parte conseqüente (a parte ENTÃO) resultando em uma estrutura do tipo:

SE antecedente ENTÃO conseqüente. Os antecedentes especificam uma condição (premissas), ao passo que a parte conseqüente traça uma conclusão ou uma ação que pode ser delineada uma vez que as premissas se verificam.

Quando for necessária a presença de mais de um antecedente em uma mesma regra, pode-se fazer uso de operadores lógicos para compor esta regra. Os principais operadores lógicos são:

- Operador AND (“E”), quando dois ou mais antecedentes são unidos por AND, o resultado será verdadeiro somente se ambas as expressões forem verdadeiras, este operador ilustra, em tese, a operação de intersecção de conjuntos;

- Operador OR (“OU”), quando dois ou mais antecedentes são unidos por OR, o resultado será verdadeiro se uma ou ambas as expressões forem verdadeiras, este operador ilustra, em tese, a operação de união de conjuntos.

Pode-se concluir que a lógica Fuzzy constitui uma “ponte” com o intuito de aproximar o raciocínio humano ao da lógica processada pela máquina e pode ser utilizada na implementação de controladores nebulosos, aplicados nos mais variados tipos de processos. A utilização de regras Fuzzy e variáveis linguísticas conferem ao sistema de controle várias vantagens, incluindo:

- Simplificação do modelo do processo;
- Melhor tratamento das imprecisões inerentes aos sensores utilizados;
- Regras de controle facilmente especificadas, em linguagem próxima ao natural;
- Satisfação de múltiplos objetivos de controle;
- Facilidade de incorporação do conhecimento de especialistas humanos;

Recentemente, foi feito um levantamento de publicações com o objetivo de esclarecer a aplicabilidade da lógica fuzzy dentro da contabilidade, em particular sobre o auxílio da lógica fuzzy na resolução de algum problema que envolvesse informações com certo grau de subjetividade na contabilidade. A lógica Fuzzy pode colaborar com soluções para as mais diversas áreas da contabilidade. Isso é possível porque a contabilidade é uma ciência que lida frequentemente com informações que possuem certo grau de subjetividade ou de incertezas. Este fato é que nos motivou a buscar uma possível solução para o problema da alocação de custos indiretos aos produtos através da lógica fuzzy.

3 METODOLOGIA

3.1 Tipo e delineamento da pesquisa

Gil (2010, p.20) discute que a busca pela solução de problemas é algo inerente ao carácter do ser humano. Contudo, para que as resoluções encontradas sejam satisfatórias, a realização de uma pesquisa científica é fundamental. A pesquisa científica segue um processo sistêmico e lógico de regras que asseguram os melhores resultados para os problemas propostos. Juntas, estas soluções dão origem aos fundamentos da ciência utilizados na resolução de futuros problemas, esses conhecimentos podem ser reunidos na forma de trabalhos científicos como: trabalhos de síntese, resenhas críticas, artigos científicos, relatórios científicos, teses, dissertações e monografias. Este trabalho se constitui em uma monografia, conceito definido por Beuren et al. (2006) como um trabalho acadêmico que planeja apresentar uma reflexão sobre um tema ou problema específico que foi resultado de um procedimento de investigação sistemática. Uma vez que o estudo é definido como um trabalho de monografia, é necessário classificá-lo quanto à sua natureza, quanto à forma de lidar com o problema proposto, quanto aos seus propósitos e quanto aos processos técnicos.

Este estudo de caso se encaixa na qualidade de pesquisa aplicada, e segundo Silva e Menezes (2005), esse tipo de estudo tem como finalidade a produção de conhecimentos para aplicação prática voltada para a descoberta de resultados de problemas particulares. A abordagem do problema é feita em duas etapas, a primeira é de modo qualitativo, dado que ele lida com subjetividades e incertezas, já a segunda é de forma quantitativa, onde a intenção é expressar as incertezas em números mais exatos e mais próximos do ótimo.

No que se refere à forma de abordagem do problema, ela é feita através de uma pesquisa qualitativa e quantitativa, que é dividida em duas partes. A primeira parte traz um estudo de caso com os dados numéricos do exercício de Bruní e Famá (2012), Administração de Custos, preços e lucros 4° (quarta) edição, da editora Atlas páginas 82 a 88, uma adaptação para modelagem da lógica Fuzzy no MATLAB®. Também é feita a abordagem de diversos conceitos para a execução deste trabalho com o objetivo de simplificar à sua didática e pesquisa. Já a segunda parte deste

trabalho abordará a aplicação do conceito de modelos de Sistema de Inferência Difusa na prática, em uma empresa de beneficiamento de óleo de palma situada na cidade de Belém do Pará, onde o objetivo é demonstrar a eficácia desta nova metodologia de alocação de custos indiretos.

Quanto ao prisma de seus objetivos, este trabalho teve caráter exploratório haja vista que ele deriva da familiarização com as metodologias de modelagens pré-existentes baseadas em sistemas de inferência difusa para criação posterior de modelos de alocação de custos indiretos.

Por outro lado, quando se fala sobre o ponto de vista dos procedimentos técnicos, concluiu-se que se trata de uma pesquisa-ação, visto que o presente trabalho corresponde à tentativa de resolução de um problema coletivo, que é a total falta de certeza sobre o comportamento da forma de rateio destes tipos de custeio.

3.2. Execução do projeto

O projeto teve duração de 10 meses, de janeiro de 2017 a outubro de 2017. Ele foi dividido em tarefas e etapas de modo a melhor viabilizar o acompanhamento da evolução do mesmo. As principais etapas dele foram: definição do problema de pesquisa, levantamento bibliográfico, coleta de dados, aplicação da modelagem, obtenção dos resultados e revisão do trabalho escrito.

A definição do problema de pesquisa considerou a atual forma de rateio e alocação de custos indiretos que as empresas vêm praticando atualmente. Foram considerados as formas tradicionais de alocação destes custos, o uso de novos conhecimentos acerca de uma nova forma de “se pensar” números com a lógica Fuzzy e fundamentos de Engenharia de Produção para se encontrar uma nova forma de alocação destes Custos Indiretos.

Foi realizado um levantamento bibliográfico a fim de sustentar teoricamente o desenvolvimento do trabalho. Foi realizado um estudo sobre a compreensão e aplicação dos modelos de alocação de C.I, técnicas de inteligência computacional ensinadas e não supervisionadas, assim como a busca do entendimento de questões com enfoque na Engenharia de Produção como Custos Industriais. Pois apesar destas temáticas serem relativamente antigas e amplamente estudadas de

maneira separada ou até estudados em conjunto a outros assuntos. Poucos são os trabalhos voltados a aplicação de lógica Fuzzy na resolução de problemas em sistemas de custeios tradicionais, o que de certa forma se transforma em uma oportunidade de agregar valor à comunidade acadêmica com um assunto de extrema relevância como alocação e redução de custos, precificação ao consumidor final e valor real do produto.

Na primeira parte a massa de dados oriunda do exercício de Bruni e Famá serão considerados dados secundários para fins de pesquisa. A escolha desse exercício se deve ao fato de que esse é um problema simples, porém didático, com apenas dois produtos, o que o torna um problema de fácil exploração, facilitando assim a explanação e o entendimento dos conceitos aplicados da lógica Fuzzy. Dados de rateio por mão de obra direta (M.O.D), material direto (M.D) ou quantidade de unidades produzidas (Q.U.P), foram definições abordadas ao longo do trabalho (capítulo 2) com o objetivo de aplicação na modelagem em um software chamado MATLAB® no seu Toolbox de lógica Fuzzy. Por fim, com base nas informações geradas, se dá à estruturação de um modelo experimental de alocação de custos baseado na lógica Fuzzy.

São inúmeros os modelos de inteligência computacional baseados em modelos Fuzzy para a resolução dos mais variados tipos de problemática que envolvem a subjetividade e aleatoriedade. As antevistas dos sistemas tradicionais de custeio foram abordadas na literatura, como foi visto, e a sua forma de escolha depende muito do sistema de gerenciamento de custos da empresa e pode ser uma escolha proveniente tanto do departamento de contabilidade e finanças da empresa quanto do sistema de gerenciamento de produção para o controle de custos da produção.

Para a segunda parte prática deste trabalho, foi utilizada a massa de dados oriunda de informações prestadas por uma empresa de beneficiamento de óleo de palma situada no município de Belém do Pará que para os fins desta pesquisa serão considerados dados primários. Estas informações foram obtidas através de visitas ao setor de produção da empresa e fornecidas pela gerência do setor. Coletou-se a massa de dados a partir do preenchimento de uma planilha elaborada pelos autores no software Excel 2013®, disposto em uma tabela⁴⁸ em anexo, com informações de

um período de um ano de produção de dois produtos, gordura do tipo Alfa em caixa e gordura com o tipo Beta em balde.

Como ponto de partida foram testados os modelos tradicionais com suas respectivas etapas de execução para a escolha do melhor tipo de rateio em ambas, como resultado, obtiveram-se os erros e altos níveis de subjetividade (Tabela comparativa entre os rateios M.D, M.O.D, Q.U.P e FIS), através dos quais definiu-se o método de inferência difusa (*FIS*) no Toolbox do MATLAB® como modelagem adequada para a alocação de Custos Indiretos por possuir a opinião de especialistas de produção e utilizar não apenas 1 critério de rateio mais os três ao mesmo tempo.

As elaborações dos modelos foram divididas em seis etapas para as duas partes deste trabalho:

1. Estabelecimento das variáveis que formarão os Custos Indiretos de Fabricação (CIFs), uma vez que elas serão o objetivo principal de rateio na proposta *FIS*, que serão posteriormente direcionadas aos critérios de rateio Mão de Obra Direta (M.O.D), Material Direto (M.D) e quantidade de unidades produzidas (Q.U.P), ao mesmo, e não somente a um deles como se é feito tradicionalmente. Nesta etapa foram escolhidas as variáveis de Custos Indiretos tradicionais que podem ser: Mão de obra Indireta (M.O.I), Materiais Indiretos (M.I), salários de supervisores, Seguro Industrial da Fábrica, Depreciação da Fábrica, Luz e água utilizados na produção;

2. Determinação das variáveis utilizadas e da escala de valores, nestas etapas foram conceituadas todas as variáveis utilizadas no modelo e definidas suas escalas de valores de entrada para cada uma das variáveis;

3. Atribuição do grau de pertinência às entradas, processamento da Fuzzy e fixação dos dados. Nesta fase foram criadas as funções de pertinência e processada a Fuzzificação dos dados através das variáveis linguísticas, ou seja, o processamento da entrada de dados foi efetuado;

4. Estabelecimento das regras de inferência, neste passo foram estabelecidas 27 regras de inferência, tabela em anexo, o que representa, em tese, todas as combinações lógicas possíveis para a quantidade de entradas. Cabe enfatizar que entre as variáveis antecedentes optou-se por utilizar o operador lógico AND, sendo esta uma escolha arbitrária, mas em um caso real poderiam ser utilizados AND ou OR, ou ainda AND e OR simultaneamente para a criação de regras de inferência;

5. Processamento da Defuzzificação dos dados, nesta fase foi processado a saída dos dados, ou seja, as variáveis linguísticas foram transformadas em variáveis numéricas;

6. Análise dos resultados do modelo Fuzzy, nesta última etapa foram analisados os resultados obtidos pelos modelos e comparados com os resultados originais apontados por Famá e Bruní e com a planilha de produção com informações fornecidas pela empresa.

