



DOUTORADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA – DPET

**AGENTES CONVERSACIONAIS EM SISTEMAS MULTIAGENTES PARA A
GESTÃO DO CONHECIMENTO NO IFSUL: UMA ABORDAGEM PARA
TRANSFORMAÇÃO DE CONHECIMENTO EM SABER ESTRATÉGICO**

RICARDO BANDEIRA DE FREITAS

Pelotas, dezembro de 2024

RICARDO BANDEIRA DE FREITAS

**AGENTES CONVERSACIONAIS EM SISTEMAS
MULTIAGENTES PARA A GESTÃO DO CONHECIMENTO
NO IFSUL: UMA ABORDAGEM PARA TRANSFORMAÇÃO
DE CONHECIMENTO EM SABER ESTRATÉGICO**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação, Doutorado Profissional em Educação e Tecnologia (DPET), do Instituto Federal Sul-rio-grandense, Câmpus Pelotas, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Glaucius Décio Duarte

PELOTAS

2024

Ficha Catalográfica

F866a Freitas, Ricardo Bandeira de.
Agentes conversacionais em sistemas multiagentes para a gestão do conhecimento no IFSul : uma abordagem para transformação de conhecimento em saber estratégico / Ricardo Bandeira de Freitas. – 2024.
156 f. : il. color.

Orientador: Prof. Dr. Glaucius Décio Duarte.
Tese (doutorado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Programa de Pós-Graduação em Educação, Doutorado Profissional em Educação e Tecnologia, Pelotas, 2024.

1. Gestão educacional. 2. Gestão do conhecimento. 3. Fonte de aprendizagem. 4. Inteligência artificial. 5. Agente conversacional. I. Duarte, Glaucius Décio. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense - IFSul. III. Título.

CDD 371.2

Catálogo na publicação:
Bibliotecária Vivian Iracema Marques Ritta CRB 10/1488
Biblioteca IFSul - Câmpus Pelotas

RICARDO BANDEIRA DE FREITAS

**AGENTES CONVERSACIONAIS EM SISTEMAS
MULTIAGENTES PARA A GESTÃO DO CONHECIMENTO
NO IFSUL: UMA ABORDAGEM PARA TRANSFORMAÇÃO
DE CONHECIMENTO EM SABER ESTRATÉGICO**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação, Doutorado Profissional em Educação e Tecnologia (DPET), do Instituto Federal Sul-rio-grandense, Câmpus Pelotas, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Glaucius Décio Duarte

BANCA EXAMINADORA:

Prof^ª. Dr^ª. Fernanda Pinto Mota
IFRS

Prof. Dr. Vinícius Martins
IFSul

Prof. Dr. Róger Luís Albernaz De Araujo
IFSul - PPGEduc

Aos meus pais, Beatriz e Paulo (*in memoriam*),
minha base e inspiração.

Ao meu filho, Murilo,
minha melhor parte e motivação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em especial, ao Prof. Dr. Glaucius Décio Duarte por ser o guia nesta jornada complexa e desafiadora. Além de orientar, ações de confiar e incentivar são frutos de quem é generoso. Apesar de encerramos aqui um ciclo, espero que nossas conversas sigam, assim como nossa amizade.

À Prof^a. Dr^a. Gisela Loureiro Duarte pela valiosa participação na banca de qualificação, cujas sugestões ajudaram a moldar esta pesquisa, e pelo cuidado e carinho demonstrado.

À Prof^a. Dr^a. Fernanda Pinto Mota pelo tempo dedicado à esta pesquisa e pelas contribuições relevantes, as quais enriqueceram significativamente o estudo.

Ao Prof. Dr. Vinícius Martins pela generosidade em dedicar seu tempo, pelo interesse demonstrado em relação ao tema abordado e pelo apoio na finalização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Róger Luís Albernaz de Araújo pelo olhar de educador e pela compreensão de alguém que, da mesma forma que eu, tem suas origens acadêmicas na computação. Agradeço, em especial, pelos longos anos de apoio e amizade.

Aos professores do PPGEduc que contribuíram para meu crescimento como pesquisador e aos colegas Cristina e Tobias por tornarem a caminhada mais leve, transformando momentos de incerteza em instantes de bom humor.

Aos meus colegas do Departamento de Tecnologia da Informação do *Campus Pelotas* pelos longos 17 anos de trabalho juntos, os quais foram fundamentais para minha constituição como servidor.

Aos meus colegas da Diretoria de Tecnologia da Informação pela receptividade e por terem suprido minhas atividades nos momentos em que não pude estar tão presente quanto gostaria.

Aos meus pais, Beatriz e Paulo (*in memoriam*), por todo amor e educação. Vocês sempre estiveram certos ao dizerem que são os maiores bens que podemos deixar aos nossos filhos. Obrigado pela vida!

