



INSTITUTO DE TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO GALILEO DA AMAZÔNIA

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA, GESTÃO DE PROCESSOS, SISTEMAS E  
AMBIENTAL



**ANANDA DESIRÉE RONDON FONSECA JANA DAS NEVES**

**GESTÃO DE LOGÍSTICA PARA AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES EM UMA  
INDÚSTRIA UTILIZANDO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (LÓGICA FUZZY)  
PARA TOMADA DE DECISÃO**

**MANAUS – AM  
2022**

**ANANDA DESIRÉE RONDON FONSECA JANA DAS NEVES**

**GESTÃO DE LOGÍSTICA PARA AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES EM UMA  
INDÚSTRIA UTILIZANDO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (LÓGICA FUZZY)  
PARA TOMADA DE DECISÃO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Gestão de Processos, Sistemas e Ambiental - PPG.EGPSA, do Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia– ITEGAM, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

**Orientador:** Dr. Jandecy Cabral Leite

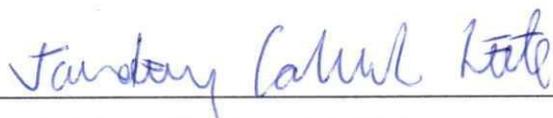
**MANAUS – AM  
2022**

**ANANDA DESIRÉE RONDON FONSECA JANA DAS NEVES**

**GESTÃO DE LOGÍSTICA PARA AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES EM  
UMA INDÚSTRIA UTILIZANDO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (LÓGICA  
FUZZY) PARA TOMADA DE DECISÃO.**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do título de Mestre do Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Gestão de Processos, Sistemas e Ambiental do Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia – ITEGAM.

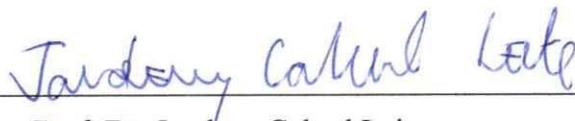
Manaus, 18 de novembro de 2022



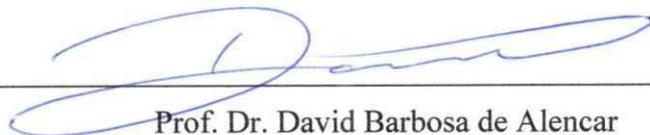
**Prof. Dr. Jandecy Cabral Leite**

Coordenador do PPG.EGPSA - ITEGAM

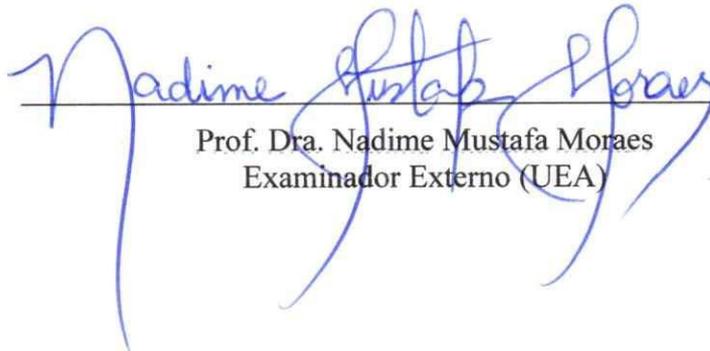
**BANCA EXAMINADORA**



**Prof. Dr. Jandecy Cabral Leite**  
Orientador (PPG.EGPSA/ITEGAM)



**Prof. Dr. David Barbosa de Alencar**  
Examinador Interno (PPG.EGPSA/ITEGAM)



**Prof. Dra. Nadime Mustafa Moraes**  
Examinador Externo (UEA)

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Biblioteca do ITEGAM**

---

Neves, Ananda Desirée Rondon F. J. das, 2022 - GESTÃO DE LOGÍSTICA PARA AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES EM UMA INDÚSTRIA UTILIZANDO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (LÓGICA FUZZY) PARA TOMADA DE DECISÃO. / Ananda Desirée Rondon F. J. das Neves - 2022. 73 f., il: Colorido

Orientador: Dr(a). Jandecy Cabral Leite

Dissertação: Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia, Programa de Pós Graduação em Engenharia, Gestão de Processos, Sistemas e Ambiental (PPG-EGPSA), Manaus - AM, 2022.

1. Sistema de Gestão da Qualidade 2. Lógica Fuzzy 3. Dados Estatísticos

CDD - 1001.ed.2022.42

---

## **AGRADECIMENTOS**

Minha gratidão fica a minha família e principalmente a minha mãe Zoraide que me incentivou desde sempre a continuar estudando e me aprimorando.

Agradecer meus amigos, por me ajudarem a levar uma vida mais leve, focando no lado positivo e me ajudando a não desistir.

Aos professores, Milton e Jandecy pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso.

Ao ITEGAM pela oportunidade e apoio na conclusão do mestrado.

## *Epígrafe*

*“Quando focas em obstáculos, terá mais obstáculos, quando focas nas possibilidades, terá mais oportunidades”. Ganesha*

### *Dedicatória*

A Fernanda Rondon Fonseca, minha avó (in memoriam). Exemplo de avó, mãe e mulher, o pilar da nossa família e será sempre lembrada, saudades eternas.

## RESUMO

NEVES, Ananda Desirée Rondon F. J. Das. **GESTÃO DE LOGÍSTICA. AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES EM INDÚSTRIA UTILIZANDO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (LÓGICA FUZZY) PARA A TOMADA DE DECISÃO.** 2022. P.73. Dissertação do programa de pós-graduação em Engenharia, Gestão de Processos, Sistemas e Ambiental (EGPSA), Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM), Manaus, 2022.

O aspecto da qualidade é considerado como um requisito indispensável quando se trata de produção de bens ou serviços, pois com o mercado altamente competitivo, um simples fator que não agrada o consumidor, pode ser crucial para gerar pontos negativos nas operações empresariais. Com isso, a pesquisa realizada em uma fábrica de relógios X, teve como objetivo analisar os fatores que contribuem para a performance e análise de um fornecedor internacional. À vista disso, para chegar a este objetivo foram necessários levantar os índices de rejeitos no processo de inspeção no recebimento e montagem, assim como o processo de prazo de atendimento de reposição em rejeito, visando avaliar a performance do fornecedor. A necessidade de realizar esta análise surgiu através da vivência de uma das integrantes do grupo, que trabalha na empresa, razão esta na qual a presente dissertação poderá contribuir para maximizar as tomadas de decisão dos gestores em relação à homologação ou credenciamento dos fornecedores para a produção de relógios. A abordagem quantitativa visa medir as variáveis, a medida que o procedimento para coleta de dados foi realizado através de documentos de planilhas do excel copiladas do programa SAP. Ao término desta pesquisa, foram sugeridas ações de melhoria para a empresa de acordo com a aplicação da avaliação de fornecedor pelo método da lógica fuzzy. Os resultados alcançados na dissertação, obtém embasamento mediante ao método de avaliação utilizado, e assim, minimizar as perdas que podem gerar prejuízos significativos ao processo de aguardo de copilação de informações para tomada de decisão.

**Palavras-Chave:** Sistema de Gestão da Qualidade. Lógica Fuzzy. Dados Estatísticos.

## ABSTRACT

NEVES, Ananda Desirée Rondon F. J. Das. **LOGISTICS MANAGEMENT FOR SUPPLIER EVALUATION IN AN INDUSTRY ARTIFICIAL INTELLIGENCE (FUZZY LOGIC) FOR DECISION MAKING.** 2022. F.73. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Gestão de Processos, Sistemas e Ambiental (EGPSA), Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM), Manaus, 2022.

The quality aspect is considered as an indispensable requirement when it comes to the production of goods or services, because with the highly competitive market, a simple factor that does not please the consumer, can be crucial to generate negative points in business operations. With this, the research conducted in a watch factory X, aimed to analyze the factors that contribute to the performance and analysis of an international supplier. In view of this, to reach this objective, it was necessary to raise the rates of rejects in the process of inspection in receipt and assembly, as well as the process of service term of replacement in reject, aiming to evaluate the supplier's performance. The need to perform this analysis arose through the experience of one of the members of the group, who works in the company, reason why this dissertation can contribute to maximize the decision making of managers in relation to the approval or non-accreditation of suppliers for the production of watches. The quantitative approach aims to measure the variables, as the procedure for data collection was carried out through excel spreadsheet documents copied from the SAP program. At the end of this research, improvement actions were suggested to the company according to the application of the supplier evaluation by the fuzzy logic method. The results achieved in the dissertation, obtains substantiation through the evaluation method used, and thus, minimize the losses that can generate significant losses to the process of waiting for information copilation for decision making.

**Keywords:** Quality Management. Fuzzy. Statistics.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Metodologia da pesquisa.....	24
Figura 4.1 – Sistema baseado em lógica Fuzzy.....	26
Figura 4.2 – Função de Pertinência Triangular .....	29
Figura 4.3 – Função de pertinência trapezoidal.....	29
Figura 4.4 – Comparação entre funções trapezoidais e triangulares .....	30
Figura 4.5 – Função de pertinência gaussiana.....	31
Figura 5.1 – Sistema especialista.....	34
Figura 5.2 – Tomada de decisão.....	34
Figura 5.3 – Foi aplicado o método da lógica Fuzzy em base nos dados abaixo .....	36
Figura 5.4 – Sistema especialista.....	37
Figura 5.5 – Sistema especialista.....	37
Figura 5.6 – Sistema especialista.....	37
Figura 5.7 – Modelo de mamdani.....	39
Figura 5.8 – Apresenta-se a implementação de todas as variáveis de entrada ao sistema Fuzzy .....	39
Figura 5.9 – Apresenta-se a implementação de todas as variáveis de entrada ao sistema Fuzzy .....	40
Figura 5.10 – Apresenta-se a implementação de todas as variáveis de entrada .....	40
Figura 5.11 – Superfície resultante (prazo de atendimento em dia x % rejeitos).....	41
Figura 5.12 – Gerando as 6 regras propostas pelo sistema matlab.....	41
Figura 5.13 – IOF Anual 2019 .....	44
Figura 5.14 – IOF Anual 2020 .....	44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 – Foi aplicado o método da lógica Fuzzy com base nos dados abaixo.....	35
Tabela 5.2 – Foi aplicado o método da lógica Fuzzy com base nos dados abaixo.....	35
Tabela 5.3 – Foi aplicado o método da lógica Fuzzy com base nos dados abaixo.....	36
Tabela 5.4 – Foi aplicado o método da lógica Fuzzy com base nos dados abaixo.....	37
Tabela 5.5 – Foi aplicado o método da lógica Fuzzy com base nos dados abaixo.....	37
Tabela 5.6 – Mapa de acompanhamento 2019 .....	44
Tabela 5.7 – Mapa de acompanhamento 2020 .....	45
Tabela 5.8 – Avaliação de fornecedores.....	46

## LISTA DE SIGLAS

**MPT** – Manutenção Produtiva Total

**TPM** – Total Productive Maintenance

**GQT** – Gestão da Qualidade Total

**JIPM** – Japan Institute of Plant Maintenance

**PMP** – Programa de Manutenção Preditiva

**5S** – quando pronunciadas em japonês, ou seja, SEIRI (organização), SEITON (arrumação), SEISO (limpeza), SEIKETSU (padronização) e SHITSUKE (disciplina)

**PME** – Pilar de Melhorias Específica

**PMA** – Pilar de Manutenção Autônoma

**PMP** – Pilar de Manutenção Planejada

**PMET** – Pilar de Manutenção Educação e Treinamento

**MCI** – Motores de Combustão Interna

**UTE** – Usina Termoelétrica

**PMP** – Programa de Manutenção Preditiva

**A/D** – Analógico / Digital

**PLC** – Programador Lógico Controlável

**MTBF** – Mean Time Between Failures (Período Médio entre Falhas)

**MTTR** – Tempo Médio para Reparo

**RCM** – Manutenção Centrada em Confiabilidade

**AC** – Corrente alternada

**DFP** – Desempenho da Frequência em Regime Permanente

**DFD** – Desempenho da Frequência Durante Distúrbios

**MASP** – Método de Análise e Solução de Problemas

**RMS** – Root Medium Square ou Raiz Média

**ONS** – Operador Nacional do sistema elétrico MCI – Motor de Combustão interna

**PGM** – Programa de Gerenciamento de manutenção

**MVC** – Limitadores no Controle de Voltagem Mestre

**AVR** – Regulador de Voltagem Automática



<b>5.4.1 A variável de entrada “% rejeitos e prazo de atendimento em dias” .....</b>	<b>39</b>
<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>43</b>
6.1 INTRODUÇÃO.....	43
6.2 FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DA QUALIDADE.....	43
REFERÊNCIAS .....	47

# CAPÍTULO 1

---

## 1 INTRODUÇÃO

A gestão de fornecedores em fábricas e empresas demanda de pouca relevância quando desconsideramos variáveis do sistema de gestão da qualidade, fator este de extrema importância para mesclar dados que envolvam o desempenho da matéria-prima ou produto após etapas de inspeção e checagem de sua qualidade. Segundo Robles Junior e Bonelli (2006), a Gestão da Qualidade são conjuntos de ações praticadas buscando a conformidade do produto ou serviço, com a capacidade de atender na sua totalidade as necessidades e expectativas do consumidor.

Ao escolher um fornecedor, o quesito preço se tornou condição secundária, pois com o efeito da globalização, é possível encontrar uma gama maior de opções com valores competitivos, com isso, outros fatores se tornaram relevantes e importantes para homologação ou continuação do serviço. O processo de compras e logística se tornou extremamente estratégico, onde ele deve ser retroalimentado com informações de performance do produto em toda a sua cadeia para então tomar decisões.

De acordo com Park et al. (2010), em uma estrutura integrada de SRM (Supplier Relationship Management) a segmentação ou uso do modelo de portfólio de fornecedores deve ocorrer na etapa de avaliação e desenvolvimento de fornecedores e possibilitar subsídios para uma melhoria contínua.

A decisão estratégica depende de documentos contendo análises quantitativas e qualitativas, geradas através de dados estatísticos, na qual são extraídos de sistemas ou planilhas em Excel. Cada empresa tem seus requisitos necessários para considerar um fornecedor excelente, caso tenhamos uma gama vasta de opções, de testes de qualidade, avaliações de matéria prima e dados sobre performance do produto em toda sua cadeia, realizar o levantamento dos respectivos dados, mesclar e gerar informações válidas para análise final pode ser bem moroso, desviando o colaborador de outras atividades.

Segundo o levantamento de Kannan e Tan (2002) em empresas ocidentais, os critérios de seleção e avaliação que mais corroboram com o desempenho das empresas são comprometimento estratégico, honestidade e integridade, compartilhamento de informações e comprometimento.

O gestor ao avaliar a produtividade de cada colaborador deve verificar quais atividades são relevantes e realmente necessárias, sendo assim, irá explorar opções que irão diminuir o

tempo de execução de uma operação. A aplicação de lógicas nebulosas, em especial a lógica fuzzy, é a uma opção para otimização de processos de avaliação de fornecedores.

Conforme Antunes (2006, p. 82), os conjuntos nebulosos e a LN possibilitam a geração de técnicas eficazes para a solução de problemas de naturezas diversas, e existem autores, tais como Chandra, Dubois, Korvin, Siegel, Sriram e outros, que relatam inúmeras aplicações nas áreas de sistemas especialistas, computação com palavras, raciocínio aproximado, linguagem natural, robótica e nas áreas de controle de processos e de tomada de decisões. A proposta da Lógica Nebulosa é assumir uma premissa que varia em grau de pertinência, no intervalo de 0 a 1, o que leva o elemento do conjunto nebuloso a ser parcialmente verdadeiro ou parcialmente falso.

## 1.1 JUSTIFICATIVA DA DISSERTAÇÃO

A formulação desta proposta é o desenvolvimento de uma ferramenta computacional para Aplicação da lógica Fuzzy para avaliação de fornecedores em uma fábrica de relógios X no Polo Industrial de Manaus. Analisando as principais variáveis de fornecedores em uma fábrica de relógios X no Polo Industrial de Manaus.

A base para o estudo apresenta como embasamento o princípio de fornecedores em uma fábrica de relógios X no Polo Industrial de Manaus e qualidade de fornecimento de relógios e peças expedido por cada produto.

Dessa forma, este trabalho pretende não só monitorar essas peças, como também com base nos relatórios gerenciais de análise, obter os indicadores Fuzzy do seu desempenho.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1. Geral

Desenvolver um modelo de avaliação de fornecedores para uma fábrica de relógios X no Polo Industrial baseada em aplicação da ferramenta computacional Lógica Fuzzy.

### 1.2.2. Específicos

- Levantar dados de qualidade dos fornecedores internacionais de peças de relógio;
- Desenvolver uma ferramenta computacional utilizando lógica fuzzy para avaliação de fornecedores;

- Implementar o cruzamento de dados da ferramenta e criar critérios de avaliação dos fornecedores;
- Reduzir as quantidades de falhas oriundas de fornecedores, e conseqüentemente, contribuir para a melhoria contínua da cadeia logística e produto final.

### 1.3 ESCOPO DO TRABALHO

Pelas regras do modelo do setor industrial brasileiro, a indisponibilidade de peças para montagem de produtos por qualquer razão é um risco do empreendedor, que deve arcar com os prejuízos acarretados por indisponibilidades em níveis superiores aos declarados. Estes problemas implicam em custos financeiros associados ao valor das penalidades, incluindo a diminuição da quantidade de relógios que podem ser vendidos em contratos, em razão de uma indisponibilidade verificada acima do previsto.

Entretanto, a má performance de fornecedores indica que a regulação atual não está sendo eficaz em induzir uma performance adequada destas indústrias, considerada tão necessária neste momento de crise econômica prolongada. A indisponibilidade de de peças para indústria de relógios tem sido relativamente elevada, sobretudo, após períodos prolongados de ociosidade o que conduz a que esses aspectos sejam levados em conta dos fornecedores. Este comportamento aponta a necessidade de estudar a real dimensão do problema, assim como se torna pertinente o estudo de eventuais alterações regulatórias que permitem mitigar o problema, tanto para fornecimento de relógios existentes, como para novos projetos.

A implementação computacional da lógica fuzzy, utilizando os parâmetros de entrada da qualidade dos fornecedores, viabiliza desenvolver uma ferramenta computacional de condições adequadas para fornecimento de peças em função das melhorias operacionais da montagem dos produtos.

### 1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está dividida em 7 capítulos:

O **capítulo 1 apresenta** os tópicos referentes à origem do tema, a justificativa e o problema de pesquisa, seus objetivos gerais e específicos, sua contribuição e relevância do estudo.

O **capítulo 2** apresenta a aplicação do estudo da arte, abordando os principais tópicos relativos ao estudo.

O **capítulo 3** abrange os tópicos referentes à fundamentação teórica do programa de gerenciamento de logística (PGL), destacando-se os principais aspectos da logística. Sucessivamente, apresentam-se os tópicos característicos às indústrias de relógios e a abordagem da gestão de fornecedores em fábricas e empresas de relógios em âmbito nacional, além da metodologia da pesquisa.