É importante salientar que o software MATLAB® Professional Edition foi utilizado no processamento do teste realizado com o modelo experimental, por ser um *software* disponibilizado no Laboratório de Engenharia de Produção(L.E.P) da Universidade do Estado do Pará. A escolha deste software dentre várias possibilidades existentes, como o FUZZYTHEC® e FUZZYCALC®, ou mesmo softwares *open source* como *FISPRO* ou *jFUZZYLOGIC*.

Por fim, foi realizada uma revisão do trabalho escrito desde a introdução até a conclusão. Foram levados em consideração durante a revisão, a coerência entre as partes, a concordância e a coesão do texto, os aspectos gramaticais e de formatação. Nesse ponto, foram revisadas as regras da Associação Brasileira de Normas Técnicas e as da Universidade do Estado do Pará para dar suporte à escrita em conformidade com os padrões técnicos.

3.3. Procedimentos de coleta de dados

Esta etapa do projeto foi feita em duas fases. Primeiramente foi feita a adaptação do estudo de caso da massa de dados coletada do livro Gestão de Custos e Formação de Preços com a aplicação da Calculadora 12C e do programa Excel.

Na segunda parte, uma planilha no software Microsoft Excel® 2013 foi elaborada. Além disso, foram feitas algumas visitas a uma indústria de beneficiamento de óleo de palma, onde se obteve informações a respeito da produção de dois produtos, Alfa em caixa e Beta em balde, durante o período de um ano (tabela preenchida no apêndice A). A Tabela 10 a seguir mostra como os dados devem ser preenchidos. Contudo não irá se expor a tabela com dados reais de produção em valores monetários como forma de preservação dos dados da

empresa.

Tabela 10: Tabela de coleta de informações, cartões de produção mensais, de custos

ANO: (2016)						
MÊS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	PRODUTO 1 (Gordura 370B em caixa)		PRODUTO 2 (Gordura 370F em balde)		Σ TOTAL
		SOMA DO TOTAL DE GASTOS COM PROD 1:	%	SOMA DO TOTAL DE GASTOS COM PROD 2:	%	
JANEIRO	MATERIAIS DIRETOS (MD)					R\$ 0,00
	MÃO DE OBRA DIRETA (MOD)					R\$ 0,00
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP)					R\$ 0,00
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP) EM R\$					R\$ 0,00
	CUSTOS INDIRETOS ASSOCIADOS A PRODUÇÃO					R\$ 0,00
FEVEREIRO	MATERIAIS DIRETOS (MD)					R\$ 0,00
	MÃO DE OBRA DIRETA (MOD)					R\$ 0,00
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP)					R\$ 0,00
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP) EM R\$					R\$ 0,00
	CUSTOS INDIRETOS ASSOCIADOS A PRODUÇÃO					R\$ 0,00
MARÇO	MATERIAIS DIRETOS (MD)					R\$ 0,00
	MÃO DE OBRA DIRETA (MOD)					R\$ 0,00
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP)					R\$ 0,00
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP) EM R\$					R\$ 0,00
	CUSTOS INDIRETOS ASSOCIADOS A PRODUÇÃO					R\$ 0,00
ABRIL	MATERIAIS DIRETOS (MD)					R\$ 0,00
	MÃO DE OBRA DIRETA (MOD)					R\$ 0,00
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP)					R\$ 0,00
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP) EM R\$					R\$ 0,00
	CUSTOS INDIRETOS ASSOCIADOS A PRODUÇÃO					R\$ 0,00
MAIO	MATERIAIS DIRETOS (MD)					R\$ 0,00
	MÃO DE OBRA DIRETA (MOD)					R\$ 0,00
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP)					R\$ 0,00
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP) EM R\$					R\$ 0,00
	CUSTOS INDIRETOS ASSOCIADOS A PRODUÇÃO					R\$ 0,00
JUNHO	MATERIAIS DIRETOS (MD)					R\$ 0,00
	MÃO DE OBRA DIRETA (MOD)					R\$ 0,00
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP)					R\$ 0,00
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP) EM R\$					R\$ 0,00
	CUSTOS INDIRETOS ASSOCIADOS A PRODUÇÃO					R\$ 0,00
JULHO	MATERIAIS DIRETOS (MD)					R\$ 0,00
	MÃO DE OBRA DIRETA (MOD)					R\$ 0,00
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP)					R\$ 0,00
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP) EM R\$					R\$ 0,00
	CUSTOS INDIRETOS ASSOCIADOS A PRODUÇÃO					R\$ 0,00
AGOSTO	MATERIAIS DIRETOS (MD)					R\$ 0,00
	MÃO DE OBRA DIRETA (MOD)					R\$ 0,00
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP)					R\$ 0,00
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP) EM R\$					R\$ 0,00
	CUSTOS INDIRETOS ASSOCIADOS A PRODUÇÃO					R\$ 0,00
SETEMBRO	MATERIAIS DIRETOS (MD)					R\$ 0,00
	MÃO DE OBRA DIRETA (MOD)					R\$ 0,00
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP)					R\$ 0,00
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP) EM R\$					R\$ 0,00
	CUSTOS INDIRETOS ASSOCIADOS A PRODUÇÃO					R\$ 0,00
OUTUBRO	MATERIAIS DIRETOS (MD)					R\$ 0,00
	MÃO DE OBRA DIRETA (MOD)					R\$ 0,00
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP)					R\$ 0,00
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP) EM R\$					R\$ 0,00
	CUSTOS INDIRETOS ASSOCIADOS A PRODUÇÃO					R\$ 0,00
NOVEMBRO	MATERIAIS DIRETOS (MD)					R\$ 0,00
	MÃO DE OBRA DIRETA (MOD)					R\$ 0,00
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP)					R\$ 0,00
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP) EM R\$					R\$ 0,00
	CUSTOS INDIRETOS ASSOCIADOS A PRODUÇÃO					R\$ 0,00
DEZEMBRO	MATERIAIS DIRETOS (MD)					R\$ 0,00
	MÃO DE OBRA DIRETA (MOD)					R\$ 0,00
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP)					R\$ 0,00
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP) EM R\$					R\$ 0,00
	CUSTOS INDIRETOS ASSOCIADOS A PRODUÇÃO					R\$ 0,00

Fonte: Própria dos autores.

3.4. Organização e análise dos dados

Na etapa do estudo de caso, iremos dividir o o modelo em duas partes. A primeira será um exercício de Bruni e Famá (2012) foi adaptado para a necessidade dos números modelados no MATLAB®. Neste exemplo excluíram-se algumas informações que não seriam pertinentes a modelagem FIS, como o critério de rateio, peso transportado e valor de despesas com frete. Vale salientar que os valores utilizados na modelagem também foram modificados a fim de trazer maior realidade a construção do modelo Fuzzy aplicado a uma indústria. As Tabelas 11 e 12 mostram os valores do exercício adaptados para este trabalho.

Tabela 11: Tabela com valores do exercício de Bruni e Famá, valores originais.

DESCRIÇÃO	PRODUTO 1		PRODUTO 2		ΣTOTAL
	TOTAL	UNITÁRIO	TOTAL	UNITÁRIO	
MATERIAIS DIRETOS (MD)	R\$ 38.000,00	R\$ 38,00	R\$ 42.000,00	R\$ 14,00	R\$ 80.000,00
MÃO DE OBRA DIRETA (MOD)	R\$ 3.200,00	R\$ 3,20	R\$ 3.600,00	R\$ 1,20	R\$ 6.800,00
CUSTOS INDIRETOS DE FABRICAÇÃO					100.000,00
CRITÉRIOS DE RATÉIOS (MD) %	47,50%		52,50%		100%
CRITÉRIOS DE RATÉIOS (MOD) %	47,06%		52,94%		100%
CRITÉRIOS DE RATÉIOS (QUD) %	25,00%		75,00%		100%
UNIDADES PRODUZIDAS EM m²	1.000		3.000		4000
CUSTOS PLENOS	R\$ 87.620,00	R\$ 8,76	R\$ 412.380,12	R\$ 13,75	R\$ 500.000,12
LUCRO DESEJADO	R\$ 30.000,00	R\$ 3,00	R\$ 90.000,00	R\$ 3,00	R\$ 120.000,00
PREÇO DE VENDA SUJERIDO	R\$ 117.620,88	R\$ 11,76	R\$ 502.380,12	R\$ 16,75	R\$ 620.001,00

Legenda: Material Direto(M.D), Mão de Obra Direta(M.O.D), Quantidade de Unidades

Fonte: Própria dos autores.

Tabela 12: Tabela com valores adaptados do exercício de Bruni e Famá, valores utilizados na modelagem.

Descrição	Colchão(CL) Produto 1	Colchonete(CN) Produto 2	SOMA
M.D	R\$ 38.000,00	R\$ 42.000,00	R\$ 80.000,00
M.O.D	R\$ 3.200,00	R\$ 3.600,00	R\$ 6.800,00
Unidades Produzidas	1000	3000	4000
Custos em Unidades	R\$ 41,20	R\$ 15,20	
Custos Indiretos de Fabricação			R\$ 100.000,00

Legenda: Material Direto(M.D), Mão de Obra Direta(M.O.D)

Fonte: Própria dos autores.

No segundo estudo de caso será a aplicação real deste modelo experimental com massa de dados primários de produção do período de um ano (Tabela em anexo) de uma empresa de beneficiamento de óleo de palma do município de Belém, alguns dados serão suprimidos para a proteção dos dados fabris da empresa.

Tabela 13: Tabela ser preenchida com referência de um mês de produção

ANO: (2016)						
MÊS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	PRODUTO ALFA (Caixa 20kg)		PRODUTO BETA (Balde 15kg)		ΣTOTAL
		SOMA DO TOTAL DE GASTOS COM PROD 1:	%	SOMA DO TOTAL DE GASTOS COM PROD 2:	%	
JANEIRO	MATERIAIS DIRETOS (MD) (EMBALAGENS + INST(OP))					
	MÃO DE OBRA DIRETA (MOD)					
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP)					
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP) EM R\$					
	CUSTOS INDIRETOS ASSOCIADOS A PRODUÇÃO (APOIO+REF.+TERC.+UTILI+MATI.+DEPRE.) RÁTEIO FIS					

Fonte: Própria dos autores.

