

KLEBER DE LIMA PONTES

**ANÁLISE DO GRAU DE RISCOS EM PROJETOS DE P&DI UTILIZANDO
LÓGICA FUZZY PARA IDENTIFICAÇÃO DE VIABILIDADE TÉCNICA**

MANAUS – AM
2022

KLEBER DE LIMA PONTES

ANÁLISE DO GRAU DE RISCOS EM PROJETOS DE P&DI UTILIZANDO LÓGICA FUZZY PARA IDENTIFICAÇÃO DE VIABILIDADE TÉCNICA

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. Manoel Henrique Reis Nascimento.

**MANAUS – AM
2022**

KLEBER DE LIMA PONTES

ANÁLISE DO GRAU DE RISCOS DE PROJETOS DE P&DI UTILIZANDO LÓGICA FUZZY PARA IDENTIFICAÇÃO DE VIABILIDADE TÉCNICA

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.

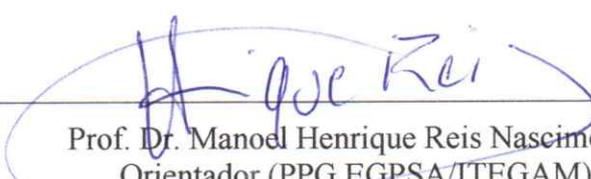
Manaus-AM, 10 de Agosto de 2022.



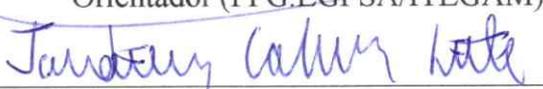
Prof. Dr. Jandecy Cabral Leite

Coordenador do PPG.EGPSA - ITEGAM

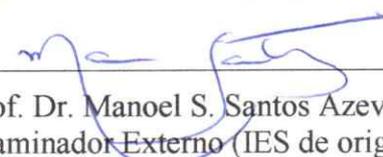
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Manoel Henrique Reis Nascimento
Orientador (PPG.EGPSA/ITEGAM)



Prof. Dr. Jandecy Cabral Leite
Examinador Interno (PPG.EGPSA/ITEGAM)



Prof. Dr. Manoel S. Santos Azevedo
Examinador Externo (IES de origem)

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

Pontes, Kleber de Lima, 2022 - ANÁLISE DO GRAU DE RISCOS EM PROJETOS DE P&DI UTILIZANDO LÓGICA FUZZY PARA IDENTIFICAÇÃO DE VIABILIDADE TÉCNICA / Kleber de Lima Pontes - 2022. 71 f., il: Colorido

Orientador: Dr. Manoel Henrique Reis Nascimento

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. Riscos 2. Processos 3. Gestão de Projetos 4. Lógica Fuzzy

CDD - 1001.ed.2022.18

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, por zelar por mim todos os dias e pela sabedoria que me dá em todos os momentos para que eu possa dar os melhores passos na minha vida.

In memoriam, agradeço aos meus avós Manuel Cruz Pontes, Maria Melo Pontes, Petrônio Penedo Lima e Raimunda Abreu de Arruda por serem todos os dias referência de pessoas que lutaram mesmo com muitas dificuldades, para que seus filhos e netos pudessem ter uma melhor formação que as deles, e com isso, melhores oportunidades na vida.

Agradeço imensamente a meus pais Hudson Melo Pontes e Julia de Lima Pontes, por toda estrutura, sacrifício e dedicação que sempre tiveram para que eu pudesse ter a melhor formação possível. Agradeço ainda as minhas irmãs Klaudia de Lima Pontes e Karla de Lima Pontes por todo apoio durante esta jornada, pelo carinho e por estarem comigo nos momentos mais difíceis.

Agradeço de forma muito especial aos meus filhos Kauan do Nascimento Pontes e Klara do Nascimento Pontes por serem todos os dias minha razão de vida, minha energia para enfrentar todo e qualquer obstáculo, inclusive aqueles que apareceram no início deste curso de Mestrado. Este trabalho é meu, mas é muito de vocês também meus filhos.

Agradeço ao meu orientador, Dr. Manoel Henrique Reis Nascimento pela orientação, pelas elucidações dos caminhos a serem seguidos, pelas lições acadêmicas, pela confiança, pela atenção, pelos ensinamentos e, principalmente e por acreditar em mim na minha capacidade de desenvolver um bom trabalho.

Agradeço também a todos os professores do Programa de Mestrado Profissional em Engenharia, Gestão de Processos, Sistemas e Ambiental do Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM), que muito contribuíram com a minha formação profissional. Às equipes administrativas do Instituto agradeço por todo o apoio prestado. Por fim, agradeço ao SIDIA Instituto de Ciência e Tecnologia pelo apoio financeiro essencial para desenvolvimento e conclusão desta pesquisa e deste Mestrado.

Epígrafe

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas graças a Deus, não sou o que era antes.”

Marthin Luther King

Dedicatória

A Deus, aos meus pais Julia e Hudson Pontes, aos meus filhos Kauan e Klara Pontes e a toda minha família que, com muito amor, dedicação e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

RESUMO

PONTES, Kleber de Lima: Análise do Grau de Riscos em Projetos de P&Di Utilizando Lógica Fuzzy para Identificação de Viabilidade Técnica. 2022. 71 folhas. 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.

Atualmente, as estruturas dos negócios estão voltadas cada vez mais para busca da melhoria contínua em seus processos de maneira que as organizações possam permanecer competitivas no mercado, uma vez que os clientes exigem cada vez mais produtos ou serviços com níveis de qualidade elevados. Tendo por referência este cenário, este trabalho traz a uma metodologia de análise do grau de riscos de projetos de P&DI (Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação), por meio da utilização do modelo matemático Fuzzy, desenvolvidos em uma organização cujo *core business* é a pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias. Esta análise, se dá por meio do desenvolvimento de variáveis linguísticas (entrada), com o objetivo de mensurar o grau de risco em projetos. Após a determinação das diretrizes a serem seguidas, foi possível obter resultados que demonstrem que o modelo Fuzzy desenvolvido tem a capacidade de auxiliar na identificação e priorização dos aspectos que mais elevam o grau de risco dos projetos de desenvolvimento de tecnologias.

Palavras-Chave: Riscos; Processos; Gestão de Projetos; Lógica Fuzzy.

ABSTRACT

PONTES, Kleber de Lima. Analysis of the Degree of Risk in R&Di Projects Using Fuzzy Logic to Identify Technical Feasibility. 2022. 71 sheets. Dissertation of the postgraduate program in Engineering, Process, Systems and Environmental Management (EGPSA), Galileo Institute of Technology and Education of the Amazon (ITEGAM), Manaus, 2022.

Currently, business structures are increasingly focused on pursuit of continuous improvement in their processes so that organizations can remain competitive in the market, since customers require more and more products or services with high quality levels. With the reference this scenario, this work brings a methodology of analysis of the risk of R&DI (Research, Development and Innovation) projects, using the fuzzy mathematical model, developed in an organization whose core business is the research and development of new technologies. This analysis occurs through the development of linguistic variables (input), with the aim of identifying measure the degree of risk in projects. After the determination of the guidelines to be followed, it was possible to obtain results that demonstrate that the developed fuzzy model can assist in the identification and prioritization of the variables that increase the degree of risk of technologies development projects.

Keywords: Risks; Processes; Project Management; Fuzzy Logic.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Exemplos de Partes Interessadas de um Projeto.....	13
Figura 2.2 - Riscos Classificados.	23
Figura 2.3 - Exemplo de estrutura básica de um sistema fuzzy.	26
Figura 2.4 - Número fuzzy triangular.	28
Figura 2.5 - Função Sino.	28
Figura 2.6 - Número fuzzy trapezoidal.	29
Figura 2.7 - Diagrama esquemático da etapa de inferência.	31
Figura 2.8 - Diagrama esquemático de inferência.	32
Figura 2.9 - Métodos de Defuzzificação.....	33
Figura 3.1 - Modelo Matemático Fuzzy.	36
Figura 3.2 - Sistema Lógico Fuzzy.....	38
Figura 3.3 - Sistema de “Inferência” Fuzzy (Grau de Risco).....	40
Figura 4.1 - Representação Gráfica do Fator de Risco Escopo.....	45
Figura 4.2 - Representação Gráfica do Fator de Risco Tempo.	46
Figura 4.3 - Representação Gráfica do Fator de Risco Custo.	47
Figura 4.4 - Representação Gráfica do Fator de Risco Recursos Humanos.	48
Figura 4.5 - Representação Gráfica do Grau de Risco.....	49
Figura 4.6 - Inferência Moderada de Fatores de Risco.	50
Figura 4.7 - Cenário com escopo mal definido.....	51
Figura 4.8 - Cenário com escopo mal definido e tempo curto.	52
Figura 4.9 - Análise de Superfície do Grau de Risco.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Processo Metodológico.	39
Tabela 3.2 - Funções de Pertinência do Sistema.	40
Tabela 3.3 - Regras de Inferência.	41

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA DA DISSERTAÇÃO	4
1.2 OBJETIVOS	5
1.2.1 Geral	5
1.2.2 Específicos	5
1.3 ESCOPO DO TRABALHO	6
CAPÍTULO 2	7
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1. CONCEITOS E TEORIAS	7
2.1.1. Projeto	7
2.1.2. Gerenciamento de Projeto	7
2.1.3. Sistema de Planejamento e Controle de Projetos	8
2.1.4. Etapas de Planejamento e Controle de um Projeto	9
2.1.5. PMBOK Guide - Guia para o conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos	11
2.1.5.1. Domínios de Desempenho para Projetos	12
2.1.5.1.1. Domínio de Desempenho das Partes Interessadas	13
2.1.5.1.2. Domínio de Desempenho da Equipe	14
2.1.5.1.3. Abordagem de Desenvolvimento e Domínio de Desempenho do Ciclo de Vida	14
2.1.5.1.4. Domínio de Desempenho de Planejamento	15
2.1.5.1.5. Domínio de Desempenho do Trabalho do Projeto	15
2.1.5.1.6. Domínio de Desempenho de Entrega	16
2.1.5.1.7. Domínio de Desempenho de Medição	17
2.1.5.1.8. Domínio de Desempenho de Incerteza	18
2.1.6. Gerenciamento de riscos	20
2.1.7. Identificação e Avaliação de Riscos do Projeto	22

2.1.8.	Fatores de riscos	22
2.1.9.	Lógica Fuzzy	23
2.1.9.1.	Controlador fuzzy	25
2.1.9.2.	Estágio de fuzzificação	26
2.1.9.3.	Base de regras	29
2.1.9.4.	Estágio de inferência	30
2.1.9.5.	Estágio de defuzzificação	32
CAPÍTULO 3		34
3.	MATERIAIS E MÉTODOS	34
3.1.	MATERIAIS	34
3.2.	MÉTODOS	34
3.2.1.	Caracterização da empresa estudo de caso	34
3.2.2.	Etapas da pesquisa.....	35
3.2.3.	Aplicação da lógica fuzzy na análise do grau de risco de um projeto	37
3.2.4.	Mecanismos de avaliação pela lógica fuzzy	38
3.2.4.1.	Coleta de dados de gestão de projetos	39
3.2.4.2.	Definição de conjunto fuzzy	40
3.2.4.3.	Definição das regras de inferência.....	41
CAPÍTULO 4		45
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	45
4.1.	Simulação no software Matlab R2019a.....	45
4.2.	Análise do grau de risco de projeto utilizando a lógica fuzzy	49
CAPÍTULO 5		54
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
5.1.	CONCLUSÕES	54
5.2.	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	55
REFERÊNCIAS.....		56

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

A globalização e fatores como o aumento das necessidades humanas, pandemias e guerras trouxeram para sociedade mundial a necessidade de acelerar o processo de inovação nas diversas áreas de negócios. A capacidade de implantar projetos de pesquisa e desenvolvimento que gerem inovações em produtos e serviços que afetam não só na competitividade das organizações em um mercado cada vez mais exigente, mas afetam também na relevância que cada nação ganha no cenário mundial. Nesse contexto, os processos de inovação incorporam práticas que influenciam a sociedade como um todo, não se limitando somente as características sociais que constituem as organizações.

A inovação parte da proposição de algo ainda não existente, que pode atender necessidades reais ou potenciais da sociedade. Uma boa análise que por consequência viabilize uma boa ideia que possa tornar um produto ou serviço de qualidade, exequível no menor espaço de tempo possível e a custos considerados adequados pelos futuros clientes, é de suma importância para que os processos organizacionais possam estar estruturados para atender as demandas do mercado. Destaca-se assim, a importância do processo que envolve o período entre a determinação de desenvolver uma ideia inovadora e a entregar um produto ou serviço inovador.

Independente do porte, as organizações necessitam realizar a gestão de todas as fases do projeto de inovação para a manutenção dos prazos, custos e qualidade planejados. Quanto maior o grau de complexidade, em decorrência do número de atividade executadas, maior a necessidade do controle sobre prazos e custos. As organizações podem adquirir inovações (patentes), desenvolvimento tecnológico, entre outros itens, no entanto não podem abdicar da gestão compartilhada dos projetos de inovação, fator determinante da sua viabilidade.

As organizações necessitam estabelecer estruturas organizacionais adequadas para atender a demanda de gerenciamento dos processos de inovação.

No processo de gerenciamento de projetos, pode-se observar um fator de suma importância para que se possa ter o sucesso de um projeto, o gerenciamento dos riscos do projeto. O primeiro ponto no gerenciamento de riscos em projetos é a identificação dos riscos a serem controlados para assegurar o sucesso do projeto. A identificação dos fatores que levam riscos ao sucesso de um projeto, desempenha um papel importante nesse processo. Através dos

anos, diversas listas de fatores de risco foram publicadas na literatura, mas há falta de informações sobre dados de riscos identificados em projetos de inovação

Um risco é um evento ou condição incerta que, se ocorrer, pode ter um efeito positivo ou negativo em um ou mais objetivos. Os riscos identificados podem ou não se materializar em um projeto. As equipes de projeto se esforçam para identificar e avaliar os riscos conhecidos e emergentes, tanto internos quanto externos ao projeto, ao longo do ciclo de vida (Pmbok®, 2021).

Fatores como tempo, dinheiro, recursos humanos e expectativas irrealistas, entre muitas outras, são capazes de sabotar um projeto promissor se não forem administrados adequadamente.

Segundo estudo de Tsigas e Emes (2021), a entrega bem-sucedida de projetos é importante devido aos vários benefícios que podem ser utilizados a partir da entrega. A necessidade de melhorar as técnicas atuais de gerenciamento de projetos pode levar a uma melhor utilização da força de trabalho e fornece vantagens estratégicas para profissionais e organizações de projetos. Os resultados de um grupo focal mostram que o gerenciamento de riscos do projeto deve ser considerado um fator crítico de sucesso.

Wu *et al.* (2018), propõe um modelo para selecionar as respostas aos riscos para minimizar as perdas ou atrasos esperados do projeto. Deve-se criar as categorias de risco que compõem o desenvolvimento do projeto para utilizar o modelo proposto. Em seguida, deve-se realizar uma análise de risco, considerando as duas etapas: (1) Identificação dos riscos: os membros do projeto devem identificar os riscos e é atribuída uma das categorias previamente cadastradas. (2) Avaliação de riscos: os riscos identificados são avaliados a partir de 3 aspectos, impacto no escopo do projeto, custo ou qualidade. Por fim, o modelo otimiza a busca de respostas aos riscos identificados e considera a relação entre os subprocessos de risco. Dessa forma, o modelo minimiza as perdas financeiras esperadas, atrasos no cronograma ou qualidade do projeto. O modelo também considera restrições relacionadas a essas três dimensões (custo, tempo, qualidade).

Sangaiah *et al.* (2017), traz um modelo para priorizar os riscos dos projetos de desenvolvimento de software por meio da classificação de riscos. O modelo usa uma abordagem híbrida de análise multicritério e lógica difusa para obter uma classificação de risco mais eficiente, ao mesmo tempo em que permite a priorização de recursos para as respostas de risco de maior prioridade. Os autores categorizam os riscos de desenvolvimento de software identificados em estudos anteriores na estrutura de divisão de riscos de cinco dimensões: (1) requisitos; (2) estimativas; (3) planejamento e controle; (4) organização da equipe; e (5)

gerenciamento de projetos. Após a classificação, as variáveis que compõem o modelo são quantificadas em uma escala [0, 1] para que um algoritmo fuzzy seja aplicado para lidar com as incertezas no processo de tomada de decisão. Com o risco e a classificação, os gerentes de projeto podem controlar e implementar respostas aos riscos que podem ter o impacto mais significativo no projeto.

O estudo de Fang *et al.* (2017), apresenta Sistemas de Apoio à Tomada de Decisão (DMSS) para modelagem de gerenciamento de riscos em projetos. A estrutura DMSS consiste em cinco fases para gerenciamento de risco: (1) identificação da rede de risco; (2) avaliação da rede de risco; (3) análise da rede de risco; (4) planejamento de resposta ao risco; (5) monitoramento e controle de risco. Com base na identificação e análise da rede de risco, o modelo aplica a simulação à rede de risco já identificada. O sistema sugere e testa ações de mitigação e tem como objetivo apoiar os gerentes de projetos na tomada de decisões sobre ações de resposta a riscos. Ao identificar a rede de riscos e a propagação aplicada pelo modelo, o framework permite que o gerente de projeto obtenha novas informações de riscos, a relação entre os riscos e o comportamento geral da rede de riscos,

No estudo realizado por Xie *et al.* (2017), é proposto um modelo que se baseia em uma estrutura Bayesiana para análise de risco de projetos. O objetivo do modelo é quantificar a incerteza geral para estimar o desempenho de risco do projeto usando uma matriz de correlação de risco em projetos. Os autores simulam dados de risco reais coletados para quantificar incertezas de risco e gerar um resultado para todo o projeto. Um número fixo de parâmetros não pode especificar o modelo de entrada de risco; assim, a simulação é usada para propagar a incerteza da entrada nos resultados da análise. Os resultados permitem estimar os efeitos dos riscos no desempenho do sistema. Portanto, a abordagem pode avaliar os impactos dos riscos no projeto, permitindo uma análise aprofundada dos impactos.

O estudo realizado por Qazi *et al.* (2016), aborda como são analisadas as complexidades dos projetos e sua relação com os riscos identificados. A partir deste estudo, os autores propõem um modelo para identificar as melhores estratégias de mitigação ou eliminação dos riscos do projeto se baseando nas interdependências dos riscos e considerando a complexidade dos projetos que influenciam nesses riscos. As redes bayesianas são usadas para identificar e propagar os pesos da interdependência de risco e o quanto isso afetará os objetivos do projeto.