O **capítulo 4** caracteriza a aplicação da lógica fuzzy na gestão de fornecedores em fábricas e empresas abastecidas pelos fornecedores de peças para a gestão de logística em uma indústria de relógios.

O **capítulo 5** apresenta a aplicação da lógica fuzzy na confiabilidade do estudo de caso. Tal ferramenta serviu de base para a resolução do problema real de gestão de logística em uma indústria de relógios, para satisfazer os métodos racionalizados do just in time da gestão de logística em uma indústria de relógios, em associação aos resultados e discussão da aplicação do estudo de caso.

O **capítulo 6** atribui-se à integração da dissertação, na qual mostra alguns resultados de medições em campo para cálculo dos parâmetros do estudo de caso utilizado nas simulações.

No **capítulo 7**, têm-se as conclusões resultantes da pesquisa e as recomendações para possíveis continuidades e aplicações futuras.

## CAPÍTULO 2

---

### 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo tem o objetivo de definir o possível link entre o pré-despacho de unidades geradoras carga focada na confiabilidade das peças, bem como apontar técnicas, métodos, abordagens, procedimentos, materiais, ferramentas e entre outros, utilizados na realização do presente estudo.

#### 2.1 GESTÃO DA QUALIDADE E SUAS APLICAÇÕES

Robinson e Malhotra (2005) afirmam que a gestão da qualidade tradicional atribui o destaque no controle de melhoria dos processos internos, compondo todos os setores da empresa, desde o início da fabricação até o processo final, isto é, produto acabado. As empresas vêm cada vez ampliado a visão, uma vez que além da necessidade de implantar a melhoria contínua da qualidade e satisfazer as exigências de seus clientes, também era necessário competir em um ambiente globalizado o que amplia sua importância no contexto de uma forma geral. Para Paladini (2009), quem avalia a qualidade é o consumidor, para atendê-lo, esta deve envolver a todos da empresa de forma progressiva e permanente.

Qualidade são aspectos de um produto ou serviço que lhe permitem satisfazer necessidades (Longenecker; Moore; Petty, 1997, p. 470), Segundo Miranda (1994, p.5) as organizações precisam gerar produtos e serviços em condições de satisfazer as demandas dos usuários finais – consumidores sob todos os aspectos.

A produtividade é considerada uma sincronia de estratégias das empresas com o mercado, desta forma, Cerqueira Neto (1991:43) a define como: “as grandes empresas se empenham na implementação de programas de qualidade total, cujos resultados não só garantem a plena satisfação dos clientes como também reduzem os custos de operação, minimizando as perdas, diminuindo consideravelmente os custos com serviços externos otimizando a utilização dos recursos existentes.”

Já para Machado (2012, p.35), o conceito já é bastante antigo, houve uma evolução ao longo do tempo na visão e no conceito. No início era visto sob aspecto da inspeção, na qual os instrumentos de medição tentavam alcançar a uniformidade do produto, e num outro momento,

buscava-se através de instrumentos e técnicas estatísticas, conseguir um controle estatístico da qualidade. Na etapa seguinte, a qualidade está mais preocupada com sua própria garantia.

A gestão da qualidade evoluiu ao longo do século, passando pela era da inspeção do produto, do controle do processo e dos sistemas de garantia da qualidade. Entretanto, alguns de seus princípios, como a busca pela satisfação do cliente e a melhoria contínua de produtos e processos, tornaram-se eternos em vista de suas racionalidades econômicas e de sua contribuição para o aumento da capacidade competitiva da empresa (FILHO, 2009).

Com a finalidade de aprimorar a qualidade e conformidade dos processos, visando atender às exigências de um mercado cuja competitividade é avassaladora, as ferramentas da qualidade mostraram-se muito úteis para as empresas. Seu papel de viabilizar informações para avaliação das atividades e investigar os pontos críticos a fim de obtenção de controle são elementos impactantes para que se conquiste progressos no sistema (FURUKITA, 2017).

A garantia da qualidade se baseia no planejamento e na sistematização dos processos. Esta estrutura-se na documentação escrita, que deve ser de fácil acesso, uma vez que a empresa deseja ter defeitos mínimos, ou ainda neutralizá-los. Tudo isso pode ser observado nas ISO's que são exigências dos clientes locais, e principalmente dos internacionais (MACHADO, 2012).

Conforme as organizações podem fazer uso de padrões para desenvolver estas práticas e a ISO 9001 é um dos padrões usados pelas organizações (TARÍ, 2011). Atualmente é um instrumento relevante para a satisfação dos clientes e a melhoria contínua de organizações de todas as dimensões e setores e, conseqüentemente, para a promoção da confiança e do desenvolvimento do comércio internacional (TOMÉ, 2014).

Conforme Maranhão (2005), “SGQ é um conjunto de normas que tem por objetivo orientar as organizações a efetuar corretamente e no tempo certo suas tarefas como as demais, sendo que todas buscam vencer a concorrência e obter lucro (p. 01)”. Embora existam vários sistemas que visam o controle da qualidade, a norma ISO 9001 vem sendo cada vez mais utilizada devido a sua simplicidade e eficiência.

Morales Méndez e Rodriguez (2017) destacam que o objetivo do programa é encontrar a causa-raiz dos problemas de manutenção por meio da análise de falhas do equipamento, para posteriormente serem aplicadas as ações corretivas, certificando a disponibilidade, conformidade e produtividade do equipamento. Portanto, os gestores precisam ter ciência que ao implementar uma política de manutenção, é necessário aplicar indicadores que apontam qual é a situação da falha, como, por exemplo, Fluxograma, Histograma, Controle gráfico, Gráfico

de Pareto, entre outros. Estas diferentes opções de ferramentas de análise, possibilitam aos especialistas tomarem ações necessárias para melhoria do processo (KIRAN 35 et al., 2013).

## 2.2 OBJETIVOS E ESTRATÉGIAS

O planejamento estratégico nasce de um processo de tradução das informações em planos, para atingir os objetivos organizacionais. Destaca-se a controladoria na função de auxílio aos gestores em identificar, coletar, armazenar, mensurar, analisar, entender, interpretar e julgar informações, consolidando idéias para o processo decisório subsequente. Para auxiliar nessa etapa, pode ser utilizada a análise Swot, que identifica os pontos fortes e fracos, bem como as oportunidades e ameaças da organização (PADOVEZE, 2005).

Competitividade é a base do sucesso ou fracasso de um negócio onde há livre concorrência. Aqueles com boa competitividade prosperam e se destacam dos seus concorrentes, independente do seu potencial de lucro e crescimento... Competitividade é a correta adequação das atividades do negócio no seu microambiente (DEGEN, 1989).

Nesse sentido, Cardoso (2006, p. 1125) corrobora que é fundamental conceder “a importância da informação e comunicação como instrumentos e processos poderosos para a realização das potencialidades estratégicas e para a ampliação e integração das estruturas organizacionais”. Como consequência desse processo, tem-se inclusive a minimização do  
Guilherme Freitas Keller, Ângela Rozane Leal de Souza, Alice Munz Fernandes & Cassiane Oliveira Velho Iberoamerican Journal of Strategic Management – IJSM Revista Ibero-Americana de Estratégia - RIAE Rev. Iberoam. Estratég. São Paulo v.18 n.4, pp. 598-614, Out-Dez. 2019 tempo de resposta a uma decisão (Cavalcante et al., 2019).

Assim, os indicadores de desempenho logístico podem monitorar a qualidade das atividades logísticas internas à empresa ou a de seus parceiros (fornecedores). Quanto ao âmbito, podem ser:

(i) Interno: monitoram o desempenho dos processos internos à empresa. Ex.: giro de estoque, ruptura de estoque, pedidos perfeitos, tempo de ciclo do pedido, estoque disponível para venda, acuracidade de estoque, utilização das capacidades de estoque, pedidos por hora, custo por pedido, custos de movimentação e armazenagem, tempo médio de permanência do veículo de transporte, utilização dos equipamentos de movimentação, coletas no prazo e utilização da capacidade de carga de caminhões (ÂNGELO, 2005).

(ii) Externo: monitoram o desempenho dos serviços prestados pelos parceiros (fornecedores) da empresa. Ex.: entregas realizadas dentro do prazo, tempo de ressuprimento

do fornecedor, entregas devolvidas parcial ou integrais, recebimento de produtos dentro das especificações de qualidade e atendimento do pedido realizado (ÂNGELO, 2005).

Rauscher et al. (2007) sustentam que a gestão do conhecimento deve prover métodos para gerenciar tanto o conhecimento tácito como o explícito, de forma que esses possam ser usados para resolver problemas, explorar oportunidades ou tomar decisões que melhorem a performance. Segundo Nonaka & Takeuchi (1995), o conhecimento explícito refere-se ao conhecimento transmissível em linguagem formal e sistemática

A competitividade e o desempenho das organizações são afetados negativamente em termos de qualidade e produtividade por uma série de motivos. Dentre eles, destacam-se: a) deficiências na capacitação dos recursos humanos; b) modelos gerenciais ultrapassados, que não geram motivação; c) tomada de decisões que não são sustentadas adequadamente por fatos e dados; e d) posturas e atitudes que não induzem à melhoria contínua (LONGO, 1996).

Segundo LUDWIG et al., (2015), o planejamento estratégico é a atividade que os administradores analisam condições presentes para determinar formas de atingir um futuro desejado. Desse modo, para se manter nesse ambiente competitivo se faz necessário buscar aperfeiçoamentos de ações que auxiliem na estratégia de processos organizacionais.

Já na visão de Bowersox (2006), o cenário atual da economia mundial está apresentando uma revolução da cadeia de suprimentos, revolução que consiste em as empresas perceberem que para alcançar um posicionamento estratégico em seus mercados e aumentar a sua eficiência operacional, devem planejar suas operações e suas estratégias de forma colaborativa ao longo de uma cadeia de valor, ou produtiva, desde o fornecimento dos insumos primários até a entrega do produto acabado aos clientes finais.

Segundo Bowersox (2006), as cadeias de suprimentos representam um conjunto de empresas que trabalham de forma colaborativa, com o objetivo de maximizarem seus resultados e sua eficiência operacional, suprimindo as necessidades dos clientes e agregando maior valor. Outra visão ainda sobre as cadeias de suprimentos é aquela definida como um conjunto de processos integrados, em que todos os membros dessa cadeia sejam fontes de fornecimento de insumos e de serviços e também os canais de distribuição, e que irão buscar trabalhar de forma colaborativa e cooperativa, a fim de processar insumos em produtos finais específicos e entregar esses produtos finais aos mercados consumidores (BEAMON, 1998).

A distribuição das operações de uma instituição por meio de um sistema é considerada gestão integrada, por promover a comunicação, confirmando que as diretrizes sejam seguidas para alcançar metas e resolver problemas em todos os níveis e setores (MOREIRA e LOPES, 2016).

Os processos logísticos se tornam cada vez mais desafiadores e importantes devido ao aumento da concorrência (SETHANAN; JAMRUS, 2020). Devido à complexidade do mercado e a intensiva competitividade, as tomadas de decisão devem ser bastante criteriosas. Algumas ferramentas são utilizadas para facilitar os processos decisórios nos diversos segmentos da logística, como exemplo a lógica fuzzy (JOVČIĆ et al., 2019).

Weber et al. (1991) já destacavam a importância dos fornecedores na contribuição para as empresas alcançarem seus objetivos estratégicos relacionados à redução do custo e aos produtos de alta qualidade. Dessa forma, a seleção de fornecedores tinha um papel fundamental, pois uma seleção bem realizada contribuiria para a estratégia da empresa. O mesmo destaque foi evidenciado no estudo de Howard Lewis (1943), que apontava o principal fator para a aquisição de materiais era a seleção adequada de fornecedores.

Kirytopoulos et al. (2008) ressaltaram que fornecedores adequados, qualificados e de confiança são fatores para a redução de custos na aquisição de produtos, a redução dos tempos de entrega e a adequação dos níveis de serviço às necessidades dos clientes, resultando num dos fatores na gestão da cadeia de suprimento.

Weber et al. (2000), concluíram que a seleção de fornecedores é estratégico e está diretamente associado a um número considerado de incertezas e riscos. Seu processo é, pois, realizado por equipes multidisciplinares, e não centralizado numa única pessoa. O processo de seleção de fornecedores irá, portanto envolver diversas pessoas na empresa e de diferentes áreas, o que torna o processo muito complexo.

### 2.3 ESTUDO DA LÓGICA FUZZY

Nos últimos anos a utilização de sistemas inteligentes em controle tem despertado grande interesse. Dentre as várias técnicas as mais utilizadas são as redes neurais e a lógica fuzzy. As redes neurais apresentam a capacidade de aprendizado e podem aprender através de dados previamente coletados. Já os sistemas fuzzy utilizam-se de termos lingüísticos e podem obter o conhecimento a partir de especialistas. Unindo as vantagens de cada uma destas técnicas pode-se gerar os chamados sistemas inteligentes híbridos. (MEDEIROS et al., 2001).

Segundo Cox (1994) o que diferencia a lógica fuzzy da lógica booleana é a capacidade desta de se aproximar do mundo real onde não existe somente respostas extremas. A lógica fuzzy dá espaço ao meio termo apresentando ainda a possibilidade de mensurar o grau de aproximação da solução exata e assim inferir algo que seja necessário.

O termo Lógica Fuzzy tem sido utilizado em dois sentidos: num sentido restrito, quando se refere aos processos de inferência tal qual a Lógica Clássica ou num sentido amplo, quando se refere a um conjunto de teorias e métodos baseados na Teoria dos Conjuntos Fuzzy (DVORAK et al., 2003).

A Lógica Fuzzy (também conhecida como lógica multivalorada, ou difusa) foi inicialmente introduzida em 1930 pelo filósofo e lógico polonês Jan Lukasiewicz. Através do estudo de termos (expressões) do tipo alto e baixo, velho e novo, frio e quente, ele propôs a utilização de um intervalo de valores entre  $[0,1]$  que indicaria a possibilidade que uma declaração fosse verdadeira ou falsa (MARRO et al., 2014)

A lógica fuzzy é uma ferramenta bastante difundida nos diversos campos científicos, pois tornou-se uma solução de problemas complexos para estes, devido à semelhança com o raciocínio humano e o auxílio nas tomadas de decisão (HERGHILIGIU et al., 2019).

Considera-se a lógica “fuzzy” como uma forma de raciocínio que busca quantificar determinadas realidades ou situações incertas ou vagas. O objetivo é oferecer variáveis compatíveis com tratamento numérico executável nos computadores digitais (SHAW, 2010).

A lógica nebulosa trata de raciocínio que é aproximado ao invés de fixo e exato. Comparado aos conjuntos binários tradicionais (onde as variáveis podem assumir valores verdadeiros ou falsos), as variáveis de lógica fuzzy podem ter um valor de verdade que varia em grau entre 0 e 1. A lógica fuzzy foi estendida para lidar com o conceito de verdade parcial, onde a verdade pode variar entre completamente verdadeiro e completamente falso (SHRUTI e MUDHOLKAR, 20135 apud OMAR; WAWERU; RIMIRU, 2015).

A lógica fuzzy tem por objetivo modelar de modo aproximado o raciocínio humano, a fim de desenvolver sistemas capazes de tomar decisões racionais em ambientes de incerteza e imprecisão. Essa lógica fornece mecanismo para manipular informações imprecisas, tais como os conceitos de muito, pouco, pequeno, alto, bom, quente, frio etc., fornecendo uma resposta aproximada para uma questão baseada em um conhecimento que é inexato ou incompleto (TURTLE; BECTOR; GILL, 1994).

Essa teoria manifesta-se em uma lógica denominada fuzzy, que é multivalorada, isto é, reconhece diversos valores, assegurando que a verdade é uma questão de ponto de vista ou de graduação. Dessa forma, essa teoria viola as suposições da lógica de Aristóteles, que é bivalente, e reconhece somente dois valores: verdadeiro e falso; o que a impede de ser, ao mesmo tempo, parcialmente verdadeira e parcialmente falsa (SHAW; SIMÕES, 1999).

Shaw e Simões (1999) afirmam que nas áreas onde é necessário lidar com a imprecisão, a subjetividade e o desconhecimento, essa teoria tem demonstrado grande capacidade de

aplicação, ajudando profissionais a produzir modelos condizentes com as necessidades e realidades, mesmo com dados que apresentem alto grau de incerteza.

Como afirma Cox (1994), para esses casos a lógica fuzzy é amplamente recomendada pois apresenta um modelo capaz de combinar a imprecisão associada aos eventos naturais e o poder computacional das máquinas produzindo assim sistemas de respostas inteligentes.

A combinação das variáveis realizada pela lógica Fuzzy, possibilita um trabalho de forma qualitativa, tornando mais visível a estrutura do método e as interferências dos dados no resultado final, gerando informação a partir da atuação de diversos atores do processo (MEDEIROS, MELLO e CAMPOS, 2007).

Como explicam Castillo e Melin (2008), em geral, diz-se que um sistema fuzzy implementa um mapeamento não-linear de um espaço de entrada (input space) para um espaço de saída (output space).

Conforme apontado por Munakata (2008), para problemas difíceis, métodos não-fuzzy convencionais normalmente são caros e dependem de aproximações matemáticas (como, por exemplo, a linearização de problemas não-lineares), o que pode comprometer o desempenho dessas soluções.

Como coloca Coppin (2004), esses sistemas híbridos que integram esse aspecto adaptativo aprendem a lidar com situações que não tinham sido previstas anteriormente nas fases de projeto do sistema, e, em casos extremos, eles também aprendem a sobreviver quando o ambiente no qual eles operam sofre mudanças.

Na verdade, entre a certeza de ser e a certeza de não ser, existem infinitos graus de incerteza. Esta imperfeição intrínseca à informação representada numa linguagem natural foi tratada matematicamente, no passado, com o uso da teoria das probabilidades Malutta (2010).

No entendimento de Lermontov (2008), duas razões motivaram o desenvolvimento da lógica nebulosa. Primeiro, a lógica nebulosa aponta para um alívio nas dificuldades do desenvolvimento e análise de sistemas complexos encontrados nas ferramentas matemáticas convencionais. Segundo, é motivada pela observação do raciocínio humano em utilizar conceitos e conhecimentos desprovidos de fronteiras bem definidas como, por exemplo, conceitos vagos. A primeira motivação está diretamente relacionada com a solução dos problemas do mundo real, enquanto a segunda está relacionada com a Inteligência Artificial. A conjunção destas motivações não só torna a lógica nebulosa única e diferente de outras metodologias, como forma uma ponte natural entre o mundo quantitativo e o qualitativo.

Segundo Klir; Harmanec (1997) o tratamento matemático da incerteza pode ser visto em basicamente cinco teorias: da probabilidade, da possibilidade, da evidência, dos subconjuntos

fuzzy, e na teoria clássica dos conjuntos. Neste leque de teorias podem ser evidenciados três tipos de medida de incerteza: vagueza (fuzziness), não-especificidade e conflito.

A característica especial de Lógica Fuzzy é a de representar uma forma inovadora no manuseio de informações imprecisas, de forma muito distinta da teoria de probabilidades. A lógica Fuzzy provê um método de traduzir expressões verbais, vagas, imprecisas e qualitativas, comuns na comunicação humana em valores numéricos (MARÇAL e SUSIN, 2005).