3.5. Delimitação do estudo

O projeto em questão buscou analisar o comportamento da distribuição de CIFs através de uma nova forma de rateio FIS, escolhendo não somente um critério de rateio, mas sim utilizando todos os critérios de rateio ao mesmo tempo. Procurando, em seguida, efetuar a alocação desses critérios através de um modelo de inteligência computacional desenvolvido no software MATLAB®, como explanado anteriormente, chegando a valores mais exatos com menos subjetividades e menor grau de erro, focando primeiramente em um estudo de caso e depois na aplicação real.

A versão do software utilizado foi o MATLAB® R2011b, disponibilizado no laboratório de Engenharia de Produção da Universidade do Estado do Pará.

Os dados, como já falado anteriormente, foram coletados no livro de Bruni e Famá (2012), e adaptados em planilhas MS Excel coletadas diretamente na empresa. A série de dados históricos já organizados apenas com as informações necessárias ao estudo.

Considerou-se uma amostra de um período de 12 meses com dados de fabricação de dois produtos beneficiados de óleo de palma não demonstrado neste trabalho.

Utilizou-se também de formulas de matemática Mandani, também conhecida como controladores Fuzzy onde existem dois tipos, Mandani e Sugeno. Resumidamente, Mandani propõe uma relação fuzzy binária M entre X e U para modelar matematicamente a base de regras. Esse método tem como base a regra de composição de inferência max-min. Seu procedimento é da seguinte forma:

1. Em cada regra Rj a condicional “Se x é Aj, Então u é B00 j é modelada pela aplicação o mínimo;
2. Adota-se a aplicação \wedge (mínimo) para o conceito lógico “e” e o máximo para “ou”. Assim, a relação fuzzy M é o subconjunto fuzzy de $X \times U$ cuja função de pertinência é dada por:

$$\phi M(x, u) = \max_{1 \leq i \leq r} (\phi R_i(x, u)) = \max_{1 \leq i \leq r} [\phi A_j(x) \wedge \phi B_j(u)], \quad (1)$$

Sendo r o número de regras que compõem a base de regras e, Aj e Bj são os subconjuntos fuzzy da regra j.

Observação. Os conjuntos fuzzy de regras que aparecem na fórmula de $\phi M(x, u)$ acima podem representar o produto cartesiano fuzzy de subconjuntos fuzzy, isto é,

$$\phi A_j(x) = \phi A_{j1}(x_1) \wedge \phi A_{j2}(x_2) \text{ e } \phi B_j(u) = \phi B_{j1}(u_1) \wedge \phi B_{j2}(u_2). \quad (2)$$

A partir do entendimento sobre o controlador Mandani, temos abaixo o modelo utilizado neste trabalho de formulas de lógicas que foram ensinadas ao modelo FUZZY TOOLS do MATLAB® se transformando no modelo base de regras em um sistema de inteligência computacional ensinado que nos dará os melhores rateios a serem aplicados em cada produto.

if(X_1 isa_{1,1})*and*(X_2 isa_{1,2})*and ... and*(X_n isa_{1,n})*then*(Y isd₁)(W_1)

or

if(X_1 isa_{2,1})*and*(X_2 isa_{2,2})*and ... and*(X_n is_{2,n})*then*(Y isd₁)(W_1)

Or

∴

Or

$if(X_1 isa_{m,1}) and (X_2 isa_{m,2}) and \dots and (X_n isa_{m,n}) then (Y is d_m) (W_m)$

Os valores de inputs e outputs são variáveis de conhecimento que consistem nos conhecimentos baseados nas regras Fuzzy. Este conhecimento base também pode ser descrito como:

$$\bigcup_{j=1}^m \left(\bigcup_{i=1}^n X_i = a_{j,i} \text{ with weight } W_j \right) \rightarrow Y = d_j$$

Os valores das variáveis de entrada e saída na base de conhecimento consistem em conjuntos fuzzy. Onde o seguinte é aplicado:

X = (X1, X2, ... Xn) – Vetor da variável de entrada;

Y é a variável de saída;

aj = (aj,1, aj,2, ... aj,n) – vetor de valores para as variáveis de saída;

Wj – j-ésimo peso de regras.

1. Transformação dessa variável em um processo de Fuzzyficação;
2. Continuação do processo de Defuzzificação dessas variáveis;
3. Análise dos resultados do modelo Fuzzy.

A partir destas modelagens passaremos a analisar os valores obtidos pelo software, em seguida os valores são aplicados aos produtos correspondentes, chegando então a valores mais exatos e menos subjetivos de rateio de custos indiretos.

4. ESTUDO DE CASO

4.1 Caracterização do problema

O mecanismo de alocação dos custos indiretos em relação aos produtos envolve informações que são muitas vezes imprecisas e que tem certa subjetividade. Tais mecanismos influenciam diretamente na precificação dos produtos finais e na tomada de decisão.

Muitas empresas acabam não dando tanta importância para a alocação dos custos indiretos, ou acabam utilizando a prática de forma controversa e imprecisa, o que gera conflitos que impactam diretamente no custo final do produto. Procedimentos tais como: avaliação de estoque, fixação de preços, avaliação de desempenho e tomadas de decisões são feitas por profissionais que utilizam sua experiência, previsões ou estimativas. Por isso existe necessidade de transformar as incertezas e subjetividades em informações concretas e exatas, buscando-se envolver a tecnologia atual com o método de lógica fuzzy que compreende melhor esses aspectos imprecisos apontando uma alternativa para solucionar o problema.

4.2 Primeira parte: Modelagem didática do modelo FIS proposto

Esta Primeira parte terá o objetivo de implementar o modelo proposto na metodologia de forma bem didática como forma de instrução, utilizando dados secundários a partir de um exercício do livro Gestão de Custos e Formação de Preços de Bruni e Famá 2012 páginas 82 à 89.

4.2.1 Estabelecer variáveis que formarão os Custos Indiretos de Fabricação (CIFs)

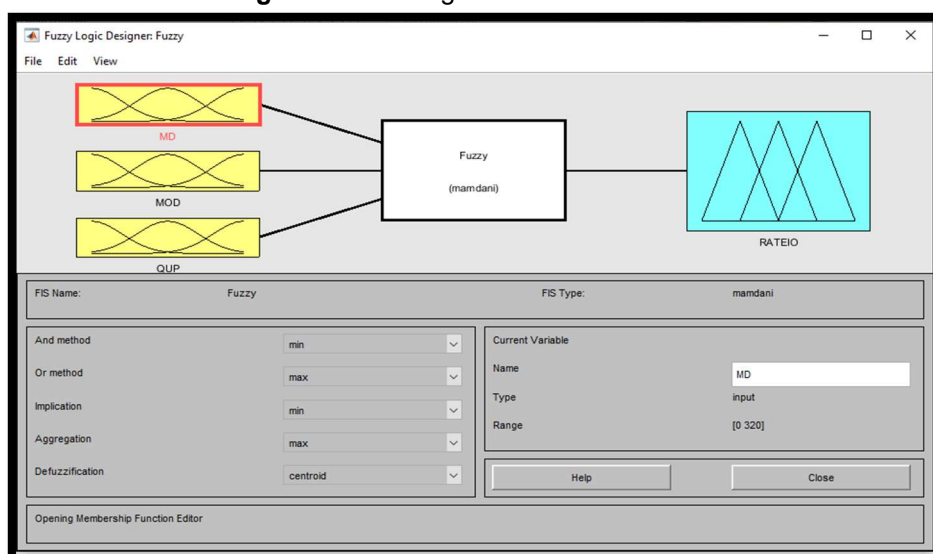
A modelagem proposta a seguir será o primeiro exemplo a ser construído baseado nos dados do exercício selecionado de Bruni e Famá (2012, p.82-89) com auxílio do Toolbox do MATLAB® Professional Edition. A escolha da utilização desse software se deve ao fato de que o mesmo possui uma interface mais amigável, porém destacamos que todas as operações realizadas com ele poderiam ser feitas

com qualquer outro software que utilizasse a lógica *Fuzzy*. Na figura 03, temos uma visão geral do modelo no MATLAB®. O modelo está dividido em três partes principais, a Fuzzificação das variáveis de entrada, as regras de inferências e a Defuzzificação das variáveis de saída.

Para começar, definiremos os valores de Custos Indiretos de fabricação (CIF's) e seus critérios de rateio. Como já explicado anteriormente, estes são bastante subjetivos, e dependem dos critérios escolhidos pelo departamento de produção de cada indústria a critério do seu gestor de produção ou departamento de contabilidade da empresa. Seguindo a definição proposta anteriormente por Martins (2015), e suas variáveis apresentadas, nesta fase para a definição dos critérios de rateio, utilizaremos o valor de CIFs no valor de R\$100.000,00 reais a serem rateados a dois produtos, chamados simplesmente de Produtos 1 e Produto 2.

Dentre as opções para critério de rateio, onde normalmente se escolhe uma, escolheremos três, chamados também de variáveis de inputs, Materiais Direto (M.D), Mão de Obra Direta (M.O.D), Quantidade de Unidades Produzidas(Q.U.P), a serem modeladas no controlador Fuzzy e rateadas ao mesmo tempo, convergindo para um novo critério de rateio chamado, FIS como demonstrado na figura 05 abaixo denominado de visão geral do modelo FIS, provenientes dos dados do exercício conforme a tabela 12.

