

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA MATEMÁTICA E DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS E DAS
TÉCNICAS E EPISTEMOLOGIA

DANIELLE OLIVEIRA DA LUZ

MODELO *FUZZY* DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA
ANÁLISE DO ENGAJAMENTO DE CAPITAL HUMANO NAS
ORGANIZAÇÕES

RIO DE JANEIRO

2024

DANIELLE OLIVEIRA DA LUZ

**MODELO *FUZZY* DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA
ANÁLISE DO ENGAJAMENTO DE CAPITAL HUMANO NAS
ORGANIZAÇÕES**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia.

Orientador:

Prof. Dr. Alfredo Nazareno Pereira Boente

RIO DE JANEIRO

2024

CIP - Catalogação na Publicação

L48m Luz, Danielle Oliveira da
MODELO FUZZY DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA
ANÁLISE DO ENGAJAMENTO DE CAPITAL HUMANO NAS
ORGANIZAÇÕES / Danielle Oliveira da Luz. -- Rio de
Janeiro, 2024.
100 f.

Orientador: Alfredo Nazareno Pereira Boente.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do
Rio de Janeiro, Decania do Centro de Ciências
Matemáticas e da Natureza, Programa de Pós-Graduação
em História das Ciências e das Técnicas e
Epistemologia, 2024.

1. engajamento de funcionários. 2. capital
humano. 3. lógica fuzzy. 4. inteligência artificial.
5. modelo de tomada de decisão. I. Boente, Alfredo
Nazareno Pereira, orient. II. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

DANIELLE OLIVEIRA DA LUZ

**MODELO *FUZZY* DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA ANÁLISE DO
ENGAJAMENTO DE CAPITAL HUMANO NAS ORGANIZAÇÕES**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia.

Aprovada em: ___ de _____ de 2024.

Prof. Dr. Alfredo Nazareno Pereira Boente (Orientador)
Universidade Federal do Rio de Janeiro - HCTE

Prof. Dr. Igor Vinícius Lima Valentim
Universidade Federal do Rio de Janeiro - HCTE

Prof. Dr. Edison Conde Perez dos Santos
Instituto Militar de Engenharia – IME

Prof^a. Dr^a. Maira Monteiro Fróes
Universidade Federal do Rio de Janeiro - HCTE

DEDICATÓRIA

Toda honra e glória sejam dadas a Deus.

Dedico ao meu marido Marcio e às nossas filhas Larissa e Raissa, por sempre me amarem, apoiarem e compreenderem meus sonhos.

Agradeço por me proporcionarem a segurança necessária para que eu pudesse me dedicar plenamente aos meus estudos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sua bondade e por prover diariamente bênçãos e proteção para mim e minha família. Sou grata a Ele por me dar saúde que me permite viver com determinação, persistência e disposição, possibilitando, assim, a realização de projetos muito maiores do que os meus maiores sonhos.

Agradeço à minha vó Joana, que, mesmo com uma vida difícil como mãe solteira e através de seu trabalho intenso como empregada doméstica, criou minha tia e minha mãe, ensinando-as que o estudo é a chave para um futuro melhor.

Sou grata à minha mãe Sueli e minha tia Sandra, em memória, por absorverem esse ensinamento e compartilharem com toda a família.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Alfredo Boente, por me incentivar a continuar a faculdade de engenharia da computação, o que tornou possível realizar um sonho que eu pensava ser tarde demais para alcançar. Sou grata pela paciência e atenção em cada orientação e por me inspirar a buscar objetivos cada vez mais desafiadores.

Agradeço a Maira Fróes, que se tornou uma inspiração desde o primeiro dia de aula no mestrado. Sua inteligência e capacidade única de interpretar o conhecimento e transmiti-lo de maneira acolhedora e humana são verdadeiramente admiráveis.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (HCTE-UFRJ), por acreditar que é através de metodologias inter e transdisciplinares que se ampliam as fronteiras da ciência. Essa visão tornou possível a conclusão do meu mestrado, permitindo-me aplicar e integrar conhecimentos e experiências profissionais nas áreas de recursos humanos e engenharia da computação alinhando a teoria com a prática. Essa abordagem me possibilitou explorar novas perspectivas e expandir o alcance do meu conhecimento sobre ciência e tecnologia em contextos complexos, com ênfase na importância do ser humano como criador da arte por meio da ciência e da tecnologia.

Agradeço a todos os professores do HCTE-UFRJ pela excelência no ensino, pela dedicação incondicional, por serem referências em cada disciplina.

Agradeço a todos os amigos por terem feito parte dessa jornada.

RESUMO

LUZ, Danielle Oliveira da. **Modelo *fuzzy* de inteligência artificial para análise do engajamento de capital humano nas organizações**. Orientador: Alfredo Nazareno Pereira Boente. Projeto de Pesquisa de Dissertação (Mestrado em História das Ciências, das Técnicas e Epistemologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

Esta dissertação desenvolve e aplica um modelo *fuzzy* de inteligência artificial para analisar o engajamento de capital humano nas organizações e se torna importante devido ao cenário cada vez mais competitivo, marcado pelo envelhecimento da população global, pelas demandas de sustentabilidade e pela automatização característica da Indústria 5.0. O referencial teórico aborda o conceito de motivação desde Aristóteles até autores contemporâneos que discutem o engajamento no ambiente de trabalho. O estudo cria dados sintéticos que permitem simulações, sem a necessidade de utilizar dados sensíveis de organizações reais. Através da utilização da linguagem de programação *Python* para o desenvolvimento do modelo *fuzzy* de inteligência artificial, que converte variáveis linguísticas em valores quantitativos, auxiliando a análise de fatores subjetivos e complexos do comportamento humano. Os resultados mostram que o modelo identifica com precisão os níveis de engajamento dos funcionários e que a aplicação contínua dessa abordagem tem grande potencial para apoiar a gestão de capital humano nas organizações, atendendo às necessidades específicas dos funcionários ao observar diversos aspectos individuais de presença e importância, gerando impactos positivos na eficiência operacional e fortalecendo a capacidade das empresas de lidarem de forma proativa com os desafios de engajamento e retenção de talentos.

Palavras-chave: engajamento de funcionários; capital humano; lógica *fuzzy*; inteligência artificial; modelo de tomada de decisão.

ABSTRACT

LUZ, Danielle Oliveira da. **Artificial intelligence fuzzy model for analysis of human capital engagement in organizations**. Advisor: Alfredo Nazareno Pereira Boente. Research Project for Dissertation (Master in History of Sciences, Techniques, and Epistemology) - Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

This dissertation develops and applies a fuzzy artificial intelligence model to analyze human capital engagement in organizations, becoming increasingly important due to the highly competitive environment marked by global population aging, sustainability demands, and the automation inherent to Industry 5.0. The theoretical framework addresses the concept of motivation from Aristotle to contemporary authors who discuss employee engagement in the workplace. The study generates synthetic data that allows simulations without the need to use sensitive data from real organizations. By using the Python programming language to develop the fuzzy artificial intelligence model, it converts linguistic variables into quantitative values, aiding in the analysis of subjective and complex factors of human behavior. The results show that the model accurately identifies employee engagement levels, and that the continuous application of this approach has great potential to support human capital management in organizations. It addresses employees' specific needs by considering various individual aspects of presence and importance, generating positive impacts on operational efficiency and strengthening companies' ability to proactively address the challenges of employee engagement and retention

Keywords: employee engagement; human capital; synthetic data; Python; Fuzzy artificial intelligence model.

LISTA DE SIGLAS

AP - Alta Presença
BP - Baixa Presença
EN - Engajamento
EVP – *Employee Value Proposition*
FNN - *Fuzzy Neural Networks*
GE - Grau de Engajamento
GI - Grau de Importância
GP - Grau de Presença
IA - Inteligência Artificial
IM - Importante
LLMs - *Large Language Models*
ME - Muito Engajado
MI - Muito Importante
MoE - Moderadamente Engajado
MoI - Moderadamente Importante
MoP - Moderadamente Presente
PE - Pouco Engajamento
PI - Pouco Importante
PLN - Processamento de Linguagem Natural
ROI - *Return of Investment*
SET - Teoria da Troca Social
SE - Sem Engajamento
SI - Sem Importância
TA - Total Ausência
TP - Total Presença

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Linha do tempo das teorias administrativas.....	25
Figura 2 - Linha do tempo das gerações.....	30
Figura 3 - Estratégia de Remuneração Total	32
Figura 4 - Pacote de Remuneração Total	33
Figura 5 - Linha do Tempo Inteligência Artificial	37
Figura 6 - Biblioteca <i>Python</i> para gerar dados sintéticos	39
Figura 7 - <i>Fuzzy Neural Networks (FNN)</i>	44
Figura 8 - Representação Gráfica das Funções de Pertinência <i>Fuzzy</i>	46
Figura 9 - Código <i>Python</i> da biblioteca <i>fuzzy</i> de inteligência artificial.....	47
Figura 10 - Proposta do modelo <i>fuzzy</i> de inteligência Artificial	54
Figura 11 - Codificação Variáveis Linguísticas em <i>Python</i>	63
Figura 12 - Salvando a etapa de <i>fuzzificação</i> e <i>defuzzificação</i> para análises futuras	75

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Gráfico de função de pertinência triangular <i>fuzzy</i>	47
Gráfico 2 - Distribuição dos conteúdos da dissertação por áreas de conhecimento.....	55
Gráfico 3 - Autores mais citados nos últimos anos sobre engajamento.....	56
Gráfico 4 - Gráfico de Nuvens de Palavras - Aristóteles.....	57
Gráfico 5 - Gráfico de Nuvem de palavras - William James e Ulric Neisser.....	57
Gráfico 6 - Gráfico de Nuvem de Palavras - Kahn, Saks e Bakker.....	58
Gráfico 7 - Conjunto triangular <i>fuzzy</i> dos termos linguísticos - Grau de Importância.....	64
Gráfico 8 - Conjunto triangular <i>fuzzy</i> dos termos linguísticos - Grau de Presença.....	64
Gráfico 9 - Distribuição de funcionários por localidade.....	67
Gráfico 10 - Distribuição de funcionários por Departamentos.....	67
Gráfico 11 - Distribuição de funcionários por Sexo.....	68
Gráfico 12 - Distribuição de funcionários por Tempo Médio de Empresa.....	68
Gráfico 13 - Distribuição de funcionários por Geração.....	69
Gráfico 14 - Distribuição de funcionários por Tempo médio e localidade.....	69
Gráfico 15 - Modelo <i>Fuzzy</i> de Inteligência Artificial – Engajamento Moderado.....	77
Gráfico 16 - Modelo <i>Fuzzy</i> de Inteligência Artificial – Pouco Engajamento.....	77
Gráfico 17 - Modelo <i>Fuzzy</i> de Inteligência Artificial – Sem Engajamento.....	78
Gráfico 18 - Modelo <i>Fuzzy</i> de Inteligência Artificial – Engajamento.....	78
Gráfico 19 - Modelo <i>Fuzzy</i> de Inteligência Artificial – Muito Engajamento.....	79
Gráfico 20 - Grau de Engajamento por Localidade.....	80
Gráfico 21 - Grau de Engajamento por Departamento.....	80
Gráfico 22 - Grau de Engajamento por Sexo.....	81
Gráfico 23 - Grau de Engajamento por Geração.....	81
Gráfico 24 - Grau de Engajamento Tempo médio de empresa.....	82

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais submódulos da biblioteca <i>scikit-fuzzy</i>	40
Quadro 2 - Características da lógica nebulosa <i>Fuzzy</i>	41
Quadro 3 - Características e aplicações das funções de pertinência <i>Fuzzy</i>	45
Quadro 4 - Principais autores citados e influências na psicologia cognitiva e engajamento .	56
Quadro 5 - Termos linguísticos para o Grau de Presença.....	60
Quadro 6 - Termos linguísticos para o Grau de Importância.....	61
Quadro 7 - Grau de pertinências e relações com as variáveis linguísticas.....	62
Quadro 8 - Números <i>fuzzy</i> triangulares dos conjuntos <i>fuzzy</i> apresentados	65
Quadro 9 - Parâmetros para a geração de dados sintéticos	65
Quadro 10 - <i>Dataframe</i> dados sintéticos.....	71
Quadro 11 - Processos de <i>Fuzzyficação</i> e <i>Defuzzificação</i> [Grau de Importância].....	73
Quadro 12 - Processo de <i>Fuzzyficação</i> e <i>Defuzzificação</i> [Grau de Presença]	74
Quadro 13 - Grau de Engajamento de Funcionários	76

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. RELEVÂNCIA DO TEMA	16
1.2. PROBLEMA DE PESQUISA.....	17
1.3. OBJETIVOS	17
1.3.1. Objetivo Geral	17
1.3.2. Objetivos Específicos	17
1.4. JUSTIFICATIVA.....	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1. A EPISTEMOLOGIA DA AÇÃO HUMANA: MOTIVAÇÃO, COGNIÇÃO E ENGAJAMENTO AO LONGO DA HISTÓRIA	19
2.1.1. Perfil Organizacional	24
2.1.2. Cultura Organizacional	26
2.1.3. Comunicação Organizacional	27
2.1.4. Diferenças Geracionais	29
2.1.5. Pacote de Remuneração Total	31
2.2. RECURSOS TECNOLÓGICOS	35
2.2.1. Inteligência Artificial	35
2.2.2. Bibliotecas <i>Python</i>	38
2.3. MODELO <i>FUZZY</i> DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	40
3. METODOLOGIA	49
3.1. TIPO DE PESQUISA	49
3.1.1. Universo e Amostra da Pesquisa	51
3.1.2. Quanto a Abordagem, aos Meios de Investigação e Obtenção de Dados	51
3.1.3. Constructos e Variáveis de Pesquisa	52
3.2. DESCRIÇÃO DO MODELO PROPOSTO.....	52
4. APLICAÇÃO DO ESTUDO	55
4.1. DESCRIÇÃO DO ESTUDO.....	55
4.2. APLICAÇÃO DO MODELO	59
4.2.1. Determinação das variáveis linguísticas	59
4.2.2. Escolha dos termos linguísticos	60

4.2.3. Criação das funções de pertinência, termos <i>fuzzy</i> apresentados	61
4.2.4. Geração dos dados sintéticos.....	65
4.2.5. Análise dos dados sintéticos	66
4.2.6. Tabulação dos dados sintéticos	70
4.2.7. Modelo <i>Fuzzy</i> de inteligência artificial.....	72
4.2.8. Análise dos resultados.....	77
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS.....	84
5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
5.2. TRABALHOS FUTUROS	85
REFERÊNCIAS	87
APÊNDICE A: PYTHON - VARIÁVEIS LINGUÍSTICAS.....	94
APÊNDICE B: QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO.....	97
APÊNDICE C: PYTHON - GERAÇÃO DOS DADOS SINTÉTICOS.....	98

1. INTRODUÇÃO

A competição por profissionais altamente qualificados tem se intensificado nos últimos anos, desafiando as organizações a se adaptarem a um cenário em constante transformação. Em um contexto globalizado e impulsionado por avanços tecnológicos como automação e inteligência artificial, características marcantes da Indústria 5.0, as empresas enfrentam a complexa tarefa de atrair, engajar, motivar e reter talentos. Mourtzis (2021, apud Luz e Boente, 2024, p. 4).

A saída voluntária de profissionais qualificados, representa um desafio crítico para as organizações, gerando custos financeiros e operacionais significativos. Esse fenômeno pode impactar a continuidade das operações, a qualidade de produtos e serviços, dificultando o alcance de objetivos estratégicos.

Compreender as causas e os fatores que influenciam a retenção de talentos tornou-se essencial para desenvolver estratégias que minimizem esses impactos e fortaleçam a competitividade organizacional.

O engajamento e a rotatividade de profissionais são influenciados por diversos fatores, cuja complexidade e interdependência dificultam a gestão eficaz da retenção de talentos. Diante desse cenário, torna-se fundamental desenvolver estratégias que aprofundem a compreensão dos elementos que mantêm os funcionários engajados nas organizações, além de identificar métodos para reduzir os riscos de desligamentos voluntários.

O avanço da tecnologia de informação e a crescente disponibilidade de grandes volumes de dados destacam a arquitetura *Data Lakehouse*, que permite o armazenamento e tratamento de dados estruturados, semiestruturados e não estruturados. Essa arquitetura oferece flexibilidade e escalabilidade para análises em tempo real, independentemente do formato dos dados, possibilitando uma abordagem mais eficaz e abrangente. Algoritmos de aprendizado de máquina, *deep learning*, modelos de redes neurais artificiais surgem como aliados poderosos na análise preditiva de diversas áreas do conhecimento, auxiliando na descoberta de padrões e tendências para tomadas de decisão mais assertivas.

O modelo *fuzzy* de inteligência artificial em particular, se destaca por sua capacidade de lidar com a incerteza e a subjetividade inerentes à tomada de decisões humanas, traduzindo expressões qualitativas em valores quantitativos que podem ser utilizados para identificar graus de engajamento dos funcionários nas organizações.

Este estudo propõe-se explorar o uso dessas tecnologias para criar modelos preditivos que possam auxiliar as organizações na tomada de decisões estratégicas sobre a gestão de

peessoas. A dissertação busca identificar os principais fatores que influenciam o engajamento dos funcionários e desenvolver ferramentas que ajudem as empresas a anteciparem pedidos de solicitação de desligamento, o *turnover*, possibilitando a implementação de medidas preditivas, preventivas e corretivas.

1.1. RELEVÂNCIA DO TEMA

A relevância do tema é destacada pelo aumento da competitividade entre empresas por profissionais qualificados, o que torna essencial o desenvolvimento de estratégias eficazes para engajar, motivar e reter talentos num contexto de globalização de capital humano, diversidade de gerações no mesmo ambiente de trabalho além do aumento da complexidade tecnológica crescente em virtude da demanda das empresas para atuarem em ambientes num contexto cada vez mais moderno tecnológico.

A alta rotatividade de funcionários pode impactar negativamente os objetivos estratégicos das organizações, além de aumentar os custos operacionais. Portanto, é fundamental entender os fatores que influenciam o engajamento para que as empresas possam atuar em projetos que visem a redução da rotatividade para melhorar a gestão de pessoas e, conseqüentemente, o desempenho organizacional.

Dado que a gestão do capital humano dentro das organizações demanda um grande investimento, entre recrutamento, pacote de remuneração total, adaptação da cultura da organização, treinamentos de desenvolvimento e em processos e normas internas, esse assunto é de extrema importância para os executivos pois pode impactar diretamente o resultado financeiro e reputação da empresa.

A utilização do modelo *fuzzy* de inteligência artificial visa aumentar assertividade na identificação dos fatores de engajamento e auxiliar de forma eficaz e assertiva na preparação do plano de ação e reduzir o tempo gasto em busca de dados e relatórios diversos para atualização de políticas e práticas de recursos humanos além de ter alta probabilidade de aumentar a eficiência operacional maximizando o potencial de lucro das empresas.

1.2. PROBLEMA DE PESQUISA

Como o modelo *fuzzy* de inteligência artificial pode ser aplicado para analisar o engajamento dos funcionários nas organizações considerando a complexidade e a subjetividade do comportamento humano?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo Geral

Desenvolver abordagem preditiva baseada em um modelo *fuzzy* de inteligência artificial que permita analisar e compreender os principais fatores que influenciam o engajamento dos funcionários nas organizações.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar fatores que influenciam o engajamento dos funcionários nas organizações;
- Analisar os fatores influenciadores do engajamento dos funcionários nas organizações;
- Aplicar o modelo *fuzzy* de inteligência artificial para avaliação do perfil do engajamento dos funcionários no ambiente laboral;
- Avaliar o perfil do engajamento dos funcionários no ambiente de trabalho;
- Desenvolver um modelo preditivo para obtenção do grau de engajamento dos funcionários;

1.4. JUSTIFICATIVA

O modelo *fuzzy* de inteligência artificial apresenta características únicas que justificam sua aplicação no contexto do engajamento de capital humano. Ao contrário de abordagens tradicionais de análise de dados, que frequentemente lidam com variáveis em termos absolutos verdadeiro ou falso, a lógica *fuzzy* permite trabalhar com graus de incerteza e subjetividade. Isso é particularmente relevante em cenários organizacionais, onde fatores como engajamento, satisfação e motivação não podem ser descritos de forma binária.

Este modelo, aplicado à gestão de pessoas, busca transformar expressões qualitativas em valores numéricos precisos, oferecendo suporte a decisões estratégicas e preditivas com maior assertividade na gestão de recursos humanos, como a otimização do orçamento, a melhoria de programas de atração, desenvolvimento, engajamento, motivação e retenção de talentos.

No entanto, algumas limitações devem ser consideradas. O estudo utiliza dados sintéticos, o que pode limitar a representatividade exata de cenários reais no contexto organizacional. Além disso, não aborda fatores macroeconômicos e culturais externos, que também podem ter impacto no engajamento dos funcionários.

Embora a lógica *fuzzy* ofereça um modelo robusto para lidar com incertezas, a dissertação não explora outras abordagens ou metodologias alternativas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta a pesquisa bibliográfica que fundamenta a dissertação. São abordados temas essenciais para uma compreensão aprofundada do problema estudado, incluindo a epistemologia da ação humana e seus aspectos relacionados à motivação, cognição e engajamento dos funcionários, com ênfase desde as primeiras revoluções industriais até o contexto atual.

Serão exploradas ferramentas tecnológicas que auxiliam na implementação dessas análises, como o modelo fuzzy de inteligência artificial, a linguagem Python e suas principais bibliotecas de inteligência artificial, além da utilização de bibliotecas para a geração de dados sintéticos, permitindo simulações robustas e seguras ao mesmo tempo que enriquece o ambiente acadêmico, garante a preservação de dados sensíveis das organizações.

2.1. A EPISTEMOLOGIA DA AÇÃO HUMANA: MOTIVAÇÃO, COGNIÇÃO E ENGAJAMENTO AO LONGO DA HISTÓRIA

De acordo com Lemos (2007), a epistemologia é o ramo da filosofia que investiga a natureza, a aquisição, a origem e os limites do conhecimento humano. Ela explora questões como a natureza das crenças, a justificativa da verdade e os desafios do ceticismo, examinando como as ideias são justificadas e quais critérios determinam sua validade.

A epistemologia da ação humana estuda o conhecimento relacionado às ações das pessoas, buscando compreender como esse conhecimento é adquirido, justificado e aplicado no cotidiano. Esse estudo se concentra nos fundamentos que orientam o comportamento humano, investigando aspectos como motivações, intenções e os fatores que influenciam as escolhas e decisões individuais.

De acordo com Aristóteles (2011), a epistemologia da ação humana é a origem e a natureza do conhecimento sobre as ações. Ela analisa como os indivíduos desenvolvem uma compreensão do que significa agir, explorando os elementos que moldam suas decisões, como crenças, valores e experiências e se dedica à justificação das ações, avaliando como as ideias e os princípios que orientam o comportamento são validados, seja por influências sociais, pelo aprendizado ou por vivências acumuladas.

Outro aspecto central dessa abordagem é a análise dos limites do conhecimento humano em relação ao comportamento. Isso inclui reconhecer a subjetividade e a diversidade individual, bem como as complexidades que surgem no contexto em que as ações ocorrem.

A epistemologia da ação humana investiga como os processos cognitivos como percepção, memória, raciocínio e tomada de decisão estão conectados à execução das ações.

Historicamente, reflexões semelhantes podem ser encontradas nos trabalhos de Platão e Aristóteles (2011), que, apesar de não tratarem diretamente do conceito de epistemologia da ação humana como o entendemos hoje, ofereceram fundamentos importantes para o estudo do comportamento humano. Platão, por meio de sua teoria das ideias, enfatizou que o verdadeiro conhecimento é essencial para guiar as pessoas em ações justas e virtuosas.

Aristóteles desenvolveu o conceito de virtude como um equilíbrio entre extremos, sustentando que a racionalidade prática (*phronesis*) é indispensável para a tomada de decisões éticas e eficazes.

A epistemologia da ação humana, portanto, dialoga com essas tradições filosóficas e as expande ao integrar conceitos modernos, como teorias psicológicas e de motivação. Ela busca compreender como o conhecimento e os impulsos internos influenciam o comportamento humano, oferecendo uma base teórica sólida para explicar as interações entre cognição, motivação e ação. Essa perspectiva permite interpretar, de forma mais crítica e estruturada, os fatores que moldam o comportamento humano em diferentes contextos e momentos históricos.

A análise epistemológica pode ser aplicada à compreensão do engajamento ao investigar como o conhecimento sobre motivação, engajamento e comportamento humano é adquirido e utilizado para fundamentar decisões organizacionais. Esse enfoque permite uma abordagem mais estruturada e crítica para compreender os fatores que influenciam o desempenho e a retenção de talentos.

Ao examinar os conceitos de engajamento, motivação e cognição sob a perspectiva epistemológica, busca-se entender as origens e os impulsos que direcionam o comportamento humano, oferecendo subsídios teóricos para desenvolver estratégias eficazes no ambiente organizacional.

A partir de uma perspectiva cronológica, analisamos os conceitos de motivação, engajamento e cognição, vinculando-os às teorias filosóficas e psicológicas.

O conceito de motivação foi abordado de forma implícita pelos filósofos antigos, particularmente Platão e Aristóteles. De acordo com Aristóteles (2011), Platão descreve que a motivação para agir está intrinsecamente ligada à alma humana, que ele divide em três partes: racional, espiritual e apetitiva.

A parte racional é responsável pelo pensamento lógico e pela tomada de decisões baseadas na razão. Quando a razão domina, a pessoa age de forma justa e virtuosa, buscando o bem supremo.

A parte espiritual é aquela associada às emoções e paixões, como coragem, ira ou indignação. Para Platão, essa parte pode apoiar a razão, ajudando a controlar os impulsos da parte apetitiva, quando treinada corretamente.

A parte apetitiva é responsável pelos desejos básicos e instintivos, como fome, sede, e busca por prazeres físicos. É a parte mais “animal” da alma, que busca satisfação imediata e é movida pelo prazer e pela dor.

A parte racional, quando em harmonia com as outras, governa as ações e conduz à justiça, o que reflete o ideal de uma vida virtuosa.

Para Aristóteles (2011), todas as ações humanas têm um propósito, sendo a Eudaimonia (felicidade ou bem-estar) o objetivo supremo que guia escolhas e ações. Ele defende que as pessoas agem conforme seus desejos, que podem ser guiados pela razão ou pelos impulsos, mas a virtude surge quando a razão equilibra esses desejos. Aristóteles destaca o papel do prazer e da dor no comportamento humano, indicando que a virtude consiste em encontrar o meio-termo entre excessos e deficiências, orientando as ações de forma correta.

De acordo com James (1890), a cognição abrange os processos mentais que possibilitam a percepção e interpretação das experiências, moldando nossas emoções e ações. Ele destaca que cognição, emoção e motivação estão interligadas, e a maneira como interpretamos experiências influencia nosso comportamento. Matlin (2004) reforça que a pesquisa sobre cognição teve início com reflexões filosóficas e a introspecção, abrangendo processos como percepção, memória, linguagem e tomada de decisão.

Para James, os instintos são moldados por hábitos adquiridos, formam padrões de comportamento influenciados por memória e expectativa, e podem melhorar ou prejudicar nossas ações. Ele enfatiza que a cognição envolve o processamento de informações e experiências, desempenhando um papel crucial na formação de percepções e decisões.

Conforme Neisser (1976), o estudo cognitivo na psicologia investiga como as pessoas percebem, processam e interagem com o mundo, influenciando o comportamento e a tomada de decisões. Ele se refere a processos mentais como percepção, memória, atenção e raciocínio e destaca que a psicologia cognitiva deve considerar a interação prática do indivíduo com o ambiente real para obter uma compreensão mais completa da cognição.

William A. Kahn, professor de Comportamento Organizacional na *Boston University Questrom School of Business*, fez uma publicação de 1990 sobre condições psicológicas de engajamento e desligamento pessoal no trabalho, é frequentemente mencionado como o primeiro autor a introduzir formalmente o conceito de engajamento no contexto organizacional.

Nesse artigo, o autor explora três condições psicológicas que influenciam o engajamento no trabalho:

Significado: Sentimento de retorno sobre os investimentos de si mesmo nas funções de trabalho. Segurança: Sensação de ser capaz de mostrar e empregar o verdadeiro eu sem medo de consequências negativas para a autoimagem, *status* ou carreira. Disponibilidade: Sentimento de possuir os recursos físicos, emocionais e psicológicos necessários para investir nas funções de trabalho. (Kahn, 1990, p. 705)

Alan M. Saks, professor de Comportamento Organizacional e Gestão de Recursos Humanos na Universidade de Toronto. Seu trabalho acadêmico é amplamente reconhecido nas áreas de engajamento no trabalho, socialização organizacional, recrutamento e transferência de treinamento. Em 2006, publicou um importante artigo sobre o engajamento no trabalho, no qual ampliou a pesquisa de Kahn (1990) e propôs a Teoria da Troca Social (SET), destacando como fatores externos, como o suporte organizacional e recompensas, influenciam o engajamento dos funcionários.

Saks (2006) realiza várias referências a pesquisa de Kahn (1990) e propõe que o nível de engajamento é influenciado pela reciprocidade percebida entre funcionários e a organização e identifica três fatores principais que antecedem o engajamento:

- Características do trabalho: Autonomia, variedade de habilidades e *feedback* aumentam o engajamento.
- Suporte percebido: Quando os funcionários sentem que a organização valoriza suas contribuições.
- Reconhecimento e Recompensas: Promoções e aumentos reforçam o valor do trabalho.

Segundo Saks (2006), as consequências do engajamento estão ligadas aos impactos positivos que ele gera tanto para os funcionários quanto para a organização e identifica esses efeitos em três áreas principais:

- Satisfação no Trabalho: Resulta em maior desempenho e menor rotatividade.
- Comprometimento Organizacional: Aumenta a conexão emocional e a retenção.
- Comportamento de Cidadania Organizacional: Funcionários engajados exibem comportamentos voluntários que beneficiam a organização.