Fan *et al.* (2015), apresentam um estudo com o objetivo de auxiliar gerentes de projeto com estratégias de resposta a riscos se baseando no histórico de casos semelhantes. Os autores propõem um modelo dividido em cinco etapas: (1) na primeira etapa o problema atual de resposta ao risco no projeto é considerado o caso alvo e é representado em relação aos

históricos; (2) são pesquisados os casos históricos disponíveis na base de dados; (3) são então procurados casos históricos semelhantes, medindo-se a semelhança entre cada histórico disponível e o caso alvo; (4) em seguida, são apresentadas as estratégias de resposta ao risco; (5) finalmente, são geradas as estratégias desejáveis de resposta aos riscos do projeto. Ao final do processo, é calculado o valor para mitigação e retorno da aplicação da estratégia para cada estratégia ou conjunto aplicado.

Tendo por base o contexto em que as organizações buscam a melhoria de seus processos para alcançar a qualidade e minimizar os impactos negativos durante o gerenciamento de projetos, este estudo tem por objetivo identificar o grau de risco associado a projetos de inovação por meio da utilização de um modelo matemático Fuzzy, de tal forma que se possa avaliar a viabilidade técnica de implementação de projetos de inovação, sendo possível inclusive priorizar a implementação de projetos quando da existência de um portfólio de projetos na organização.

1.1 JUSTIFICATIVA DA DISSERTAÇÃO

Atender as expectativas de um mercado que cada vez mais demanda por inovações tecnológicas que supram as necessidades da sociedade, traz um viés de que as organizações estruturam seus processos de tal forma que possam atender características prioritárias deste mercado como o prazo, o custo e a qualidade dos produtos e serviços oferecidos.

Neste contexto, o processo de gerenciamento de projetos torna-se de fundamental importância para que as expectativas do mercado possam ser atendidas, pelo fato de que nesta etapa se realiza toda análise de características das demandas e estruturação das etapas posteriores de produção, testes e determinação das formas que o produto ou serviço chegará até o cliente final.

O gerenciamento de riscos é uma das fases do gerenciamento de projetos de maior importância para que se tenha o sucesso desejado, e a classificação dos fatores de riscos associados ao projeto é uma parte fundamental da fase de avaliação de riscos do projeto. Além disso, de acordo com a literatura, especialistas e profissionais de projetos, o provável impacto dos riscos afeta de forma relevante os objetivos do projeto, como custo, tempo, escopo e qualidade.

Em função deste cenário, este estudo busca analisar por meio da utilização da Lógica Fuzzy, o grau de risco associado a projetos de P&DI (Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação)

desenvolvidos por Instituto de Pesquisas, de tal forma que seja possível subsidiar o processo decisório da organização, que poderá com base na análise realizada estabelecer estratégias mais eficazes de gerenciamento dos riscos inerentes aos seus projetos. Pode-se afirmar que a incerteza existe em todos os projetos, e métodos apropriados devem ser empregados para lidar com essa incerteza e reduzir seu impacto na tomada de decisão dos gerentes (CHUTIA E GOGOI, 2018). Uma forma de reduzir a incerteza e neutralizá-la é utilizar a teoria dos conjuntos fuzzy, que pode refletir de alguma forma a ambiguidade inerente ao problema em análise, e apresentar resultados mais próximos da realidade (MURIANA E VIZZINI, 2017). Uma avaliação utilizando a lógica Fuzzy apresenta diversas vantagens se comparada a uma avaliação por meio de uma lógica clássica, dentre elas estão Pereira (2010): flexibilidade, tolerância com dados imprecisos, possibilidade de modelar as funções não lineares, possibilidade de ser construída com base na experiência de especialistas, possibilidade de ser integrada às técnicas convencionais de controle, além de ser baseada na linguagem natural, base da comunicação humana. A lógica Fuzzy utiliza valores linguísticos que possibilitam captar um determinado grau de incerteza presente em variáveis inerentes a uma determinada área ou processo e traduzir para um modelamento que tragam valores matemáticos que possam embasar decisões como por exemplo de desenvolver ou não um projeto.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

Desenvolver um modelo Fuzzy para análise técnica dos riscos associados ao Gerenciamento de Projetos de P&DI.

1.2.2 Específicos

- Identificar as variáveis linguísticas que impactam no grau de riscos de projetos desenvolvidos;
- Descrever as características mais relevantes que interferem de forma direta no grau de risco de cada projeto;

- Definir os níveis de inferência das variáveis linguísticas identificadas, explicitando, portanto, as características de cada uma delas que vão impactar no grau de risco de um determinado projeto;
- Implementar o modelo de inferência Fuzzy para análise do grau de risco de projetos de P&DI.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

O trabalho é organizado em capítulos, em que o **capítulo 1**, trata da motivação da pesquisa, trazendo um breve levantamento de estudos realizados sobre o tema; inclui também os objetivos da pesquisa, em que se define o objetivo geral e elenca os objetivos específicos; é apresentado também a contribuição da pesquisa para tomada de decisão com relação a priorização e tratamento dos riscos de cada projeto; e por último, o presente capítulo expõe a organização do trabalho.

O **capítulo 2**, faz uma abordagem bibliográfica. Apresenta-se a revisão da literatura e o estado da arte dos eventos sobre a análise e gerenciamento de riscos em projetos, o planejamento estratégico e lógica Fuzzy, sendo esse embasamento teórico o responsável por dar o direcionamento dos aspectos relevantes que foram considerados no planejamento e realização de cada evento.

No **capítulo 3**, é descrita a metodologia utilizada na pesquisa, fazendo uma rápida contextualização sobre o ambiente. A aplicação do uso do estudo de caso por meio da metodologia do Fuzzy.

No **capítulo 4**, são relatados os resultados obtidos, a definição dos critérios de análise, e demonstra o peso de cada um para a tomada de decisão sobre os riscos associados a cada projeto, após aplicação da metodologia. Finalmente no **capítulo 5**, são descritas as conclusões e recomendações para as futuras pesquisas.

CAPÍTULO 2

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. CONCEITOS E TEORIAS

2.1.1. Projeto

Um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. A natureza temporária dos projetos indica um início e um fim para o trabalho do projeto ou uma fase do trabalho do projeto. Os projetos podem ser independentes ou fazer parte de um programa ou portfólio (PMBOK®, 2021).

De maneira geral, podemos definir projeto como uma série de operações com níveis de complexidade, não repetitivas e inter-relacionadas que são implementadas por uma organização ou conjunto de organizações para buscando atingir metas estabelecidas dentro de um planejamento e estrutura orçamentária previamente definidos.

2.1.2. Gerenciamento de Projeto

Aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto para atender aos requisitos do projeto. O gerenciamento de projetos refere-se a orientar o trabalho do projeto para entregar os resultados pretendidos. As equipes de projeto podem alcançar os resultados usando uma ampla variedade de abordagens (por exemplo, preditiva, híbrida e adaptativa).(PMBOK®, 2021).

O gerenciamento de projetos é um processo que visa o atingimento do resultado desejado com a implementação de ações que tragam a eficiência na utilização dos recursos disponíveis.

As ações do processo de gerenciamento do projeto devem trazer etapas de planejamento, implementação, controle e medidas de prevenção e ou correção de eventuais desvios que possam ser identificados no seu desenvolvimento. Portanto, o processo de gerenciamento de projetos consiste em três componentes principais: planejamento, implementação e supervisão. (ALAM TABRIZ E HAMZEI, 2011).

2.1.3. Sistema de Planejamento e Controle de Projetos

O sucesso de projetos depende de uma abordagem sistemática de planejamento e controle das atividades levando-se em consideração variáveis como o tempo e custo de execução. A principal função do sistema de planejamento e controle de um projeto é preparar, compilar, registrar e manter as informações relacionadas às diferentes etapas do ciclo de vida do projeto e também processar, classificar e analisar as informações e preparar os relatórios necessários para o gerente do projeto. O objetivo deste sistema é direcionar o projeto de acordo com o cronograma e orçamento determinados, fornecer os objetivos e produtos finais do projeto e armazenar as informações resultantes lições aprendidas e boas práticas implementadas para uso em projetos futuros. Este sistema deve ajudar o gerente de projeto a otimizar os três fatores de tempo, custo, e qualidade na implementação do projeto. Segundo (BARGHIE SHADROKH SIKARI, 2020) , um bom sistema de planejamento e controle de projeto deve ter os seguintes recursos: (apud A. HAJ SHIR MOHAMMADI, 2014, p. 436)

1. Determinar a data de conclusão do projeto na fase de planejamento e programação inicial. Determinar todas as fases do projeto é de suma importância para que se possa monitorar a execução do projeto de maneira eficaz, implementar ações de correção para que os impactos inerentes a desvios identificados possam ser solucionados antes da conclusão do projeto e fazer o uso dos recursos necessários e disponíveis nos momentos apropriados do projeto;
2. Determinar a Estrutura Analítica do Projeto (EAP) para implementação adequada e não interferência das atividades e seus recursos. O EAP é formatado em diagrama a fim de permitir a visualização geral da demanda, facilitando o gerenciamento das atividades e separar as demandas de forma hierárquica e em parte menores, com o objetivo de determinar as entregas específicas e organizar o gerenciamento do projeto;
3. Fornecer soluções econômicas para compensar atrasos na execução de algumas atividades do projeto no tempo de execução. Um bom sistema de controle do projeto permite a implementação de soluções mais eficientes, reduzindo assim o dispêndio de recursos para compensar atrasos;
4. Fornecer soluções econômicas para agilizar a implementação do projeto em caso de mudanças nas condições econômicas e sociais do país ou da organização geradora do

projeto e mudanças nas prioridades do projeto e a necessidade de sua implementação mais rápida;

5. Agendamento e planejamento da utilização de recursos humanos, máquinas e equipamentos e, em geral, reaproveitamento dos recursos para o melhor aproveitamento dos mesmos e evitando possíveis gargalos e limitações;
6. Determinar a distribuição de materiais e, em geral, recursos não reutilizáveis entre projetos e suas diversas atividades;
7. Agendamento de pedidos de compra de materiais, máquinas e equipamentos para reduzir os custos de armazenamento e desperdício, bem como as perdas causadas pela estagnação do financiamento do projeto;
8. Determinar o valor da liquidez do projeto por unidade de tempo para pagamento pontual de contas e pagamentos antecipados;
9. Registrar e analisar os resultados quando necessário para alterar o planejamento e manutenção do projeto para uso em projetos futuros e evitar problemas semelhantes recursos.

2.1.4. Etapas de Planejamento e Controle de um Projeto

O planejamento de um projeto inclui ações que são realizadas para identificar as atividades a serem desenvolvidas no projeto identificando seus inter-relacionamentos e estimando o tempo, os recursos e os custos para implementá-las tendo por base nos critérios da organização geradora do projeto e os critérios e expectativas do cliente. As várias etapas de planejamento do projeto podem ser divididas nas categorias a seguir, (BARGHI E SHADROKH SIKARI, 2020):

Etapa 1: Analisar o projeto, nesta fase são desenvolvidas atividades de compreensão dos requisitos do projeto e as inter-relações de cada etapa a ser desenvolvida, preparando a Estrutura Analítica do Projeto (EAP). Esta etapa se caracteriza por:

1. Determinar a fase de implementação do projeto tendo por base a organização da implantação das atividades a serem desenvolvidas determinando assim as principais atividades de cada etapa do projeto, ou seja, dividindo o projeto em subprojetos;

2. Dividir cada subprojeto em seus componentes e determinar todas as atividades do projeto com base em como elas devem ser implementadas;
3. Projetar a Estrutura Analítica do Projeto (EAP) identificando por meio de uma abordagem sistêmica fatores organizacionais e do escopo definido para o projeto que podem afetar as fases de implementação, explicitando as principais atividades do projeto, o produto final e seus componentes, as unidades que contribuem para a implementação do projeto ou uma combinação delas;
4. Determinar todos os marcos do projeto permitindo a implementação de controles subsequentes, e enfatizar a conclusão de algumas atividades consideradas de maior relevância em um determinado momento;
5. Identificar e definir a ordem das atividades de forma precisa e realista (SABZEPARVAR, 2018).

Etapa 2: Estimar tempo de duração do projeto, os recursos necessários e o custo para implementação de cada uma das atividades do projeto. Nesta etapa são desenvolvidas as seguintes ações:

1. Estimativa do tempo de duração da implementação de cada uma das atividades identificadas na primeira etapa, levando-se em consideração os conhecimentos e opiniões de especialistas em cada uma das disciplinas que compõe o projeto, considerando também a experiência anterior na implementação de projetos semelhantes;
2. Diagramação da rede do projeto usando o Método do Caminho Crítico e utilizando programas para planejamento e controle do projeto;
3. Estimativa de recursos humanos e equipamentos necessários para a implementação de cada atividade do projeto;
4. Estimativa dos materiais necessários para implementar o projeto;
5. Identificar recursos existentes e disponíveis para aplicação no projeto;
6. Estimativa do custo de cada atividade em relação aos seus custos fixos e variáveis;
7. Análise dos custos do projeto e a comparação dos resultados com o orçamento determinado para implementação do projeto pela organização geradora do projeto) (SABZEPARVAR, 2018).

Etapa 3: Cronograma do projeto, planejamento de recursos necessários, análise de custo-tempo e análise de possíveis problemas relacionados a:

1. Analisando o tempo da rede, determinando o caminho crítico e identificando atividades que são menos flutuantes (atividades críticas);
2. Alocação de recursos disponíveis para atividades do projeto com base nas restrições de recursos existentes;
3. Analisando os recursos do projeto e alterando o cronograma inicial devido a restrições de recursos existentes;
4. Nivelando recursos se necessário e alterando o agendamento inicial de acordo com os recursos nivelados;
5. Analisar o trade-off custo-tempo e a programação do projeto com custo mínimo usando os métodos existentes e novos apresentados neste campo;
6. Revisar condições atmosféricas inadequadas e outros problemas previsíveis que afetam a implementação e o cronograma das atividades do projeto (SABZEPARVAR, 2018).

2.1.5. PMBOK Guide - Guia para o conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos

O Guia PMBOK® é a principal referência global para o gerenciamento de projetos. Nele, é possível identificar os princípios de gerenciamento de projetos que orientam os comportamentos e ações dos profissionais de projeto e outras partes interessadas que trabalham ou estão envolvidas com projetos (PMBOK®, 2021).

O Guia PMBOK® fornece uma base para entender o gerenciamento de projetos e como ele possibilita os resultados pretendidos. Esse padrão se aplica independentemente do setor, local, tamanho ou abordagem de entrega, por exemplo, preditiva, híbrida ou adaptativa. Descreve o sistema dentro do qual os projetos operam, incluindo governança, funções possíveis, ambiente do projeto e considerações sobre o relacionamento entre gerenciamento de projetos e gerenciamento de produtos (PMBOK®, 2021).

Segundo o Guia PMBOK®, as organizações esperam que os projetos forneçam resultados além de saídas e artefatos. Espera-se que os gerentes de projeto entreguem projetos

que criem valor para a organização e as partes interessadas dentro do sistema de entrega de valor da organização (PMBOK®, 2021).

2.1.5.1. Domínios de Desempenho para Projetos

O Guia PMBOK® define em sua sétima edição 08 (oito) domínios de desempenho para projetos. Os domínios de desempenho do projeto é um grupo de atividades relacionadas que são críticas para a entrega efetiva dos resultados do projeto. Os domínios de desempenho do projeto são áreas de foco interativas, interrelacionadas e interdependentes que trabalham em uníssono para alcançar os resultados desejados do projeto (PMBOK®, 2021).

Os 8 (oito) domínios definidos pelo Guia PMBOK® são:

- Partes Interessadas;
- Equipe;
- Abordagem de Desenvolvimento e Ciclo de Vida;
- Planejamento;
- Trabalho do Projeto;
- Entrega;
- Medição;
- Incerteza (PMBOK®, 2021).

Juntos, os domínios de desempenho formam um todo unificado. Dessa forma, os domínios de desempenho operam como um sistema integrado, com cada domínio de desempenho sendo interdependente dos outros domínios de desempenho para permitir a entrega bem-sucedida do projeto e seus resultados pretendidos. Os domínios de desempenho são executados simultaneamente em todo o projeto, independentemente de como o valor é entregue (frequentemente, periodicamente ou no final do projeto).

Essas áreas de foco não são tratados como esforços isolados porque eles se sobrepõem e se interconectam. As formas como os domínios de desempenho se relacionam são diferentes para cada projeto, mas estão presentes em cada projeto. As atividades específicas realizadas em cada um dos domínios de desempenho são determinadas pelo contexto da organização, do projeto, das entregas, da equipe do projeto, das partes interessadas e de outros fatores.

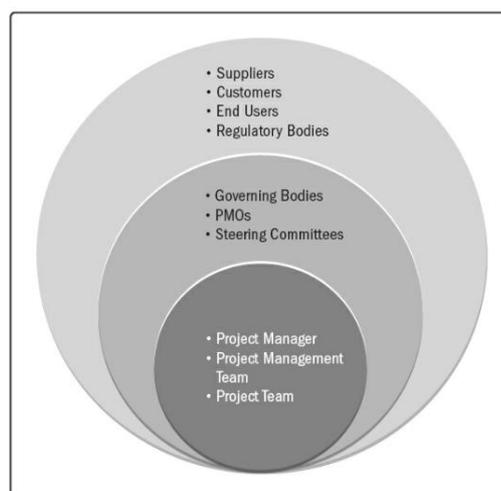
2.1.5.1.1. Domínio de Desempenho das Partes Interessadas

O domínio de desempenho de partes interessadas aborda as atividades e funções associadas as partes interessadas do projeto. A execução eficaz deste domínio de desempenho resulta nos seguintes resultados desejados:

- Uma relação de trabalho produtiva com as partes interessadas durante todo o projeto;
- Acordo das partes interessadas com os objetivos do projeto;
- As partes interessadas que são beneficiárias do projeto são solidárias e satisfeitas, enquanto as partes interessadas que podem se opor ao projeto ou suas entregas não afetam negativamente os resultados do projeto (PMBOK®, 2021).

Projetos são realizados por pessoas e para pessoas. Esse domínio de desempenho envolve trabalhar com as partes interessadas para manter o alinhamento e engajar-se com elas para promover relacionamentos positivos e satisfação. As partes interessadas incluem indivíduos, grupos e organizações como ilustrado na Figura 2.1. Um projeto pode ter um pequeno grupo de partes interessadas ou potencialmente milhões de partes interessadas. Pode haver diferentes partes interessadas em diferentes fases do projeto, e a influência, poder ou interesses das partes interessadas podem mudar à medida que o projeto se desenvolve (PMBOK®, 2021).

Figura 0.1 - Exemplos de Partes Interessadas de um Projeto.



Fonte: PMBOK Guide, 2021.

A identificação, análise e engajamento eficazes das partes interessadas incluem partes interessadas internas e externas à organização, aquelas que apoiam o projeto e aquelas que podem não apoiar ou são neutras. Ao ter relevante habilidades técnicas de gerenciamento de projetos é um aspecto importante de projetos bem-sucedidos, ter as habilidades interpessoais e de liderança para trabalhar efetivamente com as partes interessadas é tão importante, se não mais (PMBOK®, 2021).