A dificuldade de ser encontrada uma regra decisória na abordagem implicitamente estocástica determina que num terceiro momento haja uma análise e “sintonia fina” da regra preliminarmente obtida por simulação. Neste caso, um modelo de simulação é desenvolvido para testar a regra decisória. De forma interativa ela é ajustada até que sejam melhorados os resultados por Porto (2002).

Um benefício significativo dos modelamentos baseados em lógica fuzzy é a habilidade de codificação de conhecimentos inexatos, numa forma que se aproxima muito aos processos de decisão. Os sistemas de inferências baseados em lógica fuzzy possibilitam, assim, a captura do conhecimento próximo ao “modelo cognitivo” utilizado na análise de problemas. Isto significa que o processo de aquisição do conhecimento é mais fácil, mais confiável e menos sujeito a erros não identificados por Ruhoff (2005).

O objetivo da Lógica Fuzzy é fornecer os fundamentos necessários para que, a partir de informações imprecisas, se possa alcançar um raciocínio aproximado da realidade. Trata-se, portanto, de um sistema que busca classificar numericamente uma determinada situação em que se trabalha com variáveis incertas e/ou vagas, a fim de que o resultado se aproxime da melhor forma possível do que é verdadeiro (Nguyen & Walker, 2000).

A lógica Fuzzy pode ser considerada fundamental para concepção de projetos e de grande auxílio em tomadas de decisão. Os autores ainda apontam que a lógica Fuzzy foi utilizada por vários autores como ferramenta para mensurar a qualidade de serviços prestados e criando modelos para identificar os atributos necessários para que exista essa qualidade (CONSENZA et al., 2008).

A lógica nebulosa baseia-se na teoria dos conjuntos fuzzy, que é uma generalização da teoria dos conjuntos clássico, ou seja, é um caso especial da teoria dos conjuntos fuzzy. Por fim, pode-se fazer uma metáfora, a teoria do conjunto clássico é um subconjunto da teoria dos conjuntos fuzzy (OMAR; WAWERU; RIMIRU, 2015).

Conforme Pesic et al. (2015), a Lógica Fuzzy é usada para auxiliar os gestores a definir suas prioridades estratégicas e a desenvolver estratégias ótimas, representando matematicamente os aspectos vagos dos fatores organizacionais internos e externos. Os autores

salientam ainda que essa ferramenta pode contribuir significativamente no processo de formulação da estratégia. Referente à utilização da Lógica Fuzzy na gestão e sua contribuição para o auxílio na tomada de decisão, evidenciam-se os estudos desenvolvidos por Vanti et al. (2007), Rodrigues (2015) e Belloni (2016).

A técnica Fuzzy QFD fornece uma estrutura que facilita o desdobramento sistematizado de critérios e permite avaliar a importância relativa e a intensidade de relacionamento entre variáveis do problema usando variáveis linguísticas (JUAN et al., 2009).

De acordo com Rodrigues (2015), em empresas de manufatura, a Lógica Fuzzy é utilizada mediante o Fuzzy Front-End (FEE) para a geração de uma ideia a partir da avaliação do mercado (aceitação e concorrência) e tecnologia até sua aprovação para desenvolvimento.

De acordo com SILVA et al. (2016), esses métodos surgiram para facilitar e tornar o processo de escolha mais eficiente, com o objetivo de englobar critérios na hora da decisão, como a abordagem fuzzy, que é indicada especialmente em modelagens consideradas complexas e envolve variáveis tanto qualitativas quanto quantitativas, onde simulam elementos do pensamento humano, seu processo decisório é pautado em variáveis linguísticas, podendo apresentar informações vagas e inconsistentes (GALO et al., 2016).

Portanto, Transcheit (2005) define que a Teoria de Conjuntos Fuzzy e os Conceitos de Lógica Fuzzy podem ser utilizados para traduzir em termos matemáticos a informação imprecisa, resultado de análises reais, expressa por um conjunto de regras linguísticas, Sendo, portanto a transformação feita entre dados recolhidos em campo ou literatura em conjuntos matemáticos em Conjuntos fuzzy, onde é necessário, antes da transformação em Conjuntos Fuzzy, a definição de fatores de impacto, que são parâmetros de intensidade e relevância atribuídos às diversas atividades.

Para a construção de um modelo fuzzy são necessárias quatro etapas. A primeira etapa trata-se do módulo de fuzzificação em que se define as variáveis de entrada do modelo, juntamente com suas respectivas funções de pertinência. Em seguida, é elaborado o módulo de base de regras do sistema. A terceira etapa é responsável pelo módulo de inferência, no qual define-se os conectivos lógicos que serão usados junto à base de regras, para que na sequência seja fornecido a saída do controlador fuzzy. Por fim, na última etapa, está o módulo de defuzzificação, o qual tem como intuito traduzir a situação de cada variável de saída em um valor numérico (Amendola et al., 2004). A partir da finalização desses processos é realizada a análise dos resultados do modelo.

Para Lachtermacher (2009, p. 4), a tomada de decisão pode ser considerado como o processo de identificação de um problema ou de uma oportunidade e a seleção de uma linha de

ação para resolvê-lo. Ainda para o mesmo autor, vários fatores afetam a tomada de decisão, entre eles:

- Tempo disponível para a tomada de decisão; • Importância da decisão; • Ambiente – local onde é tomada a decisão a afeta;
- Certeza ou incerteza e risco - o grau de certeza que se tem sobre os parâmetros; • Agentes decisores;
- Conflito de interesses.

Esses fatores afetam o processo de decisão, pois em muitos casos, o resultado esperado é aquele que satisfaz um conjunto de objetivos (portanto análise de diversas variáveis), nos quais os tomadores de decisão desejam alcançar. Esse tipo de escolha, com mais de um aspecto a ser considerado, é chamado de multicritério, multiatributo ou multiobjetivo (GOMES et al.10, 2002, apud CAVALCANTE; ALMEIDA, 2005; ENSSLIN et al., 2010).

## 2.4 AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES

Em uma abordagem ampla do processo de gestão de suprimentos, a segmentação está na etapa de avaliação e desenvolvimento de fornecedores, em uma base de suprimento predefinida. Esta base segue o conceito de Choi e Krause (2006, p. 638): “base de suprimento é a parte da cadeia de suprimentos que é de fato gerenciada por uma empresa focal por meio de contratos e compras de materiais e serviços”. De acordo com Park et al. (2010), em uma estrutura integrada de SRM (Supplier Relationship Management) a segmentação ou uso do modelo de portfólio de fornecedores deve ocorrer na etapa de avaliação e desenvolvimento de fornecedores e possibilitar subsídios para uma melhoria, ou seja, a segmentação da base de fornecedores deve ser realizada depois da etapa de seleção dos fornecedores, que define a composição da base de suprimento.

Para Carbone (1999), os programas de avaliação de fornecedores nunca foram tão importantes como nos últimos anos. Eles têm como objetivo identificar os bons e os maus fornecedores, sempre dando feedbacks das avaliações realizadas.

Para Handfield (1999), o relacionamento entre cliente e fornecedor, quanto mais próximo for, mais compartilhado será. As empresas estão reconhecendo que o sucesso exige uma aproximação muito estreita entre cliente e fornecedor.

Além disso, (COSTA, 1998) destaca que o diferencial competitivo nas compras dependerá da maneira como se gerenciam os fluxos logísticos de uma cadeia de suprimentos. O conhecimento dos fornecedores deve ser ampliado, para se ter um diagnóstico de como seus

sistemas e procedimentos estão, de forma a aperfeiçoá-los e alinhá-los com os objetivos do cliente.

O processo de seleção de fornecedores é uma atividade crítica para a gestão de suprimentos das empresas, principalmente quando elas atuam de acordo com o conceito de cadeia de suprimentos e, nesse contexto, os fornecedores devem ser selecionados por meio de métodos formalizados que garantam que o processo de seleção será revisto e avaliado para facilitar o processo de decisão da empresa, sobre qual fornecedor melhor se alinha com a empresa e sua cadeia de suprimentos (SANAYEI, MOUSAVI, ABDI & MOHAGHAR, 2008).

Como forma de classificar os fornecedores em grupos segmentados, os estudos encontrados na literatura científica propõem o uso de modelos quantitativos de apoio à tomada de decisão (SHIRALKAR; BONGALE; KUMAR, 2021).

Além do alto custo direto que pode ser causado pelo mau gerenciamento da relação com fornecedores, Taylor e Brunt (2001) destacam que a perda por atraso de entregas do fornecedor e por aquisição de materiais defeituosos são os problemas de maior impacto enfrentados para se atingir a eficiência na cadeia de suprimentos. É prioritário que as empresas trabalhem com seus fornecedores para melhorem continuamente seus índices de desempenho. Observa-se que a parceria com os fornecedores melhora a qualidade e a velocidade de entrega de materiais, permite alterações de projeto mais rápidas, podendo facilitar o desenvolvimento de novos produtos (CRAWFORD E COX, 1991).

Muitos fatores vêm contribuindo para aumentar a importância e a complexidade das decisões relacionadas à seleção de fornecedores, tais como: as variações quantitativas e qualitativas no comportamento da demanda, que acarretam em mudanças constantes nas necessidades de aquisição da empresa compradora; o uso da Internet, que amplia as possibilidades de fornecimento, mas dificulta a seleção de fornecedores devido ao grande número de alternativas a serem avaliadas; a necessidade de considerar cada vez mais critérios na avaliação de fornecedores (DE BOER; WEGEN; TELGEN, 1998).

Ademais, Sanayei, Mousavi e Yazdankhah (2010) ressaltam que o problema de seleção de fornecedores, sendo um dos principais processos a montante da cadeia, afeta várias áreas das empresas e torna-se uma das principais questões a ser implementada na gestão de negócios.

Além disso, o fornecedor não deve apenas fornecer um produto com qualidade, mas também oferecer um serviço que agregue valor ao produto, pois, a prestação de serviços também faz parte do escopo de eficiência da gestão da cadeia de suprimentos, simultaneamente com o êxito na entrega do material. Igualmente, os fornecedores devem demonstrar capacidade

tecnológica para auxiliar as atividades de pesquisa e desenvolvimento dos fabricantes (Shokri et al., 2010).

Park et al. (2010) estruturam as atividades de gestão de fornecimento como um processo com quatro etapas principais. A primeira delas consiste na formulação das estratégias de fornecimento, a qual envolve decisões como fabricar internamente ou terceirizar um determinado componente (make or buy), utilizar um ou mais fornecedores para cada item terceirizado, segmentar a base de fornecedores de acordo com o tipo de item fornecido, entre outras. Tais estratégias devem buscar o alinhamento entre os objetivos de compras e os objetivos estratégicos da organização. Após a definição das estratégias de abastecimento, é feita a seleção dos fornecedores que melhor atendem aos requisitos do comprador e, caso mais de um fornecedor seja selecionado, é feita a distribuição de pedidos entre fornecedores (DE BOER; LABRO; MORLACCHI, 2001).

A partir da realização de avaliações periódicas do desempenho dos fornecedores, é possível constatar se eles estão atendendo às obrigações contratuais e identificar aqueles que apresentam níveis de desempenho abaixo do esperado. Dependendo do resultado da avaliação, pode ser necessário acionar programas para o desenvolvimento de um ou mais fornecedores, ou ainda substituir um determinado fornecedor por outro com melhor desempenho. O desenvolvimento de fornecedores é especialmente importante para itens críticos, ou seja, aqueles que possuem alto valor agregado ou que possuem baixa disponibilidade de fornecedores no mercado (OSIRO; LIMA JÚNIOR; CARPINETTI, 2014).

No que diz respeito, especificamente, ao processo abastecer e a avaliação de desempenho de fornecedores em cadeias de suprimentos, esta é importante em todos segmentos industriais (ARAÚJO; ALENCAR, 2014). A boa seleção de fornecedores pode fazer diferença no futuro das organizações, diminuindo custos operacionais, melhorando a qualidade dos produtos e possibilitando respostas rápidas as demandas dos clientes (ABDOLLAHI; ARVAN; RAZMI, 2014).

Fornecedores confiáveis permitem que os fabricantes reduzam o nível de inventário e melhorem a qualidade do produto (KAWA; KOCZKODAJ, 2015). No mercado global contemporâneo, a seleção de fornecedores representa um processo crucial para aumentar a competitividade das empresas (BRUNO et al., 2015) e tornou-se uma questão central nas atividades das empresas em todo o mundo (FALLAHPOUR et al., 2015).

Diversas atividades de manutenção são adequadamente realizadas por um número crescente de fornecedores especializados disponíveis no mercado, com custos competitivos e

altos índices de qualidade e, ao mesmo tempo, o risco da empresa contratante perder seu know-how é relativamente baixo (Bertolini et al., 2004).

Cao e Zhang (2011) corroboram a existência dessa realidade ao apontar que, nos últimos anos, as organizações têm sentido a necessidade de observar além das fronteiras de suas organizações no intuito de obter oportunidades para colaborar com parceiros e garantir que a cadeia de suprimentos em que atuam seja mais eficiente e responsiva diante dos mercados cada vez mais dinâmicos.

Os autores (Karimi e Rezaeinia, 2014) definiram a seleção de fornecedores como um problema de decisão multicritério. (Sarkis e Talluri, 2002) e (Chai, Liu e Ngai, 2013) afirmaram que para capacitar a simplificação dos vários critérios de decisão e obter melhor solução, os métodos multi-decisão (Multiple-Criteria Decision-Making – MCDM) são os mais desejáveis para a gestão.

Para Krause, Handfield e Tyler (2007), as atividades de desenvolvimento de fornecedores: alocação de engenheiros para melhoria da capacidade técnica do fornecedor, desenvolvimento de equipes dedicadas e visitas regulares dos profissionais nas instalações do fornecedor tem um impacto maior nos indicadores de qualidade, entrega e flexibilidade que nos resultados de custo. Essas interações criariam um ambiente apropriado para transferência de conhecimento tácito entre as empresas facilitando o aprendizado.

O processo de avaliação faz parte da permanente reflexão sobre a atividade humana. A avaliação é imprescindível para o planejamento e o estabelecimento de objetivos, assim como para o aprimoramento de ações (GADOTTI, 2002).

Para selecionar os fornecedores mais adequados, diversos critérios econômicos e ambientais devem ser considerados no processo de decisão (Chen et al. 2016), o que torna a avaliação de desempenho destes uma atividade complexa de ser realizada (MAHDILOO; SAEN; LEE, 2015).

A gestão da cadeia de suprimentos tornou-se uma das áreas-chave para a determinação do sucesso ou fracasso da organização com relação a seus clientes (CHRISTOPHER; TOWILL, 2001). Fisher (1997) identificou duas diferentes estratégias para uma empresa que opera em um ambiente de cadeia de suprimentos: a primeira, enxuta, tem foco na redução de custos, atendendo a produtos na fase madura do ciclo de vida; a segunda, ágil, tem como objetivo responder rapidamente a mudanças na demanda, atendendo a mercados complexos ou produtos em estágios iniciais do ciclo de vida.

Finger (2002), relata a necessidade de avaliação de fornecedores para garantir o relacionamento entre cliente-fornecedor, buscando crescimento de ambas as partes. Ainda

segundo o autor, é de extrema importância fornecer feedback das avaliações para garantir desempenho consistente no processo de fornecimento de insumos ou serviços. Di Serio e Sampaio (2001), complementam ao relatar que a sobrevivência de uma empresa está na integração entre fornecedores e clientes para garantir o sucesso de uma organização, já que eles são as do início da cadeia de suprimentos.

Viana e Alencar (2011) relatam que empresas buscam critérios quantitativos (preço, quantidades de entregas no prazo) e qualitativos (compromisso, dedicação do fornecedor com o cliente) para avaliar seus fornecedores. Para Cerná e Buková (2016), os critérios de avaliação de fornecedores podem ser: preço, qualidade, desempenho de entrega, flexibilidade, responsabilidade, desenvolvimento do fornecedor, identificação de riscos e prevenções.

Com o aumento da concorrência e a necessidade de criar diferenciais competitivos, muitas empresas buscam mecanismos para uma melhoria contínua em seus processos, sejam eles diretos ou indiretos. Para atingir seus objetivos, muitas companhias buscam avaliar, monitorar suas atividades, a fim de dimensionar as vantagens competitivas diante a concorrência (ZAGO et al., 2008). Diante esta afirmação é necessária avaliar fornecedores, buscando por uma melhoria nos processos da cadeia de suprimentos.

Segundo Costa (1994) para garantir fornecimento com qualidade, prazos, preços, no tempo certo e na quantidade desejada, fez com que empresas buscassem formas de avaliar os fornecedores existentes. O autor complementa que com o desenvolvimento desta área foi possível constatar mudanças positivas nos fornecedores, melhorando o processo da cadeia de suprimentos.

Em meio a essa necessidade, uma ferramenta que busca resolver esse problema da lógica binária é a lógica Fuzzy. Onde, de acordo com Transcheit (2005) a Lógica Fuzzy viola estas suposições de verdadeiro e falso, pois na verdade, entre a certeza de ser e a certeza de não ser, existem infinitos graus de incerteza. Esta imperfeição intrínseca à informação representada numa linguagem natural tem sido tratada matematicamente no passado com o uso da teoria das probabilidades. Contudo, a Lógica Fuzzy, com base na teoria dos Conjuntos Fuzzy, tem se mostrado mais adequada para tratar imperfeições da informação do que a teoria das probabilidades.

Segundo SILVA et al. (2016), no processo de tomada de decisão os critérios de seleção dos fornecedores são considerados elementos chave, pois auxilia o tomador na avaliação sistematicamente de um conjunto de alternativas em relação a diversos métodos. Por isso, as organizações têm desenvolvido ferramentas de seleção que contemplam os principais critérios,

de maneira compreensível para os tomadores, com transparência para os fornecedores (LIMA JUNIOR et al., 2013a).

A avaliação de fornecedores é um dos elementos vitais tanto para o desempenho geral da cadeia de suprimentos quanto para o aumento da competitividade, sendo essencial para estabelecer uma relação sustentável entre os fornecedores e as necessidades dos clientes (XU et al., 2019; JIN; RYAN; YUND, 2014).

Em organizações industriais, a seleção de fornecedores é vista como a atividade mais importante de compras porque conduz a situações de tomada de decisão cujos resultados influenciam os custos de produção (CASTRO; GOMEZ; FRANCO, 2009) e a qualidade dos produtos e, conseqüentemente, afetam o desempenho da organização compradora (THRULOGACHANTAR; ZAILANI, 2011). Para os fornecedores, para a avaliação, a empresa compradora precisa desenvolver meios efetivos de medir cada um de seus critérios. (KAHRAMAN; CEBECI; ULUKAN, 2003).

Desta forma, observa-se a necessidade do desenvolvimento de modelos formais que envolvam uma variada gama de critérios, tal como apontam Bertolini et al. (2004): preço/custo, desempenho ambiental e de segurança, desempenho no tempo, qualidade de trabalho e quantidade de trabalho.