Arnold B. Bakker, professor de Psicologia Organizacional e do Trabalho na Universidade *Erasmus* de Roterdã. Ele é amplamente reconhecido por sua pesquisa nas áreas de engajamento no trabalho, recursos pessoais, demandas de trabalho e bem-estar dos funcionários. Bakker desenvolveu o *Job Demands-Resources (JD-R) Model*, uma das teorias

mais influentes sobre estresse e motivação no trabalho. Sua contribuição tem sido fundamental para entender como diferentes fatores organizacionais afetam o engajamento e a performance dos funcionários.

Hakanen, Bakker e Turunen (2021) conduziram um estudo com base em dados coletados de mais de 11 mil participantes ao longo de três anos, incluindo uma análise de acompanhamento com 2.334 funcionários de 87 organizações em diferentes setores e identificaram que os principais recursos para o engajamento dos funcionários são:

- Descrição de habilidades: Proporciona clareza sobre as responsabilidades e uso das habilidades, sendo um dos fatores mais influentes para o engajamento.
- *Feedback* no trabalho: Ajuda os funcionários a compreenderem seu desempenho e a identificarem áreas de melhoria, sendo crucial para o engajamento.
- Empoderamento de equipe: Promove autonomia e significado, incentivando maior participação e colaboração entre os funcionários.

O estudo dos autores demonstrou que os recursos de trabalho, como descrição de habilidades, *feedback* e empoderamento de equipe, são essenciais para promover o engajamento dos funcionários.

O cenário atual, a evolução culmina no conceito de *Employee Value Proposition (EVP)* ou Proposta de Valor ao Empregado, que, segundo Rounak e Misra (2020), tem como foco em oferecer benefícios que promovem o engajamento e a retenção de talentos. Essas práticas são essenciais para estabelecer uma cultura organizacional de bem-estar, valorizando a saúde emocional e mental dos funcionários. Ao priorizar o engajamento genuíno, as empresas fortalecem a retenção, aumentam a produtividade e criam bases sólidas para o crescimento sustentável.

Segundo Boissonneault et al. (2020), a presença de trabalhadores mais experientes impacta a produtividade e a dinâmica das equipes. Como resposta, muitas organizações estão buscando formas de aproveitar o conhecimento desses funcionários mais experientes, promovendo a transferência de conhecimento para as gerações mais jovens.

Os desafios organizacionais têm se intensificado com o envelhecimento populacional e as mudanças na força de trabalho. Segundo a OECD (2020), a taxa de fertilidade nos 38 países membros caiu de 3,3 filhos por mulher em 1960 para 1,5 em 2022, enquanto o aumento da longevidade acelera o envelhecimento da população. A proporção de pessoas com 65 anos ou mais em relação à população ativa deve dobrar até 2060, passando de 30 para 100 em 2020 para 59 para 100. Esse cenário, conforme a OECD (2019), aumenta a pressão sobre a força de trabalho ativa e os sistemas de suporte social. Para enfrentar esses desafios, é essencial melhorar

as perspectivas de emprego para trabalhadores mais experientes e adotar uma abordagem ao longo da vida, evitando desvantagens acumuladas durante as carreiras.

Conforme Luz et al. (2024), um modelo inovador é proposto para abordar questões centrais como as diferenças geracionais, mentoria cruzada intergeracional, pacotes de recompensas e a análise do retorno sobre o investimento (ROI) desses programas. O estudo destaca como as gerações *Baby Boomers*, Geração X, *Millennials* ou Geração Y, Geração Z e a chegada da Geração *Alpha*, influenciam o comportamento no ambiente de trabalho e as relações organizacionais.

Para Luz et al. (2024), a mentoria cruzada é apresentada como solução para promover troca de conhecimento e colaboração entre gerações, com a combinação de incentivos intrínsecos e extrínsecos, como folgas e reconhecimento público, para aumentar o engajamento dos funcionários nas organizações.

Os estudos de Kahn (1990) destacam condições psicológicas como significado, segurança e disponibilidade, moldadas pelo perfil organizacional, que reflete objetivos e estrutura, impactando a percepção de relevância e segurança dos funcionários. Saks (2006) relaciona a cultura organizacional à Teoria da Troca Social (SET), enfatizando práticas de suporte e reconhecimento que fortalecem o engajamento.

Hakanen, Bakker e Turunen (2021), Bakker, reforça a importância da comunicação organizacional, promovendo clareza, *feedback* e colaboração. Boissonneault et al. (2020) e Luz et al. (2024) exploram como as diferenças geracionais influenciam o engajamento nas organizações.

Rounak e Misra (2020) destacam a personalização de pacotes de remuneração total, alinhados ao conceito de *EVP*, como um pilar essencial para retenção e engajamento.

Dessa forma, perfil organizacional, cultura, comunicação, diferenças geracionais e pacotes de remuneração são fatores integrados fundamentais para compreender e enfrentar os desafios organizacionais.

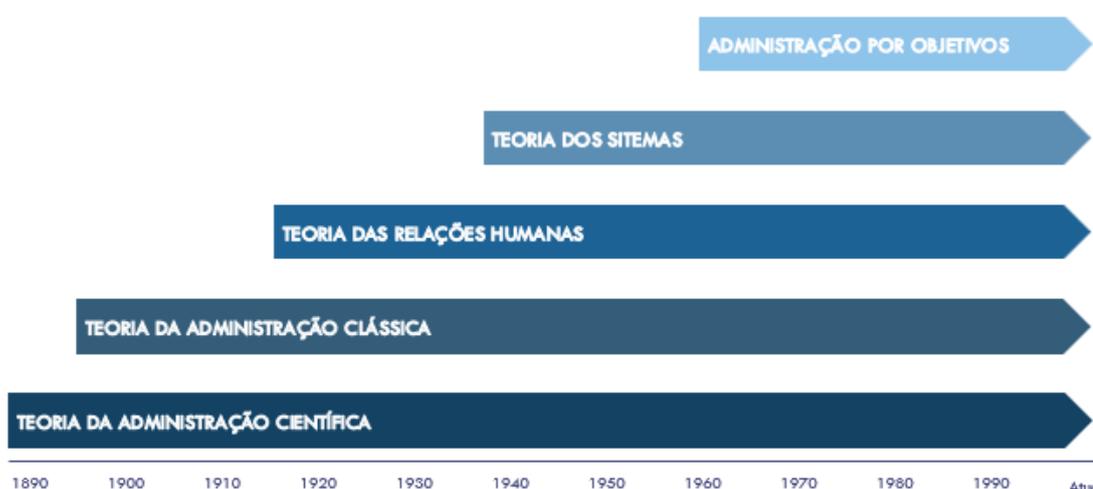
2.1.1. Perfil Organizacional

O perfil organizacional tem passado por grandes mudanças desde a Primeira Revolução Industrial, refletindo as transformações nas práticas de gestão e no papel dos funcionários. Inicialmente focado na força de trabalho física, ao longo do tempo a importância dos recursos humanos evoluiu, tornando-se central no contexto organizacional atual. Hoje, as empresas estão

se adaptando para reconhecer que cultura, valores e perfil organizacional são cruciais para promover engajamento, inovação e competitividade.

Segundo Neto (2021), o ser humano é o principal detentor do conhecimento essencial para o sucesso organizacional. As principais teorias da administração, desenvolvidas entre o final do século XIX e meados do século XX, oferecem uma visão abrangente sobre a gestão das organizações e os métodos para aumentar sua eficiência. Essas teorias refletem diferentes abordagens que ainda influenciam a gestão contemporânea.

Figura 1 - Linha do tempo das teorias administrativas



Fonte: Autor adaptação Neto (2021)

Mourtzis (2021, apud Luz e Boente, 2024, p. 4) destaca que, na Indústria 5.0, o ser humano continua sendo um pilar central, integrando suas habilidades com a tecnologia.

Neto (2021) detalha algumas das principais características das escolas administrativas:

Teoria da Administração Científica de Frederick Taylor foi desenvolvida no início do século XX, e focou na racionalização do trabalho, aumento da produtividade por meio da análise de tempos e movimentos, e vinculação de salários à eficiência. Taylor defendia a especialização das tarefas e a seleção de funcionários com base em habilidades específicas.

Teoria Clássica da Administração de Henri Fayol em meados 1910-1920, focava na estrutura organizacional e nas funções administrativas, estabelecendo princípios como divisão do trabalho, autoridade, responsabilidade e unidade de comando. Essa abordagem buscava otimizar a gestão por meio de uma estrutura hierárquica clara.

Teoria das Relações Humanas de Elton Mayo foi proposta nos anos 1930-1940 e trouxe uma nova perspectiva, destacando a importância das interações humanas no ambiente de trabalho, seus estudos demonstraram que motivação, bem-estar e satisfação dos trabalhadores têm impacto direto na produtividade.

A Teoria dos Sistemas, desenvolvida na década de 1950, por Ludwig von Bertalanffy, propõe que as organizações funcionam como sistemas abertos, compostos por várias partes interdependentes que interagem entre si e com o ambiente externo. O foco está na inter-relação entre os componentes e na necessidade de uma visão holística para resolver problemas. A abordagem sistêmica considera fatores internos e externos, como recursos, informações e *feedback*, para alcançar um equilíbrio e melhorar a eficiência organizacional.

Na década de 1960, Peter Drucker popularizou a Administração por Objetivos (APO), que propõe o alinhamento de objetivos entre a organização e seus funcionários. Com foco na mensuração e controle de resultados, a APO incentiva o estabelecimento de metas claras, desafiadoras e mensuráveis, promovendo o desenvolvimento contínuo e recompensando o alcance das metas.

Lee et al. (2022) identificam que as empresas que promovem diretrizes éticas, garantindo igualdade e justiça, criam um ambiente de trabalho mais positivo, aumentam o engajamento dos funcionários, promovendo um ambiente de trabalho positivo e um maior comprometimento organizacional.

2.1.2. Cultura Organizacional

A cultura organizacional é amplamente vista como o conjunto de valores, normas, crenças, comportamentos e práticas que moldam como uma empresa opera e interage com seus *stakeholders*. De acordo com Ellinas et al. (2017, apud Luz e Boente, 2024, p. 7), a cultura organizacional é fundamental para definir o ambiente de trabalho e a forma como os funcionários se conectam à missão e aos objetivos da organização. Para os autores, as empresas que estabelecem valores sólidos e promovem a transparência e justiça em suas práticas tendem a cultivar um ambiente no qual os funcionários se sentem respeitados e reconhecidos e ressaltam que as empresas que promovem felicidade corporativa incentivando relações saudáveis e abertura ao diálogo, têm maior sucesso na retenção de talentos. Funcionários que se sentem ouvidos e respeitados tendem a demonstrar maior satisfação, engajamento e comprometimento com os objetivos organizacionais.

Shook (2010) enfatiza a importância da transformação cultural para o sucesso organizacional, afirmando que as mudanças são mais eficazes quando ocorrem por meio da ação prática, ao invés de uma mudança inicial de pensamento. Ele destaca que o envolvimento de todos os níveis da organização nas mudanças, com a implementação de novas práticas e a experimentação de melhorias, é fundamental para alcançar uma transformação cultural sustentável e de longo prazo.

Hofstede (2011) destaca que os aspectos culturais dos profissionais influenciam as relações de trabalho, especialmente em equipes internacionais. A gestão de equipes em ambientes culturalmente diversos enfrenta desafios como a integração de diferentes culturas, idiomas e fuso horários, o que exige clareza e assertividade para garantir o sucesso dos projetos e promover a melhoria contínua. Essas variáveis precisam ser gerenciadas cuidadosamente para garantir uma gestão adequada da cultura organizacional eficaz e uma colaboração produtiva em empresas multinacionais.

Segundo Finsel, Wöhrmann e Deller (2023), a cultura de uma organização pode impactar diretamente o comprometimento afetivo e organizacional dos funcionários, além de influenciar a satisfação no trabalho e a motivação para continuar trabalhando.

Luz, Vianna e Boente (2023), descrevem que a alta rotatividade impacta negativamente os resultados financeiros e estratégicos das empresas, especialmente devido a necessidade de substituir profissionais de alta performance que solicitaram desligamento. A perda inclui o tempo e os investimentos em qualificação devido a recrutamento de novos funcionários. Investir na identificação dos fatores que levam ao *turnover*, é crucial, já que profissionais engajados tendem a permanecer na empresa por mais tempo, reduzindo a rotatividade e preservando os investimentos em talentos, o que melhora os resultados organizacionais

2.1.3. Comunicação Organizacional

A comunicação organizacional engloba o processo de troca de informações e significados entre os funcionários de uma organização e abrange todos os tipos de comunicação formal e informal, vertical e horizontal considerando diversos canais, como reuniões, *e-mails*, relatórios e interações pessoais. A comunicação organizacional é essencial para facilitar a liderança, promover a colaboração, apoiar a cultura organizacional e garantir que todos os funcionários estejam alinhados com o perfil organizacional e os objetivos e estratégias da empresa.

Gelencsér et al. (2023) mencionam que a comunicação eficaz aumenta o engajamento e reduz a rotatividade, pois impacta diretamente a satisfação dos funcionários e o comprometimento. Isso garante que empresa, gestores e funcionários estejam alinhados nos objetivos. Além disso, a comunicação eficiente ajuda a mitigar diferenças culturais e linguísticas, evitando barreiras que podem prejudicar a gestão de equipes multinacionais e comprometer os resultados da organização.

Romero et al. (2016) destacam que a comunicação eficaz é essencial para coordenar as interações entre humanos e sistemas, garantindo a troca clara de informações e promovendo a colaboração entre pessoas e máquinas. Essa eficiência comunicativa aumenta a eficácia operacional e promove a inclusão, assegurando que todos os membros da equipe possam contribuir de maneira significativa para o processo.

Segundo Luz et al. (2023), a redução do *turnover* poderia ser alcançada se as empresas investissem mais em identificar formas de engajar funcionários qualificados, e os autores ressaltam que a comunicação e a proximidade da liderança são fatores essenciais para direcionar o engajamento e a motivação dos funcionários e destacam a importância de entender as expectativas de carreira, oferecer apoio, recursos, propor desafios, reconhecer conquistas e promover o desenvolvimento de habilidades, além de que tratar os funcionários com respeito e valorizar suas opiniões também são cruciais para criar um ambiente colaborativo.

Lee et al. (2022) destacam que a liderança transformacional e a comunicação eficaz são fatores cruciais para o engajamento dos funcionários. Líderes que comunicam de maneira clara, fornecem *feedback* regular e inspiram através de uma visão compartilhada criam um ambiente de trabalho onde os funcionários se sentem motivados e valorizados. Isso, por sua vez, aumenta o comprometimento e o engajamento.

Na visão de Finsel, Wöhrmann e Deller (2023), a comunicação dos líderes é um fator essencial para o sucesso organizacional, especialmente no que tange ao engajamento de funcionários mais experientes. Líderes que utilizam estilos de liderança de apoio e demonstração de apreciação tendem a criar um ambiente de trabalho mais saudável e cooperativo, a forma de comunicação aberta e respeitosa está diretamente relacionada ao comprometimento organizacional, à motivação para continuar trabalhando e à redução da intenção de rotatividade.

Um relatório publicado pela World At Work (2015), mostra como o ambiente de trabalho e a cultura organizacional influenciam o engajamento dos funcionários e destaca a importância da boa comunicação e da participação dos funcionários na tomada de decisões

considerando que a comunicação eficaz é considerada crucial para manter um "contrato psicológico" saudável, onde os funcionários se sentem informados e valorizados.

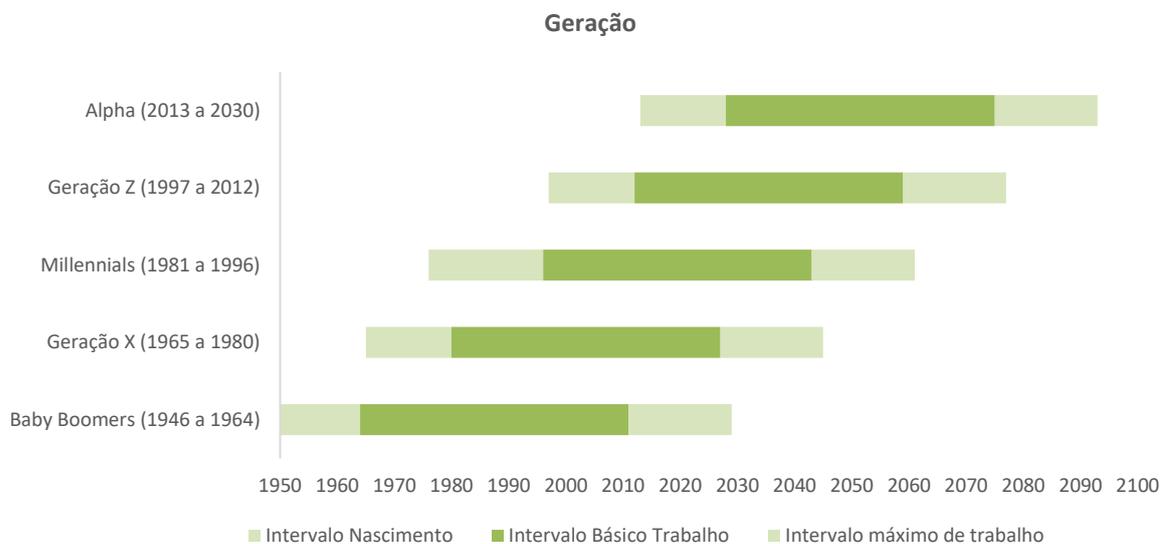
De acordo com Šajeva (2014), a comunicação é essencial para o compartilhamento de conhecimento entre os funcionários, o que está diretamente ligado ao engajamento e ao sucesso organizacional e enfatiza que a comunicação ativa pode ocorrer através de conversas individuais, orientação, colaboração e sistemas eletrônicos, criando um ambiente propício para a aprendizagem e a colaboração.

2.1.4. Diferenças Geracionais

A diferença geracional refere-se às variações nas características, valores, comportamentos e perspectivas que existem entre grupos de pessoas nascidas em diferentes décadas. Essas diferenças podem ser influenciadas por fatores como o contexto histórico, social e econômico em que cada geração cresceu.

Mannheim (1952) define uma geração como um grupo de indivíduos que compartilham um período histórico específico e cujas experiências são moldadas por eventos sociais significativos durante seus anos de formação. Essa teoria geracional oferece uma estrutura para entender como diferentes gerações são formadas e como elas influenciam e são influenciadas pelas mudanças sociais. Luz e Boente (2024); Waldman (2021); Ziatdinov e Cilliers (2024) expandiram essa análise, categorizaram as principais gerações e descreveram suas características.

- *Baby Boomers*: nascidos entre 1946 e 1964, são conhecidos por seu forte senso de comunidade, lealdade às instituições e ética de trabalho dedicada.
- Geração X: nascidos entre 1965 e 1980, são reconhecidos por sua independência, adaptabilidade e ênfase no equilíbrio entre vida profissional e pessoal.
- Os *Millennials* ou Geração Y: nascidos entre 1981 e 1996, são frequentemente descritos como proficientes em tecnologia, buscando propósito em seu trabalho e dando grande valor à diversidade.
- Geração Z: nascidos entre 1997 e 2012, nativos digitais que são altamente conectados e focados em questões sociais e ambientais.
- Geração *Alpha*: a partir de 2013, é a primeira a crescer totalmente imersa na tecnologia digital, com habilidades tecnológicas avançadas.

Figura 2 - Linha do tempo das gerações

Fonte: Luz e Boente (2024)

Na Figura 2, observe que de acordo Luz e Boente (2024), os períodos de trabalho básico são calculados a partir dos 18 anos até 47 anos de trabalho e os períodos de trabalho máximo consideram até 65 anos de trabalho.

Segundo Snipes et al. (2024), as definições geracionais explicam as diferentes dinâmicas e preferências no ambiente de trabalho. A satisfação no trabalho varia entre as gerações e é influenciada pelas percepções das políticas organizacionais.

Mourtzis (2021) destaca que, para profissionais mais experientes, as tecnologias modernas, como inteligência artificial e automação, trazem desafios significativos. Esses trabalhadores podem ter dificuldades para se adaptar às exigências da Indústria 5.0, que exige tanto familiaridade com novas ferramentas quanto a reconfiguração de habilidades existentes.

Raza, Akhtar e Nazir (2022) destacam a relevância do aprendizado contínuo e da troca de conhecimento entre gerações como fatores essenciais na transição para a Indústria 6.0, que promove a integração entre humanos e máquinas.

Os funcionários mais jovens, embora proficientes em tecnologias emergentes, frequentemente carecem de experiência prática para aplicar esse conhecimento de forma eficaz em situações reais. Raconteur (2024) destaca que é essencial que líderes empresariais preencham essa lacuna de habilidades com programas que combinem treinamento teórico e prático. Luz et al. (2024) mencionam que apenas 32% da Geração Z se sente preparada para aprender habilidades digitais no trabalho, e um estudo da HP revelou que 20% dessa geração sente "vergonha tecnológica", em contraste com apenas 4% dos trabalhadores acima de 40 anos

e relata que a falta de experiência prática pode limitar a capacidade dos jovens de tomar decisões estratégicas e gerenciar projetos complexos.

Segundo dados apresentados no relatório ONU (2023), a expectativa de vida global aumentou consideravelmente, a média global de expectativa de vida aumentou de cerca de 52,6 anos em 1960 para mais de 72,8 anos em 2021. O envelhecimento populacional é uma das situações demográficas mais significativas do século XXI, com grandes implicações para o mercado de trabalho global.

Conforme Ghanchi (2024), os líderes eficazes além apoiar a empresa no contexto da comunicação organizacional eles são capazes de criar um ambiente onde funcionários de diferentes gerações podem compartilhar conhecimentos de forma mútua e produtiva.

Segundo Finsel, Wöhrmann e Deller (2023), a diversidade etária pode ser tanto um benefício quanto um desafio para as organizações. A valorização da diversidade etária aumenta o comprometimento organizacional, o engajamento, a satisfação no trabalho e a motivação dos funcionários mais experientes para continuarem ativos e a inclusão dos funcionários mais jovens demonstrando respeito às diferenças etárias promovem a colaboração intergeracional e a troca de conhecimentos, melhorando o desempenho e a eficácia organizacional.

Luz et al. (2024) apontam que a interação entre sobrecarga de funções e treinamento de habilidades tem um efeito positivo no engajamento dos trabalhadores mais experientes, incentivando-os a buscar novos desafios e recursos. Esse fenômeno reflete a análise de Mannheim (1952), que destacou a importância das tensões e colaborações intergeracionais na dinâmica social.

2.1.5. Pacote de Remuneração Total

O pacote de remuneração total engloba tanto recompensas financeiras quanto não financeiras oferecidas aos funcionários. De acordo com Gelencsér et al., (2023) o pacote de remuneração total abrange a combinação de diversos elementos, incluindo salário base, bônus ou incentivos de curto e longo prazo, benefícios, férias, planos de incentivo ao equilíbrio entre vida profissional e pessoal entre outros.

De acordo com Perkins, White e Jones, (2016) o valor das recompensas, a percepção de que o esforço será recompensado e o equilíbrio entre recompensas intrínsecas e extrínsecas são essenciais para garantir a satisfação e o engajamento dos funcionários. A gestão de recompensas evoluiu de um foco no pagamento base para um modelo mais holístico, que integra elementos tangíveis e intangíveis.

Para Luz et al, (2024), a mentoria cruzada entre gerações apresenta-se como uma solução para promover a troca de conhecimento e a colaboração. A combinação de incentivos intrínsecos e extrínsecos, como folgas e reconhecimento público, é proposta como uma forma eficaz de recompensar e aumentar o engajamento dos funcionários.

Os autores destacam o ROI da implementação de programas de incentivos, enfatizando que o modelo de recompensa para mentoria cruzada intergeracional traz benefícios econômicos significativos para as empresas, como redução da rotatividade, aumento da produtividade e fortalecimento da cultura organizacional. Para os funcionários, os ganhos incluem oportunidades de desenvolvimento profissional, maior sentimento de realização, engajamento e senso de pertencimento, além do aprimoramento de habilidades técnicas e interpessoais, essenciais para o crescimento na carreira e maior satisfação no trabalho.

Figura 3 - Estratégia de Remuneração Total



Fonte: Elaboração própria adaptada Perkins, White e Jones (2016)

Empresas que adotam as melhores práticas de remuneração consideram fatores econômicos, leis trabalhistas, práticas da concorrência e reconhecem que o pacote de remuneração total deve ser cuidadosamente planejado para alinhar-se à cultura da empresa, às estratégias de negócios, recursos humanos e de remuneração total para ser robusto o suficiente

para atrair engajar, motivar e reter seus funcionários além de manter o adequado equilíbrio entre competitividade externa e equidade interna.

Conforme Luz et al. (2024), o reconhecimento no local de trabalho, embora não tenha valor monetário direto, é uma ferramenta eficaz para motivar e reter funcionários, portanto muitas organizações estão utilizando sistemas de reconhecimento não monetário, como certificados e prêmios, como parte da estratégia de gestão de recompensas. Além disso, o ambiente de trabalho e a cultura organizacional são cruciais para o engajamento dos funcionários.

De acordo com Perkins, White e Jones (2016), cada elemento do pacote de remuneração total tem uma importância específica, seja no contexto intrínseco ou extrínseco e destaca os principais elementos:

Figura 4 - Pacote de Remuneração Total



Fonte: Autor adaptada Perkins, White e Jones (2016); Luz et al. (2024) pag. 10

Salário: Pagamento feito por um empregador a seus funcionários por serviços prestados, ou seja, tempo, esforço, habilidade.

Benefícios: Programas que um empregador utiliza para suplementar a compensação em dinheiro que os funcionários recebem.

Efetividade do Equilíbrio Trabalho-Vida: Um conjunto específico de práticas, políticas e programas organizacionais, além de uma filosofia que apoia ativamente os esforços dos funcionários para alcançar o sucesso tanto no trabalho quanto em casa.

Reconhecimento: Programas formais ou informais que reconhecem ou dão atenção às ações, esforços, comportamentos ou desempenhos dos empregados e apoiam a estratégia empresarial ao reforçar comportamentos.

Gestão de Desempenho: O alinhamento dos objetivos organizacionais, de equipe e individuais em direção à conquista das metas de negócios e ao sucesso organizacional.

Desenvolvimento de Talentos: Oferece a oportunidade e as ferramentas para que os funcionários avancem suas habilidades e competências em suas carreiras de curto e longo prazo.

O pacote de remuneração, como motivador extrínseco, inclui salário, bônus e reconhecimento, oferecidos após a conclusão de tarefas, sendo o salário base o fator mais valorizado pelos funcionários. A motivação extrínseca está relacionada a incentivos externos à própria atividade.

Empresas como a Procter & Gamble (2024) e L'Oréal (2024) exemplificam como práticas empresariais adaptadas às realidades específicas podem fortalecer o posicionamento organizacional desde a 1ª Revolução Industrial até a Indústria 5.0. Ambas demonstram compromisso com inovação, diversidade e comunicação aberta, elementos destacados em suas práticas e declarações públicas disponíveis em seus sites corporativos. Além disso, essas organizações buscam mitigar diferenças geracionais e oferecer pacotes de remuneração competitivos, essenciais para promover engajamento e retenção de talentos.

A Procter & Gamble (2024) enfatiza a importância de uma cultura organizacional sólida, adaptável e com comunicação eficaz. Fundada em 1837, a P&G construiu uma cultura baseada em inovação, diversidade e colaboração, priorizando o crescimento individual e organizacional. A empresa alia práticas tradicionais a inovações modernas, mantendo comunicação aberta e transparente, o que fortalece a confiança e o engajamento. Segundo a P&G, há uma clara correlação entre *EVP* e engajamento, pois funcionários que se sentem valorizados e apoiados demonstram maior motivação e comprometimento.

A L'Oréal (2024), líder global em produtos de beleza, destaca-se por uma cultura organizacional focada em inovação, sustentabilidade e diversidade. A empresa promove o espírito empreendedor, a criatividade e o respeito pelas diferenças, com práticas sustentáveis e antecipação de tendências para atender às demandas dos consumidores. Sua estratégia combina pesquisa e desenvolvimento com a adoção de tecnologias avançadas da Indústria 5.0, como inteligência artificial e automação, preparando-se também para a transição à Indústria 6.0.

Segundo o World Economic Forum (2024), a qualidade do emprego é fundamental para a produtividade e a inovação, alinhando-se à estratégia da L'Oréal de priorizar equipes locais para garantir relevância no mercado durante a transformação digital.

2.2. RECURSOS TECNOLÓGICOS

Os recursos tecnológicos envolvem ferramentas, dispositivos, *softwares* e plataformas digitais que facilitam o acesso, o processamento e o uso eficiente de informações.

Através de uma abordagem sistêmica, holística e multidisciplinar, as ferramentas computacionais são essenciais para a análise e modelagem de dados, permitindo a identificação e o entendimento dos fatores que impactam o engajamento dos funcionários. De acordo com Hossain et al. (2020), o pensamento sistêmico como uma abordagem interdisciplinar que oferece uma compreensão das estruturas e comportamentos de sistemas complexos, superando o pensamento linear tradicional ao considerar a interconexão e a dinâmica entre os componentes.

Nesse contexto, o uso de ferramentas computacionais, como o modelo *fuzzy* de inteligência artificial, integradas à plataforma *Anaconda* (2024), a linguagem de desenvolvimento *Python*, bibliotecas de ciência de dados, *scikit-fuzzy*, biblioteca *Faker* (2024) que serve para geração de dados sintéticos entre outros, viabiliza a realização de cálculos estatísticos, análises preditivas e aprendizado de máquina de maneira precisa, ágil e com grande potencial de escalabilidade.