Figura 05: Visão geral de um modelo FIS



Fonte: Própria dos autores

4.2.2 Conceituar as variáveis utilizadas e determinar a escala de valores

Tendo sido definida a etapa anterior passamos à etapa seguinte, que é a de conceituação de cada critério de rateio em variáveis linguísticas e a determinação de limites numéricos, também chamados de range para cada critério. Para modelagem correta do sistema precisa-se definir as variáveis utilizadas e os valores que as mesmas podem assumir. Segue abaixo uma descrição das variáveis utilizadas:

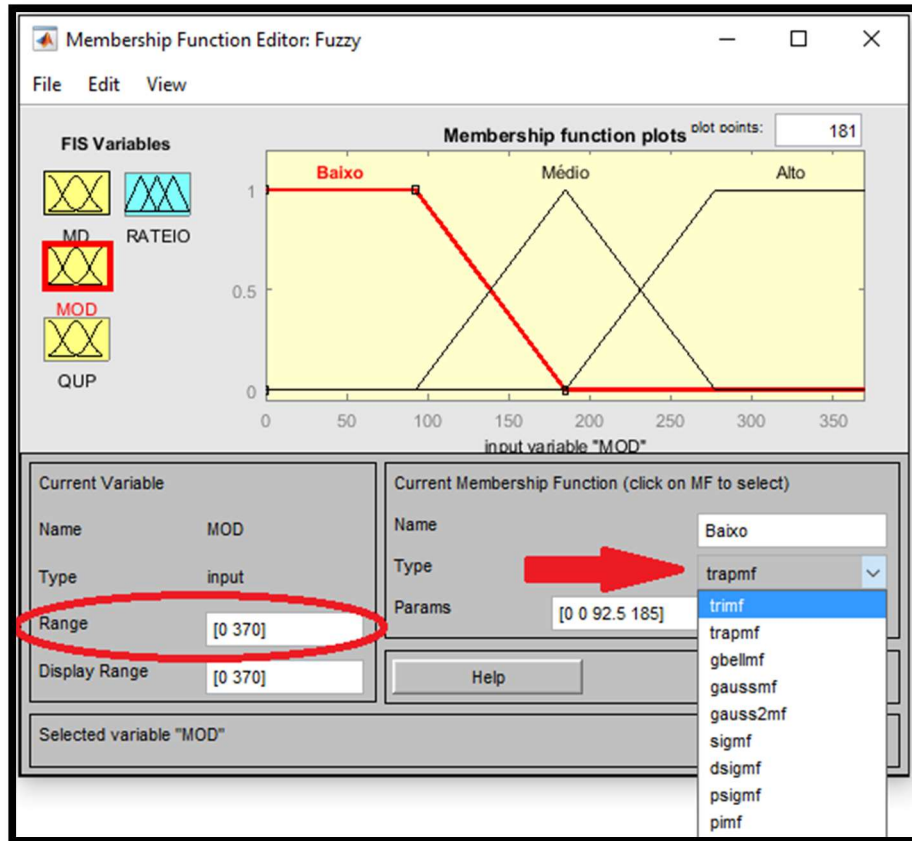
a) Material Direto(M.D): variável original do exercício, quanto maior a quantidade de lotes, maior será a quantidade de material direto aplicada à produção para desenvolver o lote determinado. A escala de entrada varia de zero até R\$80.000,00 Reais.

b) Mão de Obra Direta(M.O.D): variável original do exercício, quanto maior a necessidade de utilização e movimentação de matérias primas, maior será a necessidade de M.O.D para desenvolver as atividades pertinentes a produção do lote dentro da mesma jornada de tempo. A escala de entrada varia de zero até R\$6.800,00 Reais.

c) Quantidade de Unidades Produzidas(Q.U.P): variável original do exercício, quanto maior a demanda, maior será as outras duas variáveis de modo proporcional. Ou seja, Q.U.P determinará o fluxo lógico de variação de recursos utilizados. A escala de entrada varia de zero até R\$500.000,12 Reais ou ainda 4.000 u.p.

É muito importante observar que a modelagem correta do sistema Fuzzy dependerá destes valores e dependerá da escolha correta dentre as inúmeras opções de gráficos. No caso deste trabalho, as necessidades deste sistema foram atendidas principalmente com a utilização de gráficos piramidais centrais e trapezoidais nas extremidades, como foi exemplificado nas imagens abaixo configuradas na Figura 06.

Figura 06: Demonstração de RANGE e seletor dos gráficos.



Fonte: Própria dos autores

4.2.3 Atribuição do grau de pertinência as entradas e processar a Fuzzificação dos dados

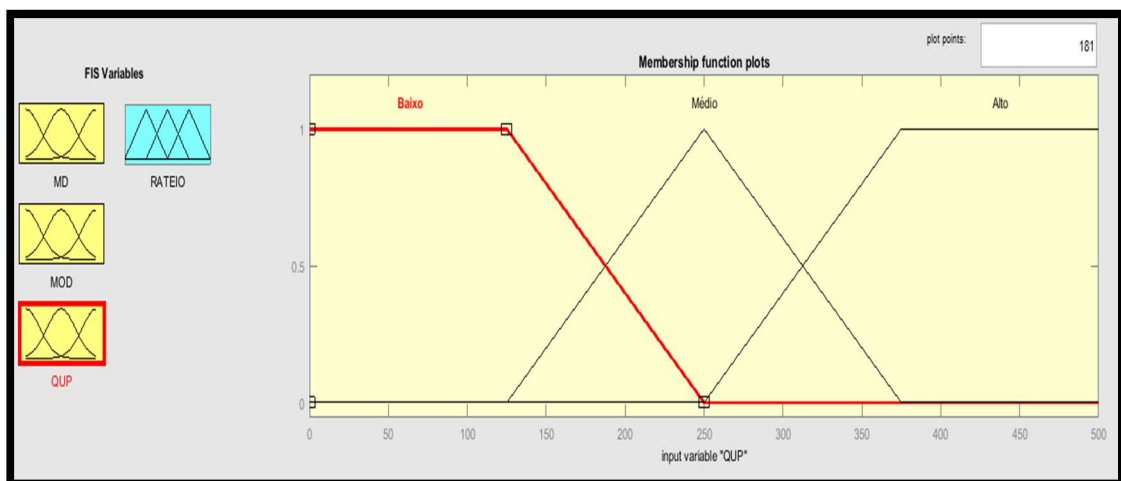
As variáveis de entradas descritas no tópico anterior são variáveis numéricas. O modelo concebido necessita converter as variáveis numéricas em variáveis linguísticas. As entradas discretas são variáveis linguísticas, atreladas a algum tipo de escala numérica. Todas as variáveis numéricas de entrada do nosso problema precisam ser convertidas em variáveis linguísticas de entrada. Como variáveis linguísticas de entrada, adotam-se os valores “Baixo”, “Médio” e “Alto”.

Para fazer essa conversão, funções de pertinência foram criadas que transformam variáveis numéricas em variáveis linguísticas. Essas funções de pertinência podem ser representadas de forma gráfica no MATLAB®. Na figura 5 tem-se o gráfico das funções de pertinência associadas com a variável QUP. Os

dados de entrada de QUP uvariavam de zero a 500, que precisam ser convertidos em variáveis lógicas.

Assim por exemplo, se a Quantidade de Unidades Produzidas forem 5, o lote de produto será considerado como “Baixo”, e se a Quantidade de Unidades Produzidas for 98 será considerado “Alto”, porém se for 28 a Quantidade de Unidades Produzidas do lote será considerada 20% “Baixo” e 80% “Alto”. Este processo de estabelecimento de intervalos foi realizado para todas as variáveis de entrada. Nesta etapa de modelagem será muito importante que todas as áreas do gráfico fiquem cobertas afim de se evitar redundâncias ou áreas descampadas, o que fará com que o sistema entre em colapso.

Figura 07: Gráficos de transformação de variáveis numéricas em variáveis linguísticas.



Fonte: Própria dos autores

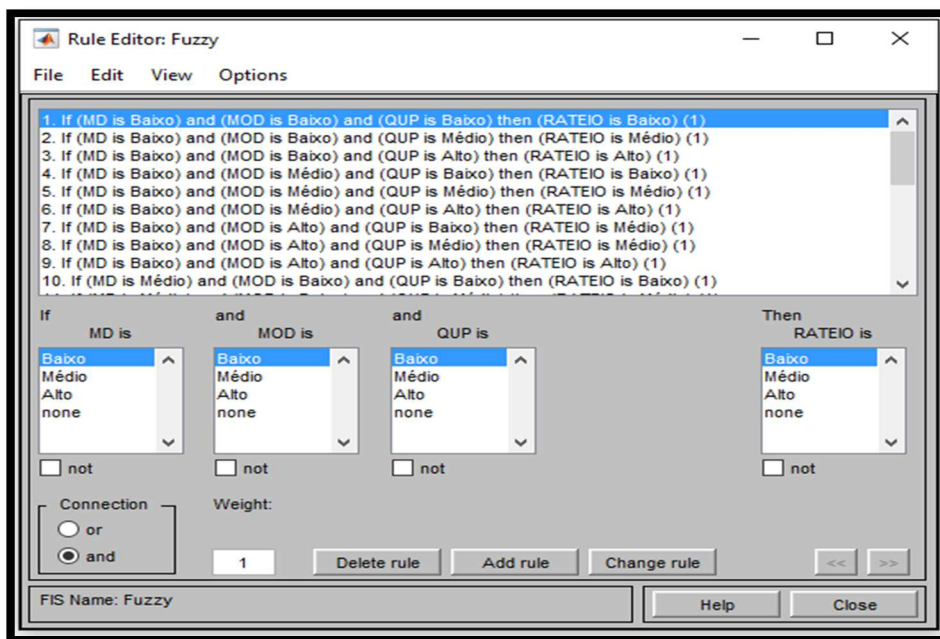
4.2.4 Estabelecer as regras de inferência

Uma vez atribuído o grau de pertinência em termos linguísticos, o modelo necessita de regras de inferência para retornar uma variável linguística de saída denominada “RATEIO” através das variáveis linguísticas de entrada. Essas regras representam uma das formas que a inteligência humana usa para tomar decisões, partindo de premissas linguísticas. Para um caso real os especialistas da empresa ou do mercado deveriam contribuir, com sua experiência, na composição das regras. Para o problema em questão foi criado um total de 27 regras de inferência. Todas

essas regras podem ser vistas no apêndice A.

As regras são atribuídas através de preposições lógicas, a seguir das regras utilizadas: SE a complexidade do produto é alta, E o tempo do engenheiro dedicado para essa atividade é médio, ENTÃO o esforço para se controlar processos é médio-alto. A atribuição das regras foi feita no MATLAB®, que oferece uma forma prática de atribuir essas regras conforme pode-se observar na figura 8 o exemplo de 10 regras criadas através do editor de regras no software onde abrangem, em tese, todas as combinações lógicas possíveis para a quantidade de direcionadores criados para cada atividade.

Figura 08: Editor de regras do MATLAB® com o exemplo de 10 das 27 regras



Fonte: Própria dos autores

Existem várias formas de representar um mesmo conjunto de regras de inferência. Didaticamente, é interessante se ter várias formas de representação, pois facilita o ensino e a compreensão de todos os envolvidos com um sistema Fuzzy. A tabela 13 ilustra uma forma simplificada de representação.