O desenvolvimento de fornecedores é especialmente importante para itens críticos, ou seja, aqueles que possuem alto valor agregado ou que possuem baixa disponibilidade de fornecedores no mercado (Osiro et al., 2014).

Lambert (2008) e Bozarth e Handfield (2008) corroboram os autores citados e aduzem que critérios de escolha e avaliação de fornecedores não incluem somente medidas quantitativas (como custos, taxas de entrega, entre outros), mas também fatores qualitativos, tais como estabilidade do gerenciamento; confiabilidade; cumprimento de regulamentações ambientais e potencial de relacionamento a longo prazo, etc.

Por meio dela, os fornecedores são agrupados de acordo com o seu desempenho perante os critérios avaliados, diferentemente de outras abordagens, nas quais agrupam os fornecedores conforme o item que eles fornecem (Medeiros & Ferreira, 2018; Park et al., 2010).

Os tomadores de decisão devem quantificar o nível de importância de todos os critérios considerando a estratégia competitiva adotada pela empresa no gerenciamento da cadeia de suprimentos (Tsang, 2002).

Desta forma, uma análise multicritério pode subsidiar uma decisão mais adequada, levando em conta vários critérios que impactam o desempenho e a satisfação dos stakeholders envolvidos (Shafiee, 2015).

Os modelos baseados em decisão multicritério são indicados para problemas com vários critérios de avaliação. Alguns autores fazem uma decomposição hierárquica do conjunto de ações possíveis, dividindo-o em categorias predefinidas: melhores ações, piores ações e ações para reconsideração (ZAMBON et al., 2005). E como resultado pretendem encontrar um subconjunto pequeno e restrito de ações satisfatórias, se possível apenas uma ação. Esse conjunto de ações satisfatórias pode, ainda, ser tratado com outras ferramentas de um sistema de apoio à decisão, como simulação e análise de cenários. (ZAMBON et al., 2005).

Para Haleh e Hamidi (2010), o desempenho dos fornecedores afeta a qualidade, o preço e o risco na realização dos objetivos de uma cadeia de suprimentos. Lysons e Farrington (2006) asseguram que a avaliação pode melhorar significativamente o desempenho do fornecedor, pode auxiliar o decisor a determinar quando este deve ser retido ou removido de uma lista de aprovação, ajuda a decidir com que fornecedores uma ordem específica deve ser colocada, provê aos fornecedores um incentivo para melhoria contínua, evita a diminuição do desempenho e pode auxiliar nas decisões sobre como distribuir um item entre vários fornecedores para melhor gerir o risco.

Para Bowersox e Closs (2008) a logística tem por objetivo disponibilizar produtos e serviços no local onde são necessários e quando são desejados. Deste modo, é responsável por proporcionar valor de tempo e lugar para o cliente, pelo menor custo possível.

Segundo Chiang et al. (2012), as organizações buscam estratégias para se colocar à frente de seus concorrentes, e uma delas é criar um relacionamento com os fornecedores por meio do setor de compras. O bom relacionamento com os fornecedores é de extrema importância para a competitividade das organizações e, com isso, alguns critérios precisam ser estipulados para poder escolher o que melhor se encaixa ao perfil da empresa.

De acordo com Martins & Campos (2009), algumas relações entre compradores e fornecedores ainda estão estabelecidas no que é definido como Modelo Clássico de Relacionamento, cujas características são: julgamento sobre o preço, avaliação dos prazos, qualidade dos produtos e serviços, atendimento das características quantitativas e qualitativas a respeito da relação estabelecida. Porém, a necessidade de formação de cadeias de suprimentos entre compradores e fornecedores, para um melhor atendimento aos clientes, torna-se imperativo estabelecer relações permanentes e de longo prazo, envolvam aspectos transacionais, como no modelo clássico, mas que ocorra uma integração e uma cooperação maior entre os membros da cadeia para o desenvolvimento e a melhoria de produtos, operações e nível de atendimento aos clientes, de forma a gerar maior valor agregado e redução dos custos e riscos associados às operações.

Já Closs (2010) afirma que a premissa básica para a formação dessas cadeias de suprimentos entre compradores e fornecedores, também conhecidos como canais de distribuição, é o trabalho cooperativo entre todos os membros da cadeia, ou canal de suprimentos, o que resultará numa sinergia e irá gerar maiores níveis de desempenho conjunto.

## CAPÍTULO 3

---

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo tem o objetivo de definir o possível link entre o pré- despacho de unidades geradoras carga focada na confiabilidade do das peças, bem como apontar técnicas, métodos, abordagens, procedimentos, materiais, ferramentas, dentre outros, utilizados na realização do presente estudo.

#### 3.1 MATERIAIS E MÉTODOS

O conceito de logística abrange inicialmente a gestão da cadeia de suprimentos e a distribuição de bens e serviços. No entanto, o tema também engloba sistemas produtivos, planejamento, controle de produção, modelos de estoque e muito mais, fazendo a gestão do fluxo de informações entre clientes e fornecedores.

O objetivo é entregar o produto certo, dentro do prazo, principalmente ao cliente específico e no local designado, promovendo a redução de custos no processo pertinente. Todas essas metas dependem de uma série de procedimentos intermediários cujo funcionamento é essencial para o bom funcionamento da logística industrial.

Desta forma, é necessário gerenciar estrategicamente as aquisições feitas, bem como a armazenagem, a movimentação e a distribuição das mercadorias, para que seja possível saber como e onde está cada produto. Outro processo que merece atenção é o processamento de pedidos, na qual deve garantir que os pedidos sejam separados e enviados corretamente, gerando assim uma prestação de serviços satisfatória.

Com a logística industrial envolvendo uma grande variedade de sistemas, informações e ações, além de todos os componentes já citados, também envolve os processos e fatores que influenciam as atividades de compra, visto que também se preocupa com a qualidade, o preço, os cuidados com a embalagem, o manuseio, a segurança do produto, a confiabilidade do serviço e a sua influência na fidelização do cliente, entre outros.

Ao aplicar boas práticas para aprimorar os processos, a logística na indústria direciona atenção a pontos cruciais para o sucesso do negócio por meio da redução de movimentações desnecessárias, a otimização do espaço e do tempo, a eliminação de operações improdutivas e a diminuição do desperdício e do excesso de estoque, possibilitando um maior aproveitamento

dos recursos disponíveis, refletindo assim, no aumento da lucratividade, preços mais competitivos e predileção dos clientes.

É nesse contexto que surge a gestão da cadeia de suprimentos, o termo tem origem na década de 80, e por isso ainda não tem plena compreensão do seu significado, mesmo tendo sido definido por diversos autores, ainda existem interpretações errôneas com logística (COOPER, et al., 1997).

Por fim, o Supply Chain Council proposto por Pires (2004) diz que a CS abrange todas as etapas, desde a produção até a entrega do produto, integrando o primeiro fornecedor ao cliente final. Para tanto, são necessários quatro processos: planejar, abastecer, fazer e entregar.

Os resultados obtidos com um bom nível de GCS são demonstrados em números na literatura, Metz (1998) mostra ganhos quantitativos e qualitativos. Em relação aos primeiros, o autor destaca entre outros ganhos: diminuição de estoque em 50% e 20% em relação aos custos totais da cadeia, o aumento em 40% da acuracidade das entregas, além da redução do lead time em até 27%.

As principais ações para otimizar o setor da logística em uma indústria são: mapear e automatizar processos: o controle sobre os processos é fundamental para o sucesso da empresa. Por meio de mapeamento é possível aprimorar a eficiência e o desempenho dos serviços, reduzir custos e tempo gasto para efetuar tarefas e eliminar desperdícios, resultando em maior flexibilidade e agilidade na cadeia de suprimentos.

Já a automatização dos processos integra todos os setores da empresa, facilitando o acesso e a busca de informações, melhorando a qualidade dos serviços, tornando as ações internas mais seguras e gerando maior satisfação do cliente.

Otimizar o espaço da empresa refere-se à fazer o melhor uso do espaço disponível, sendo essencial para acelerar os processos de logística. É importante manter os estoques ordenados, atendendo à lógica de entrada e saída dos produtos ou mercadorias.

Sistemas de controle de estoque podem ajudar nessa tarefa ao facilitar a gestão dos produtos no armazém.

Reduzir as movimentações desnecessárias: considera-se o transporte como um dos maiores custos logísticos, por isso, um bom planejamento de rotas é indispensável para diminuir os desperdícios e riscos na entrega.

Quanto às movimentações internas, é interessante usar layouts, como em linhas de montagem. Desta forma, cada funcionário receberá sua tarefa a ser realizada sem necessitar mudar de posição constantemente, evitando demoras nos processos e até mesmo acidentes.

Compreende-se o papel da logística industrial no aprimoramento de processos, dado que é fundamental que a empresa de logística escolhida para fazer o transporte dos seus produtos adote medidas capazes de contribuir positivamente para o crescimento da sua organização. Para que a logística industrial faça a integração entre as diversas áreas da sua empresa, é necessário enfrentar alguns desafios, tais como:

1 – Controle de qualidade: é importante estar sempre atento a esse processo para que tudo saia em conformidade ao planejado, pois além de verificar se o produto está nos padrões, este setor também deve ser responsável pela verificação do estado da documentação, das etiquetas e de tudo que identifique o produto;

2 – Prestação de serviços: por envolver diversos aspectos do processo logístico, muitas vezes esse serviço deixa a desejar ao não dar a devida atenção a cada processo individual, afetando diretamente na credibilidade do cliente, que passa a não confiar na empresa;

3 – Dificuldades com o transporte: além dos problemas com as condições precárias da malha rodoviária brasileira, há a preocupação com o roubo de cargas que causam grandes prejuízos à indústria e os altos gastos com combustível.

Na empresa analisada do estudo é possível verificar que já era feito através de procedimentos internos controle de qualidade dos fornecedores nacionais e internacionais, porém, era realizado de forma muito superficial. Os dados eram levantados através de planilhas no excel, tratados manualmente através de gráficos e indicadores como:

- Requisitos contratuais;
- Pontualidade na entrega;
- Preço competitivo;
- Quantidade de produto comparado com a nota fiscal.

A avaliação era feita de forma obrigatória como exigência da certificação de qualidade ISO 9001, os dados eram tratados anualmente, com pontuações de 0 a 10 para cada critério, a cada nota atribuída gerava uma ação ao fornecedor, conforme abaixo:

- 8,0 a 10,0: manter fornecedor;
- 6,0 a 7,9: notificar fornecedor sobre a melhoria;
- Abaixo de 5,9: suspender fornecimento.

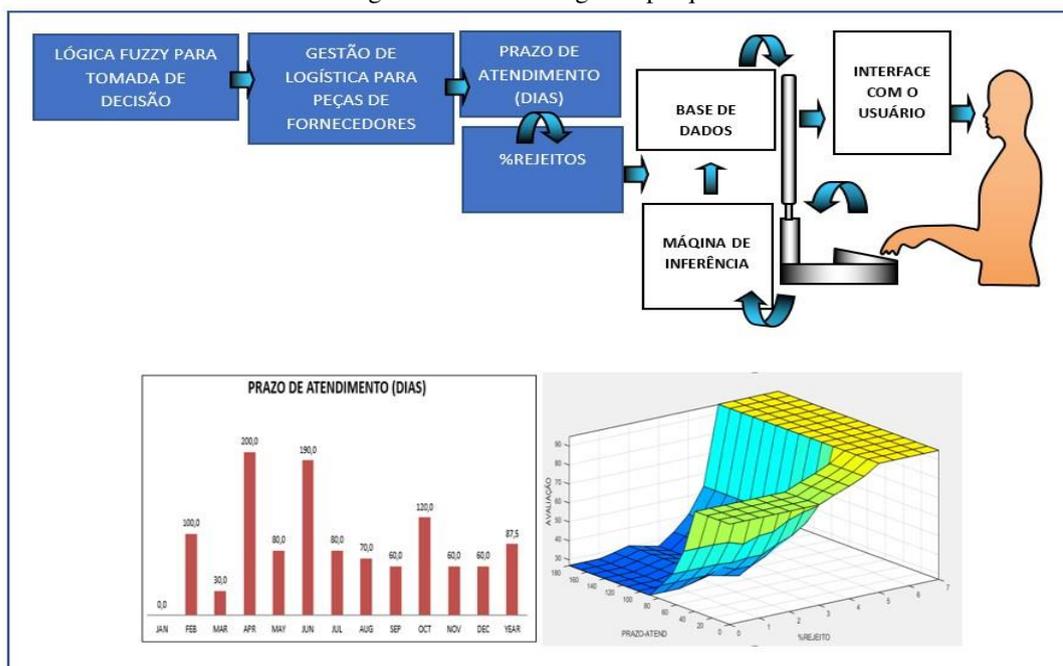
O documento era compartilhando com a gerência e diretoria, com os auditores da ISO 9001 e era realizado a tomada de decisão com a suspensão de fornecimento daqueles que não atingiram os critérios mínimos.

O começo do projeto foi questionar os indicadores e critérios, quais deles faziam maior correlação com a qualidade final do produto e a satisfação do cliente, criando novos indicadores:

- Inspeção do recebimento: inspeção de qualidade das peças que chegaram na fábrica, quantidade de peças comparando com a nota fiscal, além de padrão de core e verificação de defeitos visuais;
- Retrabalho: índice de defeito que geraram retrabalho de peças antes ou durante o processo de montagem;
- Montagem e acabamento: índice de defeito nas peças durante processo de montagem do produto;
- Reposição de peças: tempo de reposição das peças com defeito pelos fornecedores.

A Figura 3.1 é chave para entender a inovação desta dissertação e a metodologia usada para o desenvolvimento da mesma. Na parte superior esquerda, pode-se apreciar a simplificação. Na parte central esquerda, mostra as atividades de diagnóstico que permitem conhecer o estado técnico dos motores para saber se podem ou não serem usados na tomada de decisão dos fornecedores, e a parte inferior esquerda mostra as análises de confiabilidade, o que junto com o diagnóstico permitem saber quando é possível contratar os fornecedores. Com esses dados, na parte direita da figura se mostra a aplicação da lógica Fuzzy para fazer o pré-despacho de carga, conforme as regras Fuzzy que atendem a tomada de decisão da realização de compras de todos os fornecedores.

Figura 3.1- Metodologia da pesquisa.



Fonte: Autora (2022).

## CAPÍTULO 4

---

### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 4.1 INTRODUÇÃO

A teoria dos conjuntos clássicos baseia-se no conceito fundamental de um conjunto, na qual indivíduos são membros ou não membros. Existe uma distinção nítida e objetiva entre um membro e um não membro para qualquer conjunto bem definido de entidades nesta teoria, e há um limite muito preciso e claro para indicar se uma entidade pertence a um conjunto. Assim, na teoria de conjuntos clássicos, um elemento não pode estar em um conjunto (1) ou em um conjunto (0) ao mesmo tempo. Isso significa que muitos problemas do mundo real não podem ser tratados pela teoria clássica. Pelo contrário, a teoria dos conjuntos difusos aceita valores de associação parcial e, portanto, em certo sentido, generaliza a teoria dos conjuntos clássicos até certo ponto.

#### 4.2 A LÓGICA FUZZY OU LÓGICA DIFUSA

O mundo real é complexo, tal complexidade geralmente decorre da incerteza dos eventos da natureza e do futuro. Os seres humanos inconscientemente conseguiram resolver problemas complexos, ambíguos e incertos graças ao dom de pensar. Este processo de pensamento é possível porque os seres humanos não precisam da descrição completa do problema, pois eles têm a capacidade de inferir aproximadamente e tirar conclusões e avaliações sem dispor de todos os dados de determinado problema ou situação. Com o advento dos computadores e o aumento do poder computacional, os engenheiros e os cientistas estão cada vez mais interessados na criação de métodos e técnicas que permitam aos computadores trabalhar com modelos com incerteza.

O Prof. Lotfi A. Zadeh sugere pelo seu princípio de incompatibilidade: “Quanto mais perto se olha para um problema do mundo real, a lógica Fuzzy torna-se a solução” e assim, a imprecisão e a complexidade são correlacionadas (ZADEH, 1973).

A Lógica Fuzzy, as Redes Neurais, os Sistemas Especialistas e os algoritmos genéticos fazem parte de um novo paradigma conhecido por sistemas inteligentes. Estes sistemas procuram fornecer respostas que solucionam problemas, de forma apropriada às situações específicas destes problemas, mesmo sendo novas ou inesperadas (NELLES, 2013).

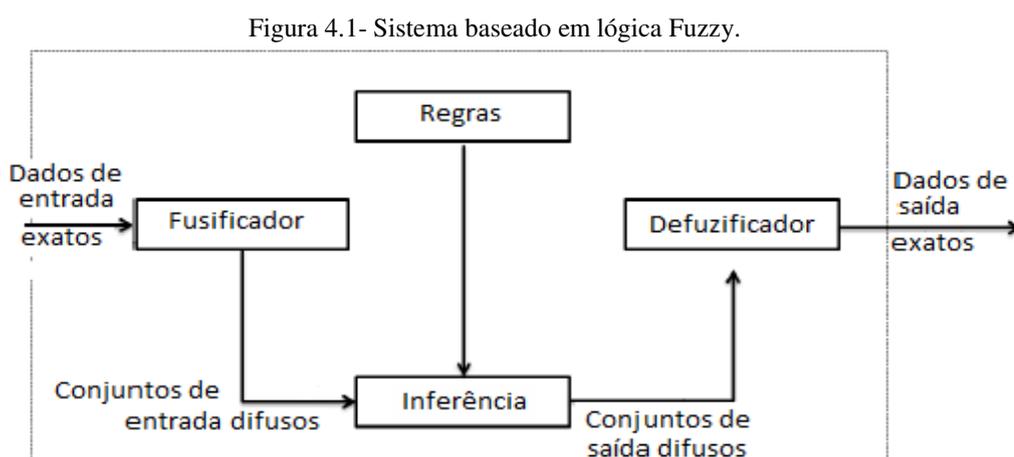
A lógica Fuzzy tem como objetivo modelar o modo aproximado de raciocínio, tentando imitar a habilidade humana de tomar decisões racionais em um ambiente de incerteza e imprecisão. Neste sentido, a lógica Fuzzy é uma técnica inteligente que fornece um mecanismo para manipular informações imprecisas – conceitos de pequeno, alto, bom, muito quente, frio – e que permite inferir uma resposta aproximada para uma questão baseada em um conhecimento inexato, incompleto ou não totalmente confiável (TANSCHKEIT, 2004).

Nos últimos anos, tem havido um interesse crescente pela lógica difusa, tanto na indústria como na academia (FERREIRA et al., 2016; AHN et al., 2017; DAN et al., 2017; ZOGHI et al., 2017).

As aplicações atuais incluem modelagem, avaliação, otimização, tomada de decisão, controle, diagnóstico e informação (GOTTWALD, 2013). Por exemplo, a lógica difusa foi aplicada em áreas como previsão de quebra de reatores nucleares na Europa, previsão de terremotos na China e controle de metrô no Japão.

#### 4.3 SISTEMAS FUZZY

Um sistema baseado em lógica Fuzzy, Figura 4.1, pode ter sua ação esquematizada pelos seguintes elementos constituintes: Fuzzificador; Regras, ou base de conhecimento; Inferência, ou lógica de tomada de decisões, e Defuzzificador (LARGUECH et al., 2016).