2.2.1. Inteligência Artificial

Para Giattino et al. (2023), a inteligência artificial (IA) é definida como um ramo da ciência da computação focado na criação de sistemas que simulam a inteligência humana, trabalhando em problemas complexos, como reconhecimento de padrões e aprendizado. A similaridade entre IA e o pensamento humano reside na forma como a IA processa informações e realiza tarefas de maneira semelhante ao raciocínio humano, abordando problemas com lógica, aprendizado e adaptação e é um campo em rápida evolução, influenciando amplamente diversos setores da sociedade, desde a medicina até a economia.

A IA começou a tomar forma nos anos 1950, e Alan Turing desempenhou um papel fundamental nesse processo. Considerado o pai da ciência da computação moderna, Turing estabeleceu as bases teóricas para os computadores e foi pioneiro no conceito de inteligência artificial.

Nascido em 1912, em Londres, Reino Unido, Alan Turing estudou Matemática no *King's College*, em *Cambridge*, e obteve doutorado pela Universidade de *Princeton*, nos Estados Unidos. Turing desempenhou um papel fundamental durante a Segunda Guerra Mundial, ao decifrar o código Enigma, utilizado pelos nazistas, o que foi crucial para o sucesso dos aliados. Além de seu trabalho em criptografia, Turing é amplamente reconhecido como um dos pioneiros da ciência da computação moderna e da IA. Turing faleceu em 1954.

Em seu artigo *Computing Machinery and Intelligence* Turing (1950), introduziu o Teste de *Turing*, uma metodologia para avaliar se uma máquina poderia exibir um comportamento inteligente indistinguível de um ser humano e fez algumas declarações sobre a racionalidade de descrever computadores digitais como cérebros, marcando uma reflexão histórica sobre o futuro da inteligência artificial.

“...não é totalmente irracional descrever computadores digitais como cérebros...Para qualquer cálculo, todo o procedimento que a máquina deve realizar é planejado com antecedência por um matemático. Quanto menos dúvidas houver sobre o que vai acontecer, mais satisfeito o matemático fica...é justo dizer que a máquina não origina nada...Se for aceito que cérebros reais, como os encontrados em animais, e em particular em homens, são um tipo de máquina, seguir-se-á que nosso computador digital adequadamente programado se comportará como um cérebro...Acho provável, por exemplo, que no final do século [XX] seja possível programar uma máquina para responder a perguntas de tal forma que será extremamente difícil adivinhar se as respostas estão sendo dadas por um homem ou pela máquina.” (Turing, 1951)

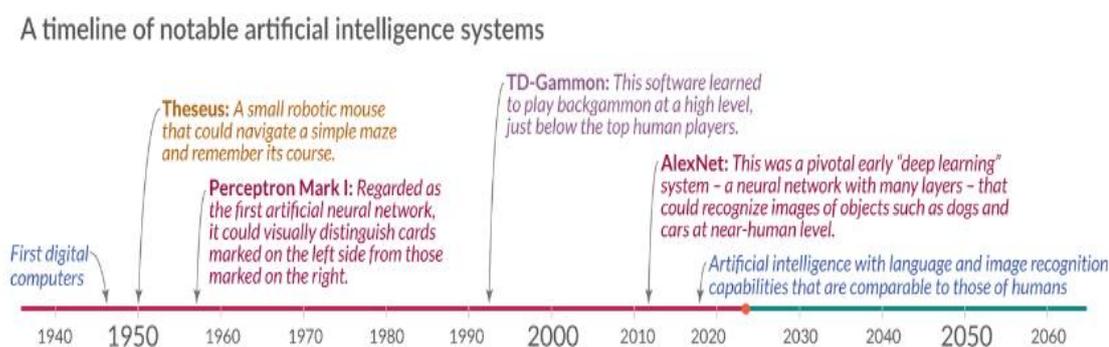
Alan Turing, ao comparar computadores digitais com cérebros humanos, foi além de questões técnicas e refletiu sobre as implicações da inteligência artificial. Ele questionou: “*Se uma máquina pode pensar, ela pode pensar de forma mais inteligente do que nós, e então onde estaríamos?*” (Turing, 1951). Essa provocação destaca o potencial da IA de superar a capacidade cognitiva humana, levantando questões éticas, filosóficas e práticas que permanecem em aberto e continuam a moldar o campo da IA.

Enquanto Turing explorava o raciocínio e a capacidade das máquinas de simular a inteligência humana, Claude Shannon, em paralelo, desenvolveu a teoria da informação, que forneceu a base matemática para a transmissão eficiente de dados. Embora suas contribuições tenham origens distintas, ambas convergem para fundamentar o desenvolvimento da inteligência artificial. Turing investigou os limites do pensamento computacional, enquanto Shannon ofereceu as ferramentas para processar e transmitir grandes volumes de informações que alimentam os sistemas de IA.

Claude Shannon, nascido em 1916, em Michigan, estudou Engenharia Elétrica e Matemática na Universidade de Michigan e obteve mestrado e doutorado no *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*. Durante a Segunda Guerra Mundial, Shannon trabalhou em criptografia e comunicações para os Estados Unidos. Em 1948, ele publicou sua seminal teoria da informação, que estabeleceu as bases para a comunicação digital e a compressão de dados, sendo reconhecido como o "pai da teoria da informação". Além disso, suas contribuições se estenderam a criptografia e circuitos digitais, influenciando tecnologias modernas, como a internet e sistemas de IA. Shannon faleceu em 2001, mas sua influência continua essencial para o avanço da tecnologia (*University of Michigan, 2022*).

De acordo com Roser (2022), em 1950, Claude Shannon criou o *Theseus*, um sistema capaz de encontrar a saída de um labirinto, marcando o início do conceito de aprendizado de máquinas, sendo considerado um marco importante para o surgimento da IA.

Figura 5 - Linha do Tempo Inteligência Artificial



Fonte: *OUR WORLD IN DATA* (2024)

Segundo Ferreira (2022), o aprendizado de máquina é uma das áreas mais relevantes da IA permitindo que sistemas aprendam a partir de dados para realizar previsões ou tomar decisões sem a necessidade de programação explícita. As redes neurais artificiais, inspiradas no funcionamento do cérebro humano, são amplamente utilizadas para reconhecer padrões e processar grandes volumes de informações.

Dentro do aprendizado de máquina, o aprendizado profundo se destaca como uma subárea dedicada ao uso de redes neurais profundas para resolver tarefas complexas, como reconhecimento de imagens e processamento de linguagem natural. O Processamento de Linguagem Natural (PLN), também abordado por Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs), foca na interação entre computadores e a linguagem humana, enquanto a visão

computacional permite que sistemas de IA analisem e interpretem informações visuais, como identificar objetos em imagens ou vídeos.

2.2.2. Bibliotecas Python

É possível utilizar ferramentas de IA para trabalhar com estatística descritivas, uma das mais conhecidas mundialmente é a linguagem de desenvolvimento de sistemas *Python*, para Ferreira (2022), *Python* é uma da linguagem de programação versátil e direcionada a diversos ambientes computacionais, caracterizando-se como uma linguagem de fácil compreensão e uso intuitivo. Ela é adequada para múltiplos contextos, incluindo análise de dados, ciência de dados, aprendizado de máquina, entre outras. *Python* é reconhecida por sua modularidade e capacidade de integrar grandes pacotes e bibliotecas, tornando-se adequada para diversas aplicações.

As bibliotecas em uma linguagem de programação, servem como conjuntos de códigos prontos e reutilizáveis, que contêm funções, classes e módulos para realizar tarefas específicas. Elas facilitam o desenvolvimento, permitindo que os desenvolvedores utilizem funcionalidades já implementadas, testadas e aprimoradas, em vez de escrever código do zero.

A estatística descritiva é uma área da matemática considerada uma das bases da IA, especialmente no campo do aprendizado de máquina, pois contribui para realizações de diversas etapas desde a coleta, organização e análise de dados, fornecendo ferramentas para identificar relações, padrões e *outliers* (valores atípicos ou discrepantes em um conjunto de dados). Métodos como regressão, correlação e distribuições de probabilidade são utilizados para construir e avaliar modelos preditivos, desempenhando um papel crucial no desenvolvimento de algoritmos de IA.

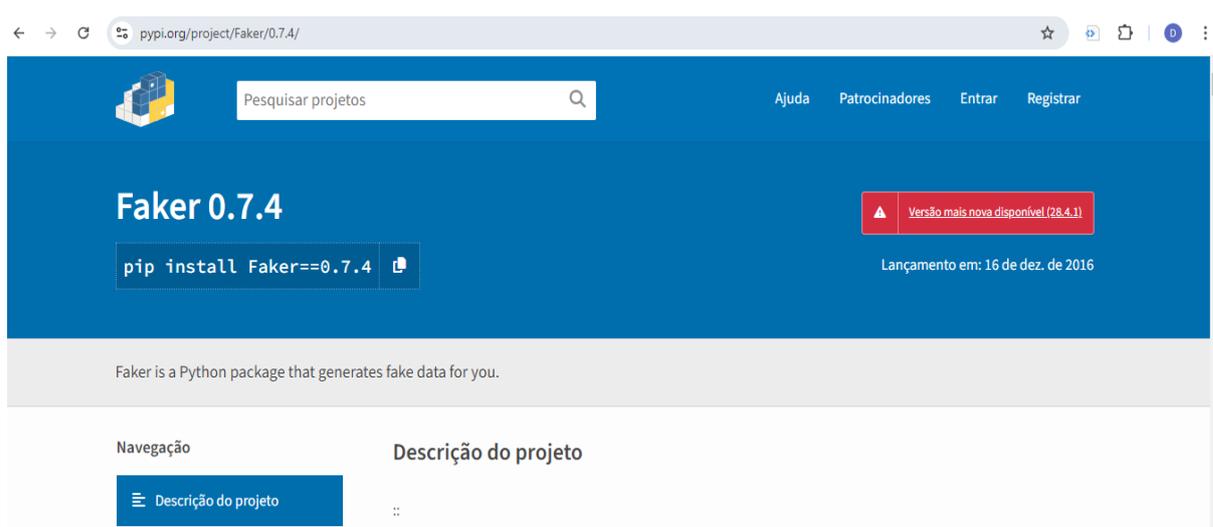
Segundo Ferreira (2022), o *Pandas* é uma biblioteca poderosa para análise de dados, com ferramentas otimizadas para realizar tarefas de ciência de dados como acessar dados de diversas fontes, como planilhas e arquivos-texto, por meio de uma interface consistente, facilita o tratamento e transformação de dados, permitindo diversas operações estatísticas.

O *NumPy*, é uma biblioteca essencial para cálculos científicos, pois oferece recursos poderosos para análise numérica, álgebra linear, cálculos matriciais e outras funcionalidades, permitindo abstrair a implementação de procedimentos matemáticos complexos.

O *Scikit-Learn* é considerado o padrão de fato para modelos preditivos, essa biblioteca implementa uma ampla variedade de algoritmos de aprendizado de máquina, oferece suporte a algoritmos de regressão, classificação, árvores de decisão, além de ferramentas para seleção e avaliação de modelos.

A biblioteca *Faker* (2024), é uma ferramenta de código aberto para *Python* que permite a geração de dados sintéticos, sendo útil para testes de *software*, simulações e preenchimento de bases de dados quando o uso de dados reais não é possível ou desejável. Ela suporta a criação de dados em diferentes idiomas e formatos, com uma documentação detalhada que facilita sua customização.

Figura 6 - Biblioteca *Python* para gerar dados sintéticos



Fonte: Faker (2024)

Matplotlib e *Seaborn* são bibliotecas utilizadas para a visualização de dados, facilitando a criação de gráficos e a interpretação dos resultados das análises. Elas permitem gerar gráficos detalhados e personalizáveis, o que ajuda a compreender melhor os padrões e *insights* extraídos dos dados.

O *Anaconda* (2024), é uma distribuição de código aberto para *Python* e *R*, focada em ciência de dados, aprendizado de máquina e análise de dados, oferecendo um ambiente integrado para facilitar a instalação e gerenciamento de pacotes e é compatível com múltiplas plataformas e inclui ferramentas como *JupyterLab*.

O *JupyterLab* é uma ferramenta projetada para proporcionar flexibilidade e uma interface modular que permite a abertura simultânea de vários documentos e a adição de funcionalidades extras via *plugins*, sendo mais adequada para projetos maiores em *Python* *Anaconda* (2024).

De acordo com *Scikit-Fuzzy* (2024), a biblioteca *scikit-fuzzy* foi desenvolvida pela comunidade *SciPy*, e seu objetivo é fornecer ferramentas para modelagem e implementação de sistemas *fuzzy*, permitindo que pesquisadores e desenvolvedores apliquem lógica em diversos

contextos e que facilita a criação, o desenvolvimento, e simulação de sistemas *fuzzy* e é uma extensão da biblioteca *scikit-learn* em *Python*.

Conforme detalhado por Bezerino (2022) as principais ações e funcionalidades da biblioteca *scikit-fuzzy* incluem:

Quadro 1 - Principais submódulos da biblioteca *scikit-fuzzy*

Nome da biblioteca	Finalidade
<i>fuzz.membership</i>	Geração de funções de pertinência
<i>fuzz.defuzzify</i>	Algoritmos de <i>defuzzificação</i> , que retornam resultados nítidos a partir de funções de pertinência
<i>fuzz.fuzzmath</i>	Grande número de operações que podem ser feitas com conjuntos <i>fuzzy</i>
<i>fuzz.image</i>	Funções típicas de processamento de imagem
<i>fuzz.cluster</i>	Função de agrupamento pelo algoritmo <i>Fuzzy C-means</i>
<i>fuzz.filters</i>	Filtros em 1D e 2D para Funções de inferência <i>Fuzzy</i> com o algoritmo <i>FIRE (Fuzzy Inference Ruled by Else-action)</i>

Fonte: Elaboração própria adaptado de Bezerino (2022, p. 31)

2.3. MODELO FUZZY DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Enquanto Turing abordava a questão da inteligência artificial sob uma ótica lógica, a abordagem de Lotfi Zadeh sobre a lógica *fuzzy* trouxe um avanço revolucionário ao lidar com a incerteza inerente a muitos sistemas complexos.

Nascido 1921, em Bacu, Azerbaijão, Lotfi Zadeh formou-se em Engenharia Elétrica pela Universidade de Teerã e, posteriormente, obteve o mestrado no *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* e doutorado na Universidade de Columbia. Enquanto professor na Universidade da Califórnia, Berkeley, Zadeh desenvolveu a lógica *fuzzy* ou lógica difusa em 1965. Ele é reconhecido por suas contribuições à inteligência artificial e à engenharia de controle. Zadeh faleceu em 2017, em *Berkeley*, Califórnia.

O trabalho de Lotfi Zadeh, Alan Turing e Claude Shannon se complementam de maneira fundamental no desenvolvimento da ciência da computação e da IA.

Alan Turing introduziu a ideia de uma máquina que poderia simular o raciocínio humano, culminando no Teste de *Turing*, que questionava se as máquinas poderiam "pensar".

Sua abordagem baseada na lógica binária verdadeiro ou falso, foi essencial para estabelecer os princípios iniciais da IA.

Claude Shannon, estabeleceu a teoria da informação, que forneceu as bases matemáticas para a transmissão e compressão de dados, ao medir a incerteza em termos de entropia. Seu trabalho foi crucial para a comunicação digital, ajudando a moldar o processamento de dados e a comunicação eficaz, que são vitais para o desenvolvimento da IA.

Lotfi Zadeh, influenciado por Shannon, introduziu a lógica *fuzzy*, expandindo os conceitos rígidos de verdadeiro ou falso para permitir graus de verdade. Essa abordagem possibilitou que sistemas de IA lidassem com incertezas e informações ambíguas, aproximando-se do raciocínio humano, algo que os sistemas binários de Turing e Shannon não abordavam completamente.

Para Zadeh (1965), os sistemas de inferência *fuzzy* utilizam regras do tipo "se-então" para tomar decisões, conectando variáveis de entrada e saída de forma flexível e intuitiva, adequado para ambientes incertos ou complexos, a lógica *fuzzy* lida com a noção linguística de associação graduada como os processos cognitivos do cérebro humano se baseiam em graus relativos de informação adquirida pelos sistemas sensoriais, a lógica *fuzzy* é utilizada para modelar o pensamento e a cognição humana.

A operações *fuzzy* incluem interseção, união e complemento de conjuntos *fuzzy*, permitindo combinar e modificar conjuntos para manipular informações imprecisas e modelar problemas reais de forma mais realista.

O controle *fuzzy* refere-se à criação de controladores aplicados na automação e modelagem de processos complexos, oferecendo sistemas adaptativos e dinâmicos que superam limitações dos métodos de controle tradicionais.

Quadro 2 - Características da lógica nebulosa *Fuzzy*

Características da Lógica Classica (<i>crisp</i>)	Características da lógica nebulosa (<i>fuzzy</i>)
A análise é feita de forma precisa.	Análise imprecisa.
Abordagem objetiva.	Abordagem subjetiva.
Baseado em “sim” ou “não”.	Baseado no “talvez”.
Não há ambiguidade.	Há ambiguidade.
Os critérios são bem definidos.	Nem sempre os critérios são bem definidos. Devido a esse fato surge a subjetividade para análise.

Para Zadeh (2008), a lógica *fuzzy* é mais do que apenas um sistema lógico, ela possui diversas facetas, sendo as principais:

- Teoria dos Conjuntos *Fuzzy*: Essa faceta expande a teoria clássica dos conjuntos, permitindo que elementos tenham graus de pertencimento entre 0 e 1, em vez de uma simples inclusão ou exclusão.
- Faceta Epistêmica: Relaciona-se ao conhecimento e à representação da incerteza em termos de graus de crença ou confiança.
- Faceta Relacional: Focada nas aplicações práticas da lógica *fuzzy*, essa faceta lida com a modelagem de relações entre variáveis linguísticas e dependências.

A teoria dos conjuntos *fuzzy* expande a teoria clássica ao permitir que os elementos tenham um grau de pertencimento entre 0 e 1, em vez de uma inclusão absoluta. Esse grau é representado por uma função de pertinência (μ), que atribui um valor entre 0 e 1 a cada elemento do conjunto.

A função de pertinência $\mu_A(x)$, para um conjunto *fuzzy* A é formalmente expressa como:

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

Onde:

- $\mu_A(x)$ representa o grau de pertencimento do elemento x no conjunto A.
- X é o universo de discurso (o conjunto de todos os elementos possíveis).
- Valores próximos de 0 indicam pouca ou nenhuma pertença, e valores próximos de 1 indicam alta pertinência.

A faceta epistêmica refere-se à representação do conhecimento e da incerteza em graus de crença ou confiança. Em vez de certezas, trabalha-se com escalas de probabilidade, como na previsão do tempo, onde uma chance de 70% de chuva reflete a confiança baseada em condições observadas, sem garantir certeza.

A faceta relacional da lógica *fuzzy* trata da aplicação prática, modelando a interação entre variáveis linguísticas que expressam incerteza, como "alto" ou "rápido". Essas relações *fuzzy* permitem simular a lógica humana na tomada de decisões. Por exemplo, no controle de temperatura de um ar-condicionado, se a temperatura é "muito alta", a velocidade do ventilador deve ser "muito rápida". Esse modelo captura a dependência entre temperatura e velocidade, ajustando gradualmente o sistema em vez de usar comandos binários, como apenas ligar ou desligar.

Para Zadeh (2008) a utilização da lógica *fuzzy* é necessária por sua capacidade única de lidar com imprecisões e incertezas, tornando-a ideal para modelar situações complexas que não se enquadram em sistemas tradicionais de lógica bivalente.

Existem muitos equívocos sobre a lógica *fuzzy*. Para começar, a lógica *fuzzy* não é *fuzzy*. Basicamente, a lógica *fuzzy* é uma lógica precisa de imprecisão e raciocínio aproximado. Mais especificamente, a lógica *fuzzy* pode ser vista como uma tentativa de formalização/mecanização de duas notáveis capacidades humanas. Primeiro, a capacidade de conversar, raciocinar e tomar decisões racionais em um ambiente de imprecisão, incerteza, incompletude de informações, informações conflitantes, parcialidade de possibilidade – em resumo, em um ambiente de informações imperfeitas. E segundo a capacidade de executar uma ampla variedade de tarefas físicas e mentais sem qualquer medição ou cálculos. Paradoxalmente, uma das principais vantagens da lógica *fuzzy* - uma contribuição amplamente não reconhecida – é seu alto poder de tornar preciso o que é impreciso. Essa capacidade da lógica *fuzzy* sugere, como mencionado anteriormente, que ela pode encontrar aplicações importantes nos campos da economia, linguística, direito e outras áreas centradas no ser humano. (Zadeh, 2008 p. 3-4)

Para Boente (2013), a teoria dos conjuntos *fuzzy* é baseada no fato de que os conjuntos existentes no mundo real não possuem limites precisos, e por essa razão torna-se possível de tratar conceitos vagos, expressados em linguagem natural, dependendo do contexto que são usados. Isso é útil para tratar incertezas e imprecisões, como quando algo parcialmente pertence a um conjunto, e é amplamente aplicado em áreas como controle de processos, em que decisões são tomadas com base em regras *fuzzy* que expressam relações de forma gradual e imprecisa.

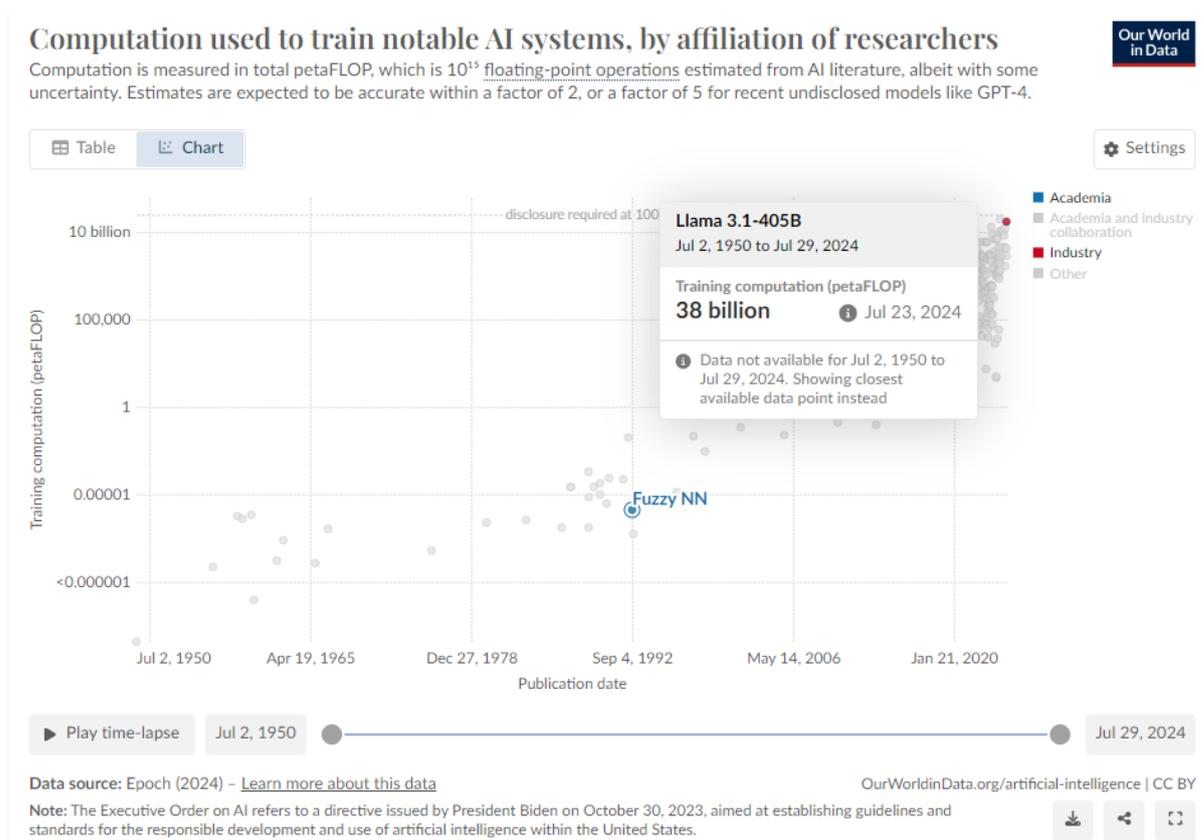
De acordo com Our World in Data (2024), as *Fuzzy Neural Networks* (FNN) redes neurais *fuzzy* foram desenvolvidas para resolver problemas envolvendo dados incertos ou imprecisos, onde as informações não se encaixam em categorias rígidas de verdadeiro ou falso e combinam a lógica *fuzzy* com redes neurais para lidar com dados imprecisos, tornando a tomada de decisões mais próxima do pensamento humano.

A integração de redes neurais com lógica *fuzzy* aprimora a capacidade de sistemas de IA de aprender e tomar decisões em ambientes complexos e dinâmicos. Essa abordagem começou a se destacar no final da década de 1980 e início dos anos 1990, com esforços de pesquisadores para melhorar a capacidade de lidar com incertezas e variabilidades nos dados.

De acordo com Klement e Slany (1997), a lógica *fuzzy* é essencial na IA, pois permite lidar com informações incertas e incompletas. Suas aplicações incluem sistemas especialistas,

controle de processos e reconhecimento de padrões, resultando em sistemas mais adaptáveis e eficazes. A combinação de lógica *fuzzy* e IA capacita os sistemas a enfrentarem a complexidade do mundo real, tornando-os mais robustos e eficientes.

Figura 7 - Fuzzy Neural Networks (FNN)



Fonte: Roser (2022)

Conforme Boente (2013) e Bezerra (2022), as funções de pertinência *fuzzy* são fundamentais para modelar diferentes cenários, com sua escolha dependendo da natureza do problema, da necessidade de transições suaves ou lineares e da complexidade do sistema. Essas funções permitem maior flexibilidade e precisão na modelagem de incertezas e na tomada de decisões em sistemas *fuzzy*.

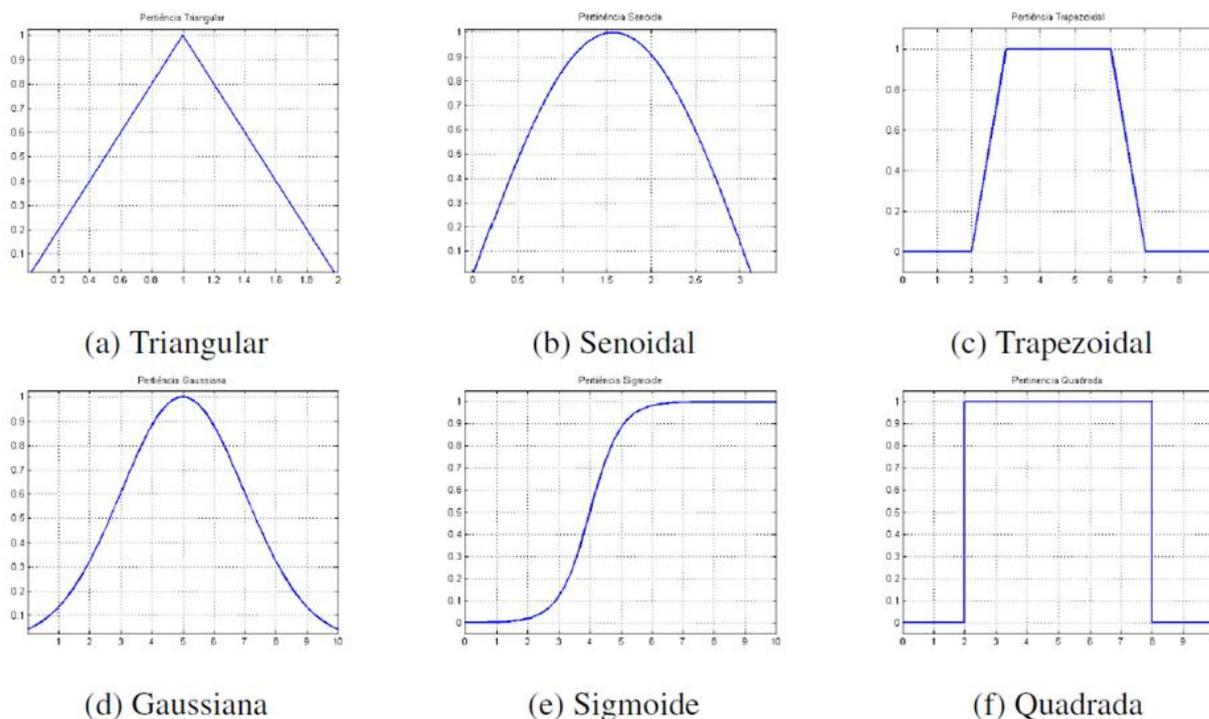
Quadro 3 - Características e aplicações das funções de pertinência *fuzzy*

Tipos de Função de Pertinência	Características	Tipos de problemas
(a) Triangular	Simple, com três parâmetros (ponto inicial, ponto médio e ponto final). Apresenta uma transição linear.	Usada em problemas que requerem simplicidade e eficiência, como sistemas de controle com transições bem definidas. Ideal para modelar variáveis com uma única zona de transição, como "velocidade lenta", "média" e "rápida".
(b) Senoidal	Função com controle sobre a largura e a inclinação da curva. Oferece transições suaves e simétricas, semelhante à gaussiana, mas com maior flexibilidade.	Aplicada em sistemas de controle que necessitam de um controle preciso sobre a faixa de transição, como sistemas de controle industrial e automação.
(c) Trapezoidal	Parecida com a triangular, mas com uma área plana de máxima pertinência, definida por quatro parâmetros. Transição suave e ampla.	Aplicada em problemas onde há uma faixa de valores com máxima pertinência, como "temperatura confortável" em sistemas de climatização, onde existe uma zona que é ideal.
(d) Gaussiana	Baseada na curva normal, tem transições suaves e simétricas. É parametrizada por um valor central e um desvio padrão que determina a largura da curva.	Usada em sistemas que exigem suavidade e precisão nas transições, como no reconhecimento de padrões ou aprendizado de máquina. Adequada para representar dados estatísticos com distribuições simétricas.
(e) Sigmoidal	Forma de "S", utilizada para transições suaves entre dois estados. Parâmetros ajustam a inclinação da curva.	Comumente usada em problemas de classificação binária e sistemas onde a transição gradual entre "baixo" e "alto" é importante, como redes neurais artificiais e controle de processos.
(f) Quadrada	Função de pertinência <i>fuzzy</i> cujo grau de um elemento ao conjunto <i>fuzzy</i> é elevado ao quadrado.	Sua aplicação principal está em situações em que se deseja suavizar a transição entre os graus de pertinência, enfatizando os valores extremos (próximos de 0 e 1) e reduzindo o peso dos valores intermediários.