Tabela 14: Exemplo mais didático de 10 das 27 regras

Número	<i>if</i> QUP	<i>and</i> MD	<i>and</i> MOD	<i>then</i> RATEIO
1.	baixo	baixo	baixo	baixo
2.	baixo	baixo	médio	médio
3.	baixo	baixo	alto	alto
4.	baixo	médio	baixo	baixo
5.	baixo	médio	médio	médio
6.	baixo	médio	alto	alto
7.	baixo	alto	baixo	baixo
8.	baixo	alto	médio	médio
9.	baixo	alto	alto	alto
10.	médio	baixo	baixo	baixo

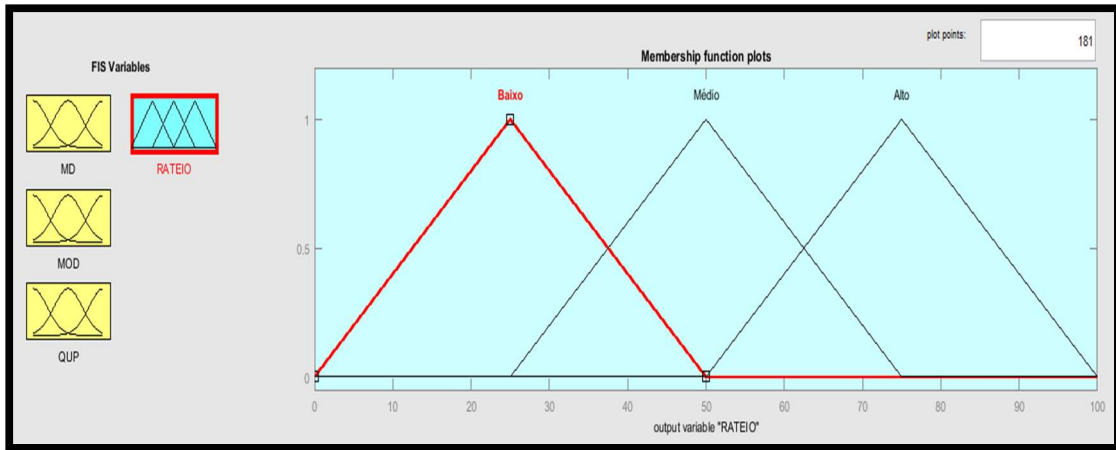
Fonte: Própria dos autores

4.2.5 Processar a Defuzzificação dos dados

Por intermédio das regras de inferência, nosso processo tornará como saída uma variável linguística denominada “RATEIO”. Os valores linguísticos de saída adotados foram: “Baixo”, “Médio” e “Alto”. Para a determinação dos direcionadores de custos precisa-se no final do processo, converter essa variável linguística em um valor numérico. A figura 07 mostra o gráfico das funções de pertinência de saída do MATLAB®. O processo de Defuzzificação realizado pelo software MATLAB® representa a transformação das variáveis linguísticas em variáveis numéricas. O método usado neste processo é chamado de Método do Centro da Área ou Centroide. Neste método o ponto de equilíbrio da saída Fuzzy é obtido através do cálculo da média ponderada da região Fuzzy encontrada pela função de agregação. Outros métodos empregados no processo de Defuzzificação são o Método Máximo e o Método da Média dos Máximos.

Os resultados do processo de Defuzzificação serão os novos direcionadores de custos, gerados pelo modelo Fuzzy. Em seguida, eles são usados na alocação do custo das atividades para se chegar aos custos dos produtos. A Figura 09 demonstra a saída do rateio.

Figura 09: O Output "RATEIO".



Fonte: Própria dos autores

4.2.6 Análise dos resultados do modelo Fuzzy

Para a consecução do desenvolvimento do modelo proposto, foram definidas as características dos dois produtos baseados em valores distintos para as variáveis definidas no passo 4.3.1. Na tabela 11 são apresentados os dois produtos e os valores de suas respectivas variáveis. Nesse trabalho, tais valores foram atribuídos de forma arbitrária. Porém, é importante observar que em se tratando de um caso real esses valores devem ser obtidos dos controles de produção dos produtos envolvidos através dos departamentos de Planejamento e Controle de Produção e da Contabilidade.

Para facilitar o entendimento destes novos conceitos, decidiu-se seguir o exemplo original com o uso de apenas dois produtos, além de simplificar a apresentação do modelo Fuzzy. Entretanto, em um caso real, poderiam ser utilizados vários produtos, abrangendo todo o portfólio da organização.

Para dividir-se os custos associados ao “produto 1” e ao “produto 2”, precisa-se verificar quais os custos de cada variável atribuída a estes produtos diretamente. Para o produto 1, atribui-se na Defuzzyficação do MATLAB®, o valor R\$38.000,00 para a variável M.D, R\$3.200,00 para variável M.O.D e o valor de R\$1.000,00 para a variável Q.U.P, o que resultou através do modelo Fuzzy proposto um rateio com o valor de 25, o qual a leitura correta se dará em porcentagens, ou seja 25,00% do

total dos C.I deverão ser direcionados ao produto 1.

Figura 10: Rateio FIS para o produto 1

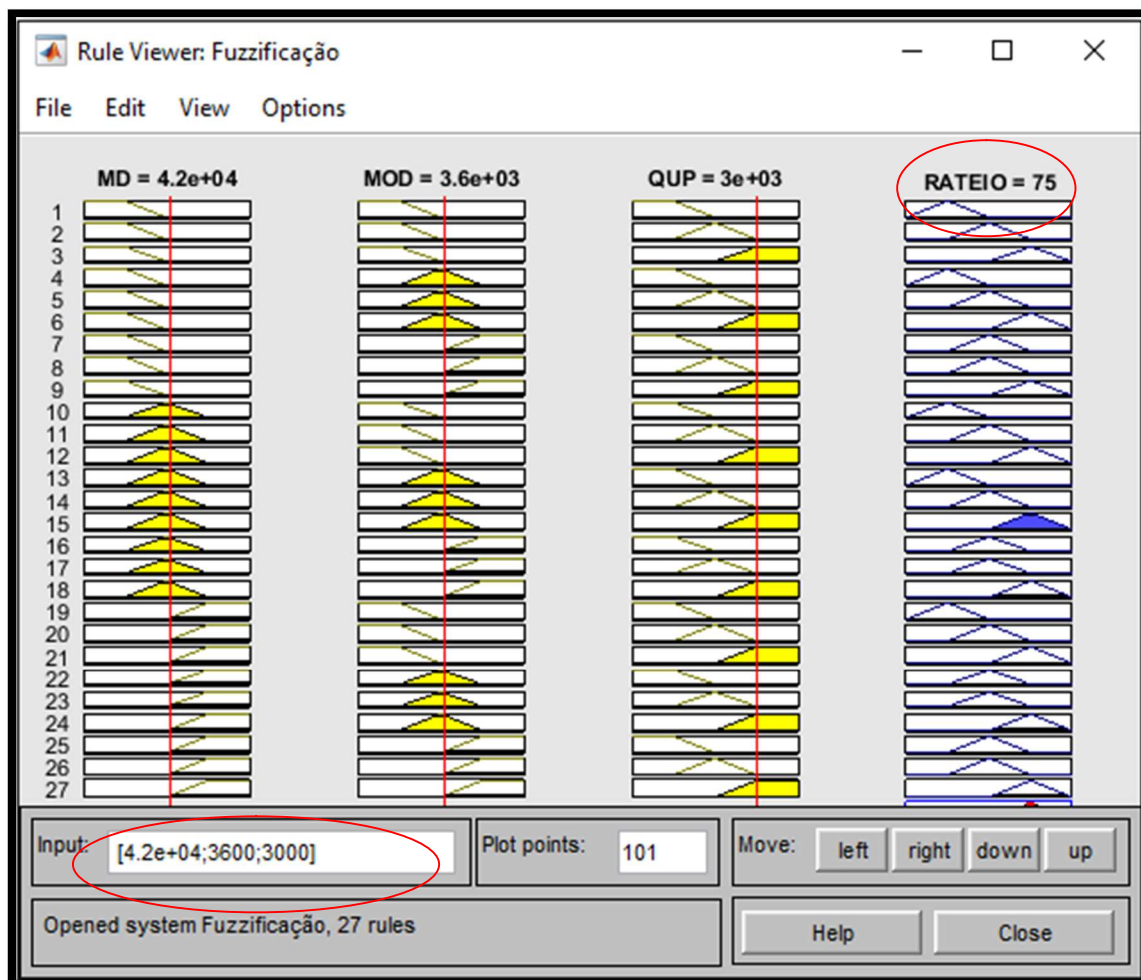


Fonte: Própria dos autores

Conseqüentemente para o produto 2 onde atribui-se os valores R\$42.000,00 para a para a variável M,D, R\$3.600,00 para variável M.O.D e o valor de R\$3.000,00 para a variável Q.U.P, o que resultou em um rateio com o valor de 75, o qual a leitura correta se dará em porcentagens, ou seja 75,00% do total dos C.I deverão ser direcionados ao produto 2.

Repare que os valores são complementares à 100%, ou seja, se no momento de aplicação dos valores complementares as quantidades de produtos forem aplicadas,elas deverão somar 100%. A Figura 11 demonstra o rateio FIS abaixo:

Figura 11: Rateio FIS para o produto 2.



Fonte: Própria dos autores

Usando a mesma lógica, baseada nos valores atribuídos na tabela 11, foram desenvolvidos os novos percentuais de alocação de custo para cada critério e um comparativo entre cada um, que estão expostos na tabela 14.

Tabela 15: Resultado comparativo entre os critérios de rateio.

Descrição	Valor a ser rateado Produto 1	Rateio	Valor a ser rateado Produto 2	Rateio	SOMA
Se o critério escolhido for M.D	R\$ 47.500,00	47,50%	R\$ 52.500,00	52,50%	R\$ 100.000,00
Se o critério escolhido for M.O.D	R\$ 47.050,00	47,05%	R\$ 52.950,00	52,95%	R\$ 100.000,00
Se o critério escolhido for QUP	25000	25,00%	75000	75,00%	R\$ 100.000,00
Se o critério escolhido for FIS	R\$ 25.000,00	25,00%	R\$ 75.000,00	75,00%	R\$ 100.000,00

Fonte: Própria dos autores

Como é possível observar na Tabela 14, os percentuais de alocação baseados nos critérios Fuzzy apresentam diferenças em relação aos percentuais dos critérios do exercício de Bruni e Famá (2012). Isto ocorre porque o modelo proposto neste estudo leva em conta todas as variáveis de rateio, estipuladas pelo passo 1 para gerar um valor percentual de alocação de custos para cada critério. Neste sentido, o modelo Fuzzy proposto não reflete o melhor método de rateio teoricamente, e sim um novo critério de rateio para o consumo dos recursos pelos critérios antigos.

4.3 Segunda parte: Aplicação real do modelo FIS proposto

Esta segunda parte terá o objetivo de implementar o modelo proposto acima de forma técnica e mais objetiva, demonstrando que o modelo é perfeitamente admissível em uma situação agora não mais hipotética. A aplicação de dados primários coletados diretamente do setor de produção de uma indústria beneficiadora de óleo de palma no município de Belém do Pará será a partir de um histórico robusto de um ano de produção de dois produtos, com o objetivo de aplicação real do modelo proposto demonstrando sua eficácia e nova metodologia de rateio em uma indústria.