2.1.5.1.2. Domínio de Desempenho da Equipe

O domínio de desempenho da equipe aborda atividades e funções associadas às pessoas que são responsáveis por produzir as entregas do projeto que realizam os resultados de negócios. A execução efetiva deste domínio de desempenho resulta nos seguintes resultados desejados:

- Propriedade compartilhada;
- Uma equipe de alto desempenho;
- Liderança aplicável e outras habilidades interpessoais demonstradas por todos os membros (PMBOK®, 2021).

Esse domínio de desempenho envolve o estabelecimento da cultura e do ambiente que permite que um conjunto de diversos indivíduos evolua para uma equipe de alto nível de execução de projeto. Isso inclui reconhecer as atividades necessárias para promover o desenvolvimento da equipe do projeto e incentivar comportamentos de liderança de todos os membros da equipe do projeto (Pmbok®, 2021).

2.1.5.1.3. Abordagem de Desenvolvimento e Domínio de Desempenho do Ciclo de Vida

A abordagem de desenvolvimento e o domínio de desempenho de ciclos de vida abordam atividades e funções associadas à abordagem de desenvolvimento, cadência e fases do ciclo de vida do projeto. A execução eficaz deste domínio de desempenho resulta nos seguintes resultados desejados:

- Abordagens de desenvolvimento consistentes com as entregas do projeto;

- Um ciclo de vida do projeto que consiste em fases que conectam a entrega do valor do negócio e das partes interessadas desde o início até o fim do projeto;
- Um ciclo de vida do projeto que consiste em fases que facilitam a cadência de entrega e a abordagem de desenvolvimento necessária para produzir as entregas do projeto (PMBOK®, 2021).

Esse domínio de desempenho envolve estabelecer a abordagem de desenvolvimento, a cadência de entrega e o ciclo de vida do projeto necessários para otimizar os resultados do projeto (PMBOK®, 2021).

2.1.5.1.4. Domínio de Desempenho de Planejamento

O planejamento organiza, elabora e coordena o trabalho do projeto ao longo do projeto. O domínio de desempenho de planejamento aborda atividades e funções associadas à organização e coordenação inicial, contínua e envolve a evolução necessária para entregar os resultados do projeto. A execução efetiva deste domínio de desempenho resulta nos seguintes resultados desejados:

- O projeto progride de forma organizada, coordenada e deliberada;
- Existe uma abordagem holística para entregar os resultados do projeto;
- As informações em desenvolvimento são elaboradas para produzir as entregas e os resultados para os quais o projeto foi realizado;
- O planejamento do tempo gasto é apropriado para a situação;
- As informações de planejamento são suficientes para gerenciar as expectativas das partes interessadas;
- Existe um processo para a adaptação dos planos ao longo do projeto com base nas necessidades ou condições emergentes e em mudança (PMBOK®, 2021).

2.1.5.1.5. Domínio de Desempenho do Trabalho do Projeto

O domínio de desempenho do trabalho do projeto aborda atividades e funções associadas ao estabelecimento de processos do projeto, gerenciamento de recursos físicos e

promoção de um ambiente de aprendizado. A execução efetiva deste domínio de desempenho resulta nos seguintes resultados desejados:

- Desempenho eficiente e eficaz do projeto;
- Os processos do projeto são apropriados para o projeto e o ambiente;
- Comunicação adequada com as partes interessadas;
- Gestão eficiente de recursos físicos;
- Gestão eficaz de compras;
- Capacidade aprimorada da equipe devido ao aprendizado contínuo e melhoria de processos (PMBOK®, 2021).

O trabalho do projeto está associado ao estabelecimento dos processos e à execução do trabalho para permitir que a equipe do projeto entregue os resultados esperados. O trabalho do projeto mantém a equipe do projeto focada e as atividades do projeto funcionando sem problemas. Isso inclui, mas não se limita a:

- Gerenciar o fluxo de trabalho existente, novo trabalho e mudanças no trabalho;
- Manter a equipe do projeto focada; Estabelecer sistemas e processos de projeto eficientes;
- Comunicação com as partes interessadas;
- Gerenciamento de materiais, equipamentos, suprimentos e logística;
- Trabalhar com profissionais de contratação e fornecedores para planejar e gerenciar aquisições e contratos;
- Monitoramento de mudanças que podem afetar o projeto;
- Permitindo a aprendizagem do projeto e a transferência de conhecimento (PMBOK®, 2021).

2.1.5.1.6. Domínio de Desempenho de Entrega

O domínio de desempenho de entrega aborda as atividades e funções associadas à entrega do escopo e da qualidade que o projeto foi realizado para alcançar os resultados pretendidos. A execução efetiva deste domínio de desempenho resulta nos seguintes resultados desejados:

- Os projetos contribuem para os objetivos do negócio e para o avanço da estratégia;
- Projeto percebe os resultados para os quais eles foram iniciados para entregar;
- Os benefícios do projeto são realizados no prazo em que foram planejados;
- A equipe do projeto tem uma compreensão clara dos requisitos do projeto;
- As partes interessadas aceitam e estão satisfeitas com as entregas do projeto (PMBOK®, 2021).

Os projetos apoiam a execução da estratégia e o avanço dos objetivos de negócios. A entrega do projeto se concentra em atender aos requisitos, escopo e expectativas de qualidade para produzir as entregas esperadas que conduzirão os resultados pretendidos (PMBOK®, 2021).

2.1.5.1.7. Domínio de Desempenho de Medição

O domínio de medição de desempenho aborda atividades e funções associadas à avaliação do desempenho do projeto e à tomada de ações apropriadas para manter um desempenho aceitável. A execução efetiva deste domínio de desempenho resulta nos seguintes resultados desejados:

- Uma compreensão confiável do status do projeto;
- Dados para facilitar a tomada de decisões;
- Ações oportunas e apropriadas para manter o desempenho do projeto nos trilhos;
- Alcançar metas e gerar valor de negócios tomando decisões informadas e oportunas com base em previsões e avaliações confiáveis (PMBOK®, 2021).

A medição envolve avaliar o desempenho do projeto e implementar respostas apropriadas para manter o desempenho ideal. O Domínio de Desempenho de Medição avalia o grau em que o trabalho realizado no Domínio de Desempenho de Entrega está atendendo às métricas identificados no Domínio de Desempenho de Planejamento. Por exemplo, o desempenho pode ser medido e avaliado usando linhas de base identificadas no Domínio de Desempenho de Planejamento. Ter informações oportunas e precisas sobre o trabalho e o desempenho do projeto permite que a equipe do projeto aprenda e determine a ação apropriada

a ser tomada para lidar com as variações atuais ou esperadas do desempenho desejado (PMBOK®, 2021).

2.1.5.1.8. Domínio de Desempenho de Incerteza

Os projetos existem em ambientes com vários graus de incerteza. A incerteza apresenta ameaças e oportunidades que as equipes de projeto exploram, avaliam e decidem como lidar.

A incerteza no sentido mais amplo é um estado de não saber ou imprevisibilidade. Existem muitas nuances para a incerteza, como:

- Risco associado a não conhecer eventos futuros;
- Ambiguidade associada a não estar ciente das condições atuais ou futuras;
- Complexidade associada a sistemas dinâmicos com resultados imprevisíveis (PMBOK®, 2021).

A abordagem bem-sucedida da incerteza começa com a compreensão do ambiente mais amplo dentro do qual o projeto está operando. Aspectos do ambiente que contribuem para a incerteza do projeto incluem, mas não estão limitados a:

- Fatores econômicos como volatilidade de preços, disponibilidade de recursos, capacidade de empréstimo de fundos e inflação/deflação;
- Considerações técnicas, como tecnologia nova ou emergente, complexidade associada a sistemas e interfaces;
- Restrições ou requisitos legais ou legislativos;
- Ambiente físico no que se refere à segurança, clima e condições de trabalho;
- Ambiguidade associada a condições atuais ou futuras;
- Influências sociais e de mercado moldadas pela opinião e mídia;
- Influências políticas, externas ou internas à organização (PMBOK®, 2021).

Este domínio de desempenho aborda os vários aspectos da incerteza, as implicações da incerteza, como o risco do projeto, bem como as opções para navegar pelas várias formas de incerteza.

O domínio de desempenho de incerteza aborda atividades e funções associadas a risco e incerteza. A execução efetiva deste domínio de desempenho resulta nos seguintes resultados desejados:

- Uma consciência do ambiente em que os projetos ocorrem, incluindo, mas não se limitando aos ambientes técnico, social, político, mercadológico e econômico;
- Explorar e responder proativamente à incerteza;
- Uma consciência da interdependência de múltiplas variáveis do projeto;
- A capacidade de antecipar ameaças e oportunidades e entender as consequências dos problemas;
- Entrega do projeto com pouco ou nenhum impacto negativo de eventos ou condições imprevistas;
- Oportunidades são realizadas para melhorar o desempenho e os resultados do projeto;
- As reservas de custo e cronograma são utilizadas de forma eficaz para manter o alinhamento com os objetivos do projeto (PMBOK®, 2021).

A incerteza é inerente a todos os projetos. Por esta razão, os efeitos de qualquer atividade não podem ser previstos com precisão, e uma série de resultados pode ocorrer. Os resultados potenciais que beneficiam os objetivos do projeto são conhecidos como oportunidades; potenciais resultados que têm um efeito negativo sobre os objetivos do projeto são chamados de ameaças. Juntos, o conjunto de oportunidades e ameaças compõem o conjunto de riscos do projeto.

Os riscos são um aspecto da incerteza. Um risco é um evento incerto ou condição que, se ocorrer, tem um efeito positivo ou negativo em um ou mais objetivos do projeto. Riscos negativos são chamados de ameaças e riscos positivos são chamados de oportunidades. Todos os projetos têm riscos, pois são empreendimentos únicos com graus variados de incerteza. Os membros da equipe de projeto devem identificar proativamente os riscos em todo o projeto para evitar ou minimizar os impactos das ameaças e desencadear ou maximizar os impactos das oportunidades. Ambas, as ameaças e oportunidades têm um conjunto de possíveis estratégias de resposta que podem ser planejadas para implementação caso ocorra o risco. Para abordar os riscos de forma eficaz, a equipe do projeto precisa saber qual o nível de exposição ao risco é aceitável em busca dos objetivos do projeto. Isso é definido por limiares de risco mensuráveis que refletem o apetite e a atitude do risco das partes interessadas da organização e do projeto.

Os limites de risco expressam a variação aceitável em torno de um objetivo que reflete o apetite de risco da organização e das partes interessadas. Os limites são tipicamente declarados e comunicados à equipe do projeto e refletidos nas definições de níveis de impacto de risco para o projeto.

O risco geral de um projeto é o efeito da incerteza sobre o projeto como um todo, decorrente de todas as fontes de incerteza. Isso inclui riscos individuais e a exposição às implicações de variação no resultado do projeto, positivo e negativo. O risco geral é muitas vezes uma função da complexidade, ambiguidade e volatilidade. As respostas ao risco geral do projeto são as mesmas que para ameaças e oportunidades individuais, embora as respostas sejam aplicadas ao projeto geral, em vez de um evento específico. Caso o risco geral do projeto for mensurado como muito alto, a organização pode optar por cancelar o projeto.

2.1.6. Gerenciamento de riscos

Segundo (BARGHI E SHADROKH SIKARI, 2020) um processo geral de gerenciamento de riscos de um projeto consiste em nove fases, (*apud* CHAPMAN e WARD, 2003):

- 1) Identificação dos principais aspectos do projeto;
 - 2) Abordagem estratégica à gestão de risco;
 - 3) Identificação do tempo de ocorrência dos riscos;
 - 4) Estimativa de riscos e inter-relação entre eles;
 - 5) Atribuir a propriedade dos riscos e fornecer as respostas adequadas;
 - 6) Estimativa da incerteza;
 - 7) Estimar a importância da relação entre os diferentes riscos;
 - 8) Determinação das respostas e monitoramento da situação de risco;
 - 9) Controlar as etapas de implementação das respostas aos riscos identificados,
- (ALAM TABRIZ e HAMZEI, 2011).

É possível afirmar, portanto, que devido à natureza incerta dos projetos e necessidade de utilização ótima dos recursos, cada projeto enfrenta incertezas. A crença de que os projetos são repletos de incertezas, como habilidades técnicas ou qualidade de gestão, reforça o fato de que muitos projetos falham em termos de objetivos, benefícios, custos e tempo esperado.

A literatura sobre gerenciamento de projetos deixa evidente que, todo e qualquer projeto possui incertezas associadas ao desenvolvimento de suas atividades e, função disso, a identificação e gerenciamento dos riscos do projeto se torna essencial. Considerando a importância cada vez mais latente do gerenciamento de projetos nos últimos anos, diversos padrões foram propostos nesse sentido. Esses padrões incluem os princípios e diretrizes básicas considerados necessários para o gerenciamento bem-sucedido de um projeto ou para a implementação de um sistema de gerenciamento de projetos.

O padrão mais famoso e extenso entre os padrões de abrangência global que conhecemos é o Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). Este padrão abrange atualmente oito domínios de desempenho necessários para o gerenciamento de projetos bem-sucedido.

O Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) é um conjunto de princípios e domínios de desempenho de projetos desenvolvido proposto pelo Project Management Institute - PMI. Este corpo de conhecimento evoluiu ao longo do tempo na forma de um livro intitulado “O padrão para gerenciamento de projetos e um guia para o gerenciamento de projetos”. A sétima edição deste guia foi lançada em 2021. O Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) também se sobrepõe ao conceito de gerenciamento em seu sentido geral, pois ambos envolvem conceitos como planejamento, organização, recursos humanos, implementação e controle das operações organizacionais. O Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) tem semelhança e sobreposição em outras disciplinas de gerenciamento, como previsões financeiras, comportamento organizacional, ciência da gestão, orçamento e outras abordagens de planejamento (MURIANA e VIZZINI, 2017).

A prática de gerenciamento de riscos inclui planejamento de abordagem, identificação e análise de riscos, planejamento e implementação de resposta e monitoramento contínuo de riscos. O gerenciamento de riscos é um aspecto essencial de todas as atividades organizacionais. O gerenciamento de riscos molda os processos de tomada de decisão em toda a organização e em cada um dos domínios (PMBOK®, 2021).

A gestão de riscos concentra-se na identificação dos riscos e no tratamento adequado deles. Os projetos têm riscos individuais ou riscos gerais. O primeiro nível é atribuído a uma atividade específica e o segundo vinculado ao projeto. Os riscos são identificados no primeiro nível e vinculados às atividades do projeto (PMI, 2019).

2.1.7. Identificação e Avaliação de Riscos do Projeto

O gerenciamento de riscos é o processo sistemático composto inicialmente por duas etapas que respondem ao processo de gerenciamento de projetos como um todo, a identificação e a avaliação dos riscos. Estas etapas são de suma importância para que se possa identificar o grau de risco de um projeto, subsidiando assim a gestão das organizações para que tomem as decisões relativas à implantação e priorização de projetos.

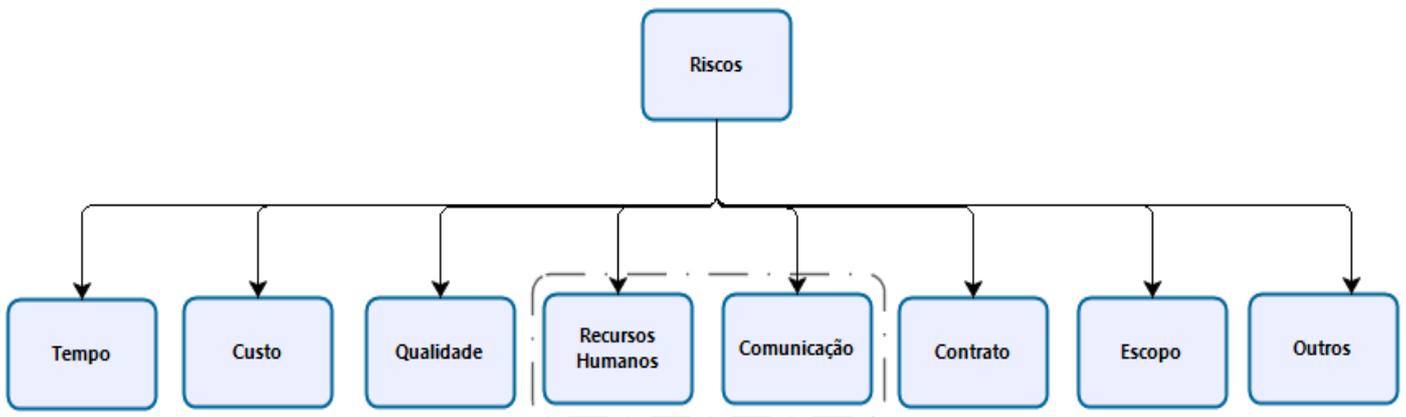
Na literatura, é possível observar diversos pesquisadores definindo a etapa de identificação dos riscos de um projeto como o mapeamento de todos os riscos, de impacto negativo ou positivo, aos quais o projeto está exposto. Devem ser incluídos nesse mapeamento os detalhes sobre cada um deles, como suas causas e efeitos, as atividades afetadas etc. É possível ainda identificar riscos inerentes ao projeto no decorrer do desenvolvimento das atividades.

Após a identificação inicial dos riscos, a segunda etapa envolve a avaliação da frequência da ocorrência e os resultados de cada risco possibilitando a classificação dos riscos com base nos resultados da avaliação.

2.1.8. Fatores de riscos

Os fatores de riscos são características inerentes ao desenvolvimento do projeto que quando trabalhadas para minimizar seus impactos negativos, quando da identificação de fraquezas internas na organização ou ameaças externas, ou maximizar seus impactos positivos, quando da identificação de pontos fortes internos na estrutura da organização ou de oportunidades inerentes ao escopo abordado. Em projetos os fatores de riscos são inicialmente classificados tendo por referência o padrão PMBOK® conforme ilustrado no modelo da Figura 2.2.

Figura 0.2 - Riscos Classificados.



Fonte: PMBOK GUIDE (2011).

A Figura 2.2 ilustra os diversos fatores que impactam no grau de riscos de um projeto tendo como um dos mais relevantes o escopo que quando mal definido impacta consideravelmente os demais fatores.

Atualmente, é possível identificar no cenário global de projetos de inovação que os fatores de riscos escopo, tempo, custo e recursos humanos têm impactos muito relevantes no desenvolvimento de cada um dos projetos e que o nível de impacto destes fatores bem como a combinação entre eles, eleva ou diminui o grau de risco de um projeto, impactando inclusive em um outro fator que é a qualidade de entrega.