Fonte: Adaptado de Zadeh (1965); Boente (2013); Bezerra (2022); Zimmermann (2001)

A Figura 8 ilustra graficamente as funções de pertinência *fuzzy* citadas no Quadro 3, onde explica-se suas características.

Figura 8 - Representação Gráfica das Funções de Pertinência *Fuzzy*



Fonte: Adaptado de Zimmermann (2001)

Para Bezerra (2022), a *SciKit-Fuzzy* é uma das bibliotecas mais populares para implementar o modelo *fuzzy* de inteligência artificial devido à sua simplicidade de uso, flexibilidade e abrangência de funcionalidades. A biblioteca oferece uma variedade de funções de pertinência, como as triangulares, trapezoidais, gaussianas, entre outras, permitindo a modelagem de sistemas *fuzzy* de forma eficiente.

A biblioteca *SciKit-Fuzzy* integra-se facilmente com outras bibliotecas populares, como o *NumPy* e o *Matplotlib*, facilitando a criação e visualização de modelos *fuzzy*. Essa praticidade faz com que seja uma ferramenta seja uma das mais populares utilizadas por pesquisadores e desenvolvedores para aplicar a lógica *fuzzy* em problemas práticos, desde sistemas de controle até a tomada de decisão em cenários incertos e complexos.

Na dissertação, utilizaremos o código desenvolvido no *JupyterLab* com *Python*. O exemplo apresentado a Figura 9 oferece uma visão prática de como o modelo *fuzzy* de inteligência artificial pode ser implementado para representar graus de engajamento de funcionários ou outras variáveis que exigem flexibilidade na modelagem. Essa abordagem atende eficientemente os objetivos de modelagem e tomada de decisão sob incerteza, garantindo clareza no processo.

Figura 9 - Código *Python* da biblioteca *fuzzy* de inteligência artificial

```

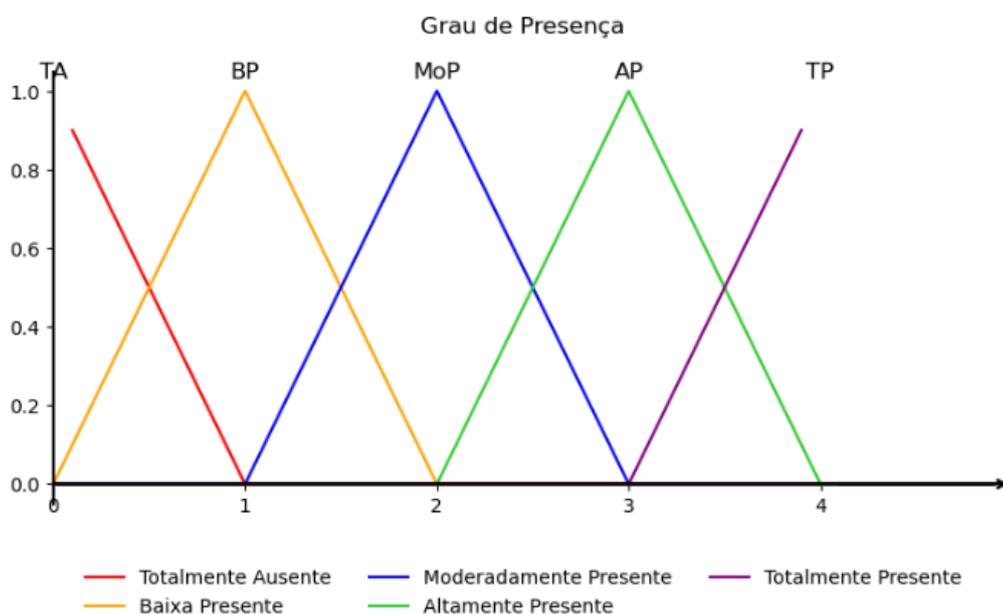
1 import numpy as np
2 import matplotlib.pyplot as plt
3 import skfuzzy as fuzz
4 from skfuzzy import control as ctrl
5
6 # Definir os intervalos de pertinência para Grau de Presença e Grau de Importância
7 grau_presenca = ctrl.Antecedent(np.linspace(0, 1, 100), 'grau_presenca')
8 grau_importancia = ctrl.Antecedent(np.linspace(0, 1, 100), 'grau_importancia')
9 engajamento_Crisp = ctrl.Consequent(np.linspace(0, 1, 100), 'Saida_engajamentoCrisp')
10
11 # Definição das funções de pertinência triangular para Grau de Presença
12 grau_presenca['TA'] = fuzz.trimf(np.linspace(0, 1, 100), [0, 0, 0.2]) # Total Ausência (TA)
13 grau_presenca['BP'] = fuzz.trimf(np.linspace(0, 1, 100), [0, 0.2, 0.4]) # Baixa Presença (BP)
14 grau_presenca['MoP'] = fuzz.trimf(np.linspace(0, 1, 100), [0.2, 0.4, 0.6]) # Moderadamente Presente (MoP)
15 grau_presenca['AP'] = fuzz.trimf(np.linspace(0, 1, 100), [0.4, 0.6, 0.8]) # Alta Presença (AP)
16 grau_presenca['TP'] = fuzz.trimf(np.linspace(0, 1, 100), [0.6, 0.8, 1]) # Total Presença (TP)
17
18 # Definição das funções de pertinência triangular para Grau de Importância
19 grau_importancia['SI'] = fuzz.trimf(np.linspace(0, 1, 100), [0, 0, 0.2]) # Sem Importância (SI)
20 grau_importancia['PI'] = fuzz.trimf(np.linspace(0, 1, 100), [0, 0.2, 0.4]) # Pouco Importante (PI)
21 grau_importancia['MoI'] = fuzz.trimf(np.linspace(0, 1, 100), [0.2, 0.4, 0.6]) # Moderadamente Importante (MoI)
22 grau_importancia['IM'] = fuzz.trimf(np.linspace(0, 1, 100), [0.4, 0.6, 0.8]) # Importante (IM)
23 grau_importancia['MI'] = fuzz.trimf(np.linspace(0, 1, 100), [0.6, 0.8, 1]) # Muito Importante (MI)

```

Fonte: Elaboração própria adaptado Boente (2013)

A representação gráfica é essencial para a compreensão do modelo *fuzzy* de inteligência artificial, pois ela torna visualmente acessíveis as transições graduais entre os diferentes níveis de pertinência. Em vez de depender de definições matemáticas abstratas, a Figura abaixo ilustra as funções de pertinências para os termos linguísticos totalmente ausente, baixa presença, moderadamente presente, altamente presente e totalmente presente.

Gráfico 1 - Gráfico de função de pertinência triangular *fuzzy*



Fonte: Elaboração própria adaptado Boente (2013)

3. METODOLOGIA

3.1. TIPO DE PESQUISA

A pesquisa proposta é do tipo exploratória e descritiva, combinando uma ampla revisão dos referenciais teóricos com a análise prática dos fatores que influenciam o engajamento dos funcionários.

De acordo com Boente (2013), a pesquisa exploratória tem como objetivo principal investigar problemas ou questões pouco exploradas, buscando ampliar o conhecimento sobre o tema e possibilitando a formulação de hipóteses ou novas ideias. É caracterizada por sua flexibilidade e abordagem qualitativa, utilizando métodos como análise de literatura para levantar informações iniciais.

Para o autor, a pesquisa descritiva, busca detalhar e organizar informações sobre um fenômeno ou tema específico, descrevendo características, relações ou variáveis de forma clara e estruturada, com abordagens quantitativas, como questionários, análises estatísticas e observações, para registrar e interpretar dados com maior precisão.

Enquanto a pesquisa exploratória é voltada para descobertas iniciais e entendimento preliminar, a descritiva foca em documentar e apresentar informações existentes de maneira detalhada. A combinação desses dois tipos de pesquisa permite investigar conceitos teóricos e descrever como fatores, como engajamento e motivação, impactam o comportamento organizacional.

Ao iniciar a pesquisa com uma revisão bibliográfica ampla, cobrindo desde os filósofos aristotélicos, teorias clássicas de motivação e cognição, como as propostas por James (1890), Kahn (1990) até abordagens contemporâneas como as apresentadas pelos autores Saks (2006) Hakanen, Bakker e Turunen (2021), a revisão serviu de base para a identificação dos fatores que impactam diretamente o engajamento dos funcionários.

Para a modelagem do engajamento, o estudo utiliza o modelo *fuzzy* de inteligência artificial proposto inicialmente por Zadeh (1965) e expandida pelo próprio autor ao longo dos anos e cujo trabalho influenciou renomados pesquisadores no Brasil, como Cosenza et al. (2006), Boente (2013), Bezerra (2022), Ferreira (2022) entre muitos outros com pesquisas notáveis na área. Essa técnica permite lidar com a subjetividade e a imprecisão inerentes ao comportamento humano no ambiente de trabalho. O modelo foi utilizado para representar variáveis linguísticas sobre graus de engajamento, que foram posteriormente processadas para fornecer uma representação numérica das interações entre os fatores identificados.

Vietri (2023) justifica a utilização de dados sintéticos em sua tese de doutorado com base na necessidade de proteger a privacidade dos dados sensíveis, e argumenta que a geração de dados sintéticos possibilita a criação de conjuntos de dados que preservam as propriedades estatísticas essenciais dos dados reais, ao mesmo tempo em que impedem a exposição de informações confidenciais e que resultados dos trabalhos podem ser compartilhados de forma segura com pesquisadores e outras instituições, minimizando os riscos de violações de privacidade. Essa abordagem permite que dados sejam utilizados para análises, testes de algoritmos, aplicação de modelos e outros estudos sem comprometer a privacidade individual ou até mesmo sinalizar características de uma ou outra empresa específica.

Vietri (2023) defende que essa estratégia resolve o dilema entre a proteção de dados e a demanda por dados utilizáveis e viabiliza a implementação de modelos que podem ser replicados e utilizados por uma gama de usuários em diferentes áreas. No contexto da ciência de dados, a privacidade diferencial aplicada aos dados sintéticos permite que os pesquisadores apresentem resultados robustos e representativos, enquanto garantem a privacidade das informações subjacentes.

Essa dissertação, ao tratar de fatores de engajamento dos funcionários, envolve dados sensíveis que podem impactar a imagem estratégica da empresa. Para proteger essas informações, a pesquisa utilizou dados sintéticos gerados pela ferramenta biblioteca *Faker* (2024) em *Python* para gerar dados simulam cenários organizacionais e permitem testar variáveis linguísticas sobre o engajamento dos funcionários. Essa abordagem ofereceu flexibilidade na modelagem e possibilitou explorar hipóteses mesmo sem informações reais.

A coleta de dados foi realizada por meio da geração de perfis sintéticos de funcionários, categorizados em variáveis linguísticas, que foram alimentadas no modelo *fuzzy*. As saídas do modelo representam níveis de engajamento ajustados à complexidade e incerteza do comportamento humano, oferecendo uma análise detalhada dos resultados.

A metodologia empregada nesta pesquisa permite, portanto, a combinação de uma abordagem teórica sólida com a inovação trazida pelo uso de dados sintéticos e modelo *fuzzy* de inteligência artificial. Isso fornece uma visão abrangente sobre o engajamento dos funcionários, ao mesmo tempo em que oferece uma ferramenta prática para futuras decisões estratégicas nas organizações.

Para esta dissertação, foi utilizado o modelo triangular de função de pertinência, que é amplamente reconhecido por sua simplicidade e eficiência. Este modelo é ideal para problemas que apresentam transições bem definidas, como no controle de sistemas. Como mencionado por Bezerra (2022), é especialmente útil para representar variáveis com uma única zona de

transição, e adapta-se bem ao contexto desta pesquisa, que aborda o grau de engajamento dos funcionários.

3.1.1. Universo e Amostra da Pesquisa

O universo desta pesquisa compreende a utilização de dados sintéticos simulando as informações básicas de funcionários de diferentes localidades, departamento, sexo, gerações, e características relacionadas ao engajamento focando fatores previamente apresentados nos referenciais teóricos como perfil organizacional, comunicação organizacional, comunicação organizacional, diferenças geracionais, pacote de remuneração total, o universo é amplo e representativo das dinâmicas presentes e foi analisado de forma teórica e simulada para garantir a preservação de da confidencialidade de cada organização.

O modelo *fuzzy* de inteligência artificial foi aplicado para modelar as nuances de engajamento dos funcionários, e a simulação incluiu uma grande quantidade de dados para replicar a diversidade de situações organizacionais, que apoiaram a realização de análises preditivas com características próximas a realidade.

3.1.2. Quanto a Abordagem, aos Meios de Investigação e Obtenção de Dados

A pesquisa combina métodos quantitativos com modelagem computacional para gerar e analisar dados sintéticos, simulando fatores que influenciam o engajamento dos funcionários. Além disso, inclui uma retrospectiva histórica dos principais autores, oferecendo uma base teórica sólida sobre o tema. A análise de artigos científicos recentes e exemplos de organizações reforça a aplicabilidade das teorias de engajamento no mundo real.

A parte quantitativa envolve a geração de dados demográficos, como localidade, área de atuação, tempo de empresa, sexo e geração, além de variáveis relacionadas aos graus de presença e importância. Os dados sintéticos foram projetados para refletir contextos organizacionais reais, permitindo uma análise realista do engajamento dos funcionários. Com essa base, o modelo *fuzzy* de inteligência artificial converte essas variáveis em regras linguísticas, oferecendo uma abordagem abrangente para lidar com a complexidade dos fatores de engajamento.

3.1.3. Constructos e Variáveis de Pesquisa

Para identificar os constructos, foram consideradas variáveis-chave relacionadas ao engajamento dos funcionários, como perfil organizacional, cultura organizacional, comunicação organizacional, diversidade geracional e pacote de remuneração total, além de graus de presença e importância. Essas dimensões visam medir e compreender os níveis de engajamento nas organizações.

Principais Variáveis:

Características dos funcionários: Faixa etária, sexo, tempo na empresa, localidade e departamento.

Graus de presença: Avaliam o envolvimento dos funcionários em relação aos itens analisados.

Graus de importância: Capturam a relevância atribuída pelos funcionários a aspectos do trabalho e organização.

Perfil organizacional: Reflete características que moldam a percepção do ambiente de trabalho e o engajamento.

Cultura organizacional: Inclui valores e práticas que afetam o comportamento e o alinhamento dos funcionários.

Comunicação organizacional: Avalia a eficácia da comunicação interna, *feedback* e alinhamento com metas organizacionais.

Diferenças geracionais: Reconhece variações nas expectativas e valores entre equipes de diferentes idades.

Pacote de remuneração total: Considera a satisfação com a remuneração, equidade interna e competitividade externa.

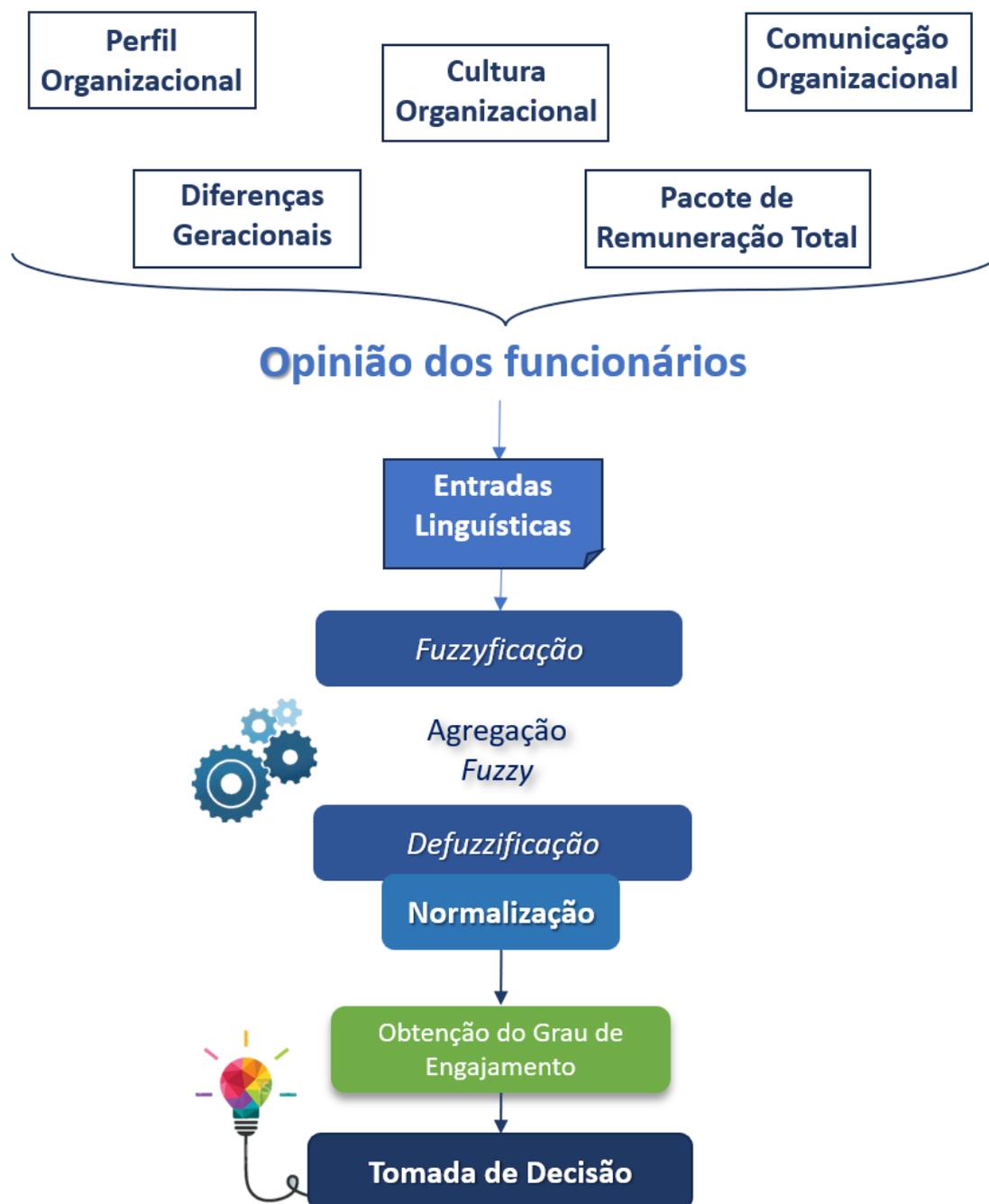
Essas variáveis estruturam a análise e são integradas ao modelo *fuzzy* de inteligência artificial para interpretar e medir os níveis de engajamento de forma abrangente e precisa.

3.2. DESCRIÇÃO DO MODELO PROPOSTO

O modelo apresentado na Figura 10 utiliza uma abordagem baseada na lógica *fuzzy* para avaliar o nível de engajamento dos funcionários dentro das organizações. A partir de variáveis como perfil organizacional, cultura organizacional, comunicação organizacional, diferenças geracionais e pacote de remuneração total, o modelo captura as opiniões subjetivas dos funcionários.

Essas entradas são inicialmente *fuzzyficadas*, convertendo os termos linguísticos em conjuntos *fuzzy* que podem ser manipulados matematicamente. Em seguida, ocorre a agregação *fuzzy*, onde são combinadas as diferentes variáveis de entrada para produzir um resultado global. Posteriormente, a *defuzzyficação* transforma os resultados *fuzzy* em um valor numérico concreto, que é normalizado para representar o grau de engajamento de maneira clara e compreensível.

Esse processo permite que as percepções subjetivas dos funcionários sejam transformadas em dados quantitativos, facilitando a tomada de decisão por parte da organização. Com isso, a empresa pode analisar e identificar o grau de engajamento dos funcionários de forma mais eficiente, possibilitando o desenvolvimento de estratégias para melhorar o ambiente de trabalho e reter talentos de maneira mais efetiva.

Figura 10 - Proposta do modelo *fuzzy* de inteligência Artificial

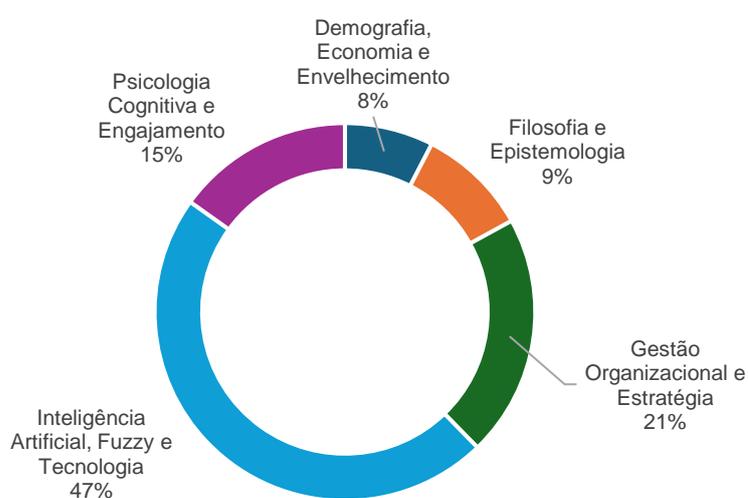
Fonte: Elaboração própria

4. APLICAÇÃO DO ESTUDO

4.1. DESCRIÇÃO DO ESTUDO

A dissertação foi desenvolvida a partir da construção e execução de um modelo *fuzzy* de inteligência artificial, utilizado para analisar o engajamento dos funcionários. O Gráfico 2, a seguir, demonstra a consistência dos temas explorados, considerando o contexto histórico, epistemológico e tecnológico, utilizados para ilustrar a aplicação prática do modelo.

Gráfico 2 - Distribuição dos conteúdos da dissertação por áreas de conhecimento

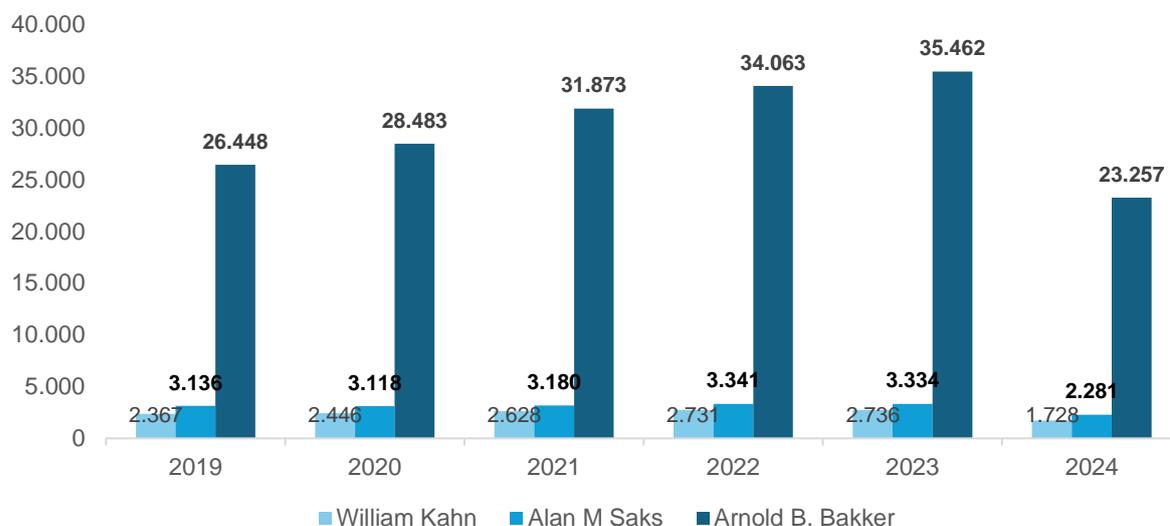


Fonte: Elaboração própria (base referências utilizadas na dissertação)

O estudo permeia as linhas dos pensamentos epistemológicos apresentando estudos sobre motivação, engajamento organizacional e têm sido tema de interesse de pesquisas de diversos autores ao longo da história.

Outros fatores subjetivos, como o equilíbrio entre vida pessoal e profissional e a flexibilidade no trabalho, são importantes para o engajamento e retenção de talentos. No entanto, não serão o foco desta dissertação, podendo ser exploradas em trabalhos futuros.

O Gráfico 3 apresenta um panorama geral sobre a quantidade de citações dos 3 autores que se destacaram em artigos e trabalhos acadêmicos nos últimos cinco anos em diversos países, evidenciando a relevância e a profundidade de suas pesquisas no campo do engajamento dos funcionários nas organizações. Seus estudos e teorias têm sido amplamente reconhecidos e utilizados como referência mundial, consolidando-os como autores fundamentais para a compreensão e desenvolvimento das temáticas abordadas na dissertação.

Gráfico 3 - Autores mais citados nos últimos anos sobre engajamento

Fonte: Elaboração própria

No contexto contemporâneo, ao analisar os principais autores sobre o tema de engajamento de funcionários nas organizações, é possível realizar as seguintes análises:

Quadro 4 - Principais autores citados e influências na psicologia cognitiva e engajamento

Autores	Principais Áreas de Conhecimento	Ano Referência
Aristóteles	Filosofia, Ética, Política, Psicologia	384–322 a.C.
William James	Psicologia, Filosofia da Mente, Pragmatismo	1890
Ulric Neisser	Psicologia Cognitiva, Percepção, Memória	1976
William Kahn	Psicologia Organizacional, Engajamento no Trabalho, Relações Interpessoais	1990
Margareth Matlin	Psicologia Cognitiva, Compreensão e Memória	2004
Alan M. Saks	Psicologia Organizacional, Recursos Humanos, Engajamento de Funcionários	2006
Arnold B. Bakker	Psicologia Positiva, Engajamento e Motivação no Trabalho, Modelo de Demandas e Recursos	2024

Fonte: Elaboração própria

Gráfico 4 - Gráfico de Nuvens de Palavras - Aristóteles



Fonte: Elaboração Própria

O Gráfico 4 apresenta algumas das palavras da obra *Ética a Nicômaco* de Aristóteles, Aristóteles (2011) e destaca conceitos centrais como virtude, felicidade e ações humanas, refletindo a busca pelo bem supremo e o equilíbrio nas decisões. Outros termos como justiça, prudência e amizade reforçam a importância das relações interpessoais e da sabedoria prática. A visão teleológica de Aristóteles é evidenciada na ênfase em propósito e equilíbrio na vida ética.

Gráfico 5 - Gráfico de Nuvem de palavras - William James e Ulric Neisser



Fonte: Elaboração Própria

O Gráfico 5 exibe os principais tópicos abordados por James (1890) em tons de azul e verde e estão ligados ao estudo da mente humana e suas faculdades cognitivas enquanto tons de laranja representam as palavras associadas à obra de Neisser (1976), que complementam os conceitos de James ao abordar aspectos como vontade, processos mentais, e interação corporal, enfatizando o papel dos processos cognitivos na interação com o ambiente e na construção da realidade.

Gráfico 6 - Gráfico de Nuvem de Palavras - Kahn, Saks e Bakker



Fonte: Elaboração Própria

O Gráfico 6 apresenta as principais palavras do artigo de Khan (1990) destacado em tons de roxo, sobre o engajamento no trabalho, disponibilidade psicológica e segurança e discute como o engajamento é afetado pelas interações no ambiente organizacional e os recursos emocionais disponíveis para os funcionários.

As palavras em amarelo abordam as palavras de Sacks (2006) e retrata os antecedentes do engajamento e suas consequências enfatizando fatores como justiça organizacional, reconhecimento, satisfação no trabalho e relacionando-os ao desempenho e ao *turnover*.

E em tons de verde e azul, Hakanen, Bakker e Turunen (2021) focam no desenvolvimento pessoal, equilíbrio entre vida pessoal e profissional, e autoeficácia, destacando a importância do crescimento e bem-estar no ambiente de trabalho.

Os Gráficos 4, 5 e 6 apresentam conjuntos de palavras relacionadas ao tema do engajamento dos funcionários, que têm sido debatidas ao longo dos anos, desde Aristóteles até os estudiosos contemporâneos e assim como a evolução do conceito de engajamento dos

funcionários, traçando um paralelo entre os primeiros pensadores, como Platão e Aristóteles, que associavam a motivação à busca pelo bem e pela felicidade, até os teóricos contemporâneos, como William James, Ulric Neisser e William Kahn, que expandiram essas ideias, considerando fatores emocionais, cognitivos e contextuais. Apesar da diversidade de abordagens ao longo do tempo, permanece um consenso de que os princípios básicos do engajamento, como a busca por significado e pertencimento, continuam inalterados. Conclui-se que, embora as práticas organizacionais mudem, os recursos de trabalho, associados às teorias de Kahn, Saks e Bakker, continuam centrais para criar ambientes que favoreçam o engajamento dos funcionários.

Conforme citação pública em seu site, Bakker (2024), “funcionários entusiasmados se destacam em seu trabalho porque mantêm o equilíbrio entre a energia que dão e a energia que recebem.”

O estudo destaca que elementos como perfil organizacional, cultura, comunicação e liderança permanecem fundamentais para promover o engajamento dos funcionários. Além disso, fatores contemporâneos, como diferenças geracionais e pacotes de remuneração total, têm sido incorporados, ampliando o entendimento sobre as dinâmicas organizacionais. Esses elementos são considerados os principais constructos que sustentam a análise do engajamento no contexto deste estudo.