4.4 Caracterização da empresa pesquisada

O estudo de caso foi desenvolvido em uma empresa refinadora de óleo de dendê localizada no município de Belém, possuindo polos em Tailândia onde se constitui a plantação de dendê e mais uma refinaria na cidade de Limeira-SP.

De acordo com o diretor geral da empresa, a refinaria foi inaugurada em 1997 com o objetivo de diversificar sua linha de produtos com a oferta de óleos de palma e palmiste refinados, assim como oleína e estearina de palma refinada. Atualmente, a refinaria tem capacidade para refinar de 320 ton/dia.

A empresa é caracterizada por ter uma cadeia de suprimento verticalizada, dominando desde a plantação da matéria prima com o plantio de dendê em Tailândia até o produto final processado nas refinarias e destaca-se como fornecedora de matéria-prima para indústrias óleos-química, saboieiras e alimentícias. O óleo de palma, um dos principais produtos da empresa, é um dos óleos vegetais mais utilizados no mundo. Segundo dados divulgados pela consultoria Research and Markets, o consumo mundial de óleo de palma aumentou nos últimos 20 anos e será ampliado em 3,7 milhões de toneladas em 2019.

O óleo de palma e seus derivados têm diversas aplicações nas indústrias alimentícias e óleo-química, dentre elas: frituras industriais, aspersão de extrusados, chocolates, massas, margarinas, cremes vegetais, biscoitos, sorvetes, cosméticos, detergentes, sabões e sabonetes (BRITO, 2017, p. 1).

A empresa gera em torno de 5000 empregos diretos e mantemos agrovilas com boa infraestrutura para os colaboradores, possui 107 mil hectares de terras; 39 mil hectares de palmeiras já plantadas; 64 mil hectares de reservas florestais; 1600 km de estradas próprias; 05 industriais de extração de óleo bruto; 01 terminal de exportação; 02 industriais de refino; 02 industriais de produção e acondicionamentos de gorduras vegetais; 05 laboratórios de controle de qualidade; geração própria de energia elétrica para o processo industrial; 4 estações para tratamento de água; 01 estação de produção de água de reuso; 300 há não plantados com palmas disponíveis para novos plantios.

Conforme Sousa (2004), a empresa possui uma forte política que visa a sustentabilidade, agregando valores que impactam a qualidade dos produtos e

também seus consumidores em geral. A empresa possui certificações como: ISO 9001,14001 e OHSAS 18001, programa de agricultura familiar, programa de preservação ambiental e programa de sustentabilidade social.

Por fim, é notório o crescimento da empresa e o plantio do dendê, visto que o consumo de gordura vegetal vem crescendo, pois causa menos impactos na saúde do ser humano, sem perder a qualidade nos produtos que a compõe.

4.4.1 Coleta de dados da produção

Foram efetuadas diversas visitas ao setor de produção da empresa, a qual produz diversos tipos de insumos de origem alimentícia, como mencionado anteriormente, que servirão de base para a fabricação de diversos outros produtos ao longo da cadeia de produção na indústria alimentícia. Dentre estes diversos produtos escolhemos apenas dois, devido as suas similaridades, porém sempre lembrando que o modelo pode ser aplicado a todos os produtos da empresa, estes produtos doravante chamados de produto 1 Alfa, de 20kg, e Produto 2 Beta, de 15kg.

Os dados foram coletados em um período recente de 2016, e tem uma massa total de um ano de informações a respeito da produção destes dois produtos. Os dados foram extraídos em uma planilha comum, e acompanhados pelo gestor de produção da área por se tratarem de uma informação sigilosa, confidencial e protegida, diretamente do sistema de informação gerencial da empresa como demonstrada na tabela 15 abaixo. Os custos de produção para cada produto estão discriminados assim como no exercício didático anterior em M.D, M.O.D e Q.U.P, já os C.I serão a soma equipe de apoio, refeição da equipe de produção, terceirização, utilidades, depreciação do setor industrial, luz fábrica, água fábrica.

Tabela 16: Exemplo de coleta e rateio tradicional para 1 mês de produção

ANO: (2016)						
MÊS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	PRODUTO ALFA (Caixa 20kg)		PRODUTO BETA (Balde 15kg)		ΣTOTAL
		SOMA DO TOTAL DE GASTOS COM PROD 1:	%	SOMA DO TOTAL DE GASTOS COM PROD 2:	%	
JANEIRO	MATERIAIS DIRETOS (MD) (EMBALAGENS + INST(OP))		67,64%		32,36%	
	MÃO DE OBRA DIRETA (MOD)		71,11%		28,89%	
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP)		64,89%		35,11%	
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP) EM R\$		67,53%		32,47%	
	CUSTOS INDIRETOS ASSOCIADOS A PRODUÇÃO (APOIO+REF.+TERC.+UTILI+MAT.I+DEPRE.) RATEIO FIS					

Fonte: Própria dos autores

4.4.2 Modelagem do Sistema

Os critérios de rateio definidos foram os mesmos, M.D, M.O.D e Q.U.P. Os dados a serem tratados serão os valores acumulados ao longo dos 12 meses de produção dos referidos produtos, sendo os totais para cada critério e o acumulado dos C.I como o demonstrado na tabela 16. Estes valores serão os valores de *rangedestescritérios*.

Tabela 17:Exemplo de coleta e rateio FIS para 1 mês de produção

ANO: (2016)						
MÊS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	PRODUTO ALFA (Caixa 20kg)		PRODUTO BETA (Balde 15kg)		ΣTOTAL
		SOMA DO TOTAL DE GASTOS COM PROD 1:	%	SOMA DO TOTAL DE GASTOS COM PROD 2:	%	
JANEIRO	MATERIAIS DIRETOS (MD) (EMBALAGENS + INST(OP))		67,64%		32,36%	
	MÃO DE OBRA DIRETA (MOD)		71,11%		28,89%	
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP)		64,89%		35,11%	
	QUANTIDADE DE UNIDADES PRODUZIDAS (QUP) EM R\$		67,53%		32,47%	
	CUSTOS INDIRETOS ASSOCIADOS A PRODUÇÃO (APOIO+REF.+TERC.+UTILI+MAT.I+DEPRE.) RATEIO FIS		61,10%		38,90%	

Fonte: Própria dos autores

A modelagem do sistema segue da mesma maneira, com os gráficos do tipo triangular e trapezoidal, as variáveis linguísticas definidas em “baixa”, “média” e “alta”,e as inferências também ficaram com 27 regras como a exemplo do modelo

anterior, o que não quer dizer que todos os modelos seguiram estes padrões apenas que o exemplo anterior seguiu esta modelo real, conforme demonstrada na figura 12 abaixo.

Figura 12: Modelo do FIS com seus *inputs*, *range* e *output*.



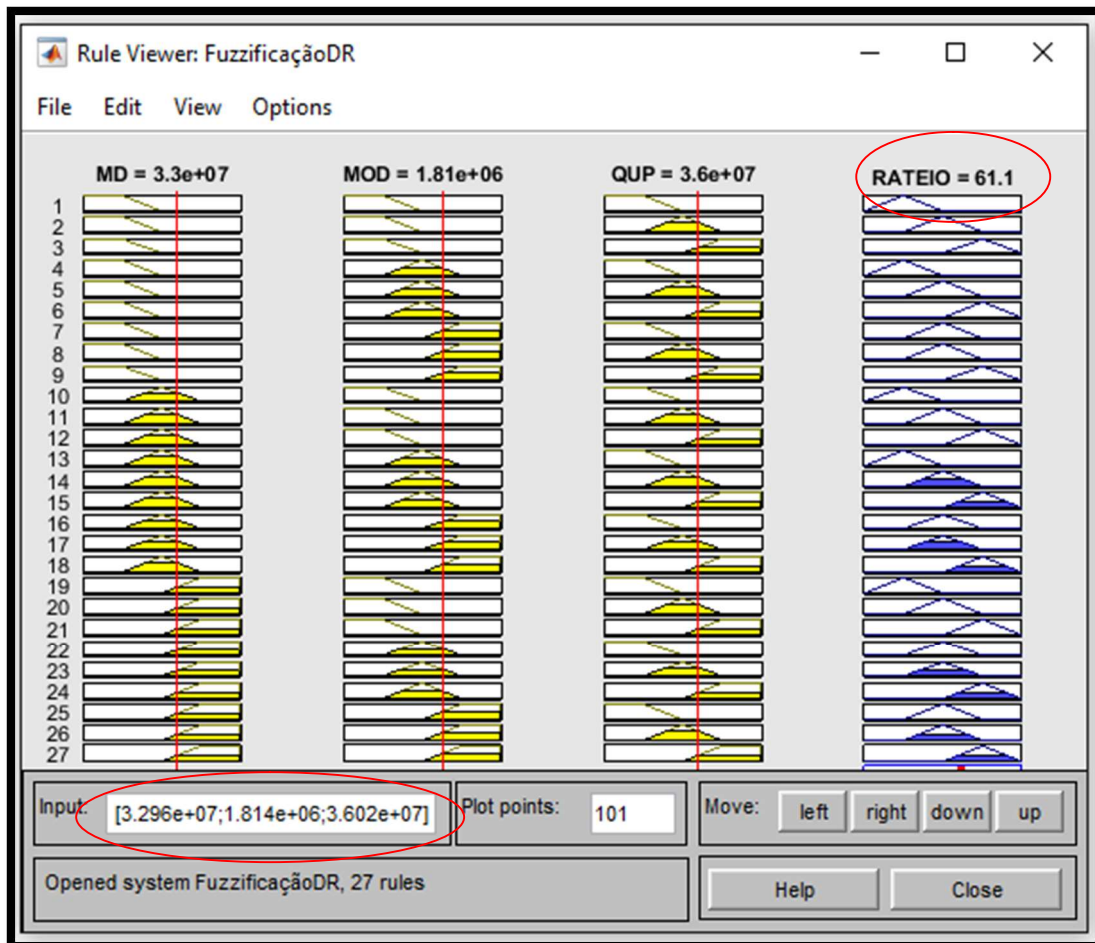
Fonte: Própria dos autores

4.4.3 Processamento dos dados e retroalimentação do sistema

Para dividir-se os custos Indiretos de fabricação no valor total de R\$ \$275.525,73, no mês de referência associados ao produto Alfa, precisa-se verificar quais os custos com cada variável atribuída a estes produtos diretamente. Para o produto 1, atribui-se na Defuzzyficação do MATLAB®, o valor de 67,64% de C.I e 32,36% para o produto Betan, se o critério for para a variável M.D. Se o critério for a variável M.O.D então será valor de 71,11% para o 1 e 28,11% para o 2. E então segue-se este mesmo raciocínio lógico para a variável QUP de 64,89% e 35,11% respectivamente. Logo, o que resultou através do modelo Fuzzy proposto foi um rateio com o valor de 61.10 para Alfa e 38.90 para Beta, conforme demonstrado na figura 13 e 14 (abaixo), o qual a leitura correta se dará em porcentagens, ou seja