Fonte: Adaptado de (Larguech et al., 2016).

Segundo Larguech et al. (2016) o “fuzzificador” é responsável pelo mapeamento das entradas numéricas em conjuntos fuzzy, e convertê-las em variáveis linguísticas. A inferência é realizada mapeando-se em valores linguísticos de entrada em valores linguísticos de saída com o uso das regras. Esta usa implicações Fuzzy para simulação de decisões humanas, gerando

ações de controle, chamados de consequentes, partindo-se de um conjunto de condições de entrada, chamada de antecedentes.

Esta base de conhecimento representa o modelo do sistema a ser controlado, consistindo numa base de dados e uma base de regras Fuzzy linguísticas. O “defuzzificador” mapeia valores linguísticos e os converte em valores numéricos de saída. Esta função é realizada por uma interface de defuzzificação, obtendo-se um valor discreto que possa ser usado numa ação de controle no mundo real.

#### 4.4 TEORIA DOS CONJUNTOS FUZZY

A base dos sistemas Fuzzy é a teoria dos conjuntos Fuzzy. Estes conjuntos são extensões dos conjuntos convencionais, que permitem somente que elementos sejam verdadeiros ou falsos (lógica booleana, bivalente). Os conjuntos Fuzzy permitem que seus elementos possuam certo “grau de pertinência” associado, sendo esta propriedade conhecida como “multivalência”. Isto permite a aproximação com o mundo real que não é bivalente, é na realidade multivalente com um vasto número de opções ao invés de somente duas. A lógica Fuzzy, então, permite trabalhar com tais incertezas de fenômenos naturais de forma rigorosa e sistemática (DUBOIS et al., 2014).

A determinação do grau de pertinência, para conjuntos Fuzzy contínuos, se dá pela análise de “funções de pertinência”. Estas funções possibilitam o cálculo do grau de pertinência de acordo com o valor assumido pela variável. Elas representam os aspectos fundamentais de todas as ações teóricas e práticas de sistemas Fuzzy (GANGA et al., 2011; MARQUES et al., 2016).

#### 4.5 FUNÇÕES DE PERTINÊNCIA FUZZY

As “Funções de Pertinência Fuzzy” representam os aspectos fundamentais de todas as ações teóricas e práticas de um sistema Fuzzy. Uma função de pertinência é uma função numérica gráfica ou tabulada que atribuem valor de pertinências Fuzzy para valores discretos de uma variável, em seu universo de discurso representa o intervalo numérico de todos os possíveis valores reais que uma variável específica pode assumir (PAIVA, 2008; GABRIEL FILHO et al., 2011).

Um número difuso, considerado um indicador de desempenho, é uma generalização de um número real regular, no sentido de que não se refere a um único valor, mas sim, a um

conjunto conectado de valores possíveis, onde cada valor tem seu próprio peso entre 0 e 1. Este peso é chamado de função de associação. Assim como a lógica Fuzzy é uma extensão da lógica booleana (que usa a verdade absoluta e falsidade apenas, nada intermediário), os números difusos são uma extensão de números reais. Os cálculos com números difusos permitem a incorporação de incerteza em parâmetros, propriedades, geometria, condições iniciais, e etc. Podem ser representados pelos segmentos formados por atribuição a uma determinada função de índice de associação do tipo triangular, trapezoidal, gaussiana, Bell generalizada, sigmoidal, gama, e etc. (DUBOIS; PRADE, 2012).

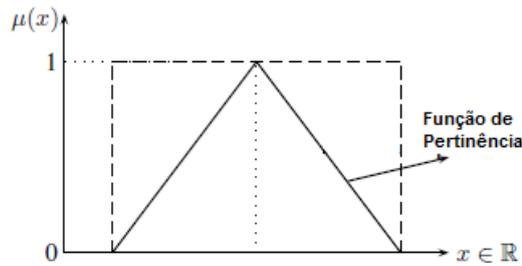
A quantidade de funções em um universo de discurso e seu formato é escolhida com base na experiência, na natureza do processo a ser analisado ou numa entrevista com o operador humano especializado que realiza as funções de controle manualmente. Os gráficos de funções de pertinências podem ter diferentes formas e representações, as mais comuns são a triangular, a trapezoidal e a gaussiana.

#### 4.5.1. Funções de pertinência triangular

As funções de pertinência triangulares são caracterizadas por uma terna (a, b, c), onde a e c determinam o intervalo dentro do qual a função de pertinência assume valores diferentes de zero, e b é o ponto onde a função de pertinência é máxima (FIGUEIREDO et al., 2016). A Figura 4.2 exibe a curva de uma função de pertinência triangular onde são destacados a, b e c. Nesta figura, encontram-se no eixo vertical os valores da função de pertinência e no eixo horizontal os valores da variável que se quer estudar (BITTENCOURT, 2011).

$$\mu_A = \begin{cases} 0 & \text{se } x \leq a \\ \frac{x - a}{b - a} & \text{se } a < x \leq b \\ \frac{c - x}{c - b} & \text{se } b < x \leq c \\ 0 & \text{se } x > c \end{cases}$$

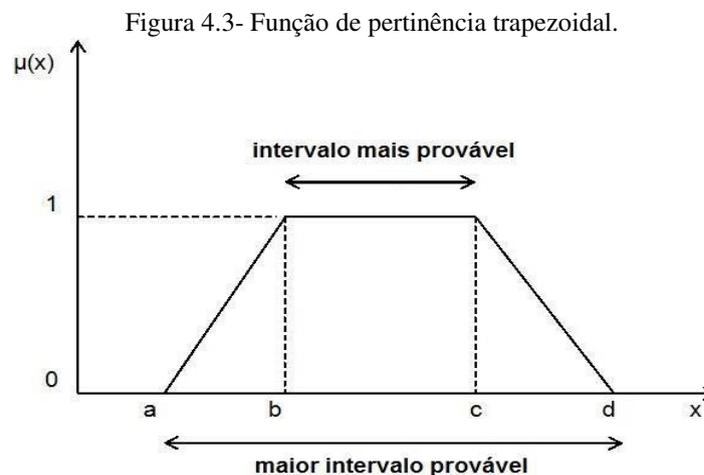
Figura 4.2- Função de Pertinência Triangular.



Fonte: Adaptado de (Rodríguez e Huertas, 2016).

#### 4.5.2. Funções de pertinência trapezoidal

As funções de pertinência trapezoidais são caracterizadas por um conjunto de quatro valores de “a”, “b”, “c” e “d”, onde “a” e “d” determinam o intervalo dentro do qual a função de pertinência assume valores diferentes de zero, “b” e “c” determinam o intervalo dentro do qual a função de pertinência é máxima e igual à 1. A Figura 4.3 mostra uma função de pertinência trapezoidal onde podem ser destacados os pontos “a”, “b”, “c” e “d”. Nesta Figura, encontram-se no eixo vertical os valores da função de pertinência e no eixo horizontal os valores da variável que se quer estudar.



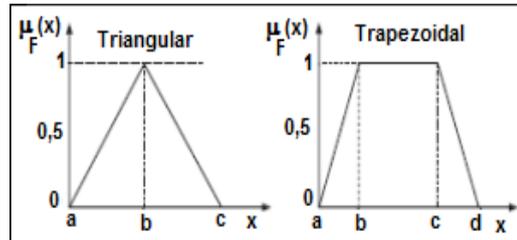
Fonte: Adaptado de (Jones et al., 2012).

As expressões para a função de pertinência trapezoidal são (BITTENCOURT, 2011):

$$\mu_A = \begin{cases} 0 & \text{se } x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & \text{se } a < x \leq b \\ 1 & \text{se } b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c} & \text{se } c < x \leq d \\ 0 & \text{se } x > d \end{cases}$$

Os números difusos triangulares e trapezoidais (Figura 4.4) são conhecidos por sua capacidade de serem adaptados, pois formalizam de forma confiável muitas situações organizacionais (JONES et al., 2012).

Figura 4.4- Comparação entre funções trapezoidais e triangulares.



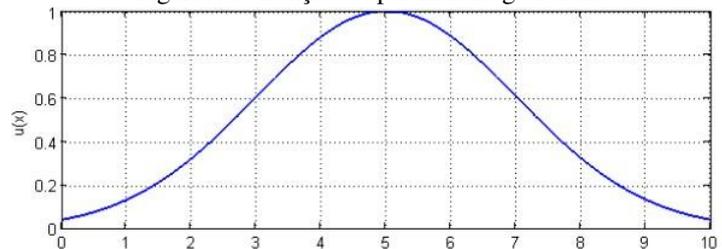
Fonte: Adaptado de (Jones et al., 2012).

### 4.5.3. Funções de pertinência gaussianas

As funções de Pertinência Gaussianas são caracterizadas pela sua média ( $\mu$ ) e seu desvio padrão ( $\sigma$ ). Este tipo de função de pertinência tem um decaimento suave e tem valores diferentes de zero para todo domínio da variável estudada. A Figura 4.5 exibe uma função de pertinência Gaussiana, e encontram-se no eixo vertical os valores da função de pertinência e no eixo horizontal os valores da variável que se quer estudar.

$$Gauss\mu(x) = e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-c}{\sigma}\right)^2}$$

Figura 4.5- Função de pertinência gaussiana.



Fonte: Carvalho e Cunha (2014).

## 4.6. REGRAS FUZZY

Uma regra difusa (se – então, regra de produção difusa) é expressa simbolicamente como:  
SE <proposição difusa> ENTÃO <proposição difusa>

Pode-se definir uma proposição simples desse tipo por:

SE X é A ENTÃO Y é B

O antecedente e consequente de uma regra podem ter múltiplas partes.

Em sistemas difusos em que o antecedente é difuso, todas as regras são parcialmente executadas, e o consequente é verdade até certo ponto (se o antecedente for verdadeiro com algum grau de pertinência, o consequente é também certo grau).

As regras Fuzzy são regras normais utilizadas para operar, da maneira correta, conjuntos Fuzzy, com o intuito de obter consequentes. Para criar tais regras é preciso de um raciocínio coerente com o que se deseja manusear e obter. Para isso, este raciocínio deve ser dividido em duas etapas: (1) avaliar o antecedente da regra e (2) aplicar o resultado no consequente. Por exemplo, considerando a sentença se  $x$  é alto, então  $x$  é pesado seguindo os passos 1 e 2 acima, tem-se que para  $x = 1,70\text{m}$ , deve-se, primeiramente, verificar o grau de pertinência da entrada para o conjunto ao qual se encaixa, alto, que é, para este caso,  $\mu(x) = 0.5$ . Como o grau de pertinência da entrada  $x$  é tal, então se deve passar este valor de pertinência para um  $y = 80\text{ kg}$  (por exemplo), pertencente ao conjunto pesado.

Para casos em que existam vários antecedentes, é preciso encontrar um grau de pertinência resultante de todos os dos antecedentes. Nos casos em que o conectivo entre os antecedentes seja “e”, devem-se utilizar métodos de combinação, contanto que o resultado não ultrapasse o valor de menor pertinência entre os antecedentes; um exemplo de método seria o mínimo das pertinências. Já nos casos em que o conectivo entre os antecedentes for “ou”, devem-se utilizar métodos de combinação, contanto que o resultado não seja menor que o maior grau de pertinência. O raciocínio é bem mais simples para casos em que existam vários consequentes, pois o grau de pertinência resultante será o mesmo para todos os consequentes.

## CAPÍTULO 5

---

### 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo trata da aplicação da lógica Fuzzy para a gestão de logística para avaliação de fornecedores em uma fábrica de relógios x no polo industrial de Manaus com aplicação de inteligência artificial (lógica Fuzzy), avaliado por diferentes variáveis relacionadas com o fornecedor de peças.

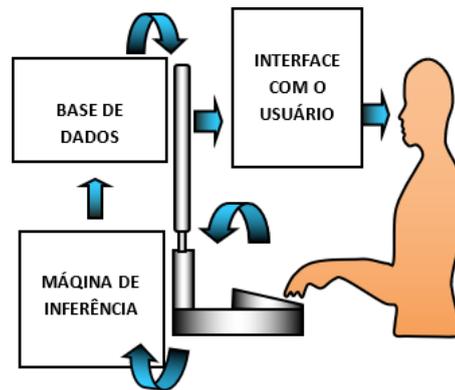
Na primeira parte se expõem o desenvolvimento das regras Fuzzy e de todo o procedimento de inferência e na segunda parte todas as provas para avaliar a logística e os fornecedores. Tal ferramenta serviu de base para a resolução de problema real de fornecimentos de peças para satisfazer os métodos racionalizados do just in time de uma indústria sobre condições técnicas das peças.

#### 5.1. SIMULAÇÃO FUZZY

O MATLAB é uma ferramenta eficaz utilizada em computação numérica e em diversas áreas científicas, a medida que tem se tornado efetivamente utilizada em engenharia para realizar cálculos matemáticos, desenvolver algoritmos, modelagem e simulação. Através da respectiva ferramenta, foi confirmada a possibilidade de otimização do processo de tomada de decisão no pré-despacho de carga com a utilização de Lógica Fuzzy sobre condições operacionais das unidades geradoras.

Além dos blocos principais existe uma interface homem-máquina Human-Machine Interface (HMI), que o usuário ou o especialista se comunique com o sistema sem a assistência de um programador, Figura 5.1. A máquina de inferência ou interpretador de regras guia o processo de raciocínio através da base de conhecimento, comparando fatos contidos na base de fatos com o conjunto de regras. Por muito tempo foram usados programas que continham heurísticas gerais de como solucionar problemas. (GIARRATANO; RILEY, 2005).

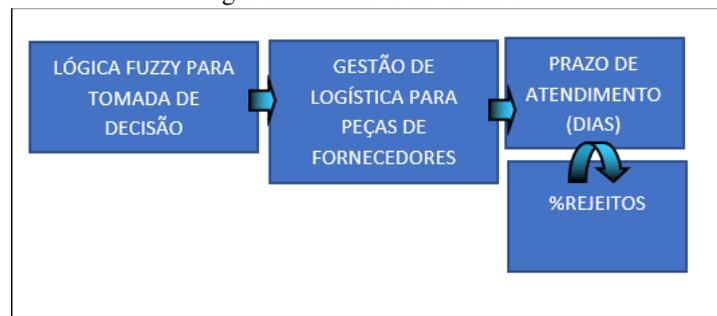
Figura 5.1- Sistema especialista



Fonte: Autora (2022).

Entre os tipos mais comuns de Gestão de logística, pode-se citar os fornecedores. Na Figura 5.2, mostra-se um esquema da logística desenvolvido na Indústria no estudo de caso, onde são feitas análises de % rejeitos e prazo de entrega para poder respaldar as regras Fuzzy, desenvolvidas como ferramenta computacional de apoio a decisão.

Figura 5.2- Tomada de decisão.



Fonte: Autora (2022).

Nesta sessão, são apresentados os resultados obtidos a partir da coleta de dados na pesquisa que subsidiaram as análises dos resultados obtidos. Para compreender como o processo de coleta de dados funciona, identificou-se que a empresa de montagem de relógios X tem como processo principal de qualidade, o controle de qualidade para recebimento de matéria-prima, como também para montagem de relógios, tudo que se encontra em forma de “rejeito” que onde através dos critérios desenvolvidos pela empresa não está de acordo com os critérios, é encaminhado para o setor de qualidade denominado EAC (designado como Estoque Aguardando Componentes), onde é enviado via sistema ao fornecedor a necessidade de peças de reposição. Realiza-se também nesse setor, a avaliação de fornecedores internacionais, como também, a decisão de continuação ou não, dos fornecedores. Os dados utilizados para avaliação do fornecedor foram:

- % Rejeito em processo de recebimento de peças e montagem;

- Prazo de atendimento de peças rejeitadas.

Com essas duas variáveis, é possível classificar os fornecedores como: muito bom, bom ou insuficiente. O levantamento de dados, como também o tratamento deles, era feito atualmente por SAP e transformados em planilhas do Excel, levando em média 2 semanas para realizar semestral ou anual de 1 fornecedor.

**Tabela 5.1- Foi aplicado o método da lógica Fuzzy com base nos dados abaixo:**

% REJEITO	PRAZO DE ATENDIMENTO
BAIXO (0 – 3%)	BAIXA (0 – 90 DIAS)
RAZOÁVEL (3% – 5%)	
ALTO (5% - 10%)	ALTA (90 – 180 DIAS)

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

**Tabela 5.2- Foi aplicado o método da lógica Fuzzy com base nos dados abaixo:**

QUALIDADE	
MUITO BOM	90% - 100%
BOM	70% - 90%
INSATISFATÓRIO	0 – 70%

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

A simulação Fuzzy contendo as variáveis do sistema, foi realizada utilizando-se a ferramenta MATLAB versão 2017 a e o modelo Fuzzy aplicado nesta simulação foi de Mamdani. Este modelo é caracterizado por adotar as regras semânticas utilizadas para o processamento de inferências e é comumente denominada de inferência de máximo-mínimo.

Tal modelo de inferência aplica-se bem a este tipo de problema haja vista que utiliza as operações de união e intersecção entre conjuntos. A implementação é feita pelo modelo de Mamdani, aplicado a este estudo de caso conforme tabela 5.2. Após a edição das funções de pertinência de todas as variáveis, foram estabelecidas as regras Fuzzy para o processo de inferência, que aparecem na tabela 5.3. Mediante as 6 regras propostas pelo sistema MATLAB através da aplicação da lógica Fuzzy:

Figura 5.3 - Foi aplicado o método da lógica Fuzzy em base nos dados abaixo:

1. If (%REJEITO is BAIXO) and (PRAZO-ATEND is BAIXA) then (AVALIAÇÃO is BOM) (1)
2. If (%REJEITO is BAIXO) and (PRAZO-ATEND is ALTA) then (AVALIAÇÃO is INSATISFATÓRIO) (1)
3. If (%REJEITO is RAZOÁVEL) and (PRAZO-ATEND is BAIXA) then (AVALIAÇÃO is BOM) (1)
4. If (%REJEITO is RAZOÁVEL) and (PRAZO-ATEND is ALTA) then (AVALIAÇÃO is INSATISFATÓRIO) (1)
5. If (%REJEITO is ALTO) and (PRAZO-ATEND is BAIXA) then (AVALIAÇÃO is MUITO-BOM) (1)
6. If (%REJEITO is ALTO) and (PRAZO-ATEND is ALTA) then (AVALIAÇÃO is MUITO-BOM) (1)

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Com isso, podemos ver as informações conforme as regras seguintes:

1. Se a % de rejeito for baixo e prazo de atendimento de peças rejeitadas for baixo, a avaliação do fornecedor é considerada “BOM”;
2. Se a % de rejeito for baixo e prazo de atendimento de peças rejeitadas for alto, o fornecedor é avaliado como “INSATISFATÓRIO”;
3. Se a % de rejeito for razoável e prazo de atendimento de peças rejeitadas for baixa, o fornecedor é avaliado como “BOM”;
4. Se a % de rejeito for razoável e prazo de atendimento de peças rejeitadas for alta, o fornecedor é avaliado como “INSATISFATÓRIO”;
5. Se a % de rejeito for alto e prazo de atendimento de peças rejeitadas for baixa, o fornecedor é avaliado como “MUITO BOM”;
6. Se a % de rejeito for alto e prazo de atendimento de peças rejeitadas for alta, o fornecedor é avaliado como “MUITO BOM”.