2.1.9. Lógica Fuzzy

De acordo com (ARYA e KUMAR, 2020) a teoria dos conjuntos difusos e lógica difusa para abordar a subjetividade do julgamento humano no uso de termos linguísticos no processo de decisão foi introduzida por (ZADEH, 1965). O objetivo da lógica difusa é resolver problemas de incerteza de alto grau e para representar informações vagas, ambíguas e caóticas (QUELCH e CAMERON, 1994) (BONVICINI *et al.*, 1998). Ao longo dos anos, a lógica difusa se tornou um fator muito relevante em muitas áreas de conhecimento devido à sua eficácia e confiabilidade de resultados, tornando-se assim um tópico importante para medir o grau de imprecisão.

A lógica difusa atribui diferentes graus de associação (μ) variando entre 0 e 1 a uma variável x para indicar a associação de variável para várias classes (conjuntos difusos).

Segundo (TESFAMARIAM e SAATCIOGLU, 2019) a força do sistema de inferência lógica difusa depende dos seguintes recursos:

- I. O sistema de inferência difusa pode lidar com o conhecimento descritivo (linguístico) e dados numéricos;
- II. Uso do sistema de inferência difusa com algoritmo de raciocínio aproximado para determinar as relações entre insumos pelos quais as incertezas podem ser propagadas ao longo do processo.

Portanto, o conjunto fuzzy contém apenas o grau de pertinência aos elementos de um conjunto no intervalo $[0,1]$ sendo descrito em termos de "pertence a" e "não pertence a".

A lógica fuzzy traz, portanto, a ideia a não restrição entre apenas dois valores afirmada na lógica clássica ou lógica booleana, verdadeiro e falso, preto e branco, mas, por exemplo, vários tons de cinza que indicam a ideia de conjuntos com graus de pertinência.

Segundo (COX, 1994), o que diferencia a lógica fuzzy da lógica booleana é a capacidade desta de se aproximar do mundo real no qual 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.

A lógica fuzzy trata de um raciocínio que busca classificar em números uma determinada realidade ou situação que trabalha com diversas variáveis incertas e vagas, com o objetivo de embasar de maneira mais consistente a avaliação e tomada de decisões sobre o a situação analisada.

Portanto, a lógica fuzzy busca uma generalização da lógica clássica, flexibilizando-a entre $[0,1]$ de modo que o desenvolvimento de um projeto de sistema fuzzy possa ser reduzido a um ponto em que problemas anteriormente intratáveis passam a ter possíveis soluções.

Segundo (PEREIRA, 2010), a lógica fuzzy apresenta diversas vantagens em relação à lógica clássica, dentre elas a flexibilidade, tolerância com dados imprecisos, possibilidade de modelar as funções não lineares, possibilidade de ser construída com base na experiência de especialistas, possibilidade de ser integrada às técnicas convencionais de controle, além de ser baseada na linguagem natural, base da comunicação humana.

A lógica fuzzy traz a possibilidade da lógica de pertinência utilizando variáveis linguísticas que possibilitam captar um determinado grau de incerteza presente nas variáveis de entrada e traduzir para um modelamento matemático que sustente uma avaliação mais aprofundada de um determinado tema.

Sempre que se quiser o resultado do modelo construído adequado à realidade, a lógica Fuzzy se faz presente, pois consegue trabalhar no âmbito das incertezas. Onde os resultados podem não tão somente gravitar entre “sim” e “não”, mas um “talvez”, por exemplo (Pereira, 2016).

2.1.9.1. Controlador fuzzy

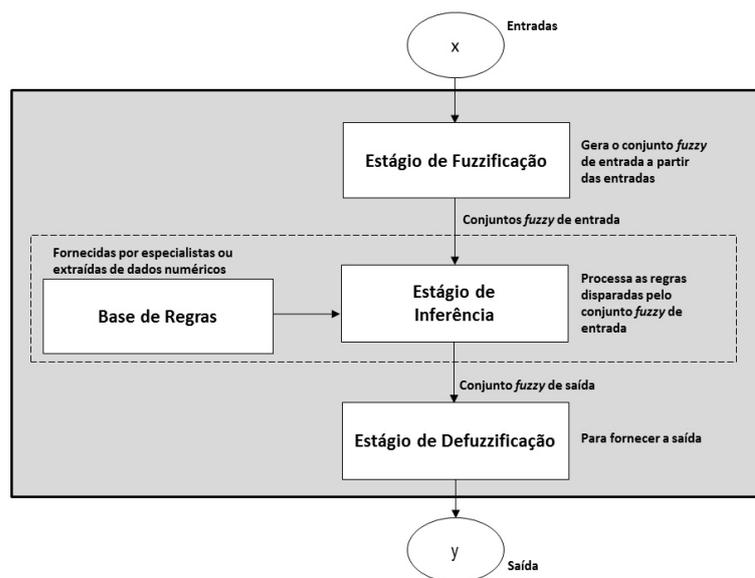
Quando se deseja criar um sistema de controle para um processo, necessita-se primeiro obter seu modelo matemático, utilizando técnicas como a transformada de Laplace ou a transformada Z. Para tanto, para que a modelagem possa ser mais próxima do real, cada parte do processo a ser modelado deve ser conhecida. Isso muitas vezes não é possível, pois muitas variáveis do mundo real, que influenciam direta ou indiretamente o processo, não podem ser quantificadas e outras são totalmente desconhecidas, ou mesmo a modelagem completa do sistema gera equações extremamente grandes e complexas. Um exemplo disso é a temperatura em um processo, que pode variar de uma área para outra por causa da ausência de proteção contra o sol no local e, muitas vezes, não é considerada no modelo (SIZILIO, 2012).

Os sistemas baseados em lógica fuzzy podem produzir estimativas de um sistema não linear complexo sem recorrer a modelos matemáticos. Nesse escopo, a metodologia fuzzy é um método de estimativa de entrada e saída livre de modelos matemáticos. A lógica de tomada de decisões incorporada na estrutura de inferência da base de regras implicações fuzzy para simular tomada de decisão humana.

O processamento fuzzy é, em geral, composto de quatro etapas visualizadas na Figura 2.3.

- Estágio de fuzzificação (gera um conjunto fuzzy de entrada, a partir das entradas e seus graus de pertinência);
- Base de regras (fornecidas por especialistas ou extraídas de dados numéricos);
- Estágio de inferência (ativa as regras, a partir de um conjunto fuzzy de entrada, gerando um conjunto fuzzy de saída);
- Estágio de defuzzificação (fornece a saída em R, a partir do conjunto fuzzy de saída).

Figura 0.3 - Exemplo de estrutura básica de um sistema fuzzy.



Fonte: (SIZILIO, 2012).

A Figura 2.3 ilustra os estágios executados pela lógica fuzzy após a coleta dos dados iniciais referentes ao tema que se deseja analisar por meio da utilização da ferramenta. É possível identificar ainda na figura uma das vantagens de se utilizar a lógica fuzzy que é a consideração da experiência de especialistas ou dados históricos do processo em questão para determinação da base de regras.

2.1.9.2. Estágio de fuzzificação

Nesta primeira etapa do Sistema Lógico fuzzy o problema é analisado e os dados de entrada são transformados em variáveis linguísticas. Neste momento, é de fundamental importância que todos os dados de imprecisão e incerteza sejam considerados e transformados em variáveis linguísticas. Após esta transformação são determinadas também as funções de pertinência (*Membership Functions - MF*), que por sua vez, devem ser ajustadas sobre o universo de discurso de maneira a cobri-lo completamente. Desse modo, pode-se definir fuzzificação como o mapeamento de dados precisos para os conjuntos fuzzy (de entrada) (SIZILIO, 2012).

É neste momento que se mostra a grande importância do especialista no processo a ser analisado, pois a cada variável de entrada devem ser atribuídos termos linguísticos que representam os estados desta variável e a cada termo linguístico deve ser associado um conjunto fuzzy por uma função de pertinência.

As funções de pertinência dependem do conceito que se deseja representar e do problema para o qual serão utilizadas e implementadas, podendo apresentar diferentes formas. Um conjunto ou subconjunto fuzzy A de um universo X é um conjunto definido por uma função de pertinência μ_A representando um mapeamento conforme descrito na equação 2.1 a seguir:

$$\mu_A : X \rightarrow \{0,1\} \quad (2.1)$$

sendo o valor de $\mu_A(X)$ para o conjunto fuzzy é chamado de valor de pertinência ou grau de pertinência de $x \in X$. O valor de pertinência representa o grau com que x faz parte do conjunto fuzzy A . Assim, um valor de $\mu_A(X)$ próximo de 1 indica um alto grau de pertinência de um elemento x em um conjunto fuzzy A . Se $\mu_A(X) = 1$, o elemento x pertence completamente ao conjunto fuzzy A . Se $\mu_A(X) = 0$, o elemento x não pertence ao conjunto fuzzy A .

Em diversas publicações é possível observar a definição de pertinência como algo determinado de forma subjetiva, pois uma função estabelecida para uma abordagem sobre determinado tema pode apresentar resultados diferentes caso seja estabelecida por pessoas diferentes e que tenham visões diferentes sobre um projeto por exemplo.

No contexto do MATLAB®, as funções de pertinência mais simples são formadas usando linhas retas. Estas funções de pertinência de linha reta têm a vantagem da simplicidade.

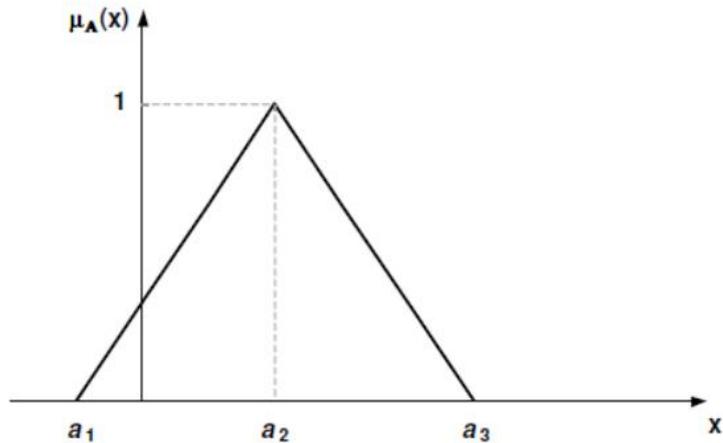
Conforme (Do Carmo Corrêa e Da Silveira, 2012), a pertinência de um atributo na Lógica Fuzzy depende da percepção e experiência que o especialista tem no assunto proposto e essas funções de pertinência podem ser demonstradas de diversas formas.

Destas, a mais simples é a função triangular, que é uma coleção de três pontos (x,y,z) , formando um triângulo que a representa. Esses valores devem atender a regra $a < b < c$. Deve existir algum valor onde a pertinência é 1. A equação 2.2 a seguir é usada para representar a função triangular.

$$\text{trimf}(x; a, b, c) = \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b}\right), 0\right) \quad (2.2)$$

A Figura 2.4 ilustra um número fuzzy triangular: no eixo x estão os valores da variável, a_1, a_2 e a_3 ; no eixo y está representado o grau de pertinência para cada valor de x .

Figura 0.4 - Número fuzzy triangular.



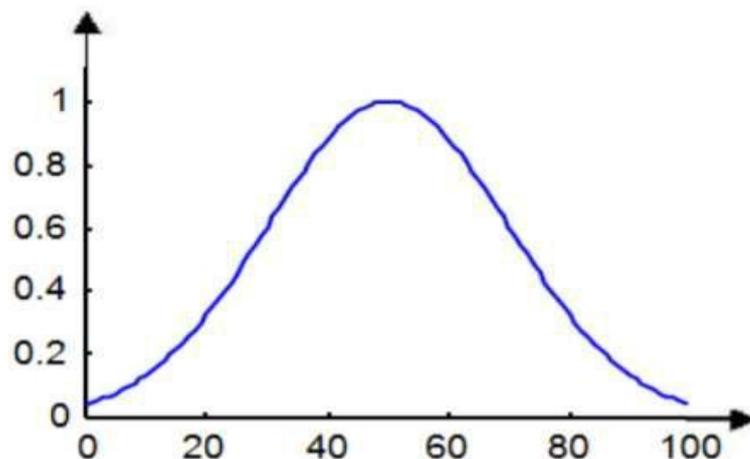
Fonte: adaptado de (FERNANDES, 2005).

O número fuzzy triangular ilustrado na Figura 2.4 é utilizado quando o parâmetro em análise possui uma faixa de variação e um número dentro desta faixa possui uma possibilidade de ocorrência num único pico maior do que os outros.

A construção de pertinência Gaussiana utiliza três parâmetros: x , média e desvio padrão. A equação 2.3 a seguir representa a função de pertinência Gaussiana e na Figura 2.5, é ilustrada a Função Gaussiana.

$$\text{gaussmf}(x, a, b, c) = e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x-c}{\sigma} \right)^2} \quad (2.3)$$

Figura 0.5 - Função Sino.

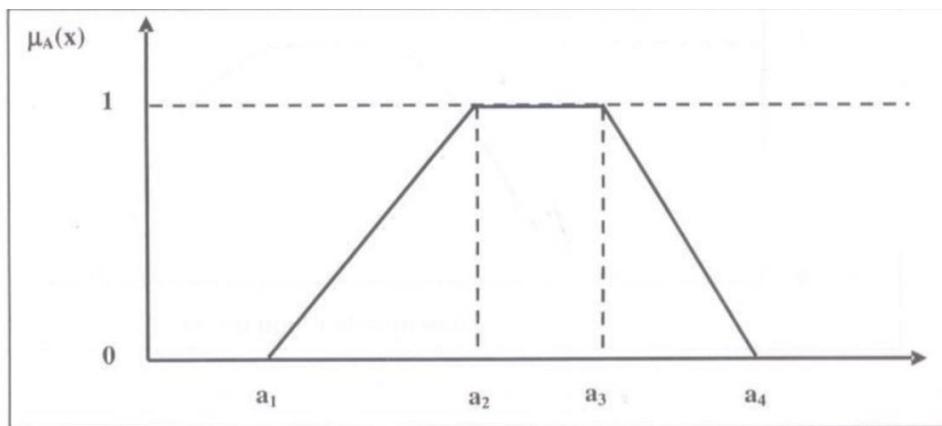


Fonte: adaptado de (FERNANDES, 2005).

No número fuzzy trapezoidal demonstrado na Figura 2.6 atribui-se pertinência 0 aos valores menores que a_1 e maiores que a_4 (nenhuma possibilidade de ocorrer a_1 e a_4). Para os valores compreendidos entre o intervalo a_2 e a_3 a pertinência é igual a 1 (possibilidade total de ocorrência destes valores). Aos valores compreendidos entre a_1 e a_2 e entre a_3 e a_4 , são atribuídas pertinências entre 0 e 1. Na função trapezoidal de pertinência é representada pela equação 2.4 a seguir onde os pontos de obedecem a regra $a < b \leq c < d$. Uma característica interessante desta função é permitir um intervalo de pertinência de 100%.

$$\text{trapmf}(x, a, b, c, d) = \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, 1, \frac{d-x}{d-c}\right), 0\right) \quad (2.4)$$

Figura 0.6 - Número fuzzy trapezoidal.



Fonte: adaptado de (FERNANDES, 2005).

A Figura 2.6 ilustra um número fuzzy trapezoidal comumente apresentado na forma vetorial (a_1, a_2, a_3, a_4) em que cada um dos seus parâmetros está associado ao grau de pertinência 0 ou 1. A função trapezoidal tem um topo plano, sendo uma curva de triângulo truncado.

2.1.9.3. Base de regras

A base de regras é utilizada na segunda fase do controlador, pois a partir dela é que podem ser realizados os cálculos referentes às entradas do controlador. Essa base de regras também é montada por meio do conhecimento do especialista que, no caso de uma aplicação médica, pode ser um médico, um enfermeiro ou qualquer outra pessoa que esteja ligada

diretamente ao processo e que possua grande conhecimento teórico e empírico de seu funcionamento, buscando determinar qual ação deve ser tomada para determinada entrada, mapeando a entrada (que seria uma variável linguística) em uma saída (outra variável linguística).

Este componente, juntamente com a máquina de inferência, pode ser considerado o núcleo dos sistemas e é nele onde “se guardam” as variáveis e suas classificações linguísticas. A regra fuzzy é uma unidade capaz de capturar algum conhecimento específico e um conjunto de regras é capaz de descrever um sistema em suas várias possibilidades. Cada regra fuzzy, da mesma forma que uma afirmação clássica, é composta por uma parte antecedente e uma parte consequente, resultando em uma estrutura do tipo representado na equação 2.5 a seguir:

$$\mathbf{SE} < \text{antecedente} > \mathbf{ENTÃO} < \text{consequente} > \quad (2.5)$$

A quantidade de regras varia de um controlador para outro (com a quantidade de entradas e saídas), mas deve existir uma quantidade suficiente de forma que possa abranger todas as possíveis combinações das entradas e saídas, pois contrário, pode acontecer uma combinação de entradas em que o controlador não saberá exatamente o que fazer.

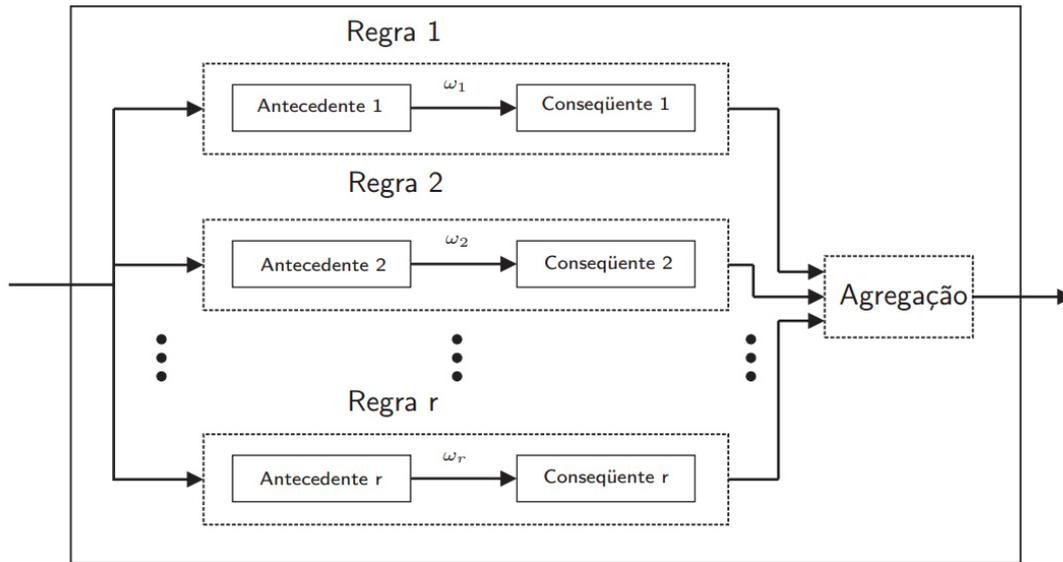
É importante ainda ressaltar que as regras devem ser consistentes, de modo a não conterem contradições, ou seja, uma regra mandando abrir uma válvula para um determinado conjunto de entradas e outra regra mandando fechar a mesma válvula com o mesmo conjunto de entradas.