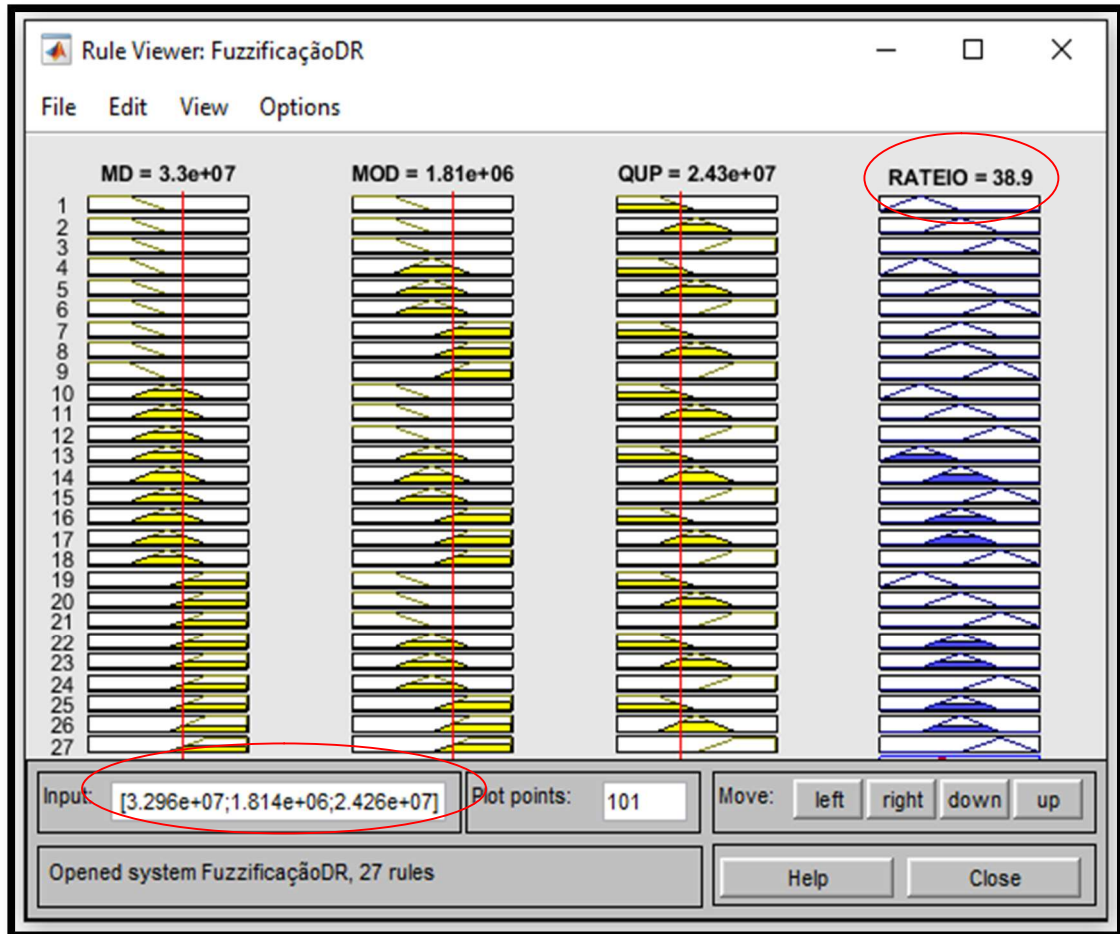
61,10% do total dos C.I deverão ser direcionados ao produto 1 e 38.90% subsequentemente.

Figura 13: Resultado do rateio para o produto ALFA



Fonte: Própria dos autores

Figura 14: Resultado do rateio para o produto BETA.



Fonte: Própria dos autores

4.5 Discussão dos resultados

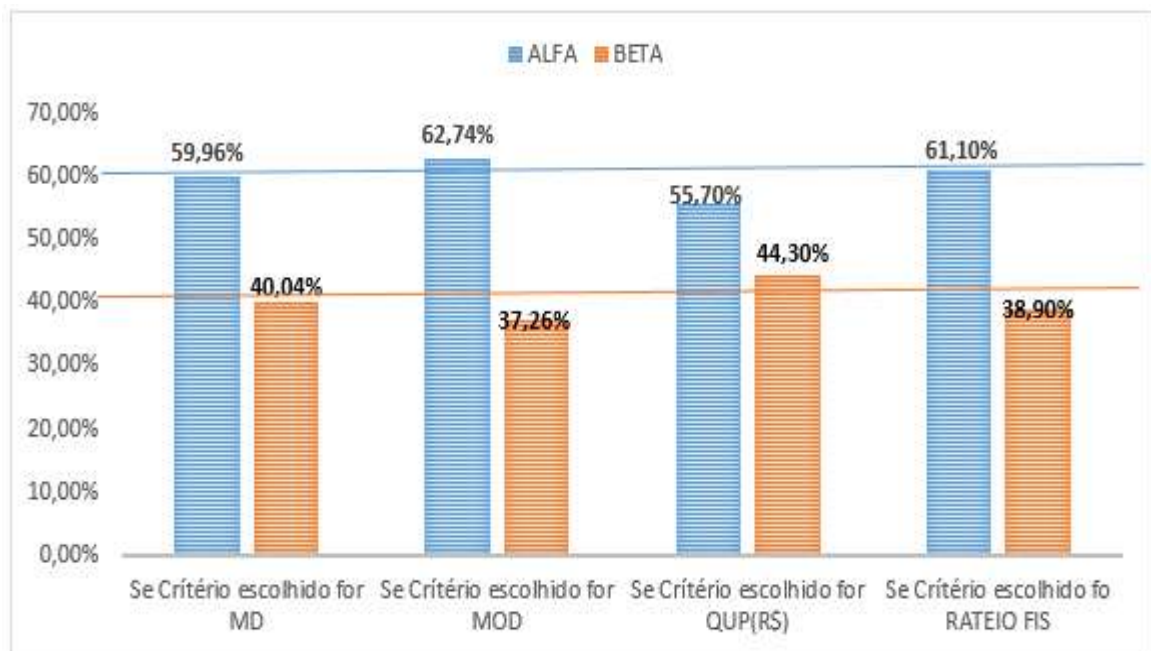
Como pode-se observar na tabela 17 abaixo, os percentuais de alocação baseado nos controladores Fuzzy apresentam diferenças em relação aos percentuais dos critérios clássicos. Isto ocorre porque o modelo proposto neste estudo leva em conta todas as variáveis, ao mesmo tempo, estipuladas pela tabela 10 para gerar um valor percentual de alocação de custos para cada tipo de rateio. Neste sentido, o modelo Fuzzy proposto reflete, em tese, uma forma diferente do tipo de rateio, pela forma de abordagem, utilizando todos os critérios ao mesmo tempo.

Tabela 18: Tabela comparativa de critérios de rateio

ACUMULADO DO ANO DE 2016	Comparativo entre os critérios de rateio	ALFA	BETA
	Se Critério escolhido for MD	59,96%	40,04%
	Se Critério escolhido for MOD	62,74%	37,26%
	Se Critério escolhido for QUP(R\$)	55,70%	44,30%
	Se Critério escolhido for RATEIO FIS	61,10%	38,90%

Fonte: Própria dos autores.

Figura 15: Gráfico comparativo de critérios de rateio



Fonte: Própria dos autores.

Os resultados evidenciados na tabela 17 de 61,10% para o produto Alfa e 38,90% para o produto Beta, demonstram uma diferença entre os custos dos produtos no método de alocação tradicional, e no método Fuzzy ABC. Pelo método Fuzzy, o produto Alfa apresentou uma elevação no seu custo enquanto o produto Beta teve uma redução de custo no mesmo valor. Informações desse tipo podem ser de vital importância para uma determinada organização, representando um dado útil para a tomada de decisões gerenciais que tomam como base o custo dos produtos.

Os administradores da instituição poderiam optar, por exemplo, pela descontinuação da produção de determinado produto ou tomar medidas para

aprimorar certos processos. É importante enfatizar que o objetivo deste trabalho não é criticar os modelos tradicionais utilizados, muito menos o enfoque didático utilizado por Bruni e Famá (2012) em seu livro. O trabalho pretende evidenciar e problematizar uma nova opção de alocação de C.I a partir da evidenciação deste problema e sugerir uma possível solução baseada nos conceitos de lógica Fuzzy.

5. CONCLUSÃO

5.1. Considerações Finais

As possibilidades de aplicação da lógica Fuzzy nas áreas de Engenharia de Produção são inumeráveis, como por exemplo na engenharia e econômica, auditoria, finanças e gestão empresarial, Controle da Qualidade total etc. Conforme pode ser observado nos estudos citados no capítulo de revisão teórica, controladores Fuzzy e outros sistemas inteligentes vêm se tornando importantes ferramentas no processo de identificação e desenvolvimento de maneiras para tratar da incerteza e da ambiguidade existentes nas organizações nos mais diversos seguimentos, pois estas metodologias conseguem levar em consideração essa subjetividade durante o seu processo, retornando com uma resposta mais exata, possibilitando uma tomada de decisão mais próxima da ideal. A proposta deste trabalho foi a construção de um modelo baseado na lógica Fuzzy para alocação de custos indiretos aos produtos como critério de custeio. O modelo, primeiramente, foi baseado em um problema formulado no livro de Bruni e Famá (2012).

Para a Simulação do modelo Fuzzy proposto, o software MATLAB® foi escolhido dentre as várias possibilidades de softwares disponíveis no mercado, devido ele apresentar uma interface mais simples e direta.

Após essa aplicação “teste”, o mesmo modelo serviu para a alocação de Custos Indiretos em uma empresa beneficiadora de óleo de palma no município de Belém do Pará. Dentre o vasto portfólio de produtos que a empresa fabrica, foram selecionados apenas dois de forma a tornar o trabalho mais didático, Alfa e Beta. Contudo, é sempre importante ressaltar que este modelo se mostrou perfeitamente aplicável a qualquer produto da empresa.

O sistema Fuzzy proposto neste trabalho estende os conceitos baseados na lógica Fuzzy às metodologias normalmente utilizadas nos processos de alocação de custos aos produtos, com isso o modelo consegue contemplar a subjetividade inerente ao processo de alocação de custos e disponibilizar informações de alto valor para que as resoluções adotadas sejam as mais próximas da ideal.