4.2. APLICAÇÃO DO MODELO

4.2.1. Determinação das variáveis linguísticas

Para o desenvolvimento do modelo de análise do engajamento dos funcionários, é fundamental definir as variáveis linguísticas que serão utilizadas para a construção do modelo *fuzzy* de inteligência artificial. Esse modelo busca representar as principais características da dinâmica organizacional, que influenciam diretamente o comportamento e a percepção dos funcionários no ambiente de trabalho, servindo como base para análise dos diferentes fatores que afetam o engajamento.

As variáveis linguísticas foram determinadas através de revisão bibliográfica que permitiu identificar 5 constructos (perfil organizacional, cultura organizacional, comunicação organizacional, diferença geracional e pacote de remuneração total).

4.2.2. Escolha dos termos linguísticos

Nesta análise, serão propostos dois termos linguísticos: um para avaliar o grau de presença e outro para medir o grau de importância dos critérios de engajamento dos funcionários na organização. O termo grau de presença refere-se à frequência ou intensidade com que um determinado critério está presente no contexto avaliado, e o grau de importância visa mensurar o peso ou a relevância desse critério para o funcionamento ou o sucesso da organização no contexto do engajamento dos funcionários.

A utilização dos termos permite uma visão mais ampla e aprofundada do comportamento organizacional. Enquanto o grau de presença indica se um critério está de fato sendo aplicado, o grau de importância ajuda a entender se sua aplicação tem um impacto significativo para o funcionário. Assim, ao combinar essas duas perspectivas, é possível fazer uma avaliação mais precisa e fundamentada, fornecendo uma base sólida para a tomada de decisões estratégicas.

Os termos linguísticos sobre o grau de presença foram definidos para permitir avaliar os critérios de engajamento dos funcionários na organização. De acordo com Boente (2013), esses termos permitem uma análise gradual e detalhada do grau de atendimento dos critérios, facilitando a avaliação e a tomada de decisão com base na adequação e impacto deles, conforme ilustrado no quadro abaixo.

Quadro 5 - Termos linguísticos para o Grau de Presença

Termo fuzzy	Grau de presença	Descrição
0	Total Ausência (TA)	Indica total ausência do critério de qualidade avaliado
1	Baixa Presença (BP)	Indica um baixo grau de presença do critério de qualidade avaliado
2	Moderadamente Presente (MoP)	Indica um grau de presença moderada do critério
3	Alta Presença (AP)	Indica um alto grau de presença do critério, mas não de forma plena
4	Total Presença (TP)	Indica que não há dúvidas de que o critério está totalmente presente

Fonte: Elaboração própria adaptado Boente (2013)

Para avaliar o grau de importância dos critérios de engajamento dos funcionários na organização foram selecionados cinco termos linguísticos pois flexibilizam uma avaliação detalhada e gradual do impacto e relevância dos critérios, auxiliando no processo decisório. Conforme código *Python* apresentado no Apêndice A.

Quadro 6 - Termos linguísticos para o Grau de Importância

Termo fuzzy	Grau de importância	Descrição
0	Sem Importância (SI)	Indica que o critério não tem nenhuma importância
1	Pouco Importante (PI)	Indica que o critério tem pouca importância
2	Moderadamente Importante (MoI)	Indica que o critério tem importância em algumas circunstâncias, mas nem sempre
3	Importante (IM)	Indica que o critério é importante
4	Muito Importante (MI)	Indica que não há dúvidas de que o critério é imprescindível

Fonte: Elaboração própria adaptado Boente (2013)

4.2.3. Criação das funções de pertinência, termos *fuzzy* apresentados

Para representar a diversidade de informações dos funcionários em relação aos graus de presença e de importância, com o objetivo de identificar o nível de engajamento nas empresas, o modelo *fuzzy* de inteligência artificial mais adequado é o uso de conjuntos *fuzzy* triangulares. Esses modelos oferecem flexibilidade para lidar com incertezas, sendo amplamente utilizados por sua capacidade de representar variações mínimas nos dados. Além disso, eles são facilmente implementáveis em linguagens de programação como *Python*, que proporciona bibliotecas robustas para o processamento de dados e criação de gráficos.

A utilização de conjuntos *fuzzy* triangulares permite análise quantitativa e a visualização gráfica dos resultados, facilitando a interpretação das informações e dessa forma, qualquer pessoa com acesso aos gráficos, independentemente de sua familiaridade com a modelagem *fuzzy*, poderá analisar e compreender os padrões de engajamento, enriquecendo o processo de tomada de decisão nas empresas.

Para a aplicação prática desta dissertação, foram realizadas simulações que incluíram 4 perguntas para cada variável linguística totalizando 20 questões diferentes conforme questionário estruturado no Apêndice B, cujas respostas estão classificadas nos 5 graus de presença e importância.

Para o grau de importância, avaliou-se a relevância ou o impacto do fator em questão no contexto organizacional. Cada pergunta buscou identificar o nível de relevância, indo de "Sem Importância" até "Muito Importante."

O grau de presença avaliou o quão presente determinado fator ou característica está na organização ou no ambiente analisado. As respostas variaram de "Total Ausência" até "Total Presença", garantindo uma compreensão detalhada de cada fator.

Essas simulações permitiram uma análise estruturada, mapeando e avaliando de maneira robusta as diferentes dimensões do engajamento e outros fatores relevantes.

Quadro 7 - Grau de pertinências e relações com as variáveis linguísticas

Variáveis linguísticas	Grau de Importância	Grau de Presença
Perfil Organizacional	Sem Importância (SI)	Total Ausência (TA)
Cultura Organizacional	Pouco Importante (PI)	Baixa Presença (BP)
Comunicação Organizacional	Moderadamente importante (MoI)	Moderadamente Presente (MoP)
Diversidade Geracional	Importante (IM)	Alta Presença (AP)
Remuneração Total	Muito Importante (MI)	Total Presença (TP)

Fonte: Elaboração própria

No Quadro 7, para cada uma das perguntas dos subitens do grau de pertinência foi correlacionada as possibilidades entre cada grau de pertinência com os graus de importância e graus de presença de diversas variáveis linguísticas no contexto organizacional. Essa correlação permitiu entender como diferentes aspectos ou fatores de uma organização podem ter diferentes impactos.

Para uma aplicação em uma empresa real, recomenda-se que tanto as perguntas quanto a frequência de aplicação dos formulários sejam conduzidos de forma multidisciplinar, com a colaboração de profissionais de RH, liderança e gestores, assegurando uma abordagem abrangente e alinhada às necessidades da empresa.

A revisão do questionário estruturado, demonstrado no Apêndice B, assegura que as perguntas estejam alinhadas às características específicas da organização. Além disso, permite definir a quantidade ideal de questões necessárias para representar todas as características mapeadas de maneira eficaz, incluindo perguntas complementares que reforcem e validem as respostas anteriores, garantindo maior consistência nas respostas dos funcionários. A Figura 11 ilustra a codificação em *Python* utilizada para a definição das funções *fuzzy* empregadas nesta dissertação.

Figura 11 - Codificação Variáveis Linguísticas em Python

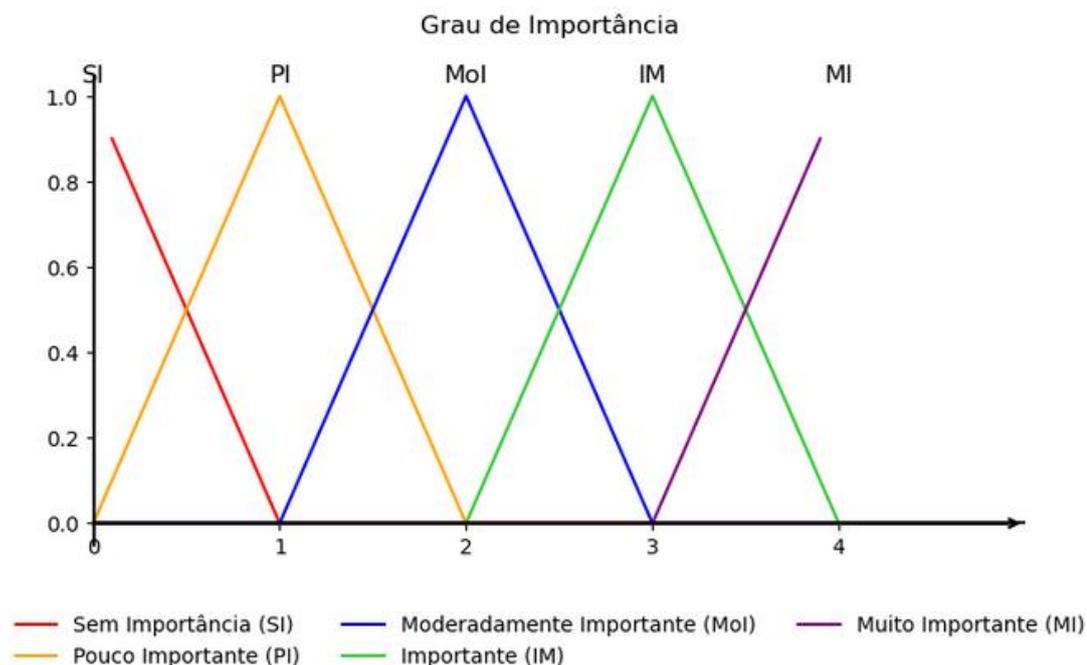
```

1 import numpy as np
2 import matplotlib.pyplot as plt
3 import skfuzzy as fuzz
4 from skfuzzy import control as ctrl
5 import math
6
7 # Definir os intervalos de pertinência para Grau de Presença e Grau de Importância
8 grau_presenca = ctrl.Antecedent(np.linspace(0, 1, 100), 'grau_presenca')
9 grau_importancia = ctrl.Antecedent(np.linspace(0, 1, 100), 'grau_importancia')
10 engajamento_Crisp = ctrl.Consequent(np.linspace(0, 1, 100), 'Saida_engajamentoCrisp')
11
12 # Definição das funções de pertinência triangular para Grau de Presença
13 grau_presenca['TA'] = fuzz.trimf(np.linspace(0, 1, 100), [0, 0, 0.2]) # Total Ausência (TA)
14 grau_presenca['BP'] = fuzz.trimf(np.linspace(0, 1, 100), [0, 0.2, 0.4]) # Baixa Presença (BP)
15 grau_presenca['MoP'] = fuzz.trimf(np.linspace(0, 1, 100), [0.2, 0.4, 0.6]) # Moderadamente Presente (MoP)
16 grau_presenca['AP'] = fuzz.trimf(np.linspace(0, 1, 100), [0.4, 0.6, 0.8]) # Alta Presença (AP)
17 grau_presenca['TP'] = fuzz.trimf(np.linspace(0, 1, 100), [0.6, 0.8, 1]) # Total Presença (TP)
18
19 # Definição das funções de pertinência triangular para Grau de Importância
20 grau_importancia['SI'] = fuzz.trimf(np.linspace(0, 1, 100), [0, 0, 0.2]) # Sem Importância (SI)
21 grau_importancia['PI'] = fuzz.trimf(np.linspace(0, 1, 100), [0, 0.2, 0.4]) # Pouco Importante (PI)
22 grau_importancia['MoI'] = fuzz.trimf(np.linspace(0, 1, 100), [0.2, 0.4, 0.6]) # Moderadamente Importante (MoI)
23 grau_importancia['IM'] = fuzz.trimf(np.linspace(0, 1, 100), [0.4, 0.6, 0.8]) # Importante (IM)
24 grau_importancia['MI'] = fuzz.trimf(np.linspace(0, 1, 100), [0.6, 0.8, 1]) # Muito Importante (MI)
25
26 # Definição das funções de pertinência triangular para Grau de Engajamento
27 engajamento_Crisp['SE'] = fuzz.trimf(np.linspace(0, 1, 100), [0, 0, 0.2]) # Sem Engajamento (SE)
28 engajamento_Crisp['PE'] = fuzz.trimf(np.linspace(0, 1, 100), [0, 0.2, 0.4]) # Pouco Engajado (PE)
29 engajamento_Crisp['MoE'] = fuzz.trimf(np.linspace(0, 1, 100), [0.2, 0.4, 0.6]) # Moderadamente Engajado (MoE)
30 engajamento_Crisp['EN'] = fuzz.trimf(np.linspace(0, 1, 100), [0.4, 0.6, 0.8]) # Engajado (EN)
31 engajamento_Crisp['ME'] = fuzz.trimf(np.linspace(0, 1, 100), [0.6, 0.8, 1]) # Muito Engajado (ME)

```

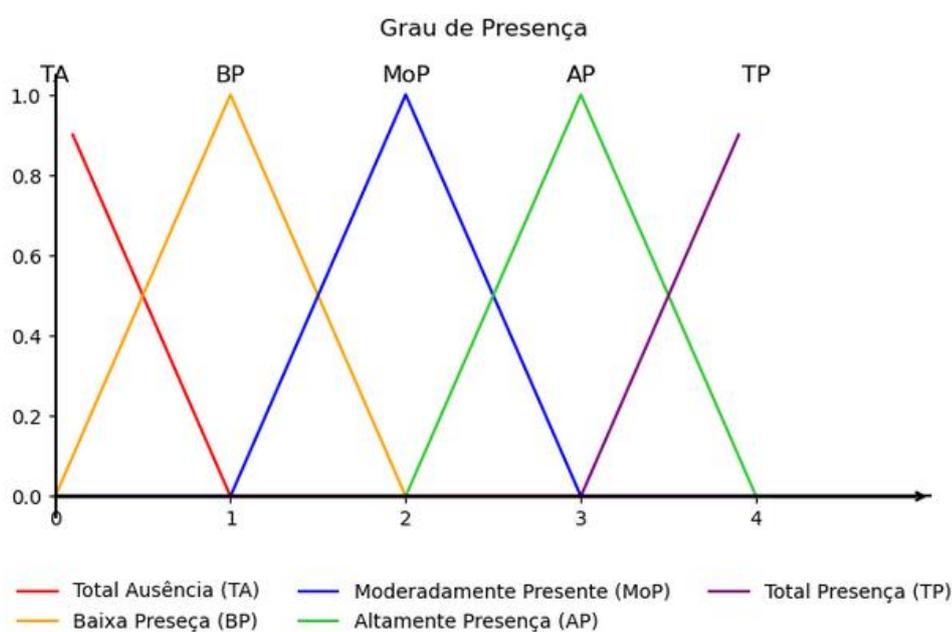
Fonte: Elaboração própria adaptado Boente (2013)

Gráfico 7 - Conjunto triangular *fuzzy* dos termos linguísticos - Grau de Importância



O Gráfico 7 ilustra o conjunto triangular *fuzzy* dos termos linguísticos para o grau de importância, enquanto o Gráfico 8 ilustra o conjunto *fuzzy* dos termos linguísticos para o grau de presença de critérios balizadores para calcular o grau de engajamento dos funcionários.

Gráfico 8 - Conjunto triangular *fuzzy* dos termos linguísticos - Grau de Presença



O Quadro 8 é um quadro comparativo dos termos linguísticos referentes aos graus de presença e importância, a partir da definição dos números triangulares *fuzzy* definidos.

Quadro 8 - Números *fuzzy* triangulares dos conjuntos *fuzzy* apresentados

Termo fuzzy	Ñ fuzzy triangular	Grau de presença	Grau de importância
0	(0, 0, 1)	Total Ausência (TA)	Sem Importância (SI)
1	(0, 1, 2)	Baixa Presença (BP)	Pouco Importante (PI)
2	(1, 2, 3)	Moderadamente Presente (MoP)	Moderadamente Importante (MoI)
3	(2, 3, 4)	Alta Presença (AP)	Importante (IM)
4	(3, 4, 4)	Total Presença (TP)	Muito Importante (MI)

Fonte: Elaboração própria adaptado Boente (2013)

4.2.4. Geração dos dados sintéticos

Nessa etapa serão realizadas as configurações de desenvolvimento código *Python* para a criação dos dados sintéticos, conforme detalhado no Apêndice B com apresentação passo a passo do desenvolvimento em *Python* para a geração e criação de correlação das variáveis para a garantia de consistência nas informações geradas em relação aos parâmetros definidos. Conforme já mencionado, Vietri (2023) reforça a importância da utilização de dados sintéticos devido a flexibilidade de parametrização e garantia da confidencialidade de dados sensíveis, a biblioteca *Faker* (2024) em *Python* é necessário adicionar o maior nível de instruções possível, para garantir maior consistência nas informações geradas. O Quadro 9 apresenta os parâmetros utilizados na definição dos critérios para geração dos dados sintéticos e permitirão explorar uma variedade de situações que poderiam ocorrer em diferentes tipos de empresas.

Quadro 9 - Parâmetros para a geração de dados sintéticos

Título	Parâmetros	Crítérios
Identificador	Valores únicos	Intervalo de 1 a 3.000
Localidade	Sede	15 % - 25%
	Filial A	10% - 15 %
	Filial B	10% - 15 %
	Filial C	10% - 15 %
	Filial D	10% - 15 %
	Fábrica A	15% - 18 %
	Fábrica B	15% - 18 %
Departamentos	Produção	40% - 45%
	Financeiro	14% - 16%

	RH	14% - 16%
	Marketing	9% - 10%
	Suprimentos	14% - 16%
Sexo	Feminino	40% - 45 %
	Masculino	45% - 55%
Geração	Baby Boomers	10% - 15%
	Geração X	25% - 30%
	Geração Y, <i>Millenials</i>	25% - 35%
	Geração Z	20% - 25%
Tempo médio na empresa	Até 2 anos	20% - 25%
	Entre 2 anos até 5 anos	15% - 20%
	Entre 5 anos até 10 anos	35% - 45%
	Entre 10 anos até 15 anos	10% - 15%
	Acima de 15 anos	3% - 5%
Grau de Importância	Perfil organizacional	Sem Importância (SI) Pouco Importante (PI) Moderadamente importante (MoI) Importante (IM) Muito Importante (MI)
	Cultura organizacional	
	Comunicação organizacional	
	Diversidade geracional	
	Pacote de remuneração total	
Grau de Presença	Perfil Organizacional	Total Ausencia (TA) Baixa Presença (BP) Moderadamente Presente (MoP) Alta Presença (AP) Total Presença (TP)
	Cultura organizacional	
	Comunicação organizacional	
	Diversidade geracional	
	Pacote de remuneração total	

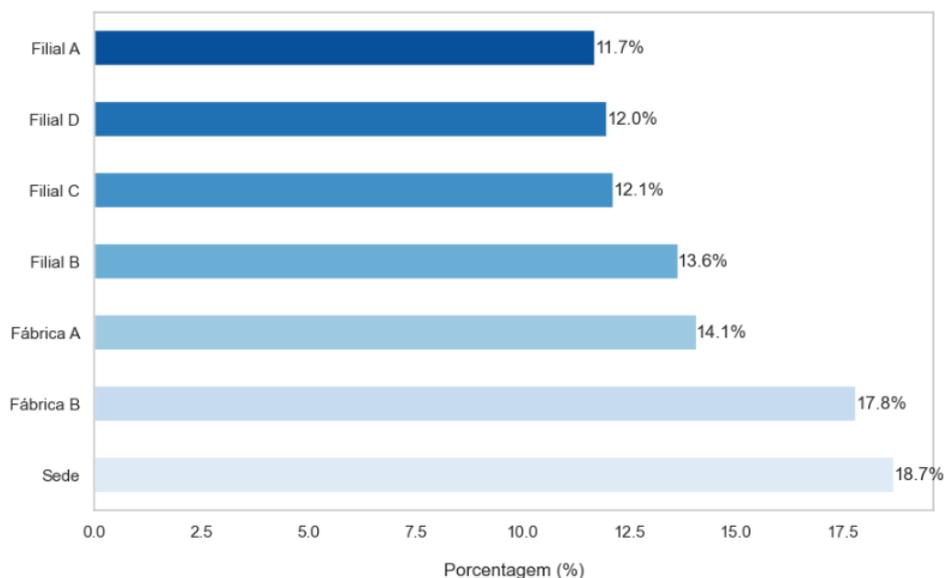
Fonte: Elaboração própria

A código *Python* produzido está disponível no Apêndice C. Além disso foi tomado um cuidado especial ao salvar os arquivos em *excel*, garantindo que todas as interações realizadas estejam sempre referenciando o mesmo conjunto de dados, com as mesmas informações geradas na análise de correlação. Dessa forma, os arquivos podem ser facilmente compartilhados e utilizados para atribuições e análises posteriores.

4.2.5. Análise dos dados sintéticos

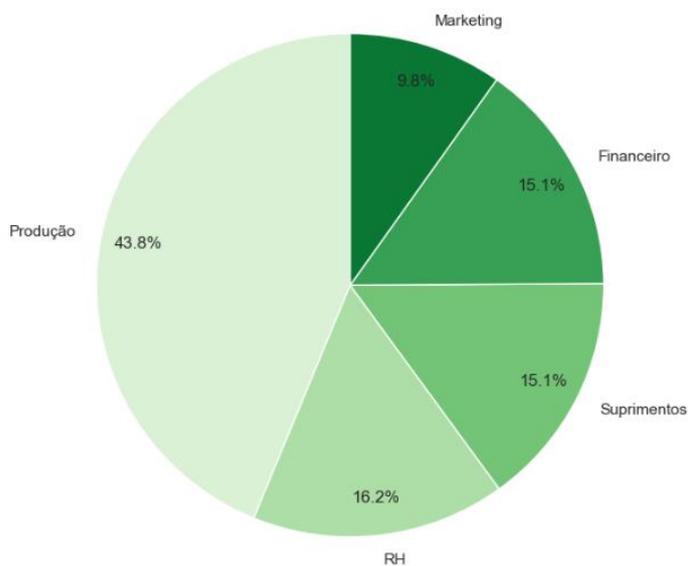
A análise dos dados sintéticos gerados permite avaliar a consistência das informações, explorando situações diversas que poderiam ocorrer em diferentes empresas. Embora sejam dados sintéticos gerados por parâmetros no código *Python*, a apresentação consistente demonstra que eles podem representar cenários reais.

O Quadro 9 mostra os parâmetros de entrada e os gráficos a seguir detalham se esses dados foram replicados corretamente pela biblioteca *Faker*, permitindo verificar se os dados sintéticos fazem sentido ao serem comparados com os parâmetros definidos inicialmente.

Gráfico 9 - Distribuição de funcionários por localidade

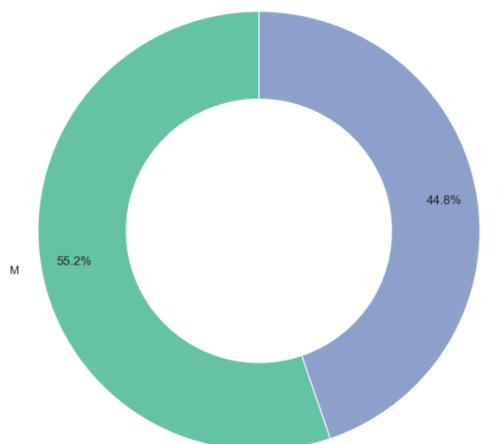
Fonte: Elaboração própria

O Gráfico 9 apresenta como a distribuição das localizações faz sentido em um contexto de organizações em um cenário onde as fábricas têm um papel significativo na estrutura organizacional.

Gráfico 10 - Distribuição de funcionários por Departamentos

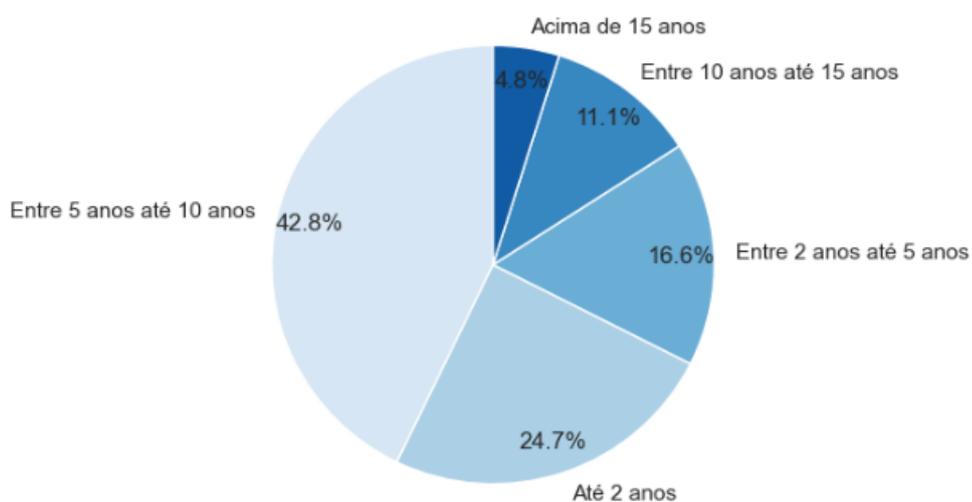
Fonte: Elaboração própria

As informações dos Gráficos 9 e 10 representam uma distribuição relativamente uniforme de acordo com os parâmetros de entrada e faz sentido em um cenário onde a produção tem um papel significativo na estrutura organizacional.

Gráfico 11 - Distribuição de funcionários por Sexo

Fonte: Elaboração própria

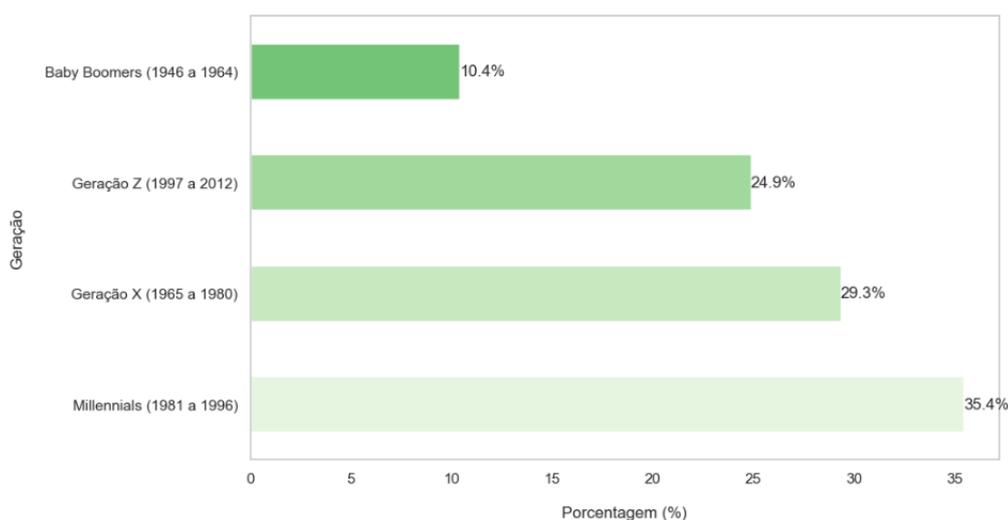
O Gráfico 11 apresenta a proporção de pessoas por sexo, seguindo os parâmetros iniciais utilizados no desenvolvimento, apresentando que os dados correspondem a 55,2% sexo masculino e 44,8% sexo feminino, essa distribuição indica uma divisão tradicional em muitas organizações, especialmente em setores de produção e fábricas, onde a força de trabalho masculina ainda pode ser predominante.

Gráfico 12 - Distribuição de funcionários por Tempo Médio de Empresa

Fonte: Elaboração própria

O Gráfico 12 apresenta a distribuição dos funcionários por tempo de empresa, seguindo os parâmetros iniciais utilizados no desenvolvimento, essa distribuição indica uma proporção mundo comum em muitas organizações que atuam em todas as áreas de negócios.

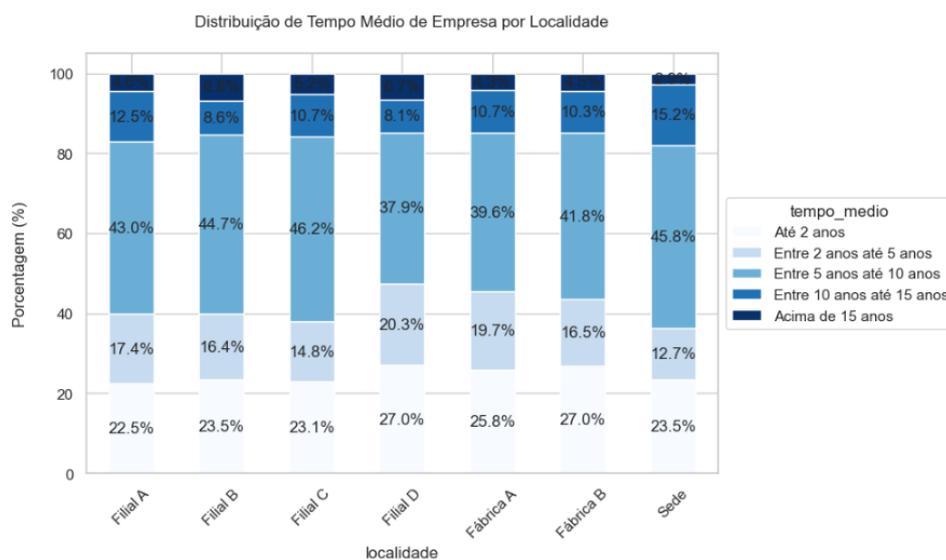
Gráfico 13 - Distribuição de funcionários por Geração



Fonte: Elaboração própria

O Gráfico 13 indica que a maior parte da amostra está concentrada Gerações Y *Millennials* e X, seguidos pela Geração Z, a geração *Baby Boomers* representa a menor parcela dos funcionários. A predominância da Gerações Y e Z e da Geração X podem ser reproduzidos em cenários reais de organizações confirmando a consistência dos dados sintéticos gerados.

Gráfico 14 - Distribuição de funcionários por Tempo médio e localidade



Fonte: Elaboração própria

O Gráfico 14 destaca a relação entre as localizações e o tempo médio na empresa. Isso pode estar relacionado à natureza do trabalho fabril e pode ser facilmente reconhecido em contextos de empresas reais.

De forma geral os gráficos representam que a biblioteca *Faker* cumpre o seu papel ao gerar dados sintéticos que refletem situações e cenários que são facilmente encontrados em contextos organizacionais reais.