Aplicando os dados do ano de 2019 para o maior fornecedor da fábrica de relógios X, foi possível gerar os dados e defuzzificação:

**Tabela 5.4- Foi aplicado o método da lógica Fuzzy com base nos dados abaixo:**

PLANO DE DESENVOLVIMENTO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
%REJEITO	0,0	3,9	0,2	4,5	7,0	0,5
PRAZO DE ATENDIMENTO (DIAS)	0,0	100	30	200	80	190
REJEITO FUZZY	BAIXO	RAZOÁVEL	BAIXO	RAZOÁVEL	ALTO	BAIXO
PRAZO DE ATENDIMENTO FUZZY	BAIXO	ALTO	BAIXO	ALTO	BAIXO	ALTO
RESULTADO FUZZY	BOM	INSATISFATÓRIO	BOM	INSATISFATÓRIO	MUITO BOM	INSATISFATÓRIO

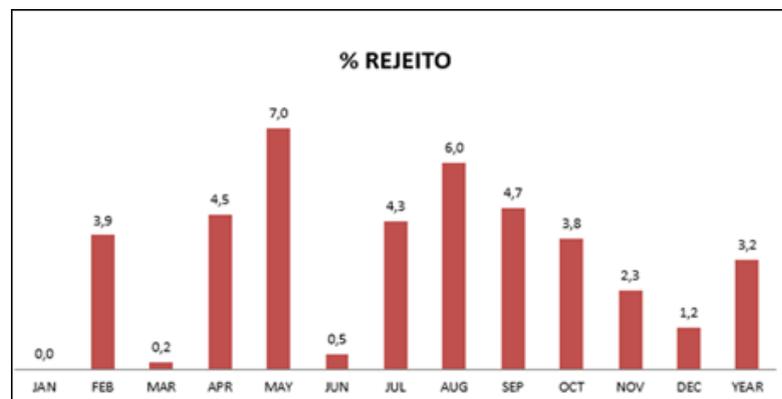
Fonte: Dados da pesquisa (2019).

**Tabela 5.5- Foi aplicado o método da lógica Fuzzy em base com dados abaixo:**

PLANO DE DESENVOLVIMENTO	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
%REJEITO	4,3	6,0	4,7	3,8	2,3	1,2	3,2
PRAZO DE ATENDIMENTO (DIAS)	80,0	70,0	60,0	120,0	60,0	60,0	87,5
REJEITO FUZZY	RAZOÁVEL	ALTO	RAZOÁVEL	RAZOÁVEL	BAIXO	BAIXO	RAZOÁVEL
PRAZO DE ATENDIMENTO FUZZY	BAIXO	BAIXO	BAIXO	ALTO	BAIXO	BAIXO	BAIXO
RESULTADO FUZZY	BOM	MUITO BOM	BOM	INSATISFATÓRIO	BOM	BOM	BOM

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Figura 5.4- Sistema especialista



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

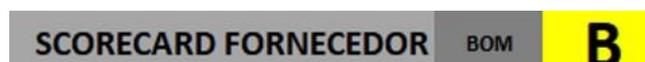
Figura 5.5- Sistema especialista



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Ao verificar a performance anual do fornecedor X, podemos ver que ele foi considerado como “bom”, e ao aplicar a defuzzificação e levando em consideração a performance do ano inteiro de 2019, sendo um fornecedor classe B, têm-se:

Figura 5.6 - Sistema especialista



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

No plano de desenvolvimento do fornecedor, a cada classificação consiste uma gama de ações, exemplificadas abaixo:

1. CLASSE A – MUITO BOM: Sem critério negativo de fornecimento, emissão de certificado de parabenização e continuação do serviço;
2. CLASSE B – BOM: Envio de comunicado ao fornecedor sobre melhoria contínua, sem exigência de abertura de plano de ação e continuação do serviço;
3. CLASSE C – INSATISFATÓRIO: Solicitação de plano de melhoria e acompanhamento do fornecedor, bloqueio para novos negócios, possibilidade de descredenciamento e iniciar desenvolvimento de fornecedor alternativo.

As regras de Inferência foram feitas conforme dados elaborados com 512 combinações (% rejeitos e prazo de entrega), pois a tabela 5.3 apresentamos apenas 26 combinações como exemplo. Todas as variáveis são inseridas considerando os intervalos determinados nas regras de inferência conforme Figura 5.1.

## 5.2 APLICAÇÃO DA LÓGICA FUZZY

Neste contexto, abstraem-se os seguintes grupos de informações e dados: os valores de entrada, denominados crisp, as variáveis linguísticas e as variáveis Fuzzy. A lógica Fuzzy se justifica na solução deste estudo caso em função das variáveis de entrada com melhor representatividade em conjuntos Fuzzy, As variáveis devido à dimensão do universo de estudo, foram divididas em entrada e saída, todas independentes entre si.

### 5.3 PROCEDIMENTO PARA A APLICAÇÃO DA LÓGICA FUZZY

O primeiro passo foi a determinação das variáveis a serem utilizadas para estabelecer as regras Fuzzy, para isso foram levadas em conta as análises de % rejeitos e prazo de atendimento em dias. Baseado na classificação do estado dessas variáveis, determinou-se o estado técnico dos motores conforme a regras Fuzzy estabelecidas. Então, para uma demanda da qualidade das peças.

### 5.4. DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS DE ENTRADAS FUZZY

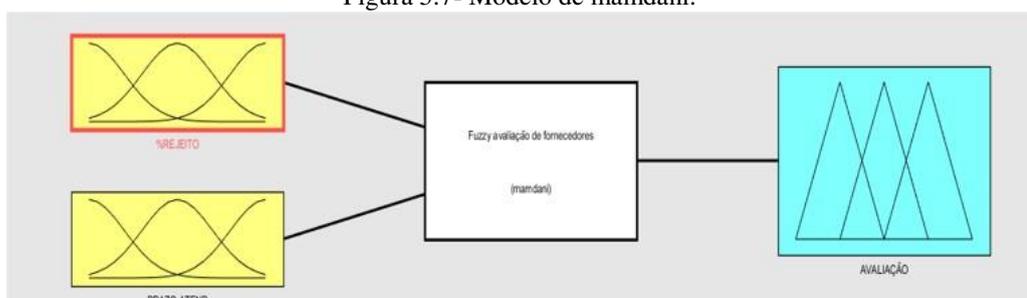
Para a determinação de cada variável, foi conveniente a divisão em faixas para uma maior aproximação da situação real que se deseja verifica:

#### 5.4.1 A variável de entrada “% rejeitos e prazo de atendimento em dias”

O “% rejeitos e prazo de atendimento em dias”, medição que é realizada frequentemente, é a primeira variável de entrada por ser responsável pelas condições de qualidade. Os níveis de “% rejeitos e prazo de atendimento em dias vibração” foram subdivididos em 02 (duas) variáveis, sendo cada uma correspondente à classificação dos níveis satisfação do cliente.

Levando a essas variáveis no sistema Fuzzy, 02 variáveis de entrada e 1 de saída (inferência). Todas as variáveis são inseridas considerando os intervalos determinados nas regras de inferência conforme Figura 5.7.

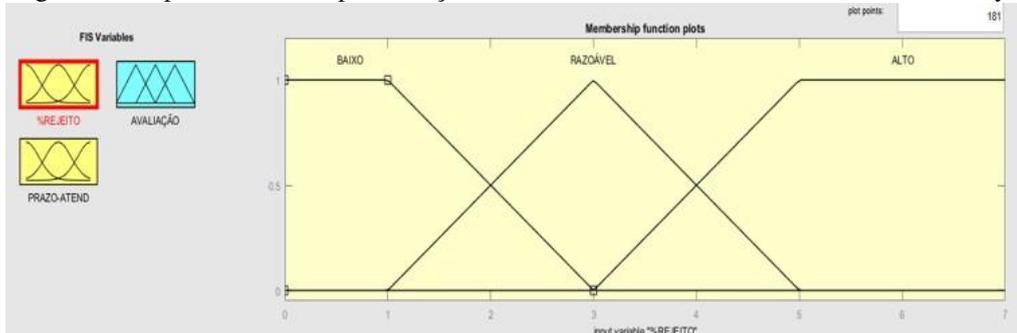
Figura 5.7- Modelo de mamdani.



Fonte: Autora (2019)

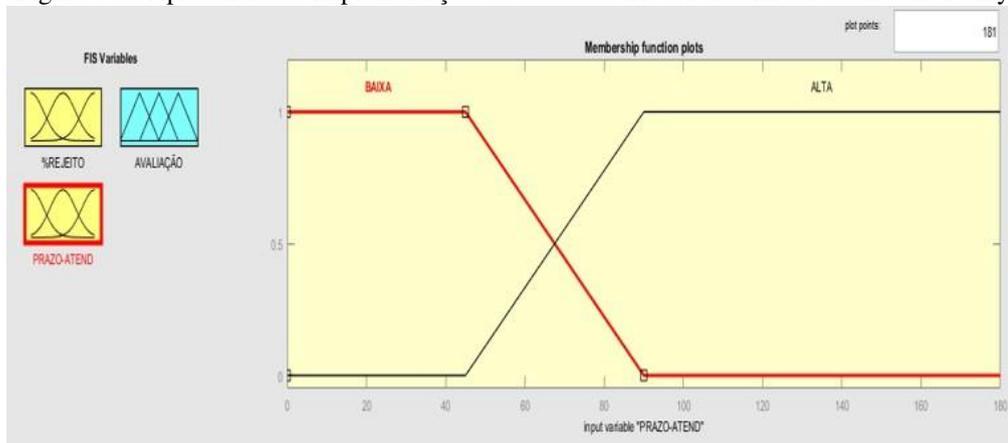
Nas Figuras 5.8 até 5.10 apresenta-se a implementação de todas as variáveis de entrada ao sistema Fuzzy.

Figura 5.8 - Apresenta-se a implementação de todas as variáveis de entrada ao sistema Fuzzy.



Fonte: Autora (2019)

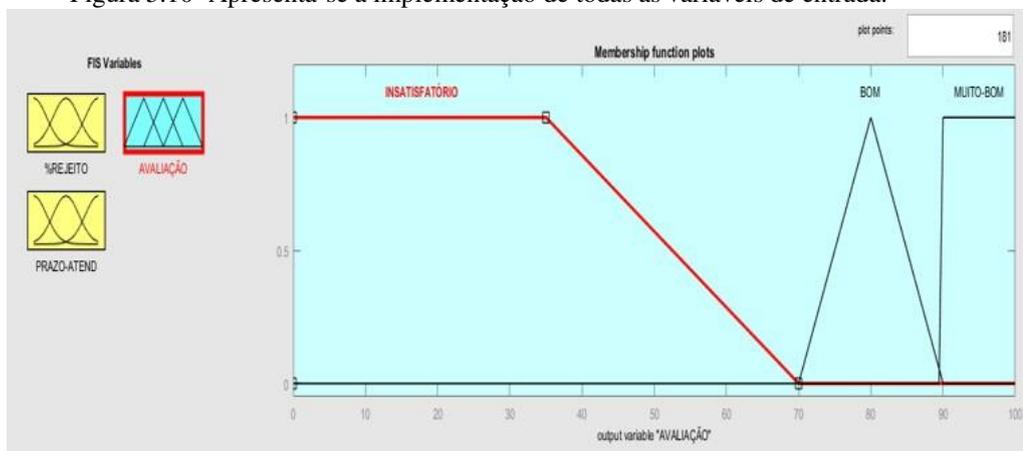
Figura 5.9 - Apresenta-se a implementação de todas as variáveis de entrada ao sistema Fuzzy.



Fonte: Autora (2019)

A avaliação é produto da relação entre a variável de entrada e variável de saída, que compõem as funções de pertinência expressas nas curvas da Figura 5.9:

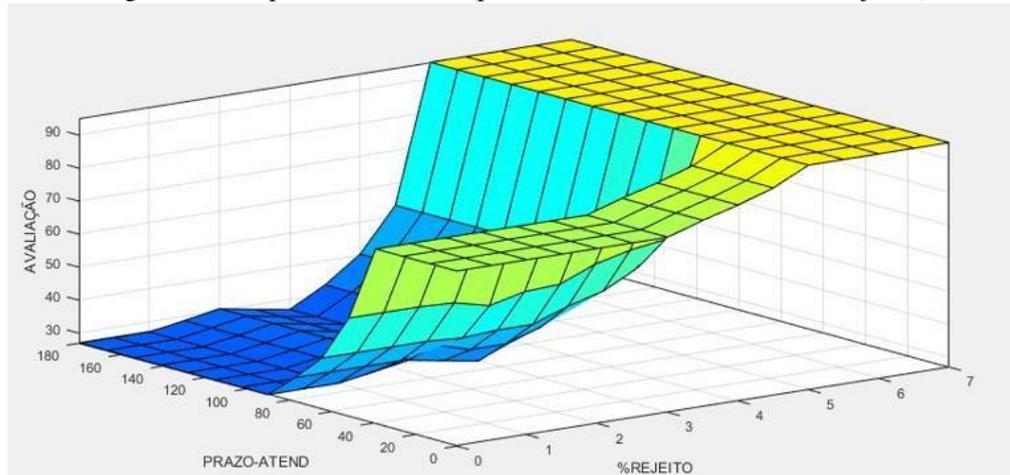
Figura 5.10- Apresenta-se a implementação de todas as variáveis de entrada.



Fonte: Autora (2019)

Os valores que são produzidos por esta inferência podem ser interpretados pelo especialista de forma que o mesmo possa verificar conforme a Figura 5.10 Onde se exibe o resultado do processamento das regras de inferência Fuzzy através da superfície do gráfico em 3D. Nestas curvas estão presentes todas as situações possíveis que as variáveis podem assumir dentro da simulação, o gráfico fica da seguinte forma:

Figura 5.11- Superfície resultante (prazo de atendimento em dia x % rejeitos).



Fonte: Autora (2019)

A área superior da curva possui cor amarela, representando a zona de conforto do sistema, ou seja, quando a variável “Prazo de Atendimento” tende a assumir valor mínimo (normal) ou permissível e a “% Rejeitos” tende a assumir valor mínimo (normal) ou permissível a variável “Avaliação” assumirá valor máximo.

A área azul da curva representa a zona de desconforto do sistema, ou seja, quando a variável “prazo de entrega” tende a valor máximo (crítico) ou alerta e a variável “% Rejeitos” assumir valor máximo (crítico) ou alerta a variável “Avaliação” assumirá valor mínimo. Gerando as 6 regras propostas pelo sistema matlab através da aplicação da lógica Fuzzy.

Conforme a Figura 5.12, exibe-se como exemplo a combinação de algumas das variáveis linguísticas, formando os antecedentes e os consequentes com base nas regras de inferência Fuzzy.

Figura 5.12 - Gerando as 6 regras propostas pelo sistema matlab.

```

1. If (%REJEITO is BAIXO) and (PRAZO-ATEND is BAIXA) then (AVALIAÇÃO is BOM) (1)
2. If (%REJEITO is BAIXO) and (PRAZO-ATEND is ALTA) then (AVALIAÇÃO is INSATISFATÓRIO) (1)
3. If (%REJEITO is RAZOÁVEL) and (PRAZO-ATEND is BAIXA) then (AVALIAÇÃO is BOM) (1)
4. If (%REJEITO is RAZOÁVEL) and (PRAZO-ATEND is ALTA) then (AVALIAÇÃO is INSATISFATÓRIO) (1)
5. If (%REJEITO is ALTO) and (PRAZO-ATEND is BAIXA) then (AVALIAÇÃO is MUITO-BOM) (1)
6. If (%REJEITO is ALTO) and (PRAZO-ATEND is ALTA) then (AVALIAÇÃO is MUITO-BOM) (1)

```

Fonte: Autora (2019)

Para uma melhor compreensão, a tela expressa na figura 5.9 demonstra todas as possibilidades que a simulação pode produzir. A movimentação das linhas vermelhas determina a outra regra que se deseja avaliar. Como muitas combinações são praticamente idênticas e não alteram os dados de saída, foram realizadas 120 combinações no MATLAB. Com isso, podemos ver as informações conforme as seguintes regras:

1. Se a % de rejeito for baixo e prazo de atendimento de peças rejeitadas for baixo, a avaliação do fornecedor é considerada “BOM”;
2. Se a % de rejeito for baixo e prazo de atendimento de peças rejeitadas for alto, o fornecedor é avaliado como “INSATISFATÓRIO”;
3. Se a % de rejeito for razoável e prazo de atendimento de peças rejeitadas for baixa, o fornecedor é avaliado como “BOM”;
4. Se a % de rejeito for razoável e prazo de atendimento de peças rejeitadas for alta, o fornecedor é avaliado como “INSATISFATÓRIO”;
5. Se a % de rejeito for alto e prazo de atendimento de peças rejeitadas for baixa, o fornecedor é avaliado como “MUITO BOM”;
6. Se a % de rejeito for alto e prazo de atendimento de peças rejeitadas for alta, o fornecedor é avaliado como “MUITO BOM”.

Aplicando os dados do ano de 2019 para o maior fornecedor da fábrica de relógios X, foi possível aplicar os dados e defuzzificação.

O primeiro passo quando se trata de desenvolver um programa de manutenção, é direcionar todos os esforços nas áreas que trarão o máximo de benefício, tal aproximação pode ser desenvolvida executando uma análise de confiabilidade.

Como parte de um programa de gerenciamento de gestão logística e de estudo e monitoramento de fornecedores, é essencial avaliar o desenvolvimento ou formação de defeitos, assim como o tamanho e crescimento dos mesmos, além do enfraquecimento geral de estruturas dos componentes, e a caracterização e verificação do comportamento e desempenho dos componentes e da indústria como um todo.

## 5.5 FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DA QUALIDADE

As principais técnicas estatísticas que podem ser utilizadas de forma integrada em ciclos de melhoria contínua dos processos e serviços são as seguintes:

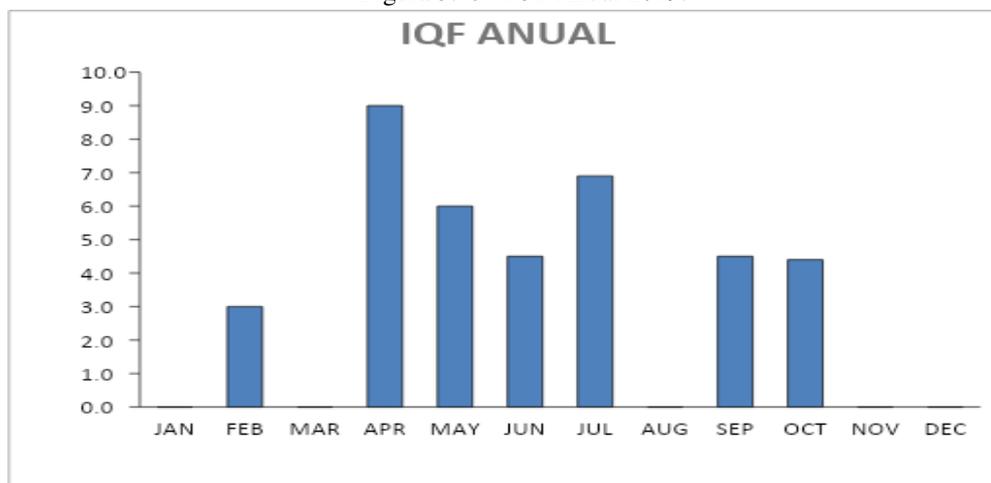
Tabela 5.6 - Mapa de acompanhamento 2019.