2.1.9.4. Estágio de inferência

Este é a etapa responsável por aplicar uma estrutura de raciocínio para obter uma saída fuzzy. É nesta fase que cada proposição fuzzy é traduzida matematicamente por meio das técnicas de raciocínio aproximado. Nesta etapa são definidos quais os conectivos lógicos usados para estabelecer a relação fuzzy que modela a base de regras.

É dela que depende o sucesso do sistema fuzzy, já que fornece a saída (controle) fuzzy a ser adotado pelo controlador a partir de cada entrada fuzzy e da relação definida pela base de regras. A Figura 2.7 ilustra um diagrama esquemático do estágio de inferência.

Figura 0.7 - Diagrama esquemático da etapa de inferência.



Fonte: (MOZELLI, 2008).

A representação da Figura 2.7 ilustra que neste estágio, as entradas são analisadas para gerar o conjunto nebuloso de saída com seu respectivo grau de pertinência.

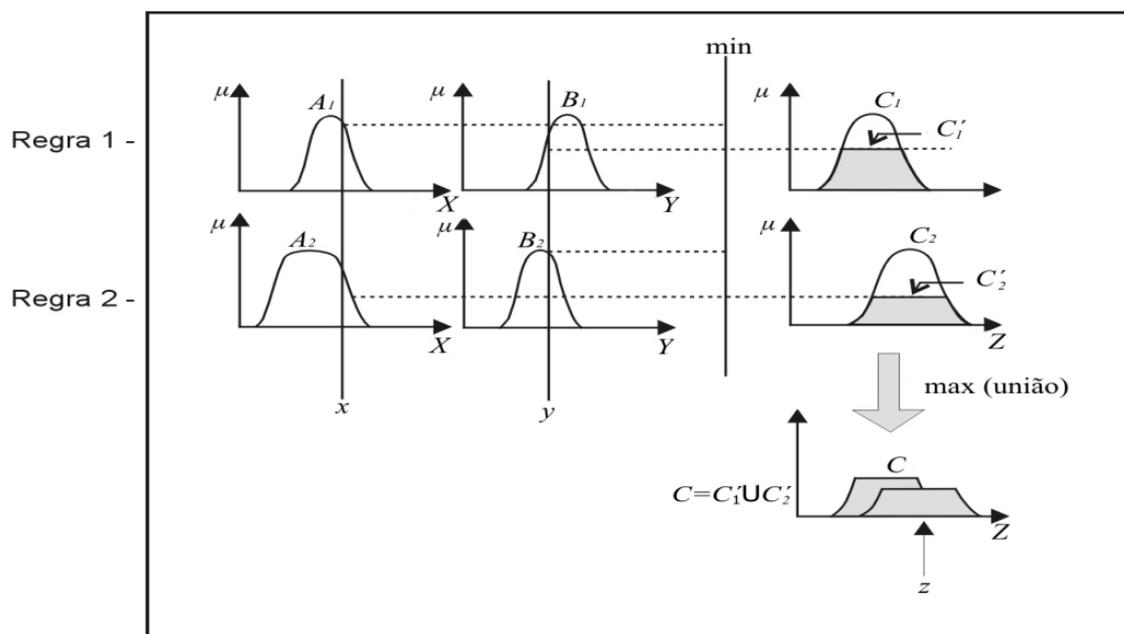
Neste estudo foi utilizado o método de inferência de (MAMDANI, 1974), no qual, uma regra **SE – ENTÃO** é definida pelo produto cartesiano fuzzy dos conjuntos fuzzy que compõem o antecedente (premissa) e o consequente da regra. Para agregação das regras, o método de Mamdani utiliza os operadores lógicos E e OU. Em cada regra, o operador lógico E é modelado pelo operador mínimo, já o operador lógico OU é modelado pelo operador máximo. A seguir, um exemplo com duas regras é apresentado na equação 2.6 e na equação 2.7.

$$\mathbf{REGRA\ 1: SE\ (x\ \acute{e}\ A_1\ e\ y\ \acute{e}\ B_1)\ ENT\tilde{A}O\ (z\ \acute{e}\ C_1)} \quad (2.6)$$

$$\mathbf{REGRA\ 2: SE\ (x\ \acute{e}\ A_2\ e\ y\ \acute{e}\ B_2)\ ENT\tilde{A}O\ (z\ \acute{e}\ C_2)} \quad (2.7)$$

A Figura 2.8 ilustra um exemplo de uma saída real de um sistema de inferência do tipo (MAMDANI, 1974), gerada a partir das entradas x e y reais e as regras de composição *máx – mín*. Por meio da defuzzificação do conjunto fuzzy de saída $C = C'_1 \cup C_2$ é obtida a saída $z \in R$.

Figura 0.8 - Diagrama esquemático de inferência.



Fonte: (LOPES *et al.*, 2005).

A Figura 2.8 ilustra que variáveis de entrada quando submetidas a regras de inferência geram por meio da defuzzificação dados (saídas) que propiciam alcançar os resultados pretendidos com a utilização da lógica fuzzy.

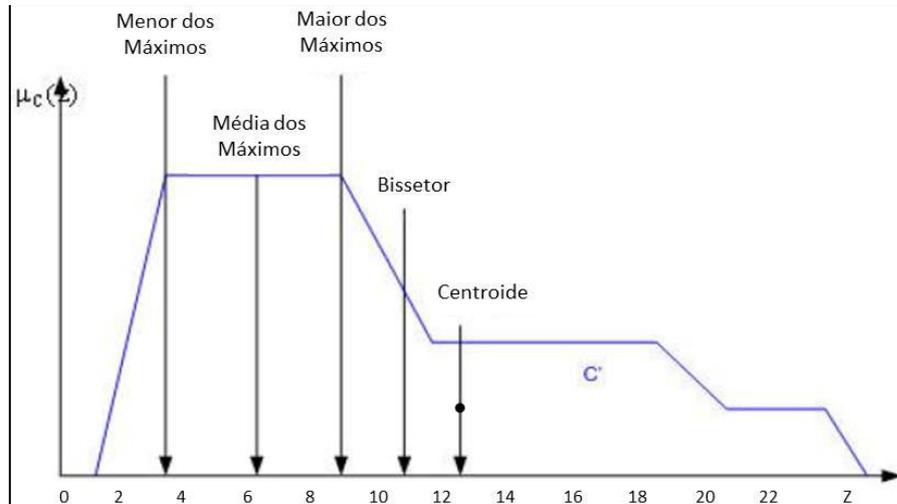
2.1.9.5. Estágio de defuzzificação

O estágio de defuzzificação é responsável por traduzir e/ou transformar a saída fuzzy em um valor crisp, ou seja, valores que podem ser usados em contextos não-fuzzy. Em outras palavras, é responsável pela interpretação do conjunto fuzzy de saída, existe em sistemas como o proposto por (MAMDANI, 1974). Ele é utilizado para gerar um valor numérico único, a partir de todos os possíveis valores contidos no conjunto nebuloso obtido no estágio de inferência para gerar a ação de controle. Assim, o processo de defuzzificação produz uma saída (um valor real), a partir do conjunto fuzzy de saída obtido pelo sistema de inferência. O objetivo é obter um único número real que melhor represente os valores fuzzy inferidos da variável linguística de saída.

De acordo com (SIZILIO, 2012), os métodos de defuzzificação mais utilizados e que obtêm bons resultados são o centro de área, o bissetor de área, o maior dos máximos, a média

dos máximos e o menor dos máximos (JANTZEN, 1998); (MARAJ *et al.*, 2008); (PASSINO *et al.*, 1998) ilustrados na Figura 2.9.

Figura 0.9 - Métodos de Defuzzificação.



Fonte: (MARAJ *et al.*, 2008).

- **Centro de Área:** também conhecida como Centroide (centroid, no MATLAB®), essa técnica calcula o centro da área do Conjunto de Saída (CS) gerado no estágio de inferência e determina sua projeção sobre o eixo x, que é o valor de saída de controle;
- **Bissetor:** chamado de bisector no MATLAB®, nesse método o valor de saída do estágio de defuzzificação é a posição exata que divide o CS em duas áreas iguais;
- **Maior dos Máximos:** chamado lom5 no MATLAB®, esse método realiza a média aritmética de todos os valores máximos do CS e é utilizado em substituição ao critério dos máximos quando há mais de um máximo na função;
- **Média dos Máximos:** mom6 no MATLAB®, esse método realiza a média aritmética de todos os valores máximos do CS e é utilizado em substituição ao critério dos máximos quando há mais de um máximo na função;
- **Menor dos Máximos:** é um método alternativo ao critério dos máximos, pois neste é escolhido o menor valor máximo encontrado na varredura do conjunto CS. No MATLAB®, é chamado som7.

CAPÍTULO 3

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. MATERIAIS

Para desenvolvimento e simulações do modelo fuzzy foi utilizado um computador com processador i7, 16Gb de ram e sistema operacional windows 10. Além de relatórios, mapas, formulários, dados extraídos dos sistemas Bizagi, x etc pertencentes aos setores de Melhoria de Processos e Gerenciamento de Projetos.

Para implementação do método fuzzy desenvolvido neste trabalho, foi utilizado o MATLAB®. As funções de pertinência disponibilizadas no MATLAB® são denominadas *Membership Functions (MF)* e têm em sua nomenclatura a terminação “mf”.

3.2. MÉTODOS

O presente estudo é uma pesquisa exploratória quanto aos seus objetivos, pois busca identificar e avaliar os riscos em projetos de inovação. Quanto à natureza, este estudo trata de uma pesquisa aplicada de maneira a embasar decisões relativas ao desenvolvimento de projetos por meio da utilização de ferramentas para aplicações práticas dirigidas à solução de problemas específicos. Em relação aos objetivos, esta pesquisa é de caráter descritivo uma vez que busca estabelecer relações entre variáveis inerentes aos riscos em projetos e o grau de risco geral do desenvolvimento de um projeto.

3.2.1. Caracterização da empresa estudo de caso

Por meio do incentivo de investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&DI) estipulado pela Lei de Informática, ou Lei nº 8.248/91, em contrapartida a créditos financeiros o Instituto de Ciência e Tecnologia X foi fundado em 2004 na cidade de Manaus/AM para desenvolvimento de projetos de inovação tecnológica, com a promessa de romper com o

tradicional e criar uma cultura tecnológica disruptiva bem no meio da Amazônia, com base em estudos e pesquisas científicas, seguindo todos os padrões internacionais de qualidade.

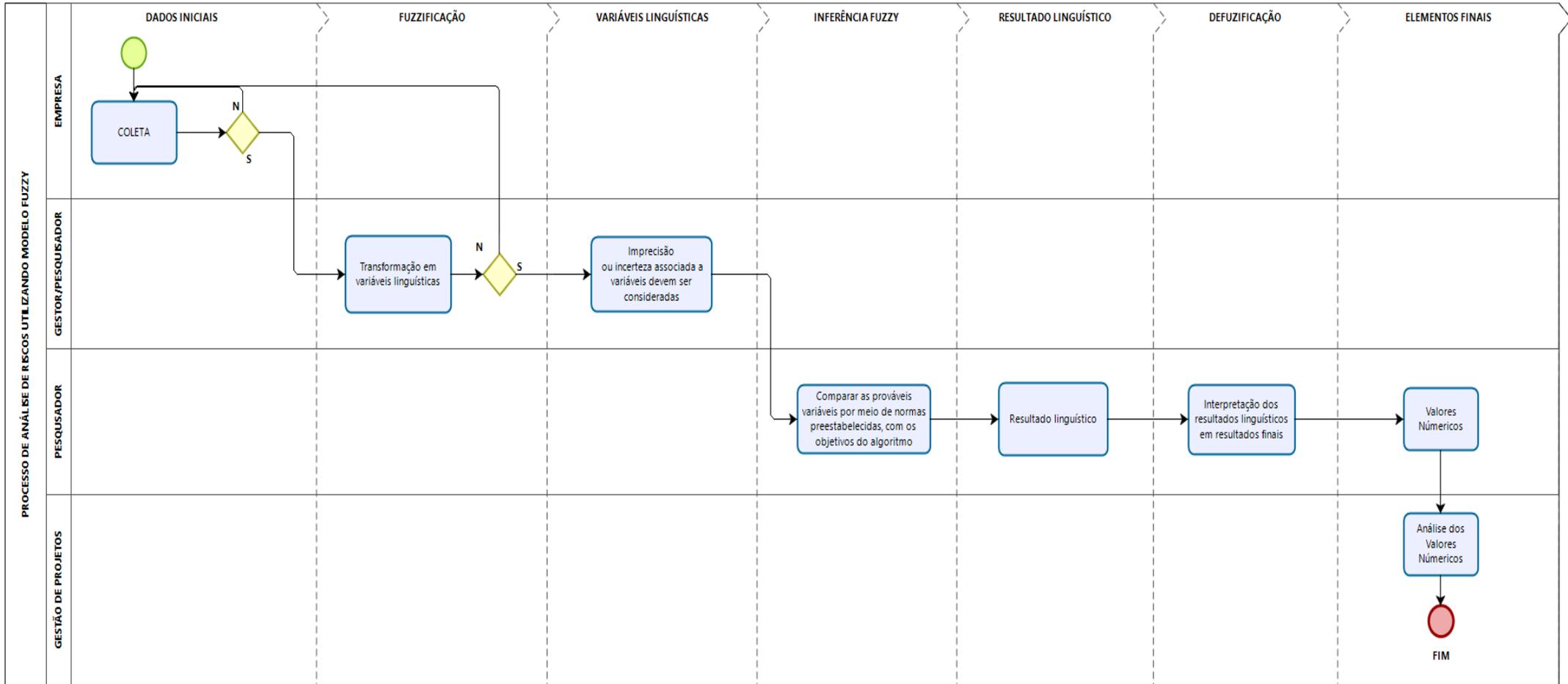
Hoje, o Instituto X é um dos maiores institutos de P&DI do Brasil e responsável por implementar soluções tecnológicas inovadoras para o mercado local e global sendo referência no desenvolvimento de tecnologias focadas em 5G, IoT, Inteligência Artificial, VR/AR, Softwares Embarcados, Automação Industrial, Visão Computacional, entre outros, atendendo atualmente aos setores de Eletroeletrônicos, Saúde, Varejo, Educação, Mineração, Óleo e Gás, Utilities, Entretenimento, Indústria e outros.

Os projetos desenvolvidos no Instituto X além de atender as demandas cada vez maiores e dinâmicas por tecnologias de inovação que atendam a sociedade, necessita ainda atender todos os requisitos estabelecidos pela Lei de Informática, tornando o Gerenciamento de Riscos relativos aos seus projetos uma das áreas mais importantes da organização trazendo, portanto, uma relevância ainda maior para objeto deste estudo.

3.2.2. Etapas da pesquisa

As etapas da pesquisa foram desenvolvidas conforme conceitos de desenvolvimento de modelo matemático fuzzy ilustrado na figura 3.1.

Figura 0.1 - Modelo Matemático Fuzzy.



3.2.3. Aplicação da lógica fuzzy na análise do grau de risco de um projeto

O estudo de caso desenvolvido possibilita a organização avaliar o grau de risco em projetos de P&DI por meio da identificação dos principais fatores que impactam no desenvolvimento dos projetos conforme indicados no PMBOK® e confirmados por meio da análise do histórico de projetos e entrevistas com profissionais do Gerenciamento de Projetos do Instituto de Pesquisas objeto deste estudo. Além disso, este estudo emprega design descritivo e analítico, pois o pesquisador não manipula as variáveis, apenas descreve as variáveis em seus estados normais e as analisa.

É possível identificar ainda que o nível de inferência dos fatores principais identificados com maior nível de impacto em projetos, tem ainda influência sobre outros fatores pertinentes ao desenvolvimento de projetos de uma forma geral, como por exemplo o fator qualidade, que é diretamente afetado pelos fatores destacados tempo, custo, escopo e recursos humanos, da avaliação deste estudo para de terminação do grau de risco de um projeto.

Os dados levantados no estudo foram coletados junto aos gestores de projetos da organização objeto do estudo com base nas premissas e domínios do PMBOK®, históricos de projetos e em relatórios anuais realizados pela organização.

Com os dados relativos aos projetos desenvolvidos pela organização que demonstram os fatores de riscos inerentes a cada um, gerou-se simulações baseadas em três etapas da lógica fuzzy: a fuzzyficação, inferência e defuzzyficação.

Para a descrição do sistema de inferência fuzzy foi utilizado como base uma combinação dos métodos fuzzy para operações entre as variáveis de entrada (valores linguísticos) e do comportamento baseado no sequenciamento de criação de regras, sendo possível desenvolver um modelo Fuzzy para análise técnica dos riscos associados ao Gerenciamento de Projetos de P&DI por meio da geração valores numéricos de saídas lógica, alcançando com isso o objetivo do estudo.

As etapas principais do método usado foram:

- Identificação de fatores de riscos (variáveis linguísticas) inerentes a projetos;
- Estabelecimento de critérios e indicadores tendo por base as variáveis linguísticas;
- Processamento e Classificação dos Dados – Desenvolvimento e Implementação da Base de Regras e do Sistema Fuzzy;
- Interpretação dos resultados linguísticos em resultados finais (variáveis numéricas).

3.2.4. Mecanismos de avaliação pela lógica fuzzy

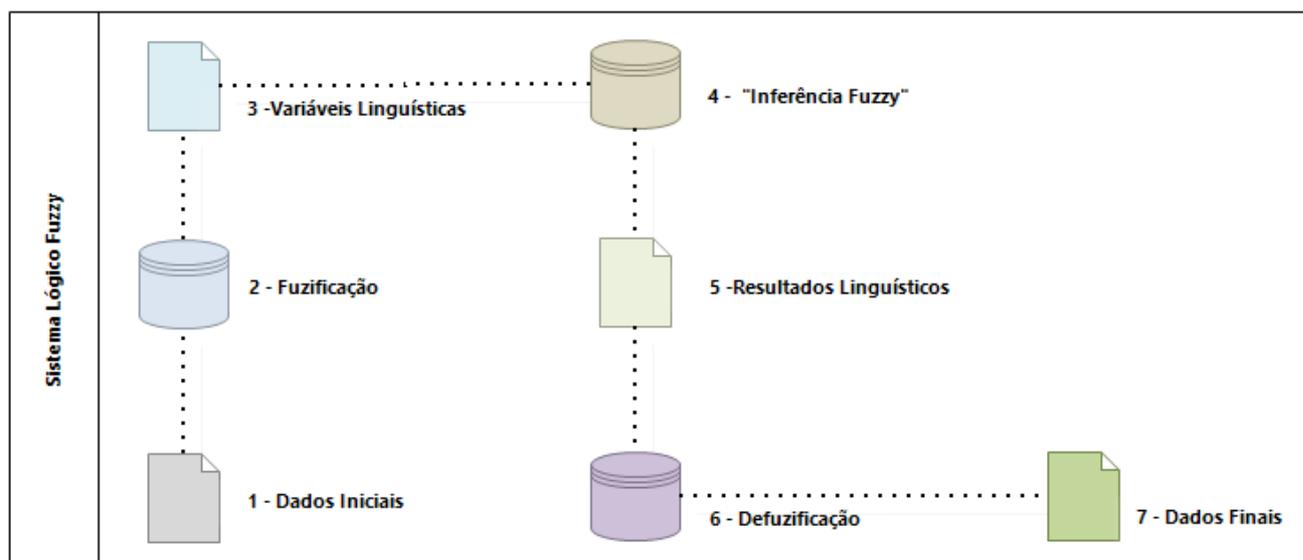
Para avaliação do grau de risco de um projeto devem ser considerados, não se limitando a estes, os fatores de riscos ilustrados na Figura 1.1, como por exemplo: custo, tempo, escopo, qualidade, recursos humanos.