4.2.6. Tabulação dos dados sintéticos

Os dados sintéticos foram carregados e organizados em um *DataFrame* utilizando a biblioteca *pandas*. A tabela a seguir ilustra as primeiras entradas desses dados, contendo variáveis representativas de uma pesquisa simulada em um ambiente corporativo.

Esse conjunto de dados foi gerado sinteticamente para simular a resposta a questionários estruturados, representando um cenário típico em pesquisas de engajamento e comportamento organizacional.

A seguir, os dados de alguns registros de um total de 3.000 funcionários reproduzidos sinteticamente, foram organizados e preparados para as análises subsequentes, garantindo uma base sólida para a simulação de métricas e aplicação de técnicas de *data science*.

4.2.7. Modelo *Fuzzy* de inteligência artificial

A aplicação dos termos linguísticos consiste em categorizar os graus de presença e importância conforme a simulação dos dados sintéticos utilizados nessa dissertação. Esta etapa foi realizada seguindo o detalhamento a seguir:

Processo de *Fuzzificação*:

$$(a, b, c)_{agreg} = \sum_{i=1}^{3.000} \sum_{j=1}^{25} DS * (Aval) \quad (2)$$

Onde:

b , corresponde ao valor de entrada do dado sintético ($Aval$).

a , é calculado por:

Se $b > 0$

Então $b - 1$

Senão b

Fim-se

c , é calculado por:

Se $b < 4$

Então $b + 1$

Senão b

Fim-se

Ao finalizar esse processo obtivemos o número triangular *fuzzy*,

Processo de *Defuzzificação*:

$$V_{Crisp} = \frac{a + 2b + c}{4} \quad (3)$$

Ao finalizar esse processo obtivemos o V_{Crisp} , que é número real correspondente.

Processo de Normalização:

$$V_{Normal} = \frac{V_{Crisp}}{V_{Crisp (MAX)}} \quad (4)$$

Ao finalizar o processo obtivemos os V_{Normal} que é o valor V_{Crisp} em *Fuzzy*.

O processo de salvar os resultados da *fuzzificação* e *defuzzificação*, ilustrado na Figura 12, é essencial para garantir que as análises possam ser revisitadas e replicadas posteriormente, a gravação dos dados em um formato acessível, como um arquivo *Excel*, facilita o compartilhamento dos resultados com outros pesquisadores e tomadores de decisão, promovendo a transparência e a reprodutibilidade da pesquisa.

Figura 12 - Salvando a etapa de fuzzificação e defuzzificação para análises futuras

```

209
210 # Gerando dados
211 dados = gerar_dados()
212
213 # Convertendo para DataFrame
214 df = pd.DataFrame(dados)
215 # Exibir as 30 primeiras linhas como uma tabela
216 display(df.head(30))
217
218
219
220 # Salvar os dados em um arquivo Excel
221 df.to_excel("dados_simulados.xlsx", index=False)
222

```

Fonte: Elaboração própria

A etapa de salvamento também serve como uma forma de assegurar a integridade dos dados analisados, permitindo que os resultados sejam verificados e utilizados para análises futuras, caso seja necessário comparar novos dados ou ajustar parâmetros no modelo *fuzzy*.

Após a finalização de todas as etapas do processo foi possível realizar o cálculo do grau de engajamento dos funcionários que é obtido através da aplicação da fórmula.

$$G_{Engaj} = V_{Pres} - V_{Import} \quad (5)$$

O Quadro 13 ilustra o grau de engajamento dos funcionários de certa empresa.

Quadro 13 - Grau de Engajamento de Funcionários

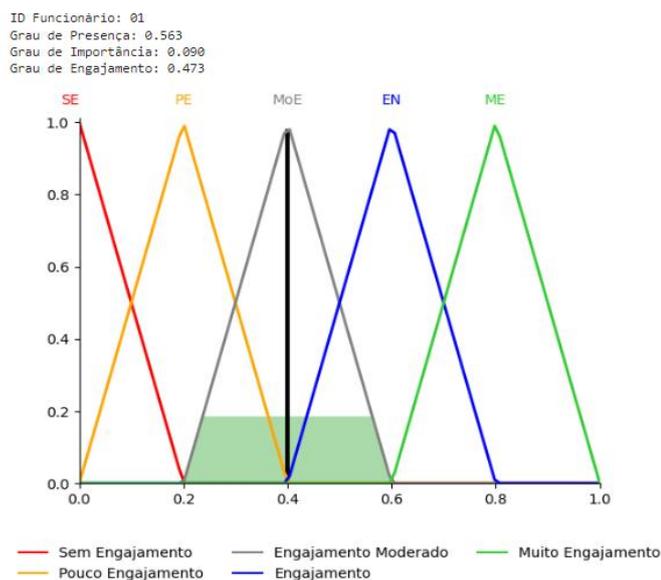
Id. Funcionário	Localidade	Departamento	Sexo	Geração	Tempo médio	Grau de Presença			Grau de Importância			PROCESSO DE NORMALIZAÇÃO	FAIXAS DE GRAU DE ENGAJAMENTO					
						FUZZYFIKAÇÃO		PROCESSO DE NORMALIZAÇÃO	FUZZYFIKAÇÃO		PROCESSO DE NORMALIZAÇÃO			DEFUZZYFIKAÇÃO		PROCESSO DE NORMALIZAÇÃO		
						N TRIANGULAR	VALOR CRISP	VALOR CRISP	N TRIANGULAR	VALOR CRISP	VALOR CRISP			N TRIANGULAR	VALOR CRISP			
1	Fábrica B	RH	F	Millennials (1981 a 1996)	Até 2 anos	1,50	2,00	2,95	2,113	0,563	-	-	1,35	0,338	0,090	0,473	Engajamento Moderado	
4	Filial A	Produção	M	Geracão X (1965 a 1980)	Entre 5 anos até 10 anos	0,50	1,50	2,15	1,413	0,377	-	-	1,20	0,300	0,090	0,297	Pouco Engajamento	
5	Sede	Suprimentos	M	Baby Boomers (1946 a 1964)	Entre 10 anos até 15 anos	0,45	1,00	2,45	1,225	0,327	-	-	1,00	0,900	0,240	0,087	Sem Engajamento	
884	Fábrica B	Produção	M	Geracão X (1965 a 1980)	Entre 10 anos até 15 anos	3,00	4,00	4,00	3,750	1,000	0,35	-	2,45	1,200	0,320	0,680	Engajamento	
1349	Filial C	Financeiro	M	Geracão X (1965 a 1980)	Entre 5 anos até 10 anos	3,00	4,00	4,00	3,750	1,000	-	-	1,00	2,500	0,067	0,933	Muito Engajamento	
1350	Filial A	Produção	M	Baby Boomers (1946 a 1964)	Acima de 15 anos	0,10	-	1,20	0,325	0,087	2,40	4,00	4,00	3,600	0,960	-0,873	Sem Engajamento	
1351	Filial B	Financeiro	F	Geracão Z (1997 a 2012)	Entre 5 anos até 10 anos	2,00	3,00	4,00	3,000	0,800	0,75	2,00	3,15	1,975	0,527	0,273	Pouco Engajamento	
1352	Filial B	Financeiro	F	Millennials (1981 a 1996)	Entre 5 anos até 10 anos	0,30	-	1,60	0,475	0,127	0,55	1,50	2,70	1,563	0,417	-0,290	Sem Engajamento	
1353	Filial A	RH	F	Geracão X (1965 a 1980)	Entre 10 anos até 15 anos	2,00	2,30	3,00	1,188	0,317	0,60	2,00	2,95	1,888	0,503	-0,187	Sem Engajamento	
1354	Filial A	Marketing	M	Geracão Z (1997 a 2012)	Entre 5 anos até 10 anos	1,40	3,00	3,40	2,700	0,720	-	-	1,05	0,263	0,070	0,650	Engajamento	
1354	Filial A	Financeiro	M	Geracão Z (1997 a 2012)	Até 2 anos	1,00	2,00	3,00	2,000	0,533	-	-	1,25	0,313	0,083	0,450	Engajamento Moderado	
1355	Filial D	RH	M	Geracão X (1965 a 1980)	Entre 10 anos até 15 anos	0,20	-	1,50	0,425	0,113	-	-	1,45	0,363	0,097	0,017	Sem Engajamento	
1356	Filial D	Financeiro	M	Millennials (1981 a 1996)	Entre 5 anos até 10 anos	1,50	2,00	2,50	2,000	0,533	0,95	2,00	3,25	2,050	0,547	-0,013	Sem Engajamento	
1357	Filial B	Marketing	F	Geracão X (1965 a 1980)	Entre 5 anos até 10 anos	1,70	3,00	3,70	2,850	0,760	0,05	1,00	2,05	1,025	0,273	0,487	Engajamento Moderado	
1358	Filial B	Financeiro	F	Geracão Z (1997 a 2012)	Entre 10 anos até 15 anos	1,30	3,00	3,30	2,650	0,707	0,75	2,00	2,90	1,913	0,510	0,197	Sem Engajamento	
1359	Fábrica A	Suprimentos	M	Geracão X (1965 a 1980)	Até 2 anos	0,30	1,00	2,00	1,075	0,287	-	-	1,20	0,300	0,080	0,207	Pouco Engajamento	
1360	Sede	Financeiro	M	Millennials (1981 a 1996)	Entre 5 anos até 10 anos	0,55	2,00	2,10	1,663	0,443	-	-	1,00	1,55	0,237	0,807	Pouco Engajamento	
1361	Filial B	Marketing	F	Millennials (1981 a 1996)	Entre 2 anos até 5 anos	0,70	2,00	2,70	1,850	0,493	-	-	1,20	0,300	0,080	0,413	Engajamento Moderado	
1362	Filial D	Suprimentos	F	Geracão X (1965 a 1980)	Entre 10 anos até 15 anos	1,20	3,00	3,20	2,600	0,693	1,05	3,00	3,35	2,600	0,693	0,000	Sem Engajamento	
1363	Filial C	RH	M	Geracão X (1965 a 1980)	Até 2 anos	0,25	1,00	2,25	1,125	0,300	1,10	2,00	3,45	2,138	0,770	-0,270	Sem Engajamento	
1364	Fábrica B	Produção	M	Millennials (1981 a 1996)	Até 2 anos	0,45	1,00	2,15	1,150	0,307	0,55	1,00	2,65	1,300	0,347	-0,040	Sem Engajamento	
1365	Filial C	Financeiro	M	Baby Boomers (1946 a 1964)	Entre 10 anos até 15 anos	0,50	1,50	2,10	1,400	0,373	-	-	0,50	1,50	0,625	0,167	0,207	Pouco Engajamento
1366	Sede	Produção	M	Geracão X (1965 a 1980)	Entre 5 anos até 10 anos	3,00	4,00	4,00	3,750	1,000	0,25	1,00	2,25	1,125	0,300	0,700	Engajamento	
1367	Sede	Financeiro	M	Geracão X (1965 a 1980)	Entre 10 anos até 15 anos	0,75	2,00	2,75	1,875	0,500	1,15	2,00	3,40	2,138	0,770	-0,070	Sem Engajamento	
1368	Filial D	Produção	M	Geracão X (1965 a 1980)	Entre 5 anos até 10 anos	0,90	2,00	2,80	1,925	0,513	0,45	2,00	2,60	1,763	0,470	0,043	Sem Engajamento	
1369	Filial D	Suprimentos	F	Geracão X (1965 a 1980)	Entre 2 anos até 5 anos	0,20	-	1,40	0,400	0,107	-	-	0,50	1,50	0,625	-0,060	Sem Engajamento	
1385	Fábrica A	Produção	F	Millennials (1981 a 1996)	Entre 5 anos até 10 anos	0,20	1,00	1,80	1,000	0,267	-	-	1,20	0,300	0,080	0,187	Sem Engajamento	
1386	Fábrica A	Marketing	F	Baby Boomers (1946 a 1964)	Entre 10 anos até 15 anos	0,65	2,00	2,65	1,738	0,487	0,20	1,00	2,20	1,100	0,293	0,193	Sem Engajamento	
1387	Filial B	Suprimentos	M	Millennials (1981 a 1996)	Até 2 anos	1,00	4,00	3,25	3,338	0,890	-	-	1,25	0,313	0,083	0,807	Muito Engajamento	
1388	Sede	RH	M	Millennials (1981 a 1996)	Entre 5 anos até 10 anos	0,20	1,00	1,80	1,000	0,267	1,35	3,00	3,75	2,775	0,740	-0,473	Sem Engajamento	
1389	Fábrica B	Produção	M	Geracão X (1965 a 1980)	Acima de 15 anos	0,75	2,00	2,50	1,813	0,483	0,15	1,00	1,95	1,025	0,547	0,210	Pouco Engajamento	
1390	Fábrica B	Marketing	M	Millennials (1981 a 1996)	Entre 2 anos até 5 anos	0,60	2,00	2,60	1,800	0,480	0,95	2,00	3,25	2,050	0,547	-0,067	Sem Engajamento	
1391	Fábrica A	RH	F	Geracão X (1965 a 1980)	Entre 5 anos até 10 anos	0,55	2,00	2,10	1,663	0,443	-	-	1,20	0,300	0,080	0,363	Pouco Engajamento	
1392	Filial D	Produção	M	Geracão X (1965 a 1980)	Acima de 15 anos	0,90	2,00	2,90	1,950	0,520	-	-	1,30	0,325	0,087	0,433	Engajamento Moderado	
1393	Sede	Suprimentos	F	Millennials (1981 a 1996)	Entre 10 anos até 15 anos	0,60	2,00	2,35	1,738	0,463	0,85	2,00	2,85	1,925	0,513	-0,050	Sem Engajamento	
1394	Filial B	RH	M	Geracão Z (1997 a 2012)	Entre 2 anos até 5 anos	0,45	1,00	2,15	1,150	0,307	0,50	1,50	2,05	1,388	0,370	-0,063	Sem Engajamento	
1395	Fábrica B	Produção	M	Geracão X (1965 a 1980)	Entre 10 anos até 15 anos	0,70	1,00	2,70	1,350	0,360	1,55	3,00	3,80	2,838	0,757	-0,397	Sem Engajamento	
1396	Fábrica A	Produção	M	Geracão X (1965 a 1980)	Acima de 15 anos	1,00	2,00	3,00	2,000	0,533	0,10	1,00	2,05	1,038	0,277	0,257	Pouco Engajamento	
1397	Filial A	Suprimentos	M	Geracão Z (1997 a 2012)	Até 2 anos	0,80	1,00	2,80	1,400	0,373	0,15	1,00	2,00	1,038	0,277	0,097	Sem Engajamento	
2986	Filial D	Suprimentos	F	Geracão Z (1997 a 2012)	Entre 5 anos até 10 anos	1,20	3,00	3,20	2,600	0,693	-	-	0,50	1,50	0,625	0,167	0,527	Engajamento Moderado
...
2988	Filial B	RH	M	Geracão Z (1997 a 2012)	Até 2 anos	0,30	-	1,60	0,475	0,127	2,00	4,00	4,00	3,500	0,933	-0,807	Sem Engajamento	
2989	Filial B	Marketing	F	Geracão Z (1997 a 2012)	Entre 2 anos até 5 anos	1,15	2,00	2,40	1,888	0,503	-	-	0,50	1,50	0,625	0,167	0,337	Pouco Engajamento
2990	Filial D	Produção	F	Millennials (1981 a 1996)	Entre 2 anos até 5 anos	-	1,00	2,00	1,000	0,267	1,00	2,00	3,20	2,050	0,547	-0,280	Sem Engajamento	
2991	Filial D	RH	M	Geracão X (1965 a 1980)	Entre 2 anos até 5 anos	1,70	3,00	3,70	2,850	0,760	-	-	1,00	1,70	0,925	0,513	Engajamento Moderado	
2992	Filial B	Marketing	M	Geracão X (1965 a 1980)	Até 2 anos	0,10	1,00	2,10	1,075	0,280	0,60	2,00	2,65	1,313	0,350	-0,070	Sem Engajamento	
2993	Fábrica B	Produção	F	Millennials (1981 a 1996)	Entre 2 anos até 5 anos	0,95	2,00	2,95	1,950	0,527	0,60	2,00	2,95	1,888	0,503	0,023	Sem Engajamento	
2994	Fábrica A	Produção	M	Baby Boomers (1946 a 1964)	Entre 5 anos até 10 anos	1,00	1,00	2,25	1,313	0,350	0,60	2,00	2,80	1,850	0,493	-0,143	Sem Engajamento	
2995	Fábrica A	Suprimentos	M	Millennials (1981 a 1996)	Até 2 anos	0,80	1,00	2,80	1,400	0,373	-	-	1,20	0,300	0,080	0,293	Pouco Engajamento	
2996	Fábrica A	Marketing	M	Geracão X (1965 a 1980)	Entre 10 anos até 15 anos	1,50	3,00	3,50	2,733	0,733	1,35	2,00	3,45	2,200	0,587	0,147	Sem Engajamento	
2997	Sede	Produção	F	Geracão Z (1997 a 2012)	Até 2 anos	0,65	-	1,70	1,738	0,463	1,35	3,00	3,45	2,700	0,720	-0,257	Sem Engajamento	
2998	Sede	Produção	M	Millennials (1981 a 1996)	Até 2 anos	0,35	-	1,70	0,513	0,137	0,80	2,00	3,15	1,988	0,530	-0,393	Sem Engajamento	
2999	Sede	Produção	M	Millennials (1981 a 1996)	Entre 2 anos até 5 anos	1,35	2,00	2,65	2,000	0,533	1,95	4,00	3,80	3,438	0,917	-0,383	Sem Engajamento	
3000	Sede	Financeiro	M	Geracão Z (1997 a 2012)	Entre 2 anos até 5 anos	1,70	3,00	3,70	2,850	0,760	-	-	1,30	0,325	0,087	0,673	Engajamento	

Fonte: Elaboração própria

4.2.8. Análise dos resultados

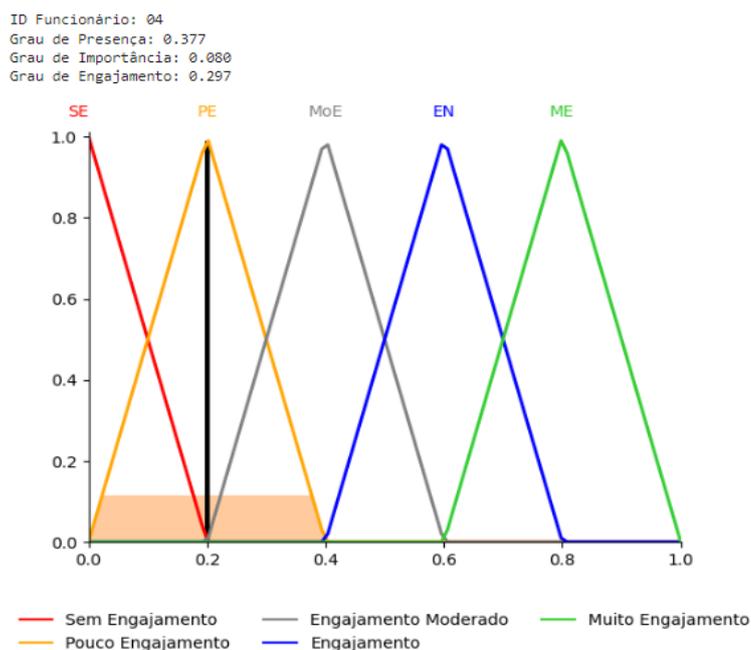
Após a implementação do modelo *fuzzy* de inteligência artificial, foram estruturados os quadros 11, 12 e 13 para validar as fórmulas e testar a replicação adequada dos graus de engajamento calculados. Os gráficos apresentados posteriormente são comparados aos dados calculados, assegurando a consistência e a precisão dos resultados.

Gráfico 15 - Modelo *Fuzzy* de Inteligência Artificial - Engajamento Moderado



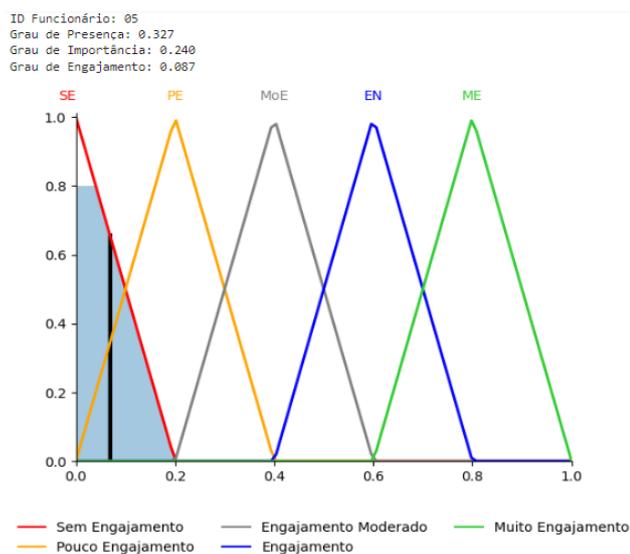
Fonte: Elaboração própria

Gráfico 16 - Modelo *Fuzzy* de Inteligência Artificial - Pouco Engajamento



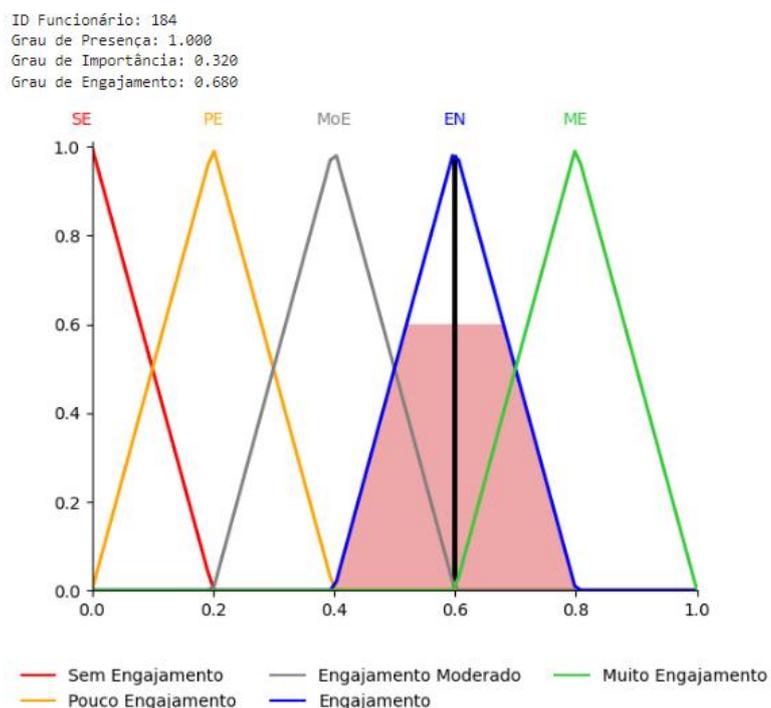
Fonte: Elaboração própria

Gráfico 17 - Modelo *Fuzzy* de Inteligência Artificial - Sem Engajamento



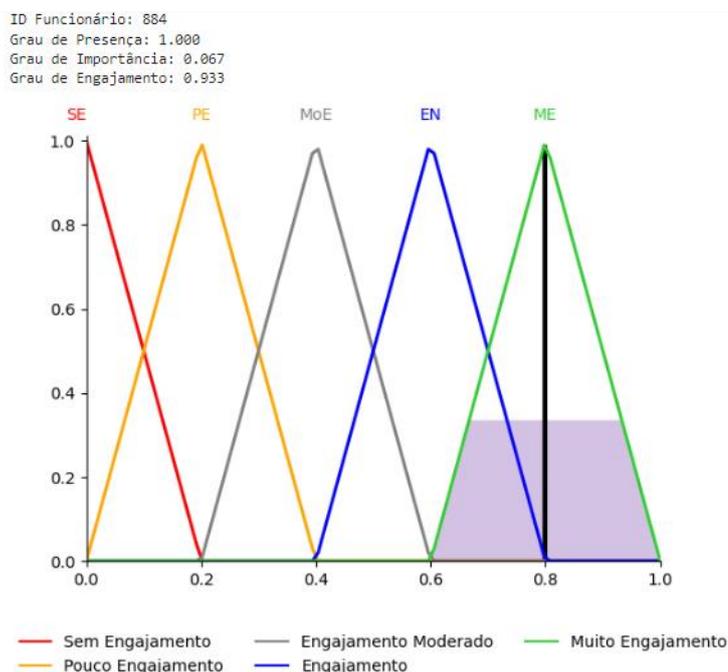
Fonte: Elaboração própria

Gráfico 18 - Modelo *Fuzzy* de Inteligência Artificial - Engajamento



Fonte: Elaboração própria

Gráfico 19 - Modelo *Fuzzy* de Inteligência Artificial - Muito Engajamento



Fonte: Elaboração própria

Essa abordagem se destaca pela capacidade de capturar nuances do comportamento humano ao traduzir expressões qualitativas em valores quantitativos. Diferentemente dos modelos tradicionais, que categorizam de forma binária como "engajado" ou "não engajado", o modelo *fuzzy* de inteligência artificial é capaz de avaliar graus de engajamento em um espectro contínuo, permitindo análises mais detalhadas e personalizadas.

O modelo *fuzzy* de inteligência artificial também supera metodologias preditivas tradicionais, como aprendizado de máquina e redes neurais, por sua capacidade de incorporar regras "se-então" baseadas no conhecimento humano. Essa característica proporciona maior transparência, facilitando a interpretação dos resultados pelos gestores dentro de um ambiente organizacional.

Em contraste, algoritmos de aprendizado profundo, embora eficazes, muitas vezes funcionam com grande complexidade dificultando a compreensão das relações entre variáveis e limitando sua aplicabilidade prática para decisões gerenciais.

O modelo *fuzzy* de inteligência artificial destaca-se por suas vantagens em termos de custo e escalabilidade, apresentando um menor custo de desenvolvimento e implementação. Esses modelos geralmente demandam menos recursos computacionais em comparação com técnicas avançadas de aprendizado de máquina, o que os torna mais acessíveis para empresas

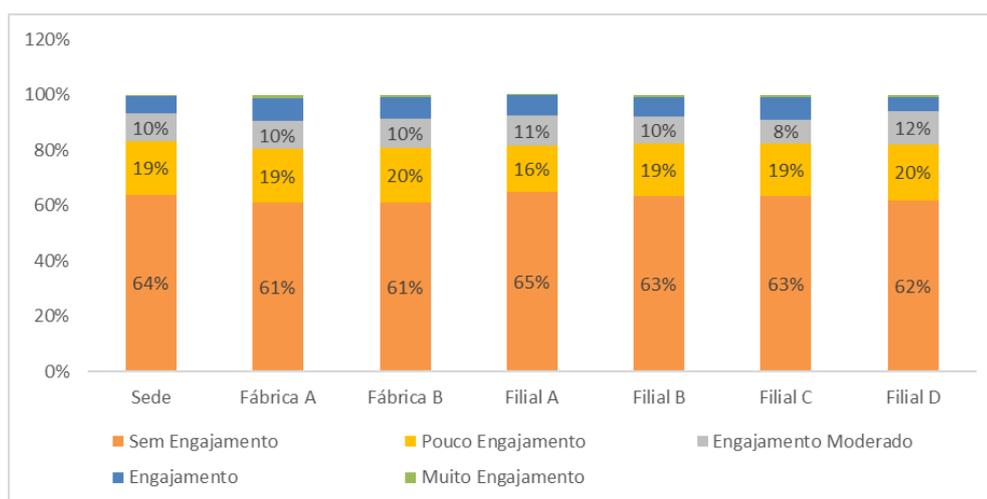
de diferentes portes e setores. Além disso, sua simplicidade facilita a adaptação a variados contextos organizacionais e conjuntos de dados, permitindo personalizações rápidas e eficazes.

O modelo *fuzzy* de inteligência artificial destaca-se como uma ferramenta eficiente para compreender interações complexas. Essas características tornam o modelo *fuzzy* de inteligência artificial uma alternativa superior aos métodos tradicionais, ao combinar precisão, flexibilidade e ampla aplicabilidade no contexto organizacional.

Com base nos resultados obtidos a partir da aplicação do modelo *fuzzy* de inteligência artificial, foram realizadas análises estatísticas para elaborar relatórios destinados à apresentação para a equipe de gestores da empresa.

A seguir, apresenta-se uma sequência de gráficos que ilustram os percentuais de engajamento por localidade, departamento, sexo, geração e tempo de empresa, permitindo a realização de análises comparativas.

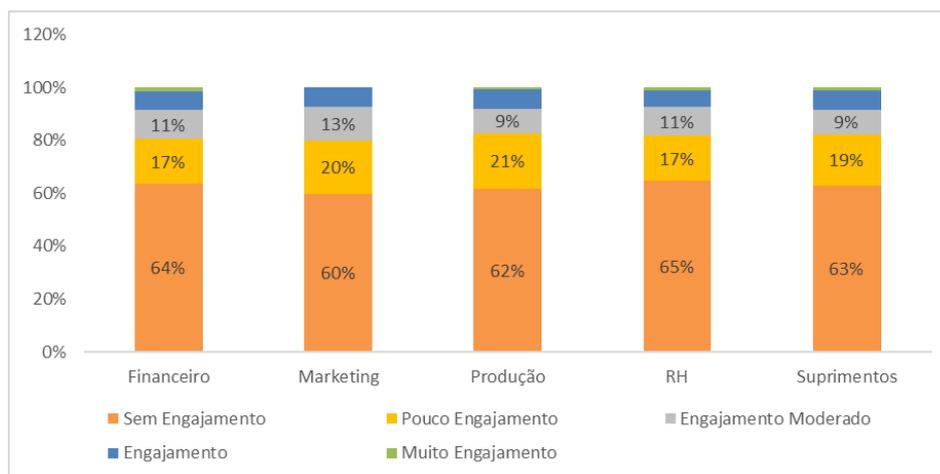
Gráfico 20 - Grau de Engajamento por Localidade



Fonte: Elaboração própria

O Gráfico 20 mostra que a variação no grau de engajamento entre as diferentes localidades é relativamente pequena. A média de funcionários “Sem Engajamento” é 63%, e a média de “Pouco Engajamento” é 19%. O total de funcionários “Sem Engajamento” e “Pouco Engajamento” é de 82% e podem representar um risco significativo de *turnover*.