MAPA DE ACOMPANHAMENTO 2019																
ANO	2019		FORNECEDOR	TIMEZONE												
PLANO DE AVALIAÇÃO	Peso (%)	JAN	MÉDIA SEMESTRAL	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	MÉDIA SEMESTRAL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA ANUAL
INSPEÇÃO DE RECEBIMENTO	10%	SR	5	10	SR	10	10	10	10	10	SR	10	0	SR	SR	8,6
RESULTADO DO RETRABALHO	30%	SR	0	0	SR	10	0	0	5	3	SR	0	0	SR	SR	2,1
MONTAGEM E INSPEÇÃO FINAL	30%	SR	6,5	0	SR	10	10	5	8	6,6	SR	5	8	SR	SR	6,6
TEMPO E QUALIDADE PARA PEÇAS REJEITADAS DE REPOSIÇÃO	20%	SR	10	10	SR	10	10	10	10	10	SR	10	10	SR	SR	10
TOTAL	90%	SR	0	3	SR	9	6	4,5	6,9	5,9	SR	4,5	4,4	SR	SR	5,5

Fonte: Autora (2022).

\*SR: Sem recebimento

Figura 5.13 - IOF Anual 2019.



Fonte: Autora (2022).

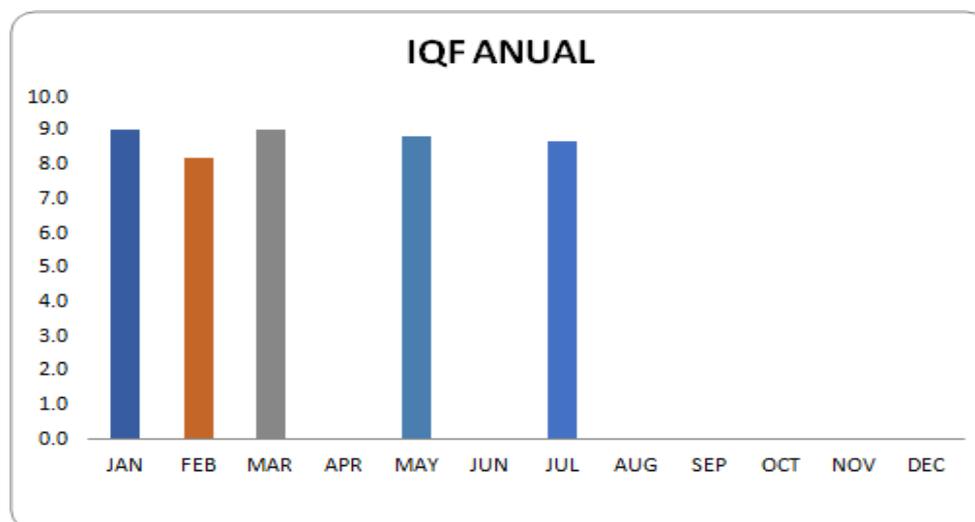
Tabela 5.7 - Mapa de acompanhamento 2020

MAPA DE ACOMPANHAMENTO 2020														
ANO	2020	-	FORNECEDOR	TIMEZONE										
PLANO DE AVALIAÇÃO	PESO (%)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
INSPEÇÃO DE RECEBIMENTO	10%	10	9,2	10	SR	8	SR	9,1	SR	SR	SR	SR	SR	9,2
RESULTADO DO RETRABALHO	30%	10	8,3	10	SR	10	SR	9,4	SR	SR	SR	SR	SR	9,6
MONTAGEM E INSPEÇÃO FINAL	30%	10	9,2	10	SR	10	SR	9,7	SR	SR	SR	SR	SR	9,8
TEMPO E QUALIDADE PARA PEÇAS REJEITADAS DE REPOSIÇÃO	20%	10	10	10	SR	10	SR	10	SR	SR	SR	SR	SR	10
TOTAL	90%	9	8,2	9	SR	8,8	SR	8,7	SR	SR	SR	SR	SR	8,7

Fonte: Autora (2022).

\*SR: Sem recebimento

Figura 5.14 - IOF Anual 2020.



Fonte: Autora (2022).

Fluxograma, Diagrama Ishikawa (Espinha-de-Peixe), Folha de Verificação, Diagrama de Pareto, Histograma, Diagrama de Dispersão e Cartas de Controle. Estas sete ferramentas fazem parte de um grupo de métodos estatísticos elementares, que devem ser de conhecimento de todas as pessoas envolvidas com a empresa, do presidente aos colaboradores, e, por isso, devem fazer parte dos programas básicos de treinamentos das organizações (GOETSCH e DAVIS, 2014; JENSEN, 2015). Algumas delas serão discutidas e implementadas ao longo deste capítulo.

Para poder planejar e executar o trabalho desenvolvido nesta dissertação, primeiramente, foi necessário realizar uma análise de falhas dos fornecedores durante os anos 2021 e 2021. Na Tabela 5.6 são oferecidos os dados da frequência de falhas das peças rejeitadas.

A competitividade tem feito com que empresas que se mantêm no mercado, continuem aprimorando-se constantemente. O que é destacado pelo autor Paladini (2009), que afirma que é necessário que tenha melhoria contínua na qualidade dos processos internos desde seu início até seu término. Com esta intenção a fábrica de relógios X, já com as informações para avaliação de fornecedor, buscou-se fazer um levantamento para o fornecedor de maior volume e maior impacto na fábrica para aplicação da lógica Fuzzy.

Com os dados expostos na seção anterior, foram extraídas as variáveis % de rejeito no processo de recebimento e montagem de peças e prazo de atendimento de peças rejeitadas, levou-se o questionamento de como seria a performance do ano e pode-se enxergar a performance do fornecedor mês a mês.

Com a aplicação da lógica Fuzzy no sistema MATLAB, foi nítido perceber em pouco tempo a performance do fornecedor e quais são as regras definidas através das variáveis escolhidas, após isso, foi construído as ações para as classificações:

1. CLASSE A – MUITO BOM: Sem critério negativo de fornecimento, emissão de certificado de parabenização e continuação do serviço;
2. CLASSE B – BOM: Envio de comunicado ao fornecedor sobre melhoria contínua, sem exigência de abertura de plano de ação e continuação do serviço;
3. CLASSE C – INSATISFATÓRIO: Solicitação de plano de melhoria e acompanhamento do fornecedor, bloqueio para novos negócios, possibilidade de descredenciamento e iniciar desenvolvimento de fornecedor alternativo.

Como também, a construção da linha do tempo de avaliação de fornecedores:

Tabela 5.8 - Avaliação de fornecedores.

HALF-YEARLY REPORTING		HALF-YEARLY REPORTING						HALF-YEARLY REPORTING			
MONTHLY REPORT		MONTHLY REPORT						MONTHLY REPORT			
JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DEC
		ACTION PLAN		IMPROVEMENT				ACTION PLAN		IMPROVEMENT	
		BUY							BUY		

Fonte: Autora (2022).

É possível verificar a diminuição do tempo de análise de dados, levantamento e critérios de aceitação para avaliação de fornecedor levando a fábrica a um diferencial quando for preciso a tomada de decisão pelos gestores.

De acordo com os fatos abordados neste trabalho, podemos evidenciar que atualmente a técnica de “Gerenciamento da Logística” aplicada por meio da ferramenta computacional lógica Fuzzy é indispensável para grandes empresas. Isso por prover confiabilidade e a produtividade aos processos, detectando problemas ainda durante a fase inicial, proporcionando para o setor de logísticas, um bom planejamento das atividades corretivas nas peças sem prejudicar o plano de produção da empresa. Promovendo assim, o crescimento da mesma no que diz respeito a atendimento de prazos, e conseqüentemente, um aumento da satisfação do cliente e a confiabilidade mostrada com aumento da produtividade e a diminuição de defeitos apresentado neste capítulo.

## REFERÊNCIAS

- AHN, J.; CHO, S.; CHUNG, D. H. **Analysis of energy and control efficiencies of fuzzy logic and artificial neural network technologies in the heating energy supply system responding to the changes of user demands.** *Applied Energy*, v. 190, p. 222-231, 2017. ISSN 0306-2619.
- BITTENCOURT, C. G. D. **Aplicação da lógica fuzzy em um sistema de pré-análise de oscilografias em unidades de geração.** 2011. Universidade Tecnológica Federal do Paraná
- CARVALHO, S. C.; CUNHA, A. M. D. **MIDC um método de inferência difusa para classificação em bancos de dados.** 2014. Divisão de Ciência da Computação (IEC), Instituto Tecnológico de Aeronáutica.
- DAN, J. G.; ARNALDOS, J.; DARBRA, R. **Introduction of the human factor in the estimation of accident frequencies through fuzzy logic.** *Safety science*, v. 97, p. 134-143, 2017. ISSN 0925-7535.
- DUBOIS, D.; PRADE, H. **Fundamentals of fuzzy sets.** Springer Science & Business Media, 2012. ISBN 1461544297.
- DUBOIS, D. J.; PRADE, H.; YAGER, R. R. **Readings in fuzzy sets for intelligent systems.** Morgan Kaufmann, 2014. ISBN 1483214508.
- FIGUEIREDO, M. O.; TASINAFFO, P. M.; DIAS, L. **Modeling autonomous nonlinear dynamic systems using mean derivatives, fuzzy logic and genetic algorithms.** *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, v. 12, n. 5, p. 1721-1743, 2016.
- FERREIRA, R.; FERREIRA, R.; MACEDO, H. **Fuzzy logic for estimating replacement items in inventory management.** *Telematics and Information Systems (EATIS), 2016 8th Euro American Conference on, 2016*, IEEE. p.1-4.
- GABRIEL FILHO, L. R. et al. **Application of fuzzy logic for the evaluation of livestock slaughtering.** *Engenharia Agrícola*, v. 31, n. 4, p. 813-825, 2011. ISSN 0100-6916.
- GANGA, G. M. D.; CARPINETTI, L. C. R.; POLITANO, P. R. **A fuzzy logic approach to supply chain performance management.** *Gestão & Produção*, v. 18, n. 4, p. 755-774, 2011. ISSN 0104-530X.
- GOETSCH, D. L.; DAVIS, S. B. **Quality management for organizational excellence.** Pearson Upper Saddle River, NJ, 2014. ISBN 1292022337.
- GOTTWALD, S. **Fuzzy sets and fuzzy logic: The foundations of application—from a mathematical point of view.** Springer-Verlag, 2013. ISBN 3322868125.
- JENSEN, W. A. **Statistical Process Control for the FDA-Regulated Industry.** *Journal of Quality Technology*, v. 47, n. 2, p. 204-206, 2015. ISSN 0022-4065.
- JONES, A.; KAUFMANN, A.; ZIMMERMANN, H.-J. **Fuzzy sets theory and applications.** Springer Science & Business Media, 2012. ISBN 9400946821.

KAHRAMAN, C.; KAYMAK, U.; YAZICI, A. **Fuzzy Logic in Its 50th Year: new developments, directions and challenges**. Springer, 2016. ISBN 3319310933.

LARGUECH, S. et al. **Fuzzy sliding mode control for turbocharged diesel engine**. *Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control*, v. 138, n.1, p. 011009, 2016. ISSN 0022-0434.

MARQUES, J. I. et al. **Fuzzy modeling in the prediction of climate indices and productive performance of quails kept in climate chamber**. *Engenharia Agrícola*, v. 36, n. 4, p. 604-612, 2016. ISSN 0100-6916.

NELLES, O. **Nonlinear system identification: from classical approaches to neural networks and fuzzy models**. Springer Science & Business Media, 2013. ISBN 3662043238.

PAIVA, M. **Aplicação de Sistemas Baseados em Regras Fuzzy para oRoteamento em Redes Ópticas**. 2008. Universidade Federal do Espírito Santo.

PARK, C. et al. **A predictive maintenance approach based on real-time internal parameter monitoring**. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 85, n. 1-4, p. 623-632, 2016. ISSN 0268-3768.

PARK, J., SHIN, D., CHANG, T.W., PARK, J. **An integrative framework for supplier relationship management**. *Industrial Management & Data System*, v. 110, n. 4, p. 495-515, 2010.

RODRÍGUEZ, M.; HUERTAS, Y. **Metodología para el Diseño de Conjuntos Difusos Tipo-2 a partir de Opiniones de Expertos**. *Ingeniería*, v. 21, n. 2, p. 121-137, 2016. ISSN 0121-750X.

TANSCHKEIT, R. **Sistemas fuzzy**. Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

ZADEH, L. A. **Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes**. *IEEE Transactions on systems, Man, and Cybernetics*, n. 1, p. 28-44, 1973. ISSN 0018-9472.

ZOGHI, M. et al. **Optimization solar site selection by fuzzy logic model and weighted linear combination method in arid and semi-arid region: A case study Isfahan-IRAN**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 68, p. 986-996, 2017. ISSN 1364-0321.

FILHO, H.R.P. **Qualidade: difícil de ser entendida e essencial para a sobrevivência corporativa**. *Revista Banas Qualidade*. São Paulo: EDILA, 2009.

KANNAN, V. R.; TAN, K. C. **Supplier selection and assessment: their impact on business performance**. *The Journal of Supply Chain Management*. v 38, n 4, p 11-21, 2002.

MACHADO, S. S. **Gestão da Qualidade**. Inhumas: IFG; Santa Maria: UFSM, 2012.

PIRES, S. R. I., **Gestão da Cadeia de Suprimentos (Supply Chain Management) – Conceitos, Estratégias e Casos**. São Paulo, Atlas, 2004/2009.

GIARRATANO, J. C., RILEY, G. D. **Expert Systems: Principals and Programming**, 4th Edition, Thomson Course Technology, 2005.

PALADINI, E. P. **Gestão estratégica da Qualidade: princípios, métodos e processos**. Editora Atlas, São Paulo, 2009.

ROBLES JUNIOR, A.; BONELLI, V. V. **Gestão da Qualidade e do Meio Ambiente: Enfoque econômico, financeiro e patrimonial**. São Paulo: Atlas, 2006.

ANTUNES, Jerônimo. **Lógica Nebulosa para avaliar riscos na auditoria**. *Revista Contabilidade e Finanças*. São Paulo, edição comemorativa, pp. 80-91, set. 2006. Disponível em: . Acesso em: 12 set. 2014.

ROBINSON, C.J. & MALHOTRA, M.K. **Defining the concept of supply chain quality management and its relevance to academic and industrial practice**, *International Journal of Production Economics*. Vol. 96, n. 3, p. 315-337, 2005.

Longo, R. M. (1996). **Gestão da Qualidade: Evolução Histórica, Conceitos Básicos e Aplicação na Educação [Texto para discussão, Nº 397]**. Brasília: IPEA.

TARÌ, J.J. **Research into Quality Management and Social Responsibility**. *Journal of Business Ethics*. p. 623- 638, 2011.

TENUTO M. e Klinoff A. (2005). *Escuela ppleara Maestros*. Argentina: Circulo Latino Austral.

COOPER, M. C., Lambert, D. M., & Pagh, J. D. (1997) **Supply Chain Management: More than a new name for logistics**. *The International Journal of Logistics Management*, 8(1), 1-13.

METZ, P. J. (1998) **Demystifying Supply Chain Management**. *Supply Chain Management Review* January 1(4), 46-55.

MENTZER, J. T., DeWitt, W., James S. Keebler, J. S., W. Nix, N. W., Smith, C. D., & Zach G. Zacharia, Z. G. (2001). **Defining Supply Chain Management**, *Journal of Business Logistics*, 22(2), 1-25.

TOMÉ, J,B; FONSECA, L. **Guia de empresas certificadas: A futura ISSO 9001/2015**. Ed, 2014.

MARANHÃO, M. **Manual de Implementação. Qualitymark**. Rio de Janeiro, 2005.

FURUKITA, Amanda Cristina. **Aplicação do ciclo PDCA para redução do desperdício de embalagens de papelão: estudo de caso em uma indústria alimentícia**. 2017. Trabalho de

**Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.**

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

CASTILLO, Oscar; Melin, Patricia. (2008) **Type-2 Fuzzy Logic: Theory and applications.** Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

MUNAKATA, Toshinori. (2008) **Fundamentals of the new Artificial Intelligence: neural, evolutionary, fuzzy and more – 2nd ed.** Springer-Verlag London.

COPPIN, Ben. (2004) **Artificial Intelligence illuminated.** Jones and Bartlett Publishers.

Hayes-Roth, F.; Waterman, D.A.; Lenat, D.B. (1983) Building expert systems. AddisonWesley.

MEDEIROS, A. V.; A. L. MAITELLI; GABRIEL FILHO, O (2001) - **Otimização das Funções de Pertinência de um Controlador Nebulosos utilizando Algoritmos Genéticos.** In: V Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, Canela, RS.

MALUTTA C. **Método de apoio à tomada de decisão sobre a adequação de aterros sanitários utilizando a lógica fuzzy [tese].** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas (EPS); 2004.

LERMONTOV A, Yokoyama L, Lermontov M; Machado MAS. **Aplicação da Lógica Nebulosa na Parametrização de um novo índice qualidade de água.** Engevista. 2008 dez;10(2):106-25.

PORTO RL (Organizador). **Técnicas quantitativas para o gerenciamento de Recursos Hídricos.** 2ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS; 2002.

RUHOFF AL, Souza BSP, Giotto E, Pereira RS. **Lógica fuzzy e zoneamento ambiental da bacia do Arroio Grande.** Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16-21 abril 2005, Goiânia, Brasil; INPE, 2005. 2355-62.

CONSENZA H. J. S. R.; MORÉ, J. D.; RIBAS, J. R.; LIMA, A. H. S. **Avaliação da qualidade em serviços: uma aplicação Fuzzy sobre serviços prestados em uma instituição bancária.** Cadernos do IME, v. 24, p. 29-41, 2008.

MEDEIROS, S.; MELLO, R.; CAMPOS, P. Filho. **Análise de projetos para unidades de conservação usando lógica Fuzzy.** Produção, v. 17, n. 2, p. 317-329, mai./ago. 2007.

TURTLE, H.; BECTOR, C. R.; GILL, A. **Using fuzzy logic in corporate finance: an example of a multinational cash flow netting problem.** *Managerial Finance*, v. 20, n. 8, 1994.