Cada fator, porém, depende das características inerentes a cada projeto e da qualidade das informações referentes a estas características. Estas informações são originadas por fontes distintas como clientes, fornecedores e equipes que compõe a organização.

Com base na literatura, entrevistas com o time de gerenciamento de projetos da organização objeto deste estudo e análise das documentações que registram o histórico de projetos já desenvolvidos, identificou-se que o tempo, escopo, custo e os recursos humanos como variáveis linguísticas utilizadas para a avaliação do grau de riscos em projetos de inovação tecnológica no atual cenário do avanço tecnológico global no qual a organização está inserida.

O Sistema Lógico Fuzzy é estruturado em três passos principais os quais são ilustrados na Figura 3.2.

Figura 0.2 - Sistema Lógico Fuzzy.



Conforme ilustrado na Figura 3.2, no primeiro passo, é realizada a etapa de fuzificação” (2), na qual ocorre a transformação dos dados iniciais (1) em variáveis linguísticas (3), fase em que todas as informações relativas à imprecisão ou incerteza associada a estas variáveis devem ser consideradas. No segundo passo, adequados os valores iniciais em variáveis linguísticas (3), a “inferência” Fuzzy é a fase seguinte (4), cujo fim é comparar entre si as prováveis

variáveis por meio de normas preestabelecidas, com os objetivos do algoritmo atingidos. Do sistema lógico Fuzzy, a “defuzificação” é o terceiro e último passo (6) e compreende, o resultado linguístico identificado (5) da metodologia de “inferência” Fuzzy em elementos finais (7), em valor numérico a ser analisado para identificação do grau de risco do projeto.

A tabela 3.1 ilustra o Processo Metodológico desse estudo, que foi desenvolvido em três fases:

1. Fatores de Risco;
2. Sistema de “Inferência” Fuzzy;
3. Experimento do Modelo Proposto.

Cada fase é composta pelas etapas listadas na Tabela 3.1:

Tabela 0.1 - Processo Metodológico.

FASE	ETAPA
Fatores de Risco	Coleta de Dados da Gestão de Projetos
	Definição do Conjunto Fuzzy
Sistema de “Inferência Fuzzy”	Desenvolvimento das Regras de “Inferência”
	Simulação no software MatLab R2019a
Experimento do Modelo Proposto	Simulação dos Resultados em 3D
	Conclusão

3.2.4.1. Coleta de dados de gestão de projetos

A de Coleta de Dados da Gestão de Projetos, consiste na identificação dos fatores de riscos em projetos, os quais foram pesquisados na literatura e alimentados na lógica Fuzzy. Esta etapa teve como objetivo buscar o referencial teórico bem como dados históricos referentes a projetos desenvolvidos pela organização foco deste estudo sobre os fatores que elevam ou diminuem o grau de riscos de um projeto. O principal referencial teórico utilizado foi o PMBOK que explicita as principais características a serem gerenciadas para que se tenha um projeto de sucesso.

3.2.4.2. Definição de conjunto fuzzy

Para estabelecimento do sistema fuzzy, as variáveis de entrada foram definidas por meio da identificação dos fatores de risco de um projeto e segundo inferência de cada um deles por meio da análise do histórico de projetos anteriores desenvolvidos pela organização e por meio da experiência dos profissionais pertencentes a setor de gerenciamento de projetos. Na Tabela 3.2, pode-se observar as funções de pertinência triangulares e trapezoidais estabelecidas para o sistema proposto.

Tabela 0.2 - Funções de Pertinência do Sistema.

ENTRADAS		
Variáveis	Intervalo Numérico	Valor Linguístico
Escopo (Definição)	[0 - 100]	(Ruim, Moderado, Bom)
Tempo (Dias)	[0 - 1096]	Curto, Moderado, Longo
Custo	[0 - 100]	(Baixo, Moderado, Alto)
Recursos Humanos (Experiência)	[0 - 100]	(Pouca, Experiente, Muito)
SAÍDA		
Grau de Risco de Projeto	[0 - 100]	(Baixo, Moderado, Alto)

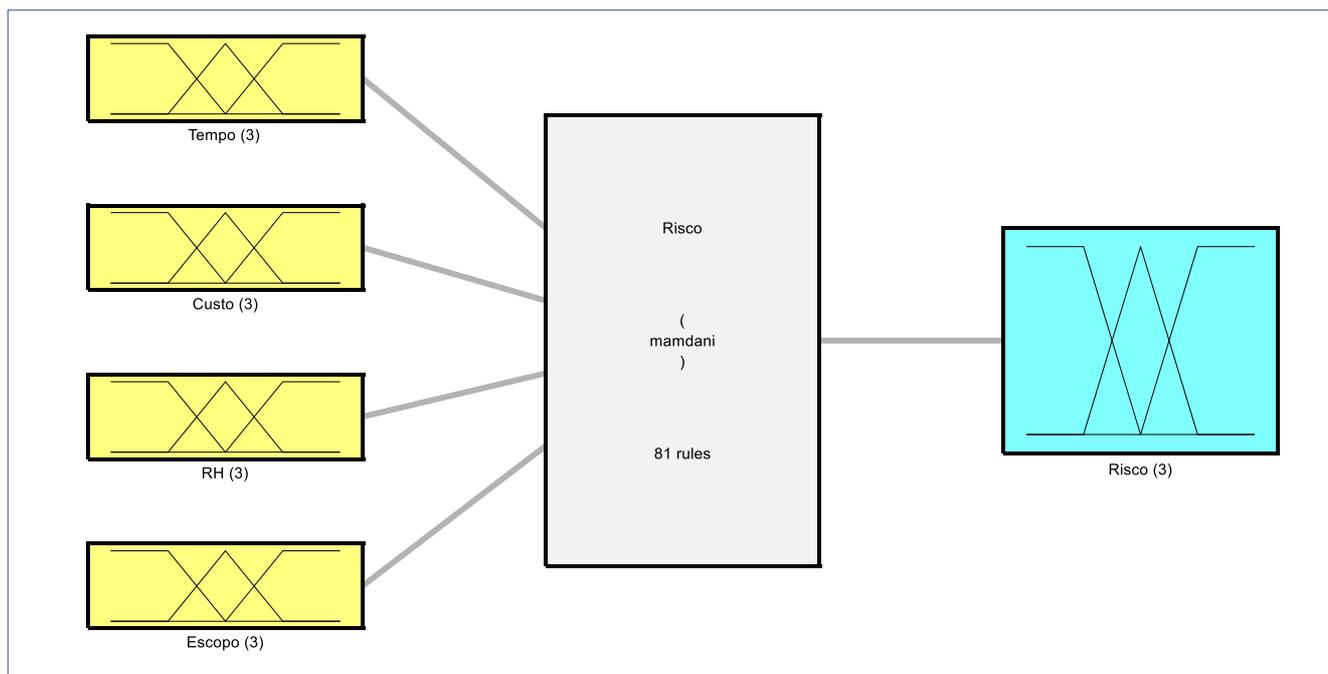
A Figura 3.3 ilustra o Sistema de “Inferência” Fuzzy, que tem a sua apresentação antecipada para facilitar o entendimento do texto, uma vez que traz a demonstração dos fatores de riscos identificados e da definição da estrutura do Sistema Fuzzy a ser desenvolvido para obtenção do Grau de Risco de um projeto.

Figura 0.3 - Sistema de “Inferência” Fuzzy (Grau de Risco).

INPUTS

“DEFUZIFICAÇÃO

OUTPUT



É possível observar na representação da Figura 3.3 que os fatores de risco identificados serão conjuntamente processados pelo sistema de inferência fuzzy para que seja identificado o grau de risco de um determinado projeto.

3.2.4.3. Definição das regras de inferência

Após a etapa de fuzzificação dos parâmetros de entrada, é necessário aplicar o conjunto de regras fuzzy. Nesta etapa é necessário determinar as regras do processo decisório do sistema. As regras definidas neste estudo para o sistema de análise do grau de riscos em projetos são construídas na forma *SE < condição 1 > E < condição 2 > ENTÃO < conclusão >*. A conclusão indica o conjunto ao qual pertence a variável de saída, dentro dos conjuntos fuzzy dessa variável.

Neste estudo foram definidas 81 regras para inferência do sistema fuzzy, descritas na Tabela 3.3, considerando os fatores de risco escopo, tempo, custo e recursos humanos.

Tabela 0.3 - Regras de Inferência.

#	Regras Difusas
1	If (Tempo is Curto) and (Custo is Baixo) and (RH is Pouco) and (Escopo is Ruim) then (Risco is Alto)
2	If (Tempo is Curto) and (Custo is Baixo) and (RH is Experiente) and (Escopo is Ruim) then (Risco is Alto)
3	If (Tempo is Curto) and (Custo is Baixo) and (RH is Muito) and (Escopo is Ruim) then (Risco is Alto)

4	If (Tempo is Curto) and (Custo is Moderado) and (RH is Pouco) and (Escopo is Ruim) then (Risco is Alto)
5	If (Tempo is Curto) and (Custo is Moderado) and (RH is Experiente) and (Escopo is Ruim) then (Risco is Alto)
6	If (Tempo is Curto) and (Custo is Moderado) and (RH is Muito) and (Escopo is Ruim) then (Risco is Alto)
7	If (Tempo is Curto) and (Custo is Alto) and (RH is Pouco) and (Escopo is Ruim) then (Risco is Alto)
8	If (Tempo is Curto) and (Custo is Alto) and (RH is Experiente) and (Escopo is Ruim) then (Risco is Alto)
9	If (Tempo is Curto) and (Custo is Alto) and (RH is Muito) and (Escopo is Ruim) then (Risco is Alto)
10	If (Tempo is Moderado) and (Custo is Baixo) and (RH is Pouco) and (Escopo is Ruim) then (Risco is Alto)
11	If (Tempo is Moderado) and (Custo is Baixo) and (RH is Experiente) and (Escopo is Ruim) then (Risco is Alto)
12	If (Tempo is Moderado) and (Custo is Baixo) and (RH is Muito) and (Escopo is Ruim) then (Risco is Alto)
13	If (Tempo is Moderado) and (Custo is Moderado) and (RH is Pouco) and (Escopo is Ruim) then (Risco is Alto)
14	If (Tempo is Moderado) and (Custo is Moderado) and (RH is Experiente) and (Escopo is Ruim) then (Risco is Alto)
15	If (Tempo is Moderado) and (Custo is Moderado) and (RH is Muito) and (Escopo is Ruim) then (Risco is Alto)
16	If (Tempo is Moderado) and (Custo is Alto) and (RH is Pouco) and (Escopo is Ruim) then (Risco is Alto)
17	If (Tempo is Moderado) and (Custo is Alto) and (RH is Experiente) and (Escopo is Ruim) then (Risco is Alto)
18	If (Tempo is Moderado) and (Custo is Alto) and (RH is Muito) and (Escopo is Ruim) then (Risco is Alto)
19	If (Tempo is Longo) and (Custo is Baixo) and (RH is Pouco) and (Escopo is Ruim) then (Risco is Alto)
20	If (Tempo is Longo) and (Custo is Baixo) and (RH is Experiente) and (Escopo is Ruim) then (Risco is Alto)
21	If (Tempo is Longo) and (Custo is Baixo) and (RH is Muito) and (Escopo is Ruim) then (Risco is Alto)
22	If (Tempo is Longo) and (Custo is Moderado) and (RH is Pouco) and (Escopo is Ruim) then (Risco is Alto)
23	If (Tempo is Longo) and (Custo is Moderado) and (RH is Experiente) and (Escopo is Ruim) then (Risco is Alto)
24	If (Tempo is Longo) and (Custo is Moderado) and (RH is Muito) and (Escopo is Ruim) then (Risco is Alto)
25	If (Tempo is Longo) and (Custo is Alto) and (RH is Pouco) and (Escopo is Ruim) then (Risco is Alto)
26	If (Tempo is Longo) and (Custo is Alto) and (RH is Experiente) and (Escopo is Ruim) then (Risco is Alto)
27	If (Tempo is Longo) and (Custo is Alto) and (RH is Muito) and (Escopo is Ruim) then (Risco is Alto)
28	If (Tempo is Curto) and (Custo is Baixo) and (RH is Pouco) and (Escopo is Moderado) then (Risco is Alto)
29	If (Tempo is Curto) and (Custo is Baixo) and (RH is Experiente) and (Escopo is Moderado) then (Risco is Alto)

30	If (Tempo is Curto) and (Custo is Baixo) and (RH is Muito) and (Escopo is Moderado) then (Risco is Moderado)
31	If (Tempo is Curto) and (Custo is Moderado) and (RH is Pouco) and (Escopo is Moderado) then (Risco is Alto)
32	If (Tempo is Curto) and (Custo is Moderado) and (RH is Experiente) and (Escopo is Moderado) then (Risco is Moderado)
33	If (Tempo is Curto) and (Custo is Moderado) and (RH is Muito) and (Escopo is Moderado) then (Risco is Moderado)
34	If (Tempo is Curto) and (Custo is Alto) and (RH is Pouco) and (Escopo is Moderado) then (Risco is Alto)
35	If (Tempo is Curto) and (Custo is Alto) and (RH is Experiente) and (Escopo is Moderado) then (Risco is Alto)
36	If (Tempo is Curto) and (Custo is Alto) and (RH is Muito) and (Escopo is Moderado) then (Risco is Alto)
37	If (Tempo is Moderado) and (Custo is Baixo) and (RH is Pouco) and (Escopo is Moderado) then (Risco is Moderado)
38	If (Tempo is Moderado) and (Custo is Baixo) and (RH is Experiente) and (Escopo is Moderado) then (Risco is Moderado)
39	If (Tempo is Moderado) and (Custo is Baixo) and (RH is Muito) and (Escopo is Moderado) then (Risco is Moderado)
40	If (Tempo is Moderado) and (Custo is Moderado) and (RH is Pouco) and (Escopo is Moderado) then (Risco is Moderado)
41	If (Tempo is Moderado) and (Custo is Moderado) and (RH is Experiente) and (Escopo is Moderado) then (Risco is Moderado)
42	If (Tempo is Moderado) and (Custo is Moderado) and (RH is Muito) and (Escopo is Moderado) then (Risco is Moderado)
43	If (Tempo is Moderado) and (Custo is Alto) and (RH is Pouco) and (Escopo is Moderado) then (Risco is Alto)
44	If (Tempo is Moderado) and (Custo is Alto) and (RH is Experiente) and (Escopo is Moderado) then (Risco is Moderado)
45	If (Tempo is Moderado) and (Custo is Alto) and (RH is Muito) and (Escopo is Moderado) then (Risco is Moderado)
46	If (Tempo is Longo) and (Custo is Baixo) and (RH is Pouco) and (Escopo is Moderado) then (Risco is Moderado)
47	If (Tempo is Longo) and (Custo is Baixo) and (RH is Experiente) and (Escopo is Moderado) then (Risco is Moderado)
48	If (Tempo is Longo) and (Custo is Baixo) and (RH is Muito) and (Escopo is Moderado) then (Risco is Moderado)
49	If (Tempo is Longo) and (Custo is Moderado) and (RH is Pouco) and (Escopo is Moderado) then (Risco is Moderado)
50	If (Tempo is Longo) and (Custo is Moderado) and (RH is Experiente) and (Escopo is Moderado) then (Risco is Moderado)
51	If (Tempo is Longo) and (Custo is Moderado) and (RH is Muito) and (Escopo is Moderado) then (Risco is Moderado)
52	If (Tempo is Longo) and (Custo is Alto) and (RH is Pouco) and (Escopo is Moderado) then (Risco is Alto)
53	If (Tempo is Longo) and (Custo is Alto) and (RH is Experiente) and (Escopo is Moderado) then (Risco is Moderado)
54	If (Tempo is Longo) and (Custo is Alto) and (RH is Muito) and (Escopo is Moderado) then (Risco is Moderado)
55	If (Tempo is Curto) and (Custo is Baixo) and (RH is Pouco) and (Escopo is Bom) then (Risco is Moderado)

56	If (Tempo is Curto) and (Custo is Baixo) and (RH is Experiente) and (Escopo is Bom) then (Risco is Moderado)
57	If (Tempo is Curto) and (Custo is Baixo) and (RH is Muito) and (Escopo is Bom) then (Risco is Moderado)
58	If (Tempo is Curto) and (Custo is Moderado) and (RH is Pouco) and (Escopo is Bom) then (Risco is Moderado)
59	If (Tempo is Curto) and (Custo is Moderado) and (RH is Experiente) and (Escopo is Bom) then (Risco is Moderado)
60	If (Tempo is Curto) and (Custo is Moderado) and (RH is Muito) and (Escopo is Bom) then (Risco is Moderado)
61	If (Tempo is Curto) and (Custo is Alto) and (RH is Pouco) and (Escopo is Bom) then (Risco is Alto)
62	If (Tempo is Curto) and (Custo is Alto) and (RH is Experiente) and (Escopo is Bom) then (Risco is Alto)
63	If (Tempo is Curto) and (Custo is Alto) and (RH is Muito) and (Escopo is Bom) then (Risco is Moderado)
64	If (Tempo is Moderado) and (Custo is Baixo) and (RH is Pouco) and (Escopo is Bom) then (Risco is Moderado)
65	If (Tempo is Moderado) and (Custo is Baixo) and (RH is Experiente) and (Escopo is Bom) then (Risco is Baixo)
66	If (Tempo is Moderado) and (Custo is Baixo) and (RH is Muito) and (Escopo is Bom) then (Risco is Baixo)
67	If (Tempo is Moderado) and (Custo is Moderado) and (RH is Pouco) and (Escopo is Bom) then (Risco is Moderado)
68	If (Tempo is Moderado) and (Custo is Moderado) and (RH is Experiente) and (Escopo is Bom) then (Risco is Moderado)
69	If (Tempo is Moderado) and (Custo is Moderado) and (RH is Muito) and (Escopo is Bom) then (Risco is Moderado)
70	If (Tempo is Moderado) and (Custo is Alto) and (RH is Pouco) and (Escopo is Bom) then (Risco is Moderado)
71	If (Tempo is Moderado) and (Custo is Alto) and (RH is Experiente) and (Escopo is Bom) then (Risco is Moderado)
72	If (Tempo is Moderado) and (Custo is Alto) and (RH is Muito) and (Escopo is Bom) then (Risco is Moderado)
73	If (Tempo is Longo) and (Custo is Baixo) and (RH is Pouco) and (Escopo is Bom) then (Risco is Baixo)
74	If (Tempo is Longo) and (Custo is Baixo) and (RH is Experiente) and (Escopo is Bom) then (Risco is Baixo)
75	If (Tempo is Longo) and (Custo is Baixo) and (RH is Muito) and (Escopo is Bom) then (Risco is Baixo)
76	If (Tempo is Longo) and (Custo is Moderado) and (RH is Pouco) and (Escopo is Bom) then (Risco is Baixo)
77	If (Tempo is Longo) and (Custo is Moderado) and (RH is Experiente) and (Escopo is Bom) then (Risco is Baixo)
78	If (Tempo is Longo) and (Custo is Moderado) and (RH is Muito) and (Escopo is Bom) then (Risco is Baixo)
79	If (Tempo is Longo) and (Custo is Alto) and (RH is Pouco) and (Escopo is Bom) then (Risco is Moderado)
80	If (Tempo is Longo) and (Custo is Alto) and (RH is Experiente) and (Escopo is Bom) then (Risco is Baixo)
81	If (Tempo is Longo) and (Custo is Alto) and (RH is Muito) and (Escopo is Bom) then (Risco is Baixo)