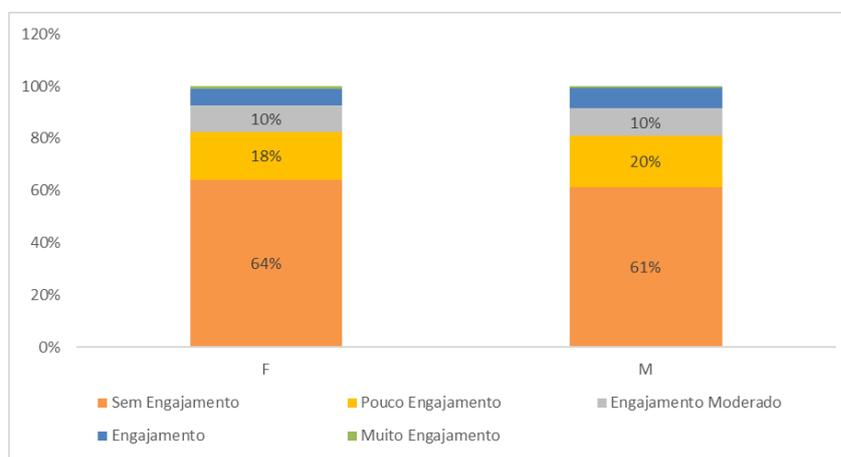
Gráfico 21 - Grau de Engajamento por Departamento



Fonte: Elaboração própria

O Gráfico 21 mostra que a variação no grau de engajamento entre os departamentos é pequena. O departamento de RH apresenta o maior percentual de “Sem Engajamento” 65%, enquanto Produção tem o maior percentual de “Pouco Engajamento” 21%. No geral, 82% dos funcionários nos departamentos analisados estão “Sem Engajamento” ou “Pouco Engajamento”, o que representa um risco significativo de *turnover* em todos os setores.

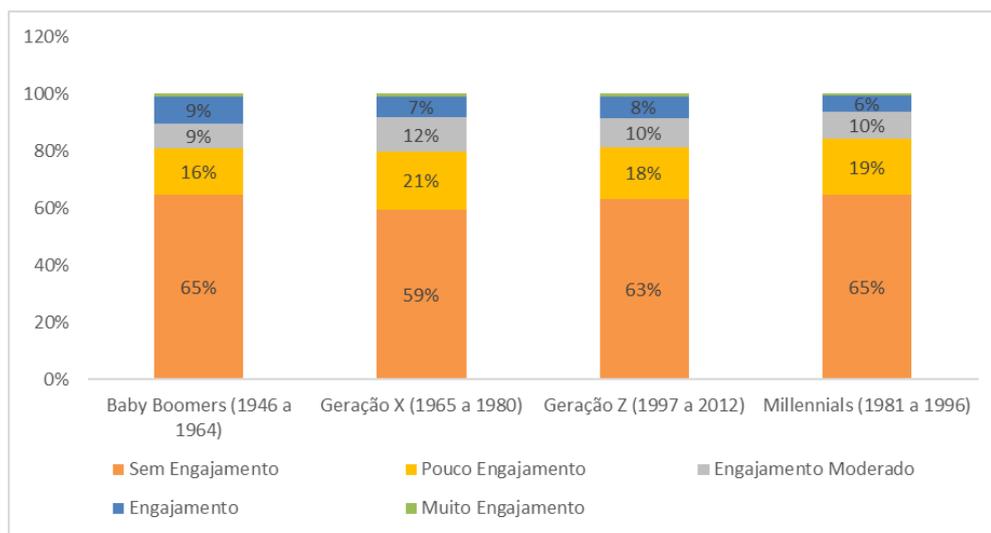
Gráfico 22 - Grau de Engajamento por Sexo



Fonte: Elaboração própria

O Gráfico 22 mostra que o grau de engajamento por sexo tem pouca variação. No grupo feminino, 64% estão “Sem Engajamento” e 18% com “Pouco Engajamento”, totalizando 82% com “Pouco Engajamento” ou “Sem Engajamento”. Ambos os grupos apresentam alto risco de *turnover* devido ao baixo nível de engajamento.

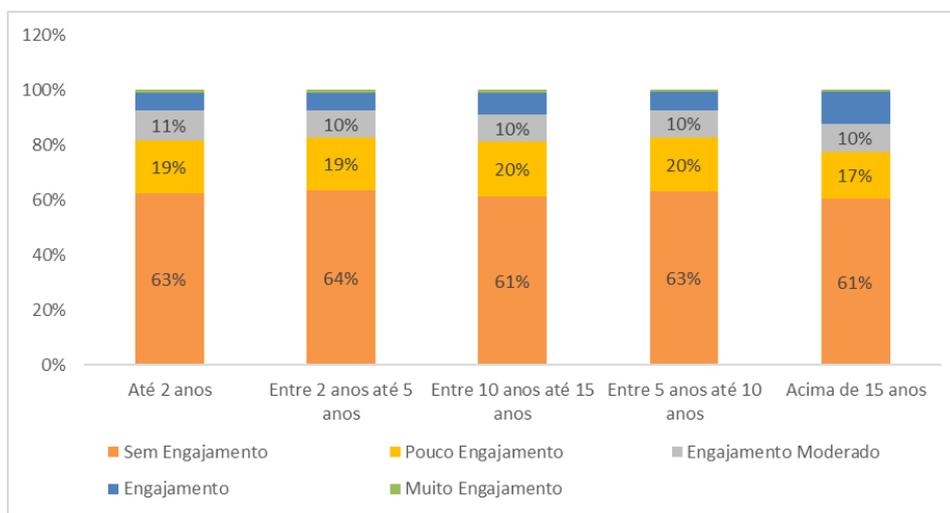
Gráfico 23 - Grau de Engajamento por Geração



Fonte: Elaboração própria

O Gráfico 23 mostra que todas as gerações possuem altos percentuais de funcionários com baixo ou nenhum engajamento. *Millennials* e *Baby Boomers* têm os maiores percentuais de “Sem Engajamento” 65%. No geral, mais de 82% dos funcionários em cada geração apresentam “Pouco Engajamento” ou “Sem Engajamento”, indicando um risco significativo de *turnover* para todas as faixas etárias.

Gráfico 24 - Grau de Engajamento Tempo médio de empresa



Fonte: Elaboração própria

O Gráfico 24 revela que, independentemente do tempo de serviço, mais de 80% dos funcionários são classificados “Sem Engajamento” ou “Pouco Engajamento”. Isso indica que o tempo de permanência na empresa não está correlacionado com níveis mais altos de engajamento, apontando para a necessidade de estratégias de engajamento mais abrangentes, que atendam funcionários em todas as fases de suas carreiras.

Os Gráficos 20 a 24 indicam um padrão consistente, o que corresponde que mais de 80% de funcionários da empresa tiveram classificação “Sem Engajamento” ou “Pouco Engajamento”, seja por localidade, departamento, sexo, geração ou tempo de médio de empresa. Isso é um forte indicativo de que a organização enfrenta um alto risco de *turnover*, uma vez que funcionários com baixo engajamento tendem a estar menos satisfeitos e mais propensos a buscar outras oportunidades de emprego.

Esse cenário destaca a prioridade de implementar iniciativas para aumentar o engajamento dos funcionários, com o objetivo de reduzir o risco de *turnover* em todos os níveis e áreas da empresa. Além disso, o maior envolvimento dos funcionários no ambiente organizacional contribui diretamente para o aprimoramento dos resultados operacionais e qualidade dos produtos e serviços gerados, proporcionando maximização dos lucros e resultados da empresa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresenta uma análise histórica e epistemológica das teorias sobre cognição e comportamento humano no trabalho, destacando a evolução do engajamento dos funcionários em diferentes contextos históricos, sociais e culturais.

Com o avanço das revoluções industriais, especialmente na transição para a Indústria 5.0, o papel do funcionário tem evoluído de executor de tarefas repetitivas para solucionador de problemas estratégicos, impulsionado pela integração de tecnologias como inteligência artificial e automação.

O modelo *fuzzy* de inteligência artificial é o foco central na dissertação, permitindo lidar com a subjetividade e a complexidade do comportamento humano. Essa aplicação vai além dos métodos tradicionais, fornecendo *insights* mais precisos e contextualizados.

As análises realizadas com o modelo *fuzzy* de inteligência artificial através da utilização dos dados sintéticos permitiram identificar padrões claros de baixo engajamento entre os funcionários. Nesse contexto, os resultados revelaram que mais de 80% dos funcionários apresentam classificações de "sem engajamento" ou "pouco engajamento", o que evidencia a necessidade de iniciativas voltadas para melhorar o envolvimento e a motivação no ambiente organizacional. Esse diagnóstico ressalta a importância de estratégias eficazes para aumentar o engajamento dos funcionários e minimizar o risco de *turnover*.

Essa dissertação apresenta inovações significativas no campo da inteligência artificial em vários aspectos e propõe uma abordagem que combina fundamentos epistemológicos com o modelo *fuzzy* de inteligência artificial, conectando as teorias de cognição e comportamento humano ao engajamento no ambiente de trabalho.

O estudo aborda o uso de dados sintéticos como uma solução inovadora para pesquisas seguras, permitindo testes replicáveis sem comprometer a privacidade de informações e conformidade com as leis de proteção de dados, acelerando o desenvolvimento tecnológico em um ambiente globalizado e competitivo e ao mesmo facilita colaborações científicas e acelera o desenvolvimento de soluções tecnológicas sem a necessidade de dados reais.

A dissertação identificou que fatores como perfil organizacional, cultura organizacional, comunicação organizacional, diversidade geracional e pacote de remuneração total são fundamentais para o engajamento dos funcionários.

Planos de ação voltados para aspectos como programas de desenvolvimento, reconhecimento e recompensas, melhorias na comunicação, questões culturais e geracionais,

além de ajustes nas políticas de remuneração, podem impactar diretamente o grau de engajamento dos funcionários. Além disso, iniciativas como incentivos à participação, programas de bem-estar e políticas de diversidade e inclusão desempenham papéis fundamentais na construção de um ambiente de trabalho sustentável e motivador.

Além das inovações propostas, a dissertação destaca uma perspectiva fundamental ressaltando que o engajamento dos funcionários não pode ser avaliado exclusivamente por sistemas automatizados. Embora ferramentas tecnológicas forneçam *insights* poderosos, sua eficácia depende de um ecossistema organizacional que inclui fatores externos e políticas complementares.

Com o uso de modelos preditivos, torna-se possível antecipar padrões de engajamento e identificar áreas críticas para prevenir o *turnover*. Já os modelos prescritivos podem recomendar intervenções específicas, ajustando estratégias de forma mais precisa. Essa abordagem garante que as ações tenham impacto direto no aumento do engajamento e na retenção de talentos.

Nesse contexto, a aplicação contínua do modelo *fuzzy* de inteligência artificial desempenha um papel estratégico ao monitorar a eficácia das ações ao longo do tempo. Além disso, sua evolução permitirá a inclusão de novas regras, aprimorando a assertividade dos planos de ação.

5.2. TRABALHOS FUTUROS

A dissertação alcançou os objetivos propostos, oferecendo uma contribuição relevante para o estudo do engajamento dos funcionários por meio da aplicação de modelos *fuzzy* de inteligência artificial. Ao longo do trabalho, foi possível identificar os fatores que influenciam o engajamento dos funcionários e a partir revisão da literatura num contexto epistemológico, foram identificadas que variáveis-chave como perfil, cultura, comunicação, geração e pacote de remuneração total desempenham um papel significativo no engajamento.

Ao analisar os fatores influenciadores do engajamento no ambiente organizacional e com a aplicação dos métodos propostos, foi realizada uma análise detalhada das variáveis, utilizando dados sintéticos que permitem replicabilidade em outros contextos.

O modelo *fuzzy* de inteligência artificial para avaliação do perfil de engajamento permitiu a conversão de percepções subjetivas em valores quantitativos, tornando possível a avaliação do grau de engajamento de maneira precisa.

Ao desenvolver um modelo preditivo de engajamento com a *fuzzificação* e *defuzzificação* dos dados, o modelo preditivo foi criado, possibilitando a identificação de padrões de engajamento que podem ser utilizados para a tomada de decisões estratégicas pelas organizações.

Com base nesses avanços, os resultados obtidos oferecem uma base sólida para futuras pesquisas, possibilitando a expansão do modelo para a inclusão de novas variáveis linguísticas e proporcionando maior robustez nas análises, que serão complexadas com aplicações de outras fórmulas e funções da teoria dos conjuntos *fuzzy*, associadas ao processo de inteligência artificial, aprimorando mais ainda o processo de tomada de decisão na empresa.

A continuidade deste estudo permitirá um aprofundamento essencial sobre o engajamento, tema de extrema relevância no cenário atual, onde as organizações enfrentam desafios crescentes, como o envelhecimento da força de trabalho e a complexidade estrutural. Com ferramentas analíticas e preditivas robustas, será possível compreender e promover o engajamento de forma eficaz, e, ao expandir o modelo para incorporar novas variáveis que proporcionarão uma análise ainda mais detalhada e escalável, aplicável a qualquer tipo de organização, criando soluções estratégicas para o ambiente corporativo.

REFERÊNCIAS

ANACONDA. *Anaconda Overview*. Disponível em: <https://anaconda.org/>. Acesso em: 14 set. 2024.

ARISTÓTELES. *Ética a Nicômaco*. Tradução de Joe Sachs. Chicago: University of Chicago Press, 2011. Disponível em: <https://archive.org/details/aristotle-nicomachean-ethics>. Acesso em: 8 set. 2024.

BAKKER, Arnold. *About Me*. Disponível em: <https://www.arnoldbakker.com/aboutme>. Acesso em: 15 set. 2024.

BEZERINO, Geraldo. *Conjuntos e Lógica Fuzzy: Introdução à Teoria e Aplicações*. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2022. ISBN 978-65-5842-195-5

BOENTE, Alfredo Nazareno Pereira. **Proposição de um Modelo Fuzzy para Tomada de Decisão acerca da Avaliação da Qualidade do Produto de Software AVA Moodle utilizado no Curso de Pós-graduação em Tecnologias Educacionais do IST-Rio e da Satisfação de seus Usuários**. Dissertação de Doutorado. UFRJ, COPPE, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <https://www.boente.eti.br/fuzzy/tese/tese-fuzzy-boente.pdf>. Acesso em: 10 out. 2023.

BOISSONNEAULT, Michael; MULDER, Jaap Oude; TUREK, Konrad; CARRIÈRE, Yves. *A systematic review of causes of recent increases in ages of labor market exit in OECD countries*. PLOS ONE, 29 abr. 2020. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231897>. Acesso em: 31 ago. 2024.

COSENZA, Harvey José Santos Ribeiro; VILLELA, Lamounier Erthal; MORE, Jesús Domech; CARVALHO, João Batista Brillo de; COSENZA, Carlos Alberto Santos Ribeiro. **Aplicação de Um Modelo de Hierarquização como Instrumento para Tomada de Decisão: Caso de uma Multinacional**. In: XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP, 2006, Fortaleza. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2006_TR460318_8420.pdf Acesso em 30 de Ago. 2024.

ELLINAS, Christos; ALLAN, Neil; JOHANSSON, Anders. *Dynamics of organizational culture: Individual beliefs vs. social conformity*. PLOS ONE, v. 12, p. e0180193, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180193>. Acesso em 01. Jul. 2024.

FAKER. *Faker: Python package that generates fake data*. Versão 0.7.4. Disponível em: <https://pypi.org/project/Faker/0.7.4/>. Acesso em: 14 set. 2024.

FERREIRA, Vinícius Marques da Silva. **Lógica fuzzy aplicada à análise de conflito de ideias em redes sociais**. Dissertação de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: https://www.hcte.ufrj.br/docs/teses/2022/vinicius_marques_ferreira_hcte_2022.pdf. Acesso em: 14 set. 2024.

FINSEL, Julia S.; WÖHRMANN, Anne M.; DELLER, Jürgen. **A conceptual cross-disciplinary model of organizational practices for older workers: multilevel antecedents and outcomes**. *The International Journal of Human Resource Management*, v. 34, n. 12, p. 2345-2368, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1080/09585192.2023.2199939>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/epub/10.1080/09585192.2023.2199939?src=getfr>. Acesso em: 31 ago. 2024.

GELENCSÉR, Martin; SZABÓ-SZENTGRÓTI, Gábor; KÖMÜVES, Zsolt Sándor; HOLLÓSY-VADÁSZ, Gábor. **The Holistic Model of Labour Retention: The Impact of Workplace Wellbeing Factors on Employee Retention**. *Administrative Sciences*. 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3387/13/5/121>. Acesso em 04 set. 2024.

GHANCHI, Juned. **7 ways Cross-Generational Mentoring Can Enhance Business Growth**. Engage for Success, 2024. Disponível em: <https://engageforsuccess.org/learning-and-development/7-ways-cross-generational-mentoring-can-enhance-business-growth/>. Acesso em: 31 ago. 2024.

GIATTINO, C.; MATHIEU, E.; SAMBORSKA, V.; ROSER, M. **Artificial Intelligence**. *Our World in Data*, 2023. Disponível em: <https://ourworldindata.org/artificial-intelligence>. Acesso em: 14 set. 2024.

HAKANEN, Jari J.; BAKKER, Arnold B.; TURUNEN, Jarno. **The relative importance of various job resources for work engagement: A concurrent and follow-up dominance analysis**. *Business Research Quarterly*, v. 27, n. 3, p. 227–243, 2021. DOI: 10.1177/23409444211012419. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/23409444211012419>. Acesso em: 10 set. 2024.

HOFSTEDE, Geert. **Dimensionalizing Cultures: The Hofstede Model in Context**. *Online Readings in Psychology and Culture*, v. 2, n. 1, 2011. <https://doi.org/10.9707/2307-0919.1014>. Disponível em: <https://scholarworks.gvsu.edu/orpc/vol2/iss1/8/>. Acesso em: 01 jul. 2024.

HOSSAIN, Niamat Ullah Ibne; DAYARATHNA, Vidanelage L.; NAGAH, Morteza; JARADAT, Raed. **Systems Thinking: A Review and Bibliometric Analysis**. *Systems*, v. 8, n. 3, p. 23, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/systems8030023>. Acesso em: 13 set. 2024.

KAHN, William A. *Psychological conditions of personal engagement and disengagement at work*. *Academy of Management Journal*, v. 33, n. 4, p. 692-724, 1990. Disponível em: https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=pXkuAN8AAAAJ&citation_for_view=pXkuAN8AAAAJ:u5HHmVD_uO8C. Acesso em: 8 set. 2024.

JAMES, William. *The Principles of Psychology*. New York: Henry Holt, 1890. Disponível em: <https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.462769/page/n469/mode/2up>. Acesso em: 8 set. 2024.

KLEMENT, Erich Peter; SLANY, Wolfgang. *Fuzzy Logic in Artificial Intelligence*. In: *Encyclopedia of Computer Science and Technology*, v. 34, Suppl. 19, p. 179-190. Marcel Dekker, 1997. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/2265039_Fuzzy_Logic_in_Artificial_Intelligence. Acesso em: 14 set. 2024.

LEE, C. Christopher; LIM, Hyoun Sook; SEO, Donghwi (Josh); KWAK, Dong-Heon Austin. *Examining employee retention and motivation: The moderating effect of employee generation*. *Evidence-based HRM: a Global Forum for Empirical Scholarship*, 10(4), 385–402, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/EBHRM-05-2021-0101>. Acesso em 01 jul. 2024

LEMOS, Noah. *An Introduction to the Theory of Knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. Disponível em: <https://archive.org/details/introductiontoth0000lemo>. Acesso em: 8 set. 2024.

L'ORÉAL. **Site oficial**. 2024. Disponível em: <https://www.loreal.com/en/>. Acesso em: 05 jun. 2024.

LUZ, Danielle Oliveira da; BOENTE, Alfredo Nazareno Pereira; FERREIRA, Vinícius Marques da Silva; SANTOS, Ricardo. Mariano dos. **Aplicação de Técnicas e Mineração de Dados e Machine Learning com Python para Análises Preditivas sobre o Turnover de Funcionários**: Estudo de Caso numa empresa multinacional de Óleo e Gás. *Anais do Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia*, v. 1, p. 72-86, 2023. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos23/273424.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2024.

LUZ, Danielle Oliveira da; VIANNA, Ana Maria dos Santos; BOENTE, Alfredo Nazareno Pereira. **Modelo fuzzy para avaliação preditiva sobre turnover de capital humano**. *Simpósio de História, Ciências e Técnicas, Epistemologia*, 2023. v. 1, p. 221-232. Disponível em: http://146.164.248.81/hcte/downloads/sh/sh16/anais_SH_16.pdf. Acesso em: 31 ago. 2024.

LUZ, Danielle Oliveira da; BOENTE, Alfredo Nazareno Pereira. **Estudo dos Fatores Influenciadores de Rotatividade de Funcionários**: Teoria dos Conjuntos *Fuzzy*. *REVISTA DE GESTÃO E SECRETARIADO*, v. 15, p. 01-25, 2024 Disponível em: **DOI:**

<https://doi.org/10.7769/gesec.v15i8.4053> Acesso em: 31 ago. 2024

LUZ, Danielle Oliveira da; BOENTE, Alfredo Nazareno Pereira; VIANA, Ana Maria dos Santos; FERREIRA, Vinícius Marques da Silva. *Cross-Mentoring Reward Models: Strategies for Enhancing Intergenerational Engagement and Retention*. Revista Caderno Pedagógico v. 21, n.9, p. 01-29, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.54033/cadpedv21n9-308>. Acesso em: 24 set. 2024.

MANNHEIM, Karl. *Essays on the Sociology of Knowledge*. Edited by Paul Kecskemeti. London: Routledge & Kegan Paul, 1952. Disponível em: <https://dn790002.ca.archive.org/0/items/essaysonsociolog00mann/essaysonsociolog00mann.pdf>. Acesso em: 01 ago.2024.

MATLIN, Margareth. W. *Psicologia Cognitiva*. 5. ed. Tradução de Stella Machado. Revisão Técnica de Cláudia Henschel de Lima. São Paulo: Editora X, 2004. Disponível em: https://www.academia.edu/38920274/Margareth_W_Matlin_Psicologia_Cognitiva Acesso em: 30 ago. 2024.

MOURTZIS, Dimitris. *Towards the 5th Industrial Revolution: A literature review and a framework for Process Optimization Based on Big Data Analytics and Semantics*. Journal of Machine Engineering, v. 21, n. 3, p. 5–39, 2021. Available at: <https://doi.org/10.36897/jme/141834> . Accessed on: Sept. 4, 2024.

NEISSER, Ulric. *Cognition and reality: principles and implications of cognitive psychology*. San Francisco: W. H. Freeman, 1976. Disponível em: <https://archive.org/details/cognitionreality00neisrich>. Acesso em: 8 set. 2024.

NETO, Roberto. C. (2021). *Administração: da teoria à prática para o sucesso*. Editora Senac, São Paulo.

OECD. *Working Better with Age*. OECD Publishing, Paris, 2019. Disponível em: https://www.oecd.org/en/publications/working-better-with-age_c4d4f66a-en.html. Acesso em: 31 ago. 2024.

OECD. *Promoting an Age-Inclusive Workforce: Living, Learning and Earning Longer* | READ online. [oecd-ilibrary.org](https://read.oecd-ilibrary.org/employment/promoting-an-age-inclusive-workforce_59752153-en). 2020 Disponível em: https://read.oecd-ilibrary.org/employment/promoting-an-age-inclusive-workforce_59752153-en Acesso em: 31 ago. 2024.

ONU Population Division. *World Population Prospects: Probabilistic Projections*. 2023. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/Graphs/Probabilistic/EX/900> Acesso em: 31 ago. 2024.

OUR WORLD IN DATA. *Artificial Intelligence Training Computation by Researcher Affiliation*. 2024. Disponível em: <https://ourworldindata.org/grapher/artificial-intelligence-training-computation-by-researcher-affiliation?country=~Fuzzy+NN>. Acesso em: 14 set. 2024.

PERKINS, Stephen J.; WHITE, Geoffrey; JONES, Sarah. *Reward Management: Alternatives, Consequences and Contexts*. 2. ed. London: Chartered Institute of Personnel and Development, 2016

PROCTER & GAMBLE. **O que é P&G**. 2024. Disponível em: <https://br.pg.com/o-que-e-pg/>. Acesso em: 13 set. 2024.

RACONTEUR. *How should leaders address the gen Z skills gap?* Future of Work, 2024. Disponível em: <<https://www.raconteur.net/future-of-work/how-should-leaders-address-the-gen-z-skills-gap>>. Acesso em: 31 ago. 2024.

RAZA, Muhammad Abbas; AKHTAR, Naveed; NAZIR, Rabia. *A Path Way to Industrial Revolution 6.0*. International Journal of Mechanical Engineering, v. 7, p. 178-180, 2022. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/357448489_A_path_way_to_Industrial_Revolution_6.0>. Acesso em: 4 set. 2024.

ROMERO, David; STAHRÉ, Johan; WUEST, Thorsten; NORAN, Ovidiu. *Towards an Operator 4.0 Typology: A Human-Centric Perspective on the Fourth Industrial Revolution Technologies*. In: International Conference on Computers & Industrial Engineering (CIE46), Tianjin, China. Proceedings. Tianjin: [s.n.], 2016. v. 1, p. 1-11. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/309609488_Towards_an_Operator_40_Typology_A_Human-Centric_Perspective_on_the_Fourth_Industrial_Revolution_Technologies. Acesso em: 01. mar. 2024

ROUNAK, Sujata; MISRA, Rajnish Kumar. *Employee value proposition: an analysis of organizational factors – the way to enhance value perception*. Development and Learning in Organizations, v. 34, n. 6, p. 9-12, 2020. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.1108/DLO-09-2019-0216>. Acesso em: 31 ago. 2024.

ROSER, Max. *A Brief History of AI*. Our World in Data, 2022. Disponível em: <https://ourworldindata.org/brief-history-of-ai>. Acesso em: 14 set. 2024

ŠAJEVA, Svetlana. *Encouraging knowledge sharing among employees: how reward matters*. In: *19th International Scientific Conference; Economics and Management 2014, ICEM 2014*, 23-25 April 2014, Riga, Latvia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 156, p. 130-134, 2014. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/81959588.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2024.

SAKS, Alan M. *Antecedents and consequences of employee engagement*. *Journal of Managerial Psychology*, v. 21, n. 7, p. 600-619, 2006. DOI: 10.1108/02683940610690169. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/02683940610690169/full/html> Acesso em: 31 ago.2024.

SCIKIT-FUZZY. **Overview**. Disponível em: <https://Pythonhosted.org/scikit-fuzzy/overview.html>. Acesso em: 14 set. 2024.

SHANNON, C. E. *A Mathematical Theory of Communication*. 1948. Disponível em: <https://people.math.harvard.edu/~ctm/home/text/others/shannon/entropy/entropy.pdf> Acesso em: 11 ago. 2024.

SNIPES, Robin L.; PITTS, Jennifer P.; BRYANT, Phillip C.; HUNING, Tobias M.; SNIPES, Alexandra. *Job Satisfaction and Politics in the Modern Workplace: An Empirical Examination of the Moderating Effects of Gender and Age on the Perception of Organizational Politics-Job Satisfaction Relationship*. *Employee Responsibilities and Rights Journal*, v. 36, n. 1, 2024. DOI: 10.1007/s10672-023-09449-2. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10672-023-09449-2>>. Acesso em: 31 ago. 2024.

SHOOK, John. *How to change a culture: Lessons from NUMMI*. *MIT Sloan Management Review*, 2010. Disponível em: <https://sloanreview.mit.edu/article/how-to-change-a-culture-lessons-from-nummi/>. Acesso em: 11/09/2024.

TURING, Alan. *Computing Machinery and Intelligence*. In: *The Turing Digital Archive*. King's College, Cambridge, 1950. Disponível em: <https://turingarchive.kings.cam.ac.uk/turing-quotes>. Acesso em: 22 set. 2024.

_____. *The relationship between artificial intelligence, and Alan's interest in morphogenesis*. *The Turing Digital Archive*. King's College, Cambridge, 1951. (AMT/B/5 páginas 1, 2 e 4-5). Disponível em: <https://turingarchive.kings.cam.ac.uk/turing-quotes>. Acesso em: 22 set. 2024.

UNIVERSITY OF MICHIGAN. *Claude Shannon: Father of the Information Age. Electrical and Computer Engineering, 2022*. Disponível em: <https://ece.engin.umich.edu/stories/claude-shannon-father-of-the-information-age>. Acesso em: 11 ago. 2024.

VIETRI, Giuseppe. *Generating Differentially Private Synthetic Data*. 2023. Dissertation (Doctor of Philosophy) – University of Minnesota. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/cd221b6e88c9a20799f14cbcb64559c4/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>. Acesso em: 22 set. 2024.

WALDMAN, Eric. *How to manage a multi-generational team*. Harvard Business Review, 2021. Disponível em: <https://hbr.org/2021/08/how-to-manage-a-multi-generational-team>. Acesso em: 01 jun. 2024.

WORLD AT WORK. *50 Total Rewards Programs and Practices: A survey of what is in use today*. Scottsdale: WorldatWork, 2015. Disponível em: https://worldatwork.org/media/CDN/dist/CDN2/documents/pdf/resources/research/2015_Total-Rewards-Inventory-Survey.pdf. Acesso em: 31 ago. 2024.

WORLD ECONOMIC FORUM. *Key Issues Shaping and Driving Global Job Creation 2024*. Disponível em: https://www.weforum.org/docs/WEF_Key_Issues_Shaping_and_Driving_Global_Job_Creation_2024.pdf. Acesso em: 13 set. 2024.