Portanto, o uso da lógica Fuzzy foi considerado adequado em decorrência das informações de custos e de seus naturais desdobramentos. Muitas vezes, essas

informações denotam graus de imprecisão e incertezas que são inerentes ao complexo ambiente de negócios, e estas incertezas é que abrem espaços para o surgimento de novas metodologias que aprimorem as soluções para os problemas, como é o caso da lógica Fuzzy. Por fim, tendo como principal objetivo ilustrar os conceitos desta nova técnica, este trabalho fez uso de um modelo simples com apenas dois produtos como foco de estudo, o que é considerada uma maneira sofisticada de executar uma aproximação da realidade quando se leva em consideração o caráter didático desta análise.

5.2. Proposta para trabalhos futuros

O desenvolvimento do sistema de maior complexidade que compreendam outros pontos de vistas que não foram discutidos neste trabalho, novos estudos em torno de novas tecnologias que possam ser conciliadas e aplicadas em empresas com dificuldades reais em alocações de custos indiretos.

Por se tratar de um conceito sólido e estruturado, a lógica Fuzzy pode e foi desenvolvida para ser aplicada em casos mais complexos que uma grande quantidade de operações, direcionadores e produtos, que possuem um grau maior de subjetividade dos seus procedimentos, podendo ser difundida em grandes empresas de diferentes segmentos no contexto mundial.

Apesar do fato de que a lógica Fuzzy e outros sistemas de inerentes a inteligência computacional não serem objetos de estudo proveniente da grade original do curso de engenharia de produção, estes obstáculos foram vencidos como maneira de proporcionar uma metodologia diferente na abordagem de rateios e novas oportunidades de pesquisa para esta comunidade acadêmica.

Extender os entendimentos deste trabalho para novos estudos que contemplem a economia e o mercado onde a empresa que vier a ser estudada siga para um ramo de concorrência perfeita para que sejam demonstradas melhor as técnicas e resultados de como a lógica Fuzzy pode auxiliar a melhor precificação dos produtos auxiliando como estratégia para esta concorrência, seguido de uma análise de sensibilidade com variações de (sugestão) 0,5 para mais e para menos para ratificação dos resultados.

Restando essa e outras sugestões de propostas para trabalhos futuros continuação desta pesquisa aplicada juntamente com os sistemas tradicionais de rateio, como o Sistema de Custeio variável, Sistema de Custeio por absorção e Sistemas de Custeios baseados em atividades (ABC). Aplicar com uma quantidade maior de produtos para a verificação da suavização maior de mais produtos e suas possíveis aderências com outros tipos de controles como o Sugeno.

REFERÊNCIAS

ABAR, C. **Noções de lógica matemática**. São Paulo, 2004.

BARBOSA, Ângelo Crysthian. **Contabilidade Básica**. 1. ed. Curitiba: Juruá, 2011.

BEUREN, I. M., et al. **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

BORNIA, Antônio Cezar. **Análise Gerencial de Custos – Aplicação em Empresas Modernas**. Porto Alegre: Editora Bookmann, 2002.

BRITO, MARCELO. **Agropalma**. Disponível em:
<<http://www.diarioonline.com.br/noticias/para/noticia-444578-agropalma-prepara-festa-de-aniversario-para-comemorar-seus-35-anos.html>>. Acesso em: 18 mai. 2017.

BRUNI, Adriano Leal; FAMÁ, Rubens. **Gestão de Custos e Formação de Preços: com Aplicações na Calculadora Hp 12c e Excel**. 6. ed. São Paulo: Scipione, 2012.

CALLADO, Aldo L. Cunha et al. **Gestão de custos em micros, pequenas e médias empresas: um perfil dos artigos publicados no Congresso Brasileiro de Custos**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CUSTOS, 9, Florianópolis, 2005. Anais. Disponível em <<https://www.abcustos.org.br/>>: Acesso em: 01 mar. 2017.

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

CLEMENTE, A.; SOUZA, A. **Análise Econômico-financeira de Projetos**. In: CLEMENTE, A. (Org.). **Projetos Empresariais e Públicos**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2007.

CONSELHO REGIONAL DE CONTABILIDADE DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Métodos de Custeio**. 1995. Meio (digitais email e site); Disponível em: http://www.crcsp.org.br/portal_novo/publicacoes/metodosdecusteio/index.html Acesso em: 15 Mar. 2017

COOPER, R.; KAPLAN, R. S. **Measure costs right: make the right decisions**. **Harvard Business Review**. Vol. 66. 1988

COOPER, R.; KAPLAN, R. S. **The design of cost management systems: text, cases, and readings**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1998.

DELOITTE. **Industry 4.0 Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies**. 24 de outubro de 2014. Disponível em:

ARAÚJO, M. H. F.; RODRIGUES, M. C. M. **Lógica Fuzzy como ferramenta de auxílio na alocação dos custos indiretos**: Estudo em empresa beneficiamento de óleo de palma no município de Belém do Pará. Página76

<<http://www2.deloitte.com/content/dam/deloitte/ch/documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014>>. Acesso em: 27 fev. 2017.

ÉRICA, Idoeta Capuano, F.G.; **Elementos de Eletrônica Digital**, 12ª.Ed. 1987

FIESP; CIESP. **PANORAMA DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA**. 12ª ed. Atualizada Em 16 de dezembro 2016. Disponível em<<http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/panorama-da-industria-de-transformacao-brasileira/>>. Acesso em: 28 fev. 2017.

FRIEDLOB, G. T.; SCHLEIFER, L. L. F. Fuzzy logic: application for audit risk and uncertainty. **Managerial Auditing Journal**. Mar. 1999, p. 127-135.

GASPARETTO, Antônio Junior. **A Industrialização**. 2017

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**.5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
HUSSEIN, M.; TAM, K. Pilgrims Manufacturing, Inc: activity-based costing versus volume-based costing. **Issues inAccounting Education**, Sarasota, v. 19, n. 2, p. 539-553, 2004.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **PIA – Pesquisa Industrial Anual do IBGE para 2015**, Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/bibliotecas-depositarias.html>> Acesso em: 07 mar. 2017

KORVIN, A. de; SIEGEL, P.H.; AGRAWAL, S. An Application of Fuzzy Sets to Cost Allocation. **Applications of Fuzzy Sets and the Theory of Evidence To Accounting**. London, JAI Press, 1995, p. 55-71.

KUPFER, D. & HASENCLEVER, D. L. **Economia industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil**. 2ª ed.Rio de Janeiro: Campus, 2013.

LEONE, George Sebastião guerra. **Custos Planejamento Implantação e Controle**. São Paulo: Atlas, 2000.

MALUTTA, C. **Método de apoio à tomada de decisão sobre a adequação de aterros sanitários utilizando a Lógica Fuzzy**. 2004. 221 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, SC, 2004.

MARTINS, Elizeu. **Contabilidade de Custos**.11ª. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

MARTINS, Elizeu. **Contabilidade de Custos livro exercício**.10 ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MEGLIORINI, E. **Custos**. São Paulo: Makron Books, 2002

ARAÚJO, M. H. F.; RODRIGUES, M. C. M. **Lógica Fuzzy como ferramenta de auxílio na alocação dos custos indiretos**: Estudo em empresa beneficiamento de óleo de palma no município de Belém do Pará.

Página77

MESQUITA, Marcos, SOUZA, Osmar. **Introdução a teoria dos conjuntos FUZZY**. Londrina. 2010. (Trabalho de projeto de pesquisa).

PAMPLONA, Edson de Oliveira. **Contribuição para análise crítica de sistemas de custos ABC através de direcionadores de custos**. 1997 (Tese de Doutorado apresentada a FGV).

PEREZ JÚNIOR, José Hernandez; OLIVEIRA, Luís Martins de. **Contabilidade avançada**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

POLANYI, Karl. **The Economistic Fallacy**, in Karl Polanyi; Harry Pearson (orgs.), *The Livelihood of Man*. New York: Academic Press, 5-17, 1977.

POMPERMAYER, C. B.; LIMA, J. E. P. **Gestão de Custos. Finanças empresariais/ FaeBusiness School**. Curitiba: Associação Franciscana de Ensino Senhor Bom Jesus, 2002. Disponível: <www.unifae.br/publicacoes/pdf/financas>, acessado em 19.Abr.2017.

Revista FIRJAN, **A indústria 4.0**. Disponível em: <<http://www.firjan.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=2C908A8A555B47FF01557D8802C639A4&inline=1>>. Acesso em 27 fev. 2017.

RIFKIN, Jeremy, **A Terceira Revolução Industrial (The Third Industrial Revolution)**, 2012.

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

SILVA, E. L. da MENEZES, E. M. **Apostila de metodologia de pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. atual. Florianópolis, 2005.

SOUZA, Antônio A. et al. **Análise de sistemas de informações utilizados como suporte para os processos de estimação de custos e formação de preços**. ABCustos Associação Brasileira de Custos, v. 1, n. 1, set/dez 2006. Disponível em:<<https://www.abcustos.org.br/>>. Acesso em: 01 mar. 2017.

SOUZA, Homero. **Sistema de gestão integrado de qualidade, meio ambiente, saúde e segurança e responsabilidade social – SGI**: uma experiência de Implantação. Bauru. 2004.

SISTEMA FIRJAN.**PANORAMA DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA** Disponível em:<http://www.firjan.org.br/IFGF/ifgf_downloads.html>. Acesso em: 20 de fev. de 2017.

ZADEH, L. A. **Fuzzy sets. Information and Control**. V. 8, p. 338–353, 1965.

APÊNDICE A – 27 Regras de Inferência

Número	<i>if</i> QUP	<i>and</i> MD	<i>and</i> MOD	<i>then</i> RATEIO
1.	baixo	baixo	baixo	baixo
2.	baixo	baixo	médio	médio
3.	baixo	baixo	alto	alto
4.	baixo	médio	baixo	baixo
5.	baixo	médio	médio	médio
6.	baixo	médio	alto	alto
7.	baixo	alto	baixo	baixo
8.	baixo	alto	médio	médio
9.	baixo	alto	alto	alto
10.	médio	baixo	baixo	baixo
11.	médio	baixo	médio	médio
12.	médio	baixo	alto	alto
13.	médio	médio	baixo	baixo
14.	médio	médio	médio	médio
15.	médio	médio	alto	alto
16.	médio	alto	baixo	baixo
17.	médio	alto	médio	médio
18.	médio	alto	alto	alto
19.	alto	baixo	baixo	baixo
20.	alto	baixo	médio	médio
21.	alto	baixo	alto	alto
22.	alto	médio	baixo	baixo
23.	alto	médio	médio	médio
24.	alto	médio	alto	alto
25.	alto	alto	baixo	baixo
26.	alto	alto	médio	médio
27.	alto	alto	alto	alto



Centro de Ciências Naturais e Tecnologia

Curso de Graduação em Engenharia de Produção

Tv. Enéas Pinheiro, nº 2626 - Marco

CEP: 66095-100 Belém - PA