CAPÍTULO 4

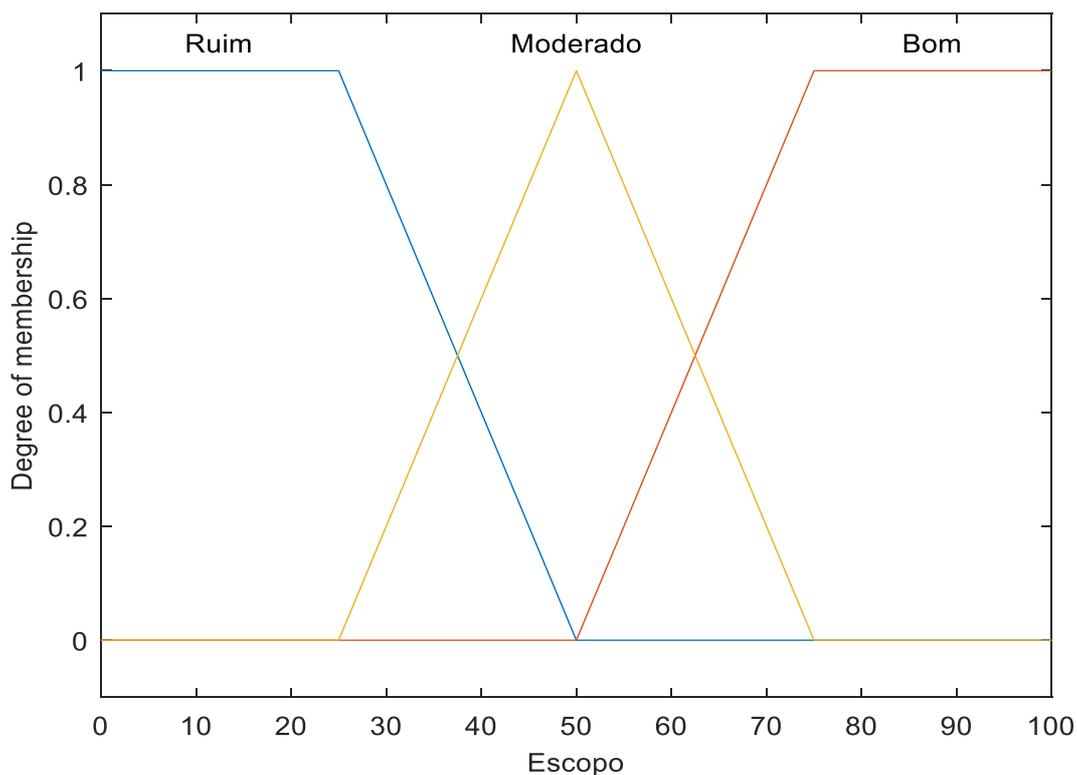
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Simulação no software Matlab R2019a

Com os conjuntos fuzzy definidos por meio da identificação dos fatores de riscos e as regras de inferências definidas são realizadas as simulações no software Matlab, versão Student R2019A, com a utilização do aplicativo gráfico Fuzzy Toolbox para visualização das condições possíveis para cada um destes fatores e do grau de risco de um projeto.

A Figura 4.1 é ilustra as condições possíveis identificadas para definição do escopo de um projeto. Conforme a literatura, a experiência dos profissionais consultados e histórico de projetos utilizados nesta pesquisa, a variação na condição de definição deste fator de risco tem grande impacto na elevação do grau de risco de um projeto.

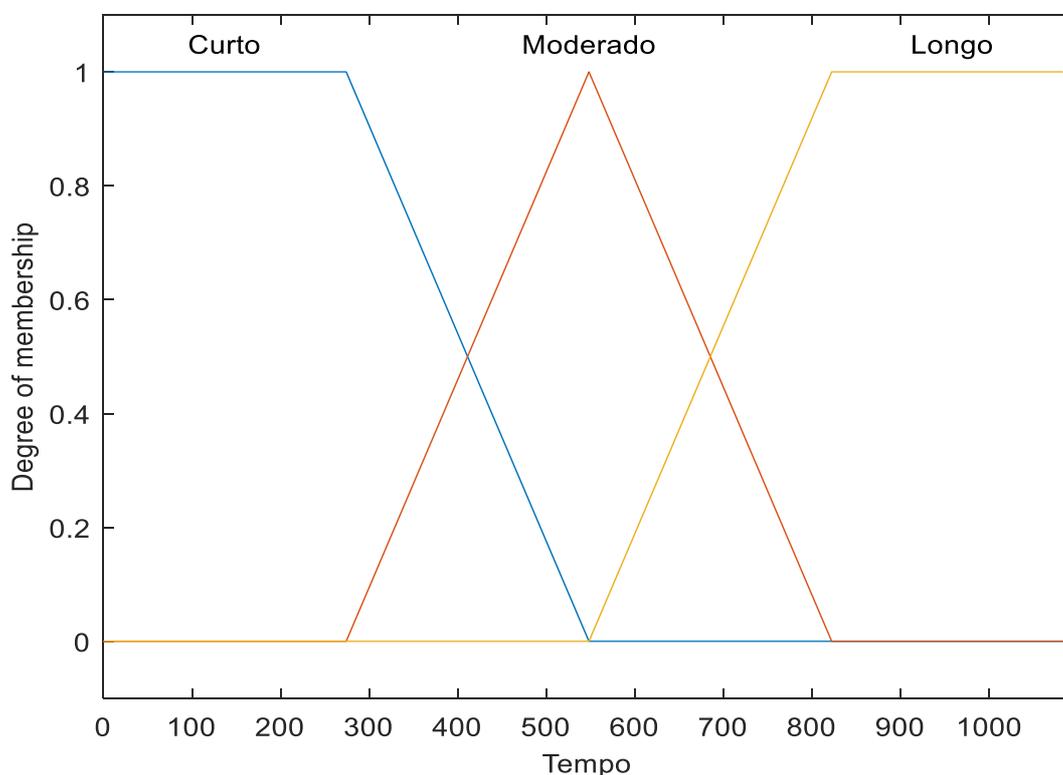
Figura 0.1 - Representação Gráfica do Fator de Risco Escopo.



A Figura 4.1 ilustra as condições Ruim, Moderado e Bom como os níveis de definição do escopo de um projeto. Para fins deste estudo foi considerada a variação de 0 a 100 para visualização dos níveis de definição do escopo.

A Figura 4.2 é ilustra as condições possíveis identificadas para o tempo estabelecido para desenvolvimento de um projeto. Para os projetos desenvolvidos no Instituto de Pesquisas objeto deste estudo, projetos com prazo para execução de até um ano são considerados projetos com tempo curto para desenvolvimento, projetos com prazo até dois anos para desenvolvimento são considerados moderados e prazos de até três anos ou mais são considerados prazos para desenvolvimento de projeto com o tempo longo.

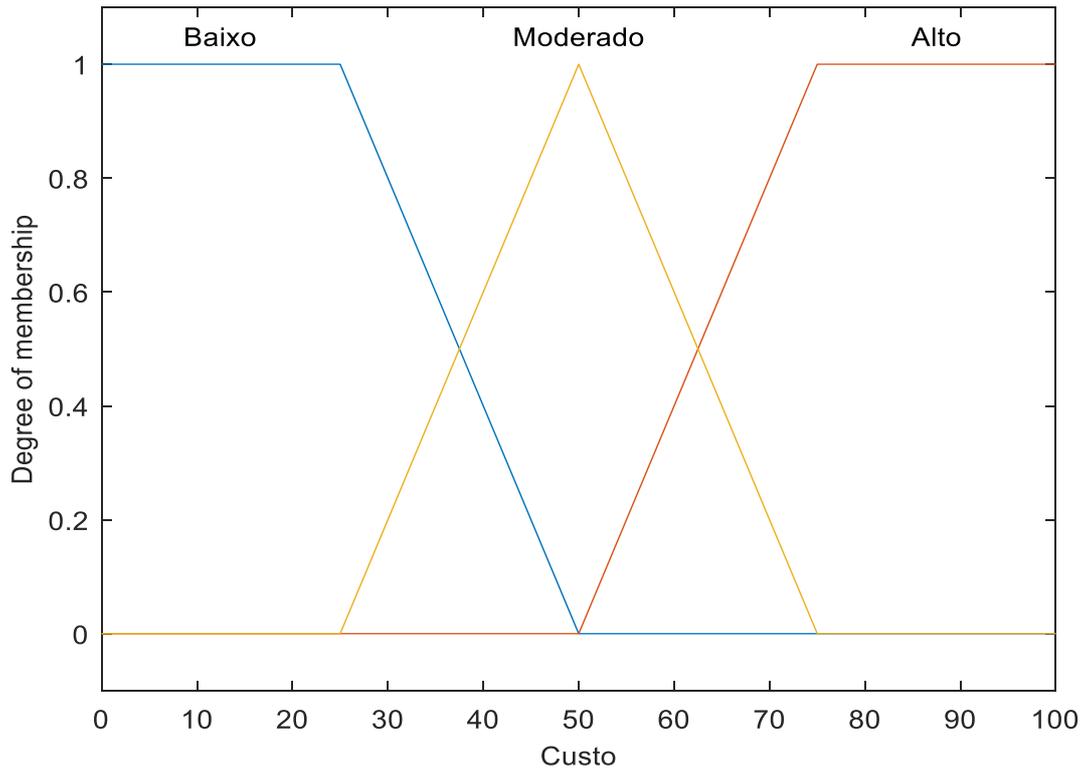
Figura 0.2 - Representação Gráfica do Fator de Risco Tempo.



A Figura 4.2 ilustra a representação gráfica as condições de tempo como Curto, Moderado e Longo para desenvolvimento de um projeto.

A Figura 4.3 é ilustra as condições possíveis identificadas para o custo de desenvolvimento de um projeto. Para análise do custo de um projeto, neste estudo foi utilizada a variação de 0 a 100 para visualização.

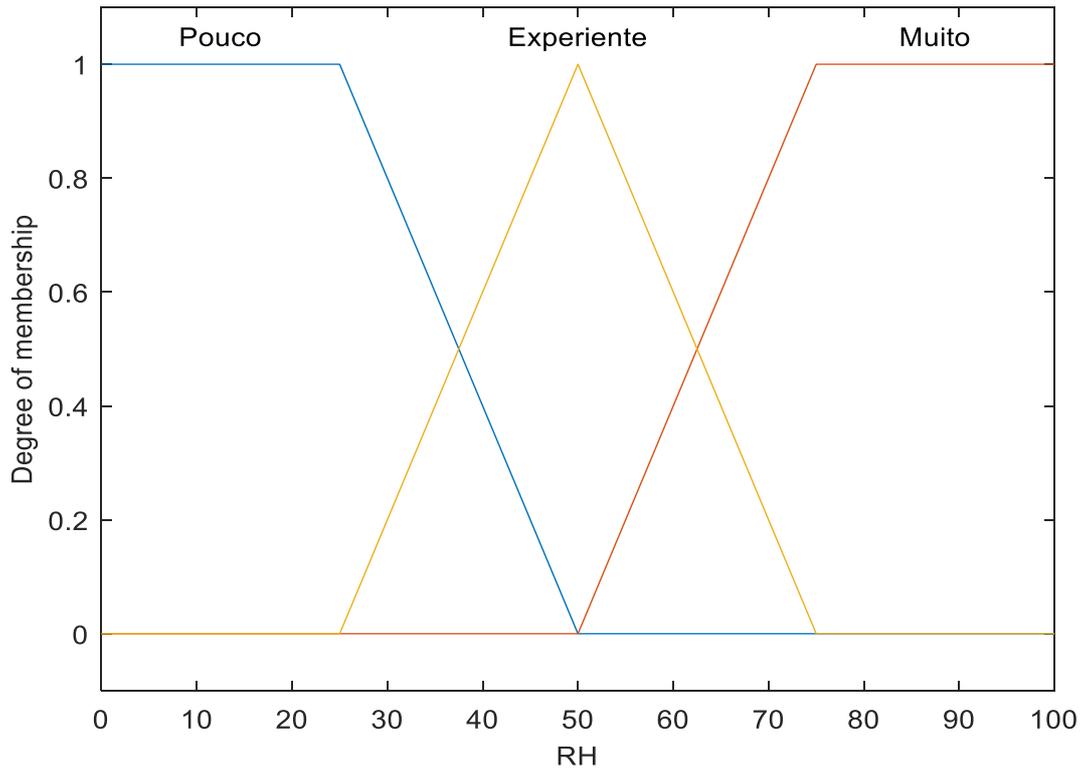
Figura 0.3 - Representação Gráfica do Fator de Risco Custo.



A Figura 4.3 ilustra a representação gráfica as condições do custo como Baixo, Moderado e Alto para desenvolvimento de um projeto.

A Figura 4.4 é ilustra as condições possíveis identificadas para o nível de experiência do time de desenvolvimento de um projeto. Para análise do nível de experiencia do time de um projeto, neste estudo foi utilizada a variação de 0 a 100 para visualização.

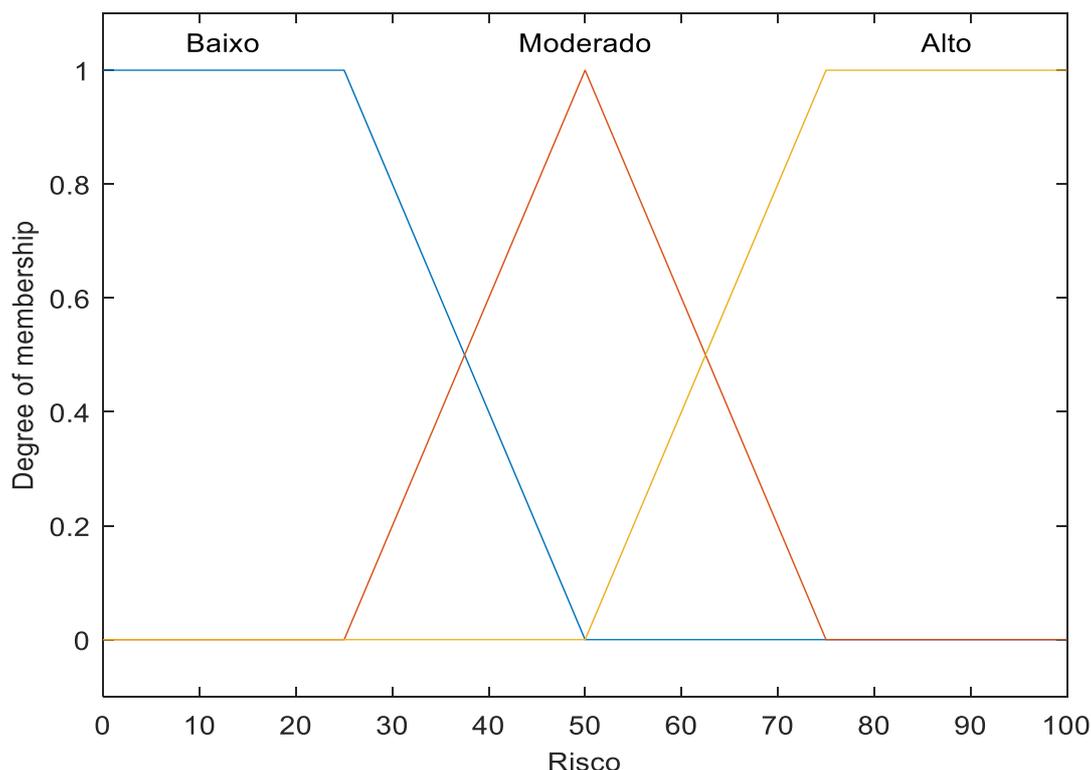
Figura 0.4 - Representação Gráfica do Fator de Risco Recursos Humanos.



A Figura 4.4 ilustra a representação gráfica do nível de experiência do time de desenvolvimento de um projeto que pode apresentar as condições de Pouco Experiente, Experiente e Muito Experiente.

A Figura 4.5 é ilustra as condições para o grau de risco de um projeto após a aplicação das regras de inferência determinadas para o sistema fuzzy. Para análise do grau de risco de um projeto, neste estudo foi utilizada a variação de 0 a 100 para visualização.

Figura 0.5 - Representação Gráfica do Grau de Risco



A Figura 4.5 ilustra a representação gráfica do grau de risco de um projeto que pode apresentar as condições de Baixo, Moderado e Alto.

Para a fase final, será aplicado o *Matlab*, versão *Student R2019A – Fuzzy Toolbox* para a compilação do algoritmo de agregação dos indicadores e simulações do modelo.

4.2. Análise do grau de risco de projeto utilizando a lógica fuzzy

Por meio dos resultados obtidos, foi identificado que os fatores de risco Escopo, Tempo, Custo e Recursos Humanos interferem de maneira relevante na análise do grau de risco de projeto. Estes fatores inclusive, interferem em outros fatores de risco como a qualidade do projeto.

O modelo fuzzy adotado possui os dados de análise exibidos no visualizador de regras possibilitando a interpretação do processo de inferência e também demonstrando as funções que refletem no resultado do sistema de análise do grau de risco de projeto.

Variando os valores dos fatores de risco, denominados entradas, é possível analisar a saída do modelo proposto, alcançando um valor que possibilita uma correta análise da

eficiência do método adotado para apoio na tomada de decisão no que tange ao tipo de estratégia sugerida pelo cruzamento das variáveis de entrada.