ZADEH, Lofti. Aliasker. *Fuzzy sets*. Information and Control, 1965. 8(3), 338–353. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X). Acesso em: 13 set. 2024.

_____. *Is there a need for fuzzy logic?*. Information Sciences, v. 178, n. 13, p. 2751-2779, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ins.2008.02.012>. Acesso em: 14 set. 2024.

ZIATDINOV, Rushan.; CILLIERS, Juanee. *Generation Alpha: Understanding the Next Cohort of University Students*. European Journal of Contemporary Education, v. 10, n. 3, p. 783-789, 2021. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2202.01422>. Acesso em: 01 jun. 2024.

ZIMMERMANN, Hans-Jürgen. *Fuzzy Set Theory – and Its Applications*. 4. ed. Dordrecht: Springer, 2001. DOI: 10.1007/978-94-010-0646-0. Disponível em: [https://kashanu.ac.ir/Files/Content/H_-J_%20Zimmermann%20\(auth_\)%20Fuzzy%20Set%20Theory%E2%80%94and%20Its%20Applications%20202001.pdf](https://kashanu.ac.ir/Files/Content/H_-J_%20Zimmermann%20(auth_)%20Fuzzy%20Set%20Theory%E2%80%94and%20Its%20Applications%20202001.pdf). Acesso em: 03 out. 2024.

APÊNDICE A: PYTHON - VARIÁVEIS LINGUÍSTICAS

```

1 import numpy as np
2 import pandas as pd
3 from IPython.display import HTML
4 import matplotlib.pyplot as plt
5 import skfuzzy as fuzz
6 from skfuzzy import control as ctrl
7
8 #Apendice A
9 # Definir os intervalos de pertinência para Grau de Presença, Grau de Importância e Grau de Engajamento
10 grau_presenca = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 5, 1), 'grau_presenca')
11 grau_importancia = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 5, 1), 'grau_importancia')
12 grau_engajamento = ctrl.Consequent(np.arange(0, 5, 1), 'grau_engajamento')
13
14 # Definição das funções de pertinência triangular para Grau de Presença
15 grau_presenca['TA'] = fuzz.trimf(np.arange(0, 5, 1), [0, 0, 1]) # Total Ausência (TA)
16 grau_presenca['BP'] = fuzz.trimf(np.arange(0, 5, 1), [0, 1, 2]) # Baixa Presença (BP)
17 grau_presenca['MoP'] = fuzz.trimf(np.arange(0, 5, 1), [1, 2, 3]) # Moderadamente Presente (MoP)
18 grau_presenca['AP'] = fuzz.trimf(np.arange(0, 5, 1), [2, 3, 4]) # Alta Presença (AP)
19 grau_presenca['TP'] = fuzz.trimf(np.arange(0, 5, 1), [3, 4, 4]) # Total Presença (TP)
20
21 # Definição das funções de pertinência triangular para Grau de Importância
22 grau_importancia['SI'] = fuzz.trimf(np.arange(0, 5, 1), [0, 0, 1]) # Sem Importância (SI)
23 grau_importancia['PI'] = fuzz.trimf(np.arange(0, 5, 1), [0, 1, 2]) # Pouco Importante (PI)
24 grau_importancia['MoI'] = fuzz.trimf(np.arange(0, 5, 1), [1, 2, 3]) # Moderadamente Importante (MoI)
25 grau_importancia['IM'] = fuzz.trimf(np.arange(0, 5, 1), [2, 3, 4]) # Importante (IM)
26 grau_importancia['MI'] = fuzz.trimf(np.arange(0, 5, 1), [3, 4, 4]) # Muito Importante (MI)
27
28 # Definição das funções de pertinência triangular para Grau de engajamento
29 grau_engajamento['SE'] = fuzz.trimf(np.arange(0, 5, 1), [0, 0, 1]) # Sem Engajamento (SE)
30 grau_engajamento['PE'] = fuzz.trimf(np.arange(0, 5, 1), [0, 1, 2]) # Pouco Engajamento (PI)
31 grau_engajamento['MoE'] = fuzz.trimf(np.arange(0, 5, 1), [1, 2, 3]) # Moderadamente Engajado (MoE)
32 grau_engajamento['EN'] = fuzz.trimf(np.arange(0, 5, 1), [2, 3, 4]) # Engajado (EN)
33 grau_engajamento['ME'] = fuzz.trimf(np.arange(0, 5, 1), [3, 4, 4]) # Muito Engajado (ME)
34
35 # Passo 4: Mapeamento de cores para os conjuntos fuzzy
36 cor_mapping = {
37     'r': 'red',
38     'orange': 'orange',
39     'blue': 'blue',
40     'limegreen': 'limegreen',
41     'purple': 'purple' }
42
43 # Passo 5: Definição de Siglas correspondentes para cada gráfico
44 siglas_presenca = ['TA', 'BP', 'MoP', 'AP', 'TP']
45 siglas_importancia = ['SI', 'PI', 'MoI', 'IM', 'MI']
46 siglas_engajamento = ['SE', 'PE', 'MoE', 'EN', 'ME']
47
48 # Passo 6: Definição de Coordenadas X de cada função de pertinência
49 x_presenca = [0, 1, 2, 3, 4]
50 x_importancia = [0, 1, 2, 3, 4]
51 x_engajamento = [0, 1, 2, 3, 4]
52 fig, (ax0, ax1, ax2) = plt.subplots(nrows=3, figsize=(8, 12)) # Aumentar o espaço vertical
53
54 # Passo 7: Adicionar siglas para as funções de pertinências correspondentes
55 def add_siglas(ax, siglas, x_coords):
56     for sigla, x in zip(siglas, x_coords):
57         ax.text(x, 1.02, sigla, fontsize=12, ha='center', va='bottom')
58
59 # Passo 8: Ajustes gerais para remover bordas e adicionar seta no eixo X
60 def format_axis(ax, remove_right_edge=True):
61     ax.spines['top'].set_visible(False)
62     if remove_right_edge:
63         ax.spines['right'].set_visible(False)
64     ax.spines['left'].set_position('zero')
65     ax.spines['left'].set_linewidth(1.5)
66     ax.spines['bottom'].set_position('zero')
67     ax.spines['bottom'].set_linewidth(1.5)
68     ax.xaxis.set_ticks_position('bottom')
69     ax.yaxis.set_ticks_position('left')
70     ax.annotate('', xy=(5, 0), xytext=(0, 0),
71                 arrowprops=dict(arrowstyle="->", lw=1.5))
72
73 # Preparar os dados das funções de pertinência
74 x = np.arange(0, 5, 1)
75

```

```

76 # Passo 9: Plotar o Grau de Presença
77 ax0.plot(x, grau_presenca['TA'].mf, 'red', linewidth=1.5)
78 ax0.plot(x, grau_presenca['BP'].mf, 'orange', linewidth=1.5)
79 ax0.plot(x, grau_presenca['MoP'].mf, 'blue', linewidth=1.5)
80 ax0.plot(x, grau_presenca['AP'].mf, 'limegreen', linewidth=1.5)
81 ax0.plot(x, grau_presenca['TP'].mf, 'purple', linewidth=1.5)
82 ax0.set_title('Grau de Presença', pad=20) # Aumentar o espaço entre o título e o gráfico
83 add_siglas(ax0, siglas_presenca, x_presenca)
84 ax0.legend(['Total Ausência (TA)', 'Baixa Presença (BP)', 'Moderadamente Presente (MoP)', 'Altamente Presença (AP)', 'Totalmente Presença (TP)',
85            loc='lower center', bbox_to_anchor=(0.5, -0.3), ncol=3, frameon=False)
86 ax0.set_xticks(np.arange(0, 5, 1)) # Aumentar o espaço entre os números do eixo X
87 format_axis(ax0)
88
89 # Passo 10: Plotar o Grau de Importância
90 ax1.plot(x, grau_importancia['SI'].mf, 'red', linewidth=1.5)
91 ax1.plot(x, grau_importancia['PI'].mf, 'orange', linewidth=1.5)
92 ax1.plot(x, grau_importancia['MoI'].mf, 'blue', linewidth=1.5)
93 ax1.plot(x, grau_importancia['IM'].mf, 'limegreen', linewidth=1.5)
94 ax1.plot(x, grau_importancia['MI'].mf, 'purple', linewidth=1.5)
95 ax1.set_title('Grau de Importância', pad=20) # Aumentar o espaço entre o título e o gráfico
96 add_siglas(ax1, siglas_importancia, x_importancia)
97 ax1.legend(['Sem Importância (SI)', 'Pouco Importante (PI)', 'Moderadamente Importante (MoI)', 'Importante (IM)', 'Muito Importante (MI)',
98            loc='lower center', bbox_to_anchor=(0.5, -0.3), ncol=3, frameon=False)
99 ax1.set_xticks(np.arange(0, 5, 1)) # Aumentar o espaço entre os números do eixo X
100 format_axis(ax1)
101
102 # Passo 11: Plotar o Grau de Engajamento
103 ax2.plot(x, grau_engajamento['SE'].mf, 'red', linewidth=1.5)
104 ax2.plot(x, grau_engajamento['PE'].mf, 'orange', linewidth=1.5)
105 ax2.plot(x, grau_engajamento['MoE'].mf, 'blue', linewidth=1.5)
106 ax2.plot(x, grau_engajamento['EN'].mf, 'limegreen', linewidth=1.5)
107 ax2.plot(x, grau_engajamento['ME'].mf, 'purple', linewidth=1.5)
108 ax2.set_title('Grau de Engajamento', pad=20) # Aumentar o espaço entre o título e o gráfico
109 add_siglas(ax2, siglas_engajamento, x_engajamento)
110 ax2.legend(['Sem Engajamento', 'Pouco Engajado', 'Moderadamente Engajado', 'Engajado', 'Muito Engajado'],
111            loc='lower center', bbox_to_anchor=(0.5, -0.3), ncol=3, frameon=False)
112 ax2.set_xticks(np.arange(0, 5, 1)) # Aumentar o espaço entre os números do eixo X
113 format_axis(ax2)
114
115 # Passo 12: Remover Linha após a seta no eixo X
116 for ax in [ax0, ax1, ax2]:
117     ax.spines['bottom'].set_bounds(0, 4.99)
118
119 # Passo 13: Ajustar Layout
120 plt.tight_layout(rect=[0, 0, 1, 0.95]) # Ajustar o layout para as legendas
121 plt.show()
122
123 # Passo 14 imprimir quadros
124 quadro_presenca = pd.DataFrame(
125     {
126         "Termo fuzzy" : [0, 1, 2, 3, 4],
127         # "N fuzzy triangular" : ["(0, 0, 1)", "(0, 1, 2)", "(1, 2, 3)", "(2, 3, 4)", "(3, 4, 4)"],
128         "Grau de presença" : siglas_presenca,
129         "Descrição" : [
130             'Indica total ausência do critério de qualidade avaliado',
131             'Indica um baixo grau de presença do critério de qualidade avaliado',
132             'Indica um grau de presença moderada do critério',
133             'Indica um alto grau de presença do critério, mas não de forma plena',
134             'Indica que não há dúvidas de que o critério está totalmente presente']
135     }
136 )
137 blankIndex = [""] * len(quadro_presenca)
138 quadro_presenca.index=blankIndex
139
140 # Ajustar o display para aumentar o tamanho das colunas e exibir as quebras de linha
141 pd.set_option('display.max_colwidth', 150)
142
143 display(quadro_presenca)
144
145 quadro_importancia = pd.DataFrame(
146     {
147         "Termo fuzzy" : [0, 1, 2, 3, 4],
148         # "N fuzzy triangular" : ["(0, 0, 1)", "(0, 1, 2)", "(1, 2, 3)", "(2, 3, 4)", "(3, 4, 4)"],
149         "Grau de importância" : siglas_importancia,
150         "Descrição" : [
151             'Indica que o critério não tem nenhuma importância',
152             'Indica que o critério tem pouca importância',
153             'Indica que o critério tem importância em algumas circunstâncias, mas nem sempre',
154             'Indica que o critério é importante',
155             'Indica que não há dúvidas de que o critério é imprescindível']
156     }
157 )
158
159 blankIndex = [""] * len(quadro_importancia)
160 quadro_importancia.index=blankIndex
161
162 # Ajustar o display para aumentar o tamanho das colunas e exibir as quebras de linha
163 pd.set_option('display.max_colwidth', 100)
164
165 display(quadro_importancia)
166

```

```

167 quadro_engajamento = pd.DataFrame(
168     {
169         "Termo fuzzy" : [0, 1, 2, 3, 4],
170         # "N fuzzy triangular" : ["(0, 0, 1)", "(0, 1, 2)", "(1, 2, 3)", "(2, 3, 4)", "(3, 4, 4)"],
171         "Grau de engajamento" : siglas_engajamento,
172         "Descrição" : [
173             'Indica que o funcionário não está engajado',
174             'Indica que o funcionário está pouco engajado',
175             'Indica que o funcionário está moderadamente engajado, mas nem sempre',
176             'Indica que o funcionário está engajado',
177             'Indica que o funcionário está totalmente engajado']
178     }
179 )
180
181 blankIndex = [""] * len(quadro_engajamento)
182 quadro_engajamento.index=blankIndex
183
184 # Ajustar o display para aumentar o tamanho das colunas e exibir as quebras de linha
185 pd.set_option('display.max_colwidth', 100)
186
187 display(quadro_engajamento)
188
189 quadro2 = pd.DataFrame(
190     {
191         "Termo fuzzy" : [0, 1, 2, 3, 4],
192         "N fuzzy triangular" : ["(0, 0, 1)", "(0, 1, 2)", "(1, 2, 3)", "(2, 3, 4)", "(3, 4, 4)"],
193         "Grau de presença" : siglas_presenca,
194         "Grau de importância" : siglas_importancia,
195         "Grau de engajamento" : siglas_engajamento,
196     }
197 )
198 )
199
200 blankIndex = [""] * len(quadro2)
201 quadro2.index=blankIndex
202
203 display(quadro2)
204

```

Fonte: Elaboração própria

APÊNDICE B: QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO

Grau de Importância	Grupo	Grau de Importância	Grau de Presença	Grau de Presença
GI_PO_01	Perfil Organizacional	Quão importante é para você que a estrutura organizacional seja bem definida e clara?	O quão presente é, no seu trabalho diário, a clareza e definição da estrutura organizacional?	GP_PO_01
GI_PO_02		Quão importante é que a missão da empresa esteja alinhada com os seus objetivos de carreira?	O quão presente é o alinhamento entre a missão da empresa e os seus objetivos de carreira?	GP_PO_02
GI_PO_03		Quão importante é haver transparência nas decisões estratégicas da organização?	O quão presente é a transparência nas decisões estratégicas da organização no dia a dia?	GP_PO_03
GI_PO_04		Quão importante é que a hierarquia da empresa facilite a comunicação entre diferentes níveis?	O quão presente é a hierarquia organizacional como facilitadora da comunicação entre diferentes níveis?	GP_PO_04
GI_Cult_01	Cultura Organizacional	Quão importante é que a cultura da empresa esteja alinhada com seus valores pessoais?	O quão presente você percebe a cultura organizacional como alinhada aos seus valores pessoais?	GP_Cult_01
GI_Cult_02		Quão importante é a promoção de um ambiente inclusivo e colaborativo na empresa?	O quão presente é a promoção de um ambiente inclusivo e colaborativo no seu local de trabalho?	GP_Cult_02
GI_Cult_03		Quão importante é o reconhecimento de contribuições individuais e coletivas no ambiente de trabalho?	O quão presente é o reconhecimento das contribuições individuais e coletivas no ambiente de trabalho?	GP_Cult_03
GI_Cult_04		Quão importante é que a empresa incentive a inovação e a criatividade em sua cultura?	O quão presente você percebe a promoção da inovação e criatividade no dia a dia da empresa?	GP_Cult_04
GI_Com_01	Comunicação Organizacional	Quão importante é que a comunicação da empresa seja clara e transparente?	O quão presente é a comunicação interna da empresa de forma clara e transparente?	GP_Com_01
GI_Com_02		Quão importante é a clareza e transparência na comunicação com seu gestor direto?	O quão presente você percebe a clareza e transparência na comunicação com o seu gestor direto?	GP_Com_02
GI_Com_03		Quão importante é ter canais abertos para expressar opiniões e preocupações?	O quão presentes estão os canais de comunicação abertos para você expressar suas opiniões e preocupações?	GP_Com_03
GI_Com_04		Quão importante é que a empresa ofereça um sistema contínuo e estruturado de feedback?	O quão presente você percebe um sistema de feedback contínuo e estruturado oferecido pela empresa?	GP_Com_04
GI_Div_01	Diversidade Geracional	Quão importante é o reconhecimento e a adaptação às necessidades de diferentes gerações no ambiente de trabalho?	O quão presente é o reconhecimento e a adaptação às necessidades de diferentes gerações no ambiente de trabalho?	GP_Div_01
GI_Div_02		Quão importante é a colaboração e troca de conhecimento entre gerações?	O quão presente você percebe a colaboração e troca de conhecimento entre gerações?	GP_Div_02
GI_Div_03		Quão importante é que a empresa implemente políticas que considerem expectativas específicas de cada geração?	O quão presente você percebe a implementação de políticas que atendem às expectativas de diferentes gerações?	GP_Div_03
GI_Div_04		Quão importante é que a empresa ofereça oportunidades iguais de crescimento profissional para todas as gerações?	O quão presente você percebe a oferta de oportunidades iguais de crescimento profissional para todas as gerações?	GP_Div_04
GI_Rem_01	Pacote de Remuneração Total	Quão importante é que o pacote de remuneração da empresa seja competitivo em relação ao mercado?	O quão presente você percebe o pacote de remuneração da empresa como competitivo em relação ao mercado?	GP_Rem_01
GI_Rem_02		Quão importante é a transparência sobre a estrutura de remuneração e benefícios?	O quão presente você percebe a transparência sobre a estrutura de remuneração e benefícios?	GP_Rem_02
GI_Rem_03		Quão importante é que os benefícios oferecidos sejam flexíveis para atender às suas necessidades pessoais?	O quão presente você percebe a flexibilidade dos benefícios oferecidos para atender às suas necessidades pessoais?	GP_Rem_03
GI_Rem_04		Quão importante é compreender claramente todos os aspectos do pacote de remuneração oferecido?	O quão presente você percebe a clareza das informações sobre o pacote de remuneração oferecido?	GP_Rem_04

APÊNDICE C: PYTHON - GERAÇÃO DOS DADOS SINTÉTICOS

```

1 import pandas as pd
2 import random
3 import matplotlib.pyplot as plt
4 import seaborn as sns
5 from scipy import stats
6 import numpy as np
7 from datetime import datetime
8
9 # Obter o ano atual
10 ano_atual = datetime.now().year
11
12 # Função para gerar dados baseados em correlação e manter consistência
13 def gerar_dados():
14     departamentos = ['Produção', 'Financeiro', 'RH', 'Marketing', 'Suprimentos']
15     localidades = ['Sede', 'Filial A', 'Filial B', 'Filial C', 'Filial D', 'Fábrica A', 'Fábrica B']
16     sexos = ['F', 'M']
17     geracoes = ['Baby Boomers (1946 a 1964)', 'Geração X (1965 a 1980)', 'Millennials (1981 a 1996)', 'Geração Z (1997 a 2012)']
18     tempo_medio = ['Até 2 anos', 'Entre 2 anos até 5 anos', 'Entre 5 anos até 10 anos', 'Entre 10 anos até 15 anos', 'Acima de 15 anos']
19     idades = np.random.randint(20, 70, size=3000) # Geração de dados de idade entre 20 e 70 anos
20
21     graus_presenca = ['Total Ausência (TA)', 'Baixa Presença (BP)', 'Moderadamente Presente (MoP)', 'Alta Presença (AP)', 'Total Presença (TP)']
22     graus_importancia = ['Sem Importância (SI)', 'Pouco Importante (PI)', 'Moderadamente importante (MoI)', 'Importante (IM)', 'Muito Importante (MI)']
23
24     # Pesos conforme solicitado
25     pesos_localidades = [0.22, 0.15, 0.16, 0.15, 0.14, 0.18, 0.22]
26     pesos_departamentos = [0.45, 0.15, 0.15, 0.10, 0.15]
27     pesos_sexos = [0.44, 0.56]
28     pesos_geracoes = [0.10, 0.30, 0.35, 0.25]
29     pesos_tempo_medio = [0.23, 0.15, 0.37, 0.10, 0.05]
30
31     # Matriz de correlação ajustada (a partir da sua imagem)
32     correl_matrix = np.array([
33         [1, -0.25, -0.026, -0.018, -0.0046],
34         [-0.25, 1, 0.0029, 0.019, -0.0098],
35         [-0.026, 0.0029, 1, -0.0017, 0.0063],
36         [-0.018, 0.019, -0.0017, 1, -0.6],
37         [-0.0046, -0.0098, 0.0063, -0.6, 1]
38     ])
39
40     registros = []
41
42     # Função para obter uma variação próxima ao valor base
43     def variacao_proxima(base, lista_opcoes):
44         idx_base = lista_opcoes.index(base)
45         # Escolhe um índice próximo, garantindo que o valor não fuja muito do base
46         variacao_idx = random.choice([max(0, idx_base - 1), idx_base, min(len(lista_opcoes) - 1, idx_base + 1)])
47         return lista_opcoes[variacao_idx]
48
49     # Gera dados correlacionados
50     for i in range(3000):
51
52         # Distribuições coerentes
53         localidade = random.choices(localidades, weights=[0.22, 0.15, 0.16, 0.15, 0.14, 0.18, 0.22], k=1)[0]
54         if localidade in ['Fábrica A', 'Fábrica B']:
55             departamento = random.choices(departamentos, weights=[0.6, 0.05, 0.1, 0.05, 0.2], k=1)[0]
56         else:
57             departamento = random.choices(departamentos, weights=[0.1, 0.25, 0.25, 0.2, 0.2], k=1)[0]
58
59         sexo = random.choices(sexos, weights=[0.44, 0.56], k=1)[0]
60         geracao = random.choices(geracoes, weights=[0.10, 0.30, 0.35, 0.25], k=1)[0]
61
62         # Coerência entre geração e tempo médio de empresa
63         if geracao == 'Baby Boomers (1946 a 1964)':
64             idade = random.randint(ano_atual-1964, ano_atual-1946)
65             tempo = random.choices(tempo_medio, weights=[0.05, 0.1, 0.2, 0.35, 0.3], k=1)[0]
66         elif geracao == 'Geração X (1965 a 1980)':
67             idade = random.randint(ano_atual-1980, ano_atual-1965)
68             tempo = random.choices(tempo_medio, weights=[0.1, 0.15, 0.4, 0.25, 0.1], k=1)[0]
69         elif geracao == 'Millennials (1981 a 1996)':
70             idade = random.randint(ano_atual-1996, ano_atual-1981)
71             tempo = random.choices(tempo_medio, weights=[0.3, 0.4, 0.2, 0.05, 0.05], k=1)[0]
72         else: # Geração Z
73             idade = random.randint(ano_atual-2012, ano_atual-1997)
74             tempo = random.choices(tempo_medio, weights=[0.6, 0.3, 0.1, 0.0, 0.0], k=1)[0]
75
76
77         # Seleciona uma nota base para presença e importância, mantendo consistência
78         presenca_base = random.choices(graus_presenca, weights=pesos_tempo_medio, k=1)[0]
79         importancia_base = random.choices(graus_importancia, weights=pesos_tempo_medio, k=1)[0]
80
81         # Ajusta as variações de acordo com a matriz de correlação
82         presenca_variations = [presenca_base] + [variacao_proxima(presenca_base, graus_presenca) for _ in range(4)]
83         importancia_variations = [importancia_base] + [variacao_proxima(importancia_base, graus_importancia) for _ in range(4)]

```

```

84
85 # Atribuindo as correlações e mantendo a consistência
86 registro = {
87     'localidade': localidade,
88     'departamento': departamento,
89     'sexo': sexo,
90     'geração': geracao,
91     'tempo_medio': tempo,
92     'idade': idade,
93
94     #Grau de presença
95     'GP_PO_01': presenca_variations[0],
96     'GP_PO_02': presenca_variations[1],
97     'GP_PO_03': presenca_variations[2],
98     'GP_PO_04': presenca_variations[3],
99     'GP_Cult_01':presenca_variations[4],
100    'GP_Cult_02':presenca_variations[2],
101    'GP_Cult_03':presenca_variations[1],
102    'GP_Cult_04':presenca_variations[2],
103    'GP_Com_01': presenca_variations[3],
104    'GP_Com_02': presenca_variations[0],
105    'GP_Com_03': presenca_variations[3],
106    'GP_Com_04': presenca_variations[2],
107    'GP_Div_01': presenca_variations[3],
108    'GP_Div_02': presenca_variations[3],
109    'GP_Div_03': presenca_variations[0],
110    'GP_Div_04': presenca_variations[4],
111    'GP_Rem_01': presenca_variations[1],
112    'GP_Rem_02': presenca_variations[3],
113    'GP_Rem_03': presenca_variations[0],
114    'GP_Rem_04': presenca_variations[2],
115
116    #Grau de Importância
117    'GI_PO_01': presenca_variations[4],
118    'GI_PO_02': presenca_variations[3],
119    'GI_PO_03': presenca_variations[2],
120    'GI_PO_04': presenca_variations[3],
121    'GI_Cult_01':presenca_variations[4],
122    'GI_Cult_02':presenca_variations[2],
123    'GI_Cult_03':presenca_variations[1],
124    'GI_Cult_04':presenca_variations[2],
125    'GI_Com_01': presenca_variations[2],
126    'GI_Com_02': presenca_variations[1],
127    'GI_Com_03': presenca_variations[4],
128    'GI_Com_04': presenca_variations[1],
129    'GI_Div_01': presenca_variations[3],
130    'GI_Div_02': presenca_variations[3],
131    'GI_Div_03': presenca_variations[2],
132    'GI_Div_04': presenca_variations[4],
133    'GI_Rem_01': presenca_variations[3],
134    'GI_Rem_02': presenca_variations[2],
135    'GI_Rem_03': presenca_variations[1],
136    'GI_Rem_04': presenca_variations[0]
137 }
138 registros.append(registro)
139
140 return pd.DataFrame(registros)
141
142 # Configurações de estilo com seaborn
143 sns.set(style="whitegrid")
144
145 # Funções de plotagem
146
147 # Gráfico de barras horizontais para Localidades
148 def plot_grafico_barras_horizontais(coluna, titulo, xlabel, ylabel, cores=None):
149     contagem = df[coluna].value_counts(normalize=True) * 100 # Frequência relativa em %
150     plt.figure(figsize=(10, 6))
151     ax = contagem.plot(kind='barh', color=cores)
152     plt.title(titulo, pad=20)
153     plt.xlabel(xlabel, labelpad=15)
154     plt.ylabel(ylabel, labelpad=15)
155
156     # Remover o grid
157     ax.grid(False)
158
159     for index, value in enumerate(contagem):
160         plt.text(value, index, f'{value:.1f}%', va='center')
161     plt.show()

```

```

162
163 # Gráfico de pizza para Departamentos
164 def plot_grafico_pizza_departamento(coluna, titulo, cores=None):
165     contagem = df[coluna].value_counts()
166     plt.figure(figsize=(7, 7))
167     plt.pie(contagem, labels=contagem.index, autopct='%1.1f%%', colors=cores, startangle=90, pctdistance=0.85)
168     plt.title(titulo, pad=20)
169     plt.axis('equal') # Equal aspect ratio para garantir que o gráfico fique circular
170     plt.tight_layout()
171     plt.show()
172
173 # Gráfico de pizza vazado para Sexo
174 def plot_grafico_pizza_vazado(coluna, titulo, cores=None):
175     contagem = df[coluna].value_counts()
176     plt.figure(figsize=(7, 7))
177     plt.pie(contagem, labels=contagem.index, autopct='%1.1f%%', colors=cores, startangle=90, wedgeprops=dict(width=0.4), pctdistance=0.85)
178     plt.title(titulo, pad=20)
179     plt.axis('equal') # Equal aspect ratio para garantir que o gráfico fique circular
180     plt.tight_layout()
181     plt.show()
182
183 # Gráfico de barras empilhadas para Localidade e Tempo Médio
184 def plot_grafico_barras_empilhadas(coluna_x, coluna_y, titulo):
185     ordem_tempo_medio = ['Até 2 anos', 'Entre 2 anos até 5 anos', 'Entre 5 anos até 10 anos', 'Entre 10 anos até 15 anos', 'Acima de 15 anos']
186
187     # Definir a ordem das categorias
188     df[coluna_y] = pd.Categorical(df[coluna_y], categories=ordem_tempo_medio, ordered=True)
189
190     contagem = pd.crosstab(df[coluna_x], df[coluna_y], normalize='index') * 100
191     ax = contagem[ordem_tempo_medio].plot(kind='bar', stacked=True, figsize=(10, 6), cmap="Blues")
192     plt.title(titulo, pad=20)
193     plt.ylabel('Porcentagem (%)', labelpad=15)
194     plt.xticks(rotation=45)
195
196     # Adicionando Labels nos gráficos empilhados
197     for p in ax.patches:
198         width = p.get_width()
199         height = p.get_height()
200         x, y = p.get_xy()
201         if height > 0: # Exibir apenas valores maiores que 0
202             ax.text(x + width / 2, y + height / 2, f'{height:.1f}%', ha='center', va='center')
203
204     # Movendo a Legenda para fora do gráfico
205     plt.legend(loc='center left', bbox_to_anchor=(1.0, 0.5), title=coluna_y)
206
207     plt.tight_layout()
208     plt.show()
209
210 # Gerando dados
211 dados = gerar_dados()
212
213 # Convertendo para DataFrame
214 df = pd.DataFrame(dados)
215 # Exibir as 30 primeiras linhas como uma tabela
216 display(df.head(20))
217
218 # Salvar os dados em um arquivo Excel
219 df.to_excel("dados_simulados.xlsx", index=False)
220
221

```

Fonte: Elaboração própria