SHAW, I. S.; SIMÕES, M. G. *Controle e modelagem fuzzy.* São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

**STONER ENGINEERING. Fuzzy logic x directional drilling.** 2003. Disponível em: . Acesso em: 18 jan. 2006.

PADOVEZE, C. L. **Controladoria estratégica e operacional.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

GADOTTI, Moacir. Prefácio. In: DEMO, Pedro. **Avaliação qualitativa.** 7. ed. rev. Campinas, SP: Autores Associados, 2002. 109p.

DVORAK, Antonin et al.. **The concept of LFLC 2000 - its specificity, realization and power of applications.** *Computers in Industry.* S.l.: Elsevier, v. 51, n. 3, p 269-280, 2003.

KLIR, George J.; HARMANEC, David.; **Types and measures of uncertainty.** In: KACPRZYK, Janusz; NURMI, Hannu; FEDRIZZI, Mario (ed.). **Consensus under fuzziness.** Norwell, Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, p. 29-51, 1997.

MARÇAL, Rui Francisco Martins, SUSIN, Altamiro A. **O emprego da inteligência artificial como ferramenta de apoio a tomada de decisão na manutenção Industrial.** In: III Seminário Catarinense – ABRAMAN. Joinville/SC 2005.

CARDOSO, O.O. (2006). **Comunicação empresarial versus comunicação organizacional: novos desafios TEÓRICOS.** *REVISTA DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA*, 40(6), 1123-1144.

CAVALCANTE, A.M.M.A., Araújo, F.A.M., Soares, J C. & Gomes, R.L.R. (2019). **Planejamento estratégico, uma ferramenta para comunicar os objetivos organizacionais.** *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 4.

PESIC, D.P., Pesic, A., Ivkovic, S.& Apostolovic, D. (2015). **Fuzzification of the ‘tows’ strategic concept: a case study of the magneti marelli branch in the Serbian automotive industry.** *South African Journal of Industrial Engineering*, 26, 203-207.

VANTI, A.A., Lindstaedt, A.R.S., Miotto, G.R., Pugues, L.M. & Muraro, M.(2007). **Controladoria utilizando a lógica fuzzy no auxílio à empresa para a definição das prioridades do planejamento estratégico: um estudo em uma empresa de turismo.** *Revista de Administração Mackenzie*, 8, 31-58.

RODRIGUES, T. (2015). **Proposta de modelo cognitivo para estruturar atividades-chave do planejamento estratégico do produto no Fuzzy Front-End.** 2015. 118 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Paraná.

BELLONI, A.J.P. (2016). **Sistema híbrido Fuzzy e AHP para análise de modelo de negócios baseado em Business Model Canvas e SWOT.** 2016. 116 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de PósGraduação em Desenvolvimento de Tecnologias, Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento.

NGUYEN, H.T. & Walker, E.A. (2000). **A first course in Fuzzy Logic.** 2. ed. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC.

CHOI, T. Y.; KRAUSE, D. R. **The supply base and its complexity: implications for transaction costs, risks, responsiveness, and innovation.** *Journal of Operations Management*, v 24, n 5, p 637-652, 2006.

KRAUSE, D. R.; HANDFIELD, R. B.; TYLER, B. B. **The relationships between supplier development, commitment, social capital accumulation and performance improvement.** *Journal of Operations Management*. v 25, p 528-545, 2007.

SETHANAN, K.; JAMRUS, T. **Hybrid differential evolution algorithm and genetic operator for multi-trip vehicle routing problem with backhauls and heterogeneous fleet in the beverage logistics industry.** *Computers and Industrial Engineering*, v. 146, n. May, p. 106571, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106571>>.

JOVCIC, S.; PRUSA, P.; DOBRODOLAC, M.; SVADLENKA, L. **A proposal for a decision-making tool in third-party logistics (3PL) provider selection based on multi-criteria analysis and the fuzzy approach.** *Sustainability* (Switzerland), v. 11, n. 15, 2019. Disponível em: < <https://doi.org/10.3390/su11154236>>.

HERGHILIGIU, I.; ROBU, I.; VILCU, A.; ASANDULUI, A.; AVASILCAI, S.; BALAN, C. **Sustainable environmental management system integration and business performance: A balance assessment approach using fuzzy logic.** *Sustainability* (Switzerland), v. 11, n. 19, 2019. Disponível em: < <https://doi.org/10.3390/su11195311>>.

KARIMI, H. e Rezaeinia, A. (2014). **Supplier selection using revised multi-segment goal programming model.** *The Internacional Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 70 (5), 1227-1234.

SARKIS, J., e Talluri, S. (2002) **A model for strategic supplier selection**. *Journal Supply Chain Management*, 38 (1), 18-28.

CHAI, J., Liu, J. N., e Ngai, E. W. (2013). **Application of decision-making techniques in supplier selection: A systematic review of literature**. *Expert Systems with Applications*, 40 (10), 3872-3885.

MOREIRA, J. P. S., LOPES, A. C. **Análise da implantação do sistema de gestão integrada (SGI) em uma instituição de ensino superior**. In: XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36, 2016, João Pessoa. Anais eletrônicos. João Pessoa: ABEPRO, 2016.

Disponível em: <[https://abepro.org.br/biblioteca/TN\\_WIC\\_227\\_326\\_30187.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/TN_WIC_227_326_30187.pdf)>.

SILVA, D. et al. **Aplicação do método AHP no processo de seleção de fornecedores em uma empresa de Santa Catarina**. In: XLVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 48, 2016, Vitória. Anais eletrônicos. Vitória: UEM, 2016. Disponível em: <<http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2016/pdf/156038.pdf>>.

GALO, N. R. et al. **Inferência fuzzy aplicada à seleção de fornecedores verdes**. In: XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36, 2016, João Pessoa. Anais eletrônicos. João Pessoa: ABEPRO, 2016. Disponível em: <[https://abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_226\\_319\\_29407.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_226_319_29407.pdf)>.

AMENDOLA, M., CASTANHO, M. J., Nääs, I. A., & Souza, A. L. (2004). **Análise matemática de condições de conforto térmico para avicultura usando a teoria dos conjuntos Fuzzy**. *Biomatemática Brasil*, 14(1), 87-92.

LUDWIG, J. P., FAIZ, E. B., PALOSCHI, R. B., e SOUZA, J. (2015). **Planejamento estratégico: análise de eficácia da metodologia aplicada por meio da Escala Likert**. *Espacios*, 36(16), 9.

MARRO, A.A.; SOUZA, A.M.C.; CAVALCANTE, E.R.S.; NUNES, G.S.B.R.O. **Lógica Fuzzy: Conceitos e aplicações, material didático**. Anais. VII Congresso Iberoamericano de Informática Educativa, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, p.127 – 136, 2013. Disponível em: <[http://aquilesburlamaqui.wdfiles.com/local--files/logica-aplicada-a-computacao/texto\\_fuzzy.pdf](http://aquilesburlamaqui.wdfiles.com/local--files/logica-aplicada-a-computacao/texto_fuzzy.pdf)>.

CASTRO, W. A. S.; GOMEZ, O. D. C.; FRANCO, L. F. O. **Selección de proveedores: una aproximación al estado del arte**. *Cuaderno de Administración*, v. 22, p. 145-167, 2009.

THRULOGACHANTAR, P.; ZAILANI, S. **The influence of purchasing strategies on manufacturing performance.** *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 22, n. 5, p. 641-663, 2011. [http:// dx.doi.org/10.1108/17410381111134482](http://dx.doi.org/10.1108/17410381111134482).

KAHRAMAN, C.; CEBECE, U.; ULUKAN, Z. **Multi-criteria supplier selection using fuzzy.** *Logistics Information Management*, v. 16, n. 6, p. 382-394, 2003. [http:// dx.doi.org/10.1108/09576050310503367](http://dx.doi.org/10.1108/09576050310503367).

MEDEIROS, M., & Ferreira, L. (2018). **Development of a purchasing portfolio model: An empirical study in a Brazilian hospital.** *Journal Production Planning & Control*, 29(7), 571-585. <<https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1434912>>.

OSIRO, L., Lima, F. R., Jr., & Carpinetti, L. C. R. (2014). **A fuzzy logic approach to supplier evaluation for development.** *International Journal of Production Economics*, 153, 95-112. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.02.009>.

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

JUAN, Y.K.; PERNG, Y.P.; CASTRO-LACOUTURE, D.; LU, K.S. **Housing refurbishment contractors selection based on a hybrid fuzzy-QFD approach.** *Automation in Construction*, v.18, p.139-144, 2009.

SANAYEI, A., Mousavi, S. F., & Yazdankhah, A. (2010). **Group decision making process for supplier selection with VIKOR under fuzzy environment.** *Expert Systems with Applications*, 37(1), 24-30. doi: 10.1016/j.eswa.2009.04.063.

LAMBERT, D. M. (2008). **Supply chain management: processes, partnerships, performance.** Sarasota: SCM Institute.

BOZARTH, C. C., & Handfield, R. B. (2008). **Introduction to operations and supply chain management.** New Jersey: Pearson Education Inc.

BERTOLINI, M., Bevilacqua, M., Braglia, M., & Frosolini, M. (2004). **An analytical method for maintenance outsourcing service selection.** *International Journal of Quality & Reliability Management*, 21(7), 772-788. <http://dx.doi.org/10.1108/02656710410549118>.

TSANG, A. H. (2002). **Strategic dimensions of maintenance management.** *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 8 (1), 7-39. <http://dx.doi.org/10.1108/13552510210420577>.

- SHAFIEE, M. (2015). **Maintenance strategy selection problem: an MCDM overview**. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 21(4), 378-402. <http://dx.doi.org/10.1108/JQME-09-2013-0063>.
- DE BOER, L., LABRO, E., MORLACCHI, P. **A review of methods supporting supplier selection**. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, v.7, n. 2, p. 75-89, 2001.
- OSIRO, L.; LIMA JUNIOR, F. R., CARPINETTI, L. C. R. **A fuzzy logic approach to supplier evaluation for development**. *International Journal of Production Economics*, v. 153, p. 95-112, 2014.
- JIN, Y.; RYAN, J. K.; YUND, W. **Two stage procurement processes with competitive suppliers and uncertain supplier quality**. *IEEE Transactions on Engineering Management*, v. 61, n. 1, p. 147-158, 2014.
- SHIRALKAR, K.; BONGALE, A.; KUMAR, S. **Issues with decision making methods for supplier segmentation in supplier relationship management: a literature review**. *Materials Today: Proceedings*, 2021.
- TRANSCHEIT, R., **Sistemas fuzzy**, Pontífice Universidade Cristã, PUC-Rio, Rio de Janeiro, p. 35, 2005.
- CHRISTOPHER, M.; TOWILL, D. R. **Developing Market Specific Supply Chain Strategies**. *The International Journal of Logistics Management*, v. 13, n. 1, p. 1–14, jan. 2002.
- FISHER, M. L. **What Is the Right Supply Chain for Your Products**. *Harvard Business Review*, v. 75(2), p. 105–116, 1997.
- SHRUTI, S. J., e MUDHOLKAR, R. R. **International Journal of Soft Computing and Engineering**, 3(2), 306- 320. 2013.
- OMAR, A.S.; WAWERU, M.; RIMIRU, R. **Application of Fuzzy logic in qualitative performance measurement of supply chain management**. *International Journal Information and Communication Technology Research*, v. 5, n. 6, p. 13, 2015. Disponível em: . Acessado em: 13 maio 2017.
- LACHTERMACHER, G. **Pesquisa operacional na tomada de decisão**. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. 223 p.

GOMES, L.F.A.M; GOMES, C.F.S.; ALMEIDA, A.T. **Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério**. Editora Atlas, Rio de Janeiro. 2002.

ZAMBON, K. L.; CARNEIRO, A. A. F. M.; SILVA, A. N. R.; NEGRI, J. C. **Análise de decisão multicritério na localização de usinas termoeletricas utilizando SIG**. Pesquisa Operacional, Rio de Janeiro, v. 25, n. 2, p. 183-199, 2005. Disponível em: . Acessado em: 20 jun. 2017.

HALEH, H. & HAMIDI, A.A **Fuzzy MCDM Model for Allocating Orders to Suppliers in a Supply Chain under Uncertainty over a Multi-Period Time Horizon**. 2010.

LYSONS, K. & FARRINGTON, B. **Purchasing and Supply Chain Management**. 7. ed. Great Britain, Prentice Hall, 2006.

BOWERSOX, D. J. & CLOSS, D. J. **Logística Empresarial; O Processo de Integração da Cadeia de Suprimento**. 1. ed. São Paulo, Atlas, 2008.

CHIANG, C.; KOCABASOGLU-HILLMER, C.; SURESH, N. **An empirical investigation of the impact of strategic sourcing and flexibility on firm's supply chain agility**. International Journal of Operations & Production Management, 2012.

MORALES MÉNDEZ, J. D.; RODRIGUEZ, R. S. **Total productive maintenance (TPM) as a tool for improving productivity: a case study of application in the bottleneck of an auto-parts machining line**. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, v. 92, n. 1-4, p. 1013-1026, 2017.

KIRAN M., CIJO M., KURIAKOSE J. **Root cause analysis for reducing breakdowns in a manufacturing industry**. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, v. 3 n. 1, p. 211-216, 2013.

SHAW, I. S.; SIMÕES M.G. **Controle e Modelagem Fuzzy**. FAPESP, Editora Edgard Blücher LTDA, São Paulo, 2010.

CAO, M., ZHANG, Q. **Supply chain collaboration: impact on collaborative advantage and firm performance**. Journal of Operations Management, v. 29, n.3, p.163-180, 2011.

MAHDILOO, M.; SAEN, R. F.; LEE, K. H. **Technical, environmental and eco-efficiency measurement for supplier selection: An extension and application of data envelopment analysis**. International Journal of Production Economics, v.168, p.279-289, 2015.

ARAÚJO; M. C. B.; ALENCAR, L.H. **Modelo multicritério para a seleção de fornecedores de produtos estratégicos.** In: XVII Latin-Iberian-American Conference on Operations Research, Anais..., Monterrey, 2014.

ABDOLLAHI, M.; ARVAN, M.; RAZMI, J. **An integrated approach for supplier portfolio selection: Lean or Agile Expert Systems with Applications**, v.42, n.1, p.679-690, 2014.

KAWA, A.; KOCZKODAJ, W. **Supplier Evaluation Process by Pairwise Comparisons.** Mathematical Problems in Engineering, v.2015, p.1-9, 2015.

BRUNO, G. et al. **Applying supplier selection methodologies in a multi-stakeholder environment: A case study and a critical assessment.** Expert Systems with Applications, v.43, p.271-285, 2015.

FALLAHPOUR, A. et al, **An integrated model for green supplier selection under fuzzy environment: application of data envelopment analysis and genetic programming approach.** Neural computing and applications, v.27, n.3, p.707-725, 2015.

RAUSCHER, H. M., Schmoltdt, D. L., & Vacik, H. (2007). **Information and Knowledge Management in Support of Sustainable Forestry: A Review.** In K. M. Reynolds, M. Kohl, A. THOMSON, M. A. Shannon, D. Ray & K. Rennolls (Eds.), Sustainable Forestry: from Monitoring and Modelling to Knowledge Management and Policy Science. Wallingford:CABI. Retrieved from [http:// www.treesearch.fs.fed.us/pubs/results.php](http://www.treesearch.fs.fed.us/pubs/results.php).

NONAKA, I., & Takeuchi, H. (1995). **The Knowledge-creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation.** New York: Oxford University Press.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística Empresarial. O Processo de integração da cadeia de suprimento.** São Paulo: Atlas, 2006.

BEAMON, B.M. **Supply chain design and analysis: models and methods.** International Journal of Production Economics, 1998.

MARTINS, P. G.; CAMPOS, P. R. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais.** São Paulo, Saraiva, 2009.

BOWERSOX, D.; CLOSS, D. J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento.** 1ª ed. - 8ª. reimpr. São Paulo: Atlas, 2010.

SAVANAYEI, A.; MOUSAVI, S. F.; ABDI, M. R. Abdi, MOHACHAR, A. **An integrated group decision-making process for supplier selection and order allocation using multi-**

**attribute utility theory and linear programming. Journal of the Franklin Institute**, 345 (7) (2008), pp. 731-747, 2008.

WEBER, C. A. **Vendor Selection Criteria and Methods. European Journal of Operational Research**, 50, 2-18, 1991.

KIRYTOPOULOS, K., ET AL. **Supplier selection in pharmaceutical industry: An analytic network process approach, Benchmarking. An International Journal (BIJ)**, 15(4), 494-516, 2008.

ÂNGELO, L. B. **Indicadores de desempenho logístico**. Florianópolis: GELOG-UFSC, 2005. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

CARBONE, J. **Evaluation programs determine top suppliers – Purchasing**, Boston; v. 127, n. 8, p. 31-35 1999.

HANFIELD, R. B.; RAGATZ, G. L.; PETERSEN, K. J.; MONCZKA R. M. **Involving suppliers in new product development. California Management Review, Berkeley**, v. 42, n.1, p. 59-82, 1999.

COSTA, A. L. **Sistemas de compras: desenvolvendo as parcerias**, São Paulo: Revista da ESPM, Mar/Abr. v.5, n. 2, p.15-20 1998.

TAYLOR, D.; BRUNT, D. **Manufacturing operations and supply chain management: the lean approach**. London: Thomson Learning, 2001.

CRAWFORD, K.M.; COX, J.F. **Addressing manufacturing problems through the implementation of Just-in-time. Production and Inventory Management Journal**, v.32, n.1, p.33 - 36, 1991.

FINGER, Hamilton Rodrigues. **Proposta de um sistema para avaliação de fornecedores: estudo prático da empresa Marcopolo S/A**. 164f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

DI SERIO, Luiz Carlos; SAMPAIO, Mauro. **Projeto da cadeia de suprimento: uma visão dinâmica da decisão fazer versus comprar**. Revista de Administração de Empresas, v. 41, n. 1, p. 54-66, 2001.

VIANA, Joana Coelho; ALENCAR, Luciana Hazin. **Metodologias para seleção de fornecedores: uma revisão da literatura. Production**, v. 22, n. 4, p. 625-636, 2012.

ČERNÁ, Lenka; BUKOVÁ, Bibiána. **Supplier evaluation methodology in the logistics company. Procedia Engineering**, v. 134, p. 377-385, 2016.

ZAGO, Camila Avazani et al. **Modelo de avaliação de desempenho logístico com base no Balanced Scorecard (BSC): proposta para uma pequena empresa**. Revista da Micro e Pequena Empresa, v. 2, n. 1, p. 19-37, 2008.

COSTA, André Lucirton. **Sistemas de compras: a lei de licitação e a função compras da empresa privada**. Tese de Doutorado. FGV, São Paulo, 1994.

DEGEN, P. J. ; MELLO, A. A. A. **O empreendedor: fundamentos da iniciativa empresarial**. São Paulo: McGraw-Hill, 1989.

LONGENECKER, J.; MOORE, C.; PETTY, J.W. **Administração de pequenas empresas**. São Paulo: Makron Books, 1997.

CERQUEIRA, A. ;NETO, B.P. **Gestão da qualidade princípios e métodos**. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1991.

MIRANDA, Roberto Lira. **Qualidade total: rompendo as barreiras entre a teoria e a prática**. 2 ed. São Paulo: Makron Books, 1994.