Para maior clareza do modelo fuzzy adotado, serão definidos valores de entrada hipotéticos que evidenciam porém o impacto que os fatores de risco identificados tem sobre o grau de risco de projeto.

Na Figura 4.6 é possível observar que quando o fator tempo é definido como 548 (Moderado), o fator Custo definido como 50 (Moderado), fator RH denifido como 50 (Experiente) e fator Escopo é definido como 50 (Moderado) o grau de risco do projeto também estará identificado como Moderado.

Figura 0.6 - Inferência Moderada de Fatores de Risco.

Portanto, a Figura 4.6 representa que o grau de risco do projeto será inalterado e em nível moderado quando todos os fatores de risco são mantidos em nível intermediário.



Na Figura 4.7 é possível é observar que má definição do escopo 22.4 (Ruim) possui impacto relevante no grau de risco do projeto, mesmo sendo mantidos com definições intermediárias os demais fatores de risco pertencentes a análise de deste estudo. Este resultado ratifica as informações colhidas junto aos profissionais de gerenciamento de projetos no Instituto objeto deste trabalho que relataram que o fator de risco escopo é o principal fator contribuinte com a elavação do grau de risco dos projetos.

Figura 0.7 - Cenário com escopo mal definido.



Na Figura 4.7 ilustra que a má definição do escopo possui impacto relevante no grau de risco do projeto. Quando alterado o valor da definição do escopo para 22.4 e mantidos os valores dos demais fatores, é possível observar que o grau de risco tem um aumento considerável de 50.0 para 80.8. Esta constatação ratifica que a utilização do método fuzzy propicia a gestão organizacional tomar decisões quanto a priorização de ações a serem tomadas com foco em controlar os fatores que impactam mais na elevação do grau de risco do projeto.

A Figura 4.9 ilustra a janela de superfície gerada pelo MATLAB do modelo de estudo proposto, onde pode-se observar que quanto pior for a definição do escopo (25.6 – Ruim) combinada com um tempo para desenvolvimento e entrega do projeto (313 – Curto) e sendo mantidos os demais fatores com valores inalterados, maior será o grau de risco do projeto conforme definições explicitadas na Figura 4.8.

Figura 0.8 - Cenário com escopo mal definido e tempo curto.

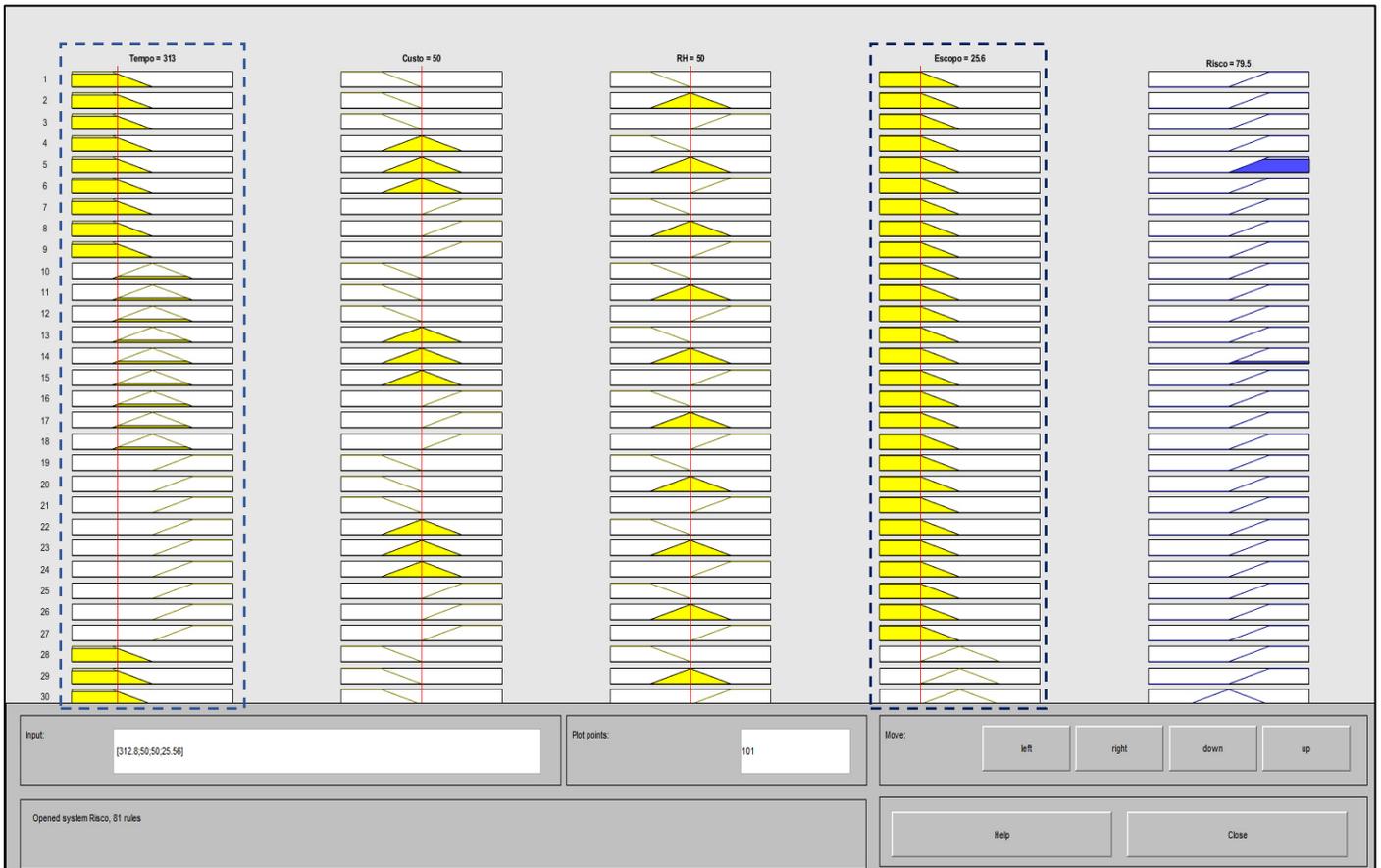
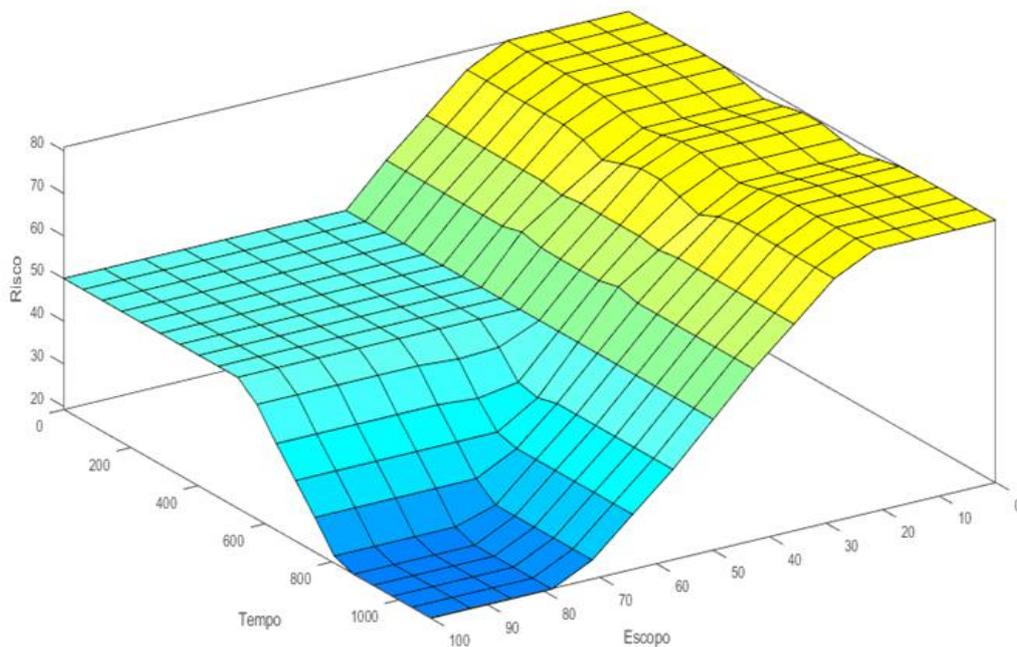


Figura 0.9 - Análise de Superfície do Grau de Risco.



Na Figura 4.9 é possível observar que o grau de risco mais confortável para desenvolvimento de um projeto está situado em uma região onde existe tempo de execução longo e um melhor detalhamento/definição do projeto.

Com base nos resultados obtidos neste estudo, algumas sugestões são compartilhadas para os gestores de projetos das organizações:

1. Identificar os fatores de risco e planejar o desenvolvimento de ações que visem neutralizar os riscos, reconhecendo, monitorando e até mesmo reanalisando continuamente os riscos inerentes aos projetos da organização utilizando métodos científicos como o modelo aqui apresentado para uma maior precisão e confiabilidade, pois sem o uso de métodos científicos, as decisões tomadas pelos gestores podem ser subjetivas e descoladas da realidade colocando em risco o sucesso do projeto a ser desenvolvido;

2. Tomar decisões com base em uma combinação de abordagens derivadas de teorias e estudos anteriores, documentação e normas nacionais e internacionais, padrões de gestão de risco como o PMBOK® Guide, assim como devem levar em consideração as opiniões dos especialistas e gestores da organização que são fruto da sua competência e experiência, e assim contribuem para o sucesso dos projetos e por consequência atingimento dos objetivos organizacionais. realização de seus objetivos;

3. Analisar até que ponto os riscos podem afetar e ser afetados, além de reconhecer que o grau de melhoria em cada um dos riscos pode ser tão eficaz a ponto de melhorar além do grau de risco do projeto outros riscos associados a este. Dessa maneira, os gestores podem identificar o efeito dominó dos riscos e focar sua atenção naqueles riscos cuja melhoria pode mudar todo o modelo.

4. Utilizar técnicas de tomada de decisão multicritério para auxiliar na priorização dos riscos;

5. Reduzir a ambiguidade e complexidade inerentes à tomada de decisão utilizando por meio da utilização de modelo como a lógica fuzzy que possui como uma das suas características uma combinação de técnicas que oferecem resultados mais realistas por meio de descrições verbais;

6. Fazer uso de um conjunto de ferramentas que podem levar em conta as opiniões coletivas de especialistas e construir um modelo de organização e classificação usando abordagens estruturantes e multicritério para tomada de decisão para melhorar suas decisões.

CAPÍTULO 5

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1. CONCLUSÕES

Aplicando o modelo da lógica Fuzzy, torna-se possível identificar de maneira mais precisa o grau de risco por meio da combinação dos níveis de inferência dos fatores de riscos associados a todo ciclo de concepção de um projeto, eliminando assim a subjetividade da análise.

A identificação das variáveis linguísticas (escopo, tempo, custo e RH (Recursos Humanos) para os fatores de risco, foi fundamental para definir o grau de impacto direto no nível de riscos de um projeto.

A partir da identificação das variáveis linguísticas e dos níveis de inferência de cada uma delas, foi desenvolvido modelo de inferência Fuzzy para análise de viabilidade técnica dos riscos associados ao Gerenciamento de Projetos de P&DI que possibilita uma análise mais realista do grau de risco deste tipo de projeto, possibilitando tomada de decisões pelos gestores organizacionais de Institutos de Pesquisa mais eficazes e focadas nos fatores que mais impactam no sucesso dos projetos desenvolvidos.

A experiência dos profissionais da área de gestão de projetos traz relevante contribuição para o resultado final, pois fornece a ferramenta de análise dados concretos extraídos de situações reais que ocorreram no processo de gerenciamento de projetos já desenvolvidos.

O modelo lógico fuzzy implementado neste estudo permite que profissionais, mesmo com pouca experiência, possa realizar a análise do grau de risco de um projeto a partir dos fatores de risco associados sem que exista uma subjetividade pois as possibilidades para análise fogem do simples “sim” ou “não” da lógica usual.

5.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir deste trabalho surgem possibilidades de trabalhos futuros, como:

- Análise do grau de risco de projeto utilizando lógica fuzzy no que tange a viabilidade financeira de desenvolvimento;
- Análise de risco de glosa para projetos que buscam a obtenção de parecer de elegível a incentivos fiscais estabelecidos na lei brasileira de P&DI utilizando a lógica fuzzy;
- Análise de riscos em projetos híbridos, que seguem diretrizes combinadas de padrões como PMBOK® Guide e metodologia Scrum, utilizando a lógica fuzzy;
- Análise utilizando a lógica fuzzy do grau de impacto ambiental na implementação de empreendimentos;
- Análise utilizando a lógica fuzzy do grau de danos associados a perigos a segurança e saúde de trabalhadores.

REFERÊNCIAS

ALAM TABRIZ, A.; HAMZEI, E. Analysis & Assessment project risks by integrated approach of risk management in PMBOK standard and RFMEA method. **Journal of Industrial Management**, v. 1, p. 20-33, 2011.

ARYA, V.; KUMAR, S. Knowledge measure and entropy: a complementary concept in fuzzy theory. **Granular Computing**, v. 6, n. 3, p. 631-643, 2020. ISSN 2364-4966
2364-4974.

BARGHI, B.; SHADROKH SIKARI, S. Qualitative and quantitative project risk assessment using a hybrid PMBOK model developed under uncertainty conditions. **Heliyon**, v. 6, n. 1, p. e03097, Jan 2020. ISSN 2405-8440 (Print)

2405-8440 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31922046> >.

BONVICINI, S.; LEONELLI, P.; SPADONI, G. Risk analysis of hazardous materials transportation _ evaluating uncertainty by means of fuzzy logic. **Journal of Hazardous Materials**, v. 62, p. 59-74, 1998.

CHUTIA, R.; GOGOI, M. K. Fuzzy risk analysis in poultry farming based on a novel similarity measure of fuzzy numbers. **Applied Soft Computing**, v. 66, p. 60-76, 2018. ISSN 15684946.

COX, E. **The fuzzy systems handbook: a practitioner's guide to building, using, and maintaining fuzzy systems**. Academic Press Professional, Inc., 1994. ISBN 0121942708.

DO CARMO CORRÊA, S. D. J.; DA SILVEIRA, A. M. Adaptive neuro-fuzzy model for productive chains assessment: A study of the broiler productive chain in Brazil. 2012 XXXVIII Conferencia Latinoamericana En Informatica (CLEI), 2012, IEEE. p.1-10.

FAN, Z.-P.; LI, Y.-H.; ZHANG, Y. Generating project risk response strategies based on CBR: A case study. **Expert Systems with Applications**, v. 42, n. 6, p. 2870-2883, 2015. ISSN 09574174.

FANG, C.; MARLE, F.; XIE, M. Applying Importance Measures to Risk Analysis in Engineering Project Using a Risk Network Model. **IEEE SYSTEMS JOURNAL**, p. 1548-1556, 2017.

FERNANDES, R. T. Supervisão de um Sistema Híbrido eólico/diesel usando Lógica Fuzzy. 2005.

JANTZEN, J. Design of fuzzy controllers. **Technical University of Denmark, Department of Automation, Bldg**, v. 326, p. 362-367, 1998.

LOPES, W. A.; JAFELICE, R. S. D. M.; BARROS, L. C. Modelagem fuzzy de diagnóstico médico e monitoramento do tratamento da pneumonia. **Revista Biomatemática**, v. 15, p. 77-96, 2005.

MAMDANI, E. H. Applications of fuzzy algorithms for control of simple dynamic plant. **Proc. Iee**, v. 121, p. 1585-1588, 1974.

MARAJ, A.; SHATRI, B.; RUGOVA, S. Selection of Defuzzification method for routing metrics in MPLS network to obtain better crisp values for link optimization. Proceedings of the 7th WSEAS International Conference on System Science and Simulation in Engineering (ICOSSE 2008), 2008. p.200-205.

MOZELLI, L. A. Controle Fuzzy para sistemas takagi-sugeno: condições aprimoradas e aplicações. 2008.

MURIANA, C.; VIZZINI, G. Project risk management: A deterministic quantitative technique for assessment and mitigation. **International Journal of Project Management**, v. 35, n. 3, p. 320-340, 2017. ISSN 02637863.

PASSINO, K. M.; YURKOVICH, S.; REINFRANK, M. **Fuzzy control**. Citeseer, 1998.

PEREIRA, A. A. Avaliação da Qualidade da Água: Proposta de Novo Índice Alicerçado na Lógica Fuzzy. p. 1-171, September, 13 2010.

PEREIRA, J. C. A. Aplicação e Análise do Modelo Fuzzy Hierárquico Coppecosenza_ Decisão na Localização de um Provedor de Internet Entrante na Região Dos Lagos - Rj. 2016.

PMBOK®. PMBOK® Guide - The standard for project management and a guide to the project management body of knowledge. Project Management Institute. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Seventh Edition and The Standard for Project Management (ENGLISH) (p. i). Project Management Institute. . 14 Campus Boulevard

Newtown Square, Pennsylvania 19073-3299 USA: Project Management Institute, Inc. Seventh Edition 2021.

PMI. Project Management Institute, The Standard for Risk Management in Portfolios, Programs, and Projects: PMI Newtown Square, PA, USA 2019.

QAZI, A. et al. Project Complexity and Risk Management (ProCRiM): Towards modelling project complexity driven risk paths in construction projects. **International Journal of Project Management**, v. 34, n. 7, p. 1183-1198, 2016. ISSN 02637863.

QUELCH, J.; CAMERON, I. T. Uncertainty representation and propagation in quantified risk assessment using fuzzy sets. **J. Loss Prev. Process. Ind.** 7 (6), p. 463–473, 1994.

SABZEPARVAR, M. *Project Control*. v. 13, 24, p. 100, 2018.

SANGAIAH, A. K. et al. Towards an efficient risk assessment in software projects–Fuzzy reinforcement paradigm. **Elsevier**, p. 1–14, 24 July 2017 2017.

SIZILIO, G. R. M. A. Método Fuzzy para Auxílio ao Diagnóstico de Câncer de Mama em Ambiente Inteligente de Telediagnóstico Colaborativo para Apoio à Tomada de Decisão. 2012.

TESFAMARIAM, S.; SAATCIOGLU, M. Risk-Based Seismic Evaluation of Reinforced Concrete Buildings. **Earthquake Spectra**, v. 24, n. 3, p. 795-821, 2019. ISSN 8755-2930 1944-8201.

TSIGA, Z.; EMES, M. Decision making in Engineering Projects. **Elsevier**, p. 927–937, 09 december 2021.

WU, D. et al. A multiobjective optimization method considering process risk correlation for project risk response planning. **Elsevier**, p. 282–295, 7 July 2018.

XIE, W.; LI, C.; ZHANG, P. A Factor-Based Bayesian Framework for Risk Analysis in Stochastic Simulations. **ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation**, v. 27, n. 4, p. 1-31, 2017. ISSN 1049-3301 1558-1195.

ZADEH, L. A. F u z z y S e t s. **INFORMATION AND CONTROL** 8, p. 338-353, 1965.