Ao meu filho, Murilo, pela compreensão nos momentos em que precisei me ausentar para me dedicar aos estudos, sempre demonstrando paciência e apoio.

Por fim, sou grato a todos aqueles que, mesmo não mencionados, estiveram ao meu lado, oferecendo acolhimento e incentivo nos momentos mais desafiadores.

*"¿En qué gastas el tiempo de tu vida?
¿En qué gastas el milagro de haber nacido?"*

Pepe Mujica

RESUMO

A Gestão Educacional (GE) em instituições públicas *multicampi*, como o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul), enfrenta desafios significativos relacionados à alta rotatividade de servidores, fragmentação de processos e complexidade normativa. A perda de conhecimento tácito acumulado pelos servidores, aliada à dificuldade de integrar novos colaboradores e adaptar-se a mudanças frequentes nas regulamentações, compromete a continuidade e a eficiência das operações institucionais. Nesse cenário, a Gestão do Conhecimento (GC) emerge como uma estratégia fundamental para garantir tanto a qualidade educacional quanto a eficiência administrativa. A aplicação de tecnologias baseadas em Inteligência Artificial (IA), como Agentes Conversacionais (ACs) dispostos em Sistema Multiagentes (SMA), apresenta-se como uma solução promissora para enfrentar essas dificuldades, organizando e disseminando informações de forma acessível e promovendo a formação contínua dos servidores. Esta pesquisa tem como objetivo principal investigar o cenário e as condições institucionais para o uso de ACs como ferramenta estratégica de GC no IFSul. Busca-se explorar como a integração de ACs pode mitigar os efeitos da rotatividade de servidores, preservar o conhecimento tácito e melhorar o atendimento à comunidade acadêmica. Além disso, avalia-se o potencial desses agentes como fontes de aprendizagem, auxiliando na integração de novos servidores e na adaptação a mudanças organizacionais, sempre alinhados às particularidades do ambiente normativo e institucional. Adotando uma abordagem qualitativa de caráter exploratório, a pesquisa utilizou análise documental para investigar regulamentações internas e externas, além de práticas institucionais. Esse método permitiu mapear as lacunas nos processos de GC, identificar potenciais fontes de treinamento para ACs e avaliar os impactos da adoção de IA no contexto do IFSul. Com base nesses dados, o estudo propôs diretrizes que assegurem uma implementação responsável e eficaz dessa tecnologia, alinhada às demandas estratégicas do IFSul. Os resultados indicaram que ACs em SMA podem sistematizar e disseminar o conhecimento institucional de forma eficaz, promover integração e contribuir para a personalização do aprendizado dos servidores. Para tal, a pesquisa alerta que são necessárias adequações institucionais não só em aspectos tecnológicos, mas principalmente em relação a criação de políticas de utilização de IA, governança e preparação dos servidores para sua implantação. Tais cuidados são indispensáveis para prevenir ou minimizar riscos que possam comprometer ou desviar o comportamento esperado da solução proposta.

Palavras-chaves: Gestão Educacional. Gestão do Conhecimento. Inteligência Artificial. Fonte de aprendizagem.

ABSTRACT

Educational Management (EM) in multicampus public institutions, such as Federal Institute of Education, Science and Technology Sul-rio-grandense (IFSul), faces significant challenges related to high staff turnover, fragmented processes, and regulatory complexity. The loss of tacit knowledge accumulated by staff, combined with the difficulty of integrating new employees and adapting to frequent regulatory changes, compromises the continuity and efficiency of institutional operations. In this scenario, Knowledge Management (KM) emerges as a fundamental strategy to ensure both educational quality and administrative efficiency. The application of technologies based on Artificial Intelligence (AI), such as Conversational Agents (CAs) arranged in Multiagent Systems (MAS), presents itself as a promising solution to address these challenges, organizing and disseminating information in an accessible manner and promoting the continuous training of staff. This research primarily aims to investigate the institutional landscape and conditions for the use of CAs as a strategic KM tool at IFSul. It seeks to explore how the integration of CAs can mitigate the effects of staff turnover, preserve tacit knowledge, and improve services provided to the academic community. Furthermore, it evaluates the potential of these agents as learning resources, assisting in the integration of new employees and their adaptation to organizational changes, while remaining aligned with the particularities of the normative and institutional environment. Adopting a qualitative and exploratory approach, the research employed document analysis to examine internal and external regulations as well as institutional practices. This method enabled the identification of gaps in KM processes, potential training sources for CAs, and the impacts of adopting AI in IFSul's context. Based on these findings, the study proposed guidelines to ensure a responsible and effective implementation of this technology, aligned with IFSul's strategic demands. The results indicated that CAs in MAS can effectively systematize and disseminate institutional knowledge, foster integration, and contribute to the personalization of staff training. However, the research emphasizes the need for institutional adjustments not only in technological aspects but also in the creation of AI usage policies, governance, and staff preparation for implementation. Such measures are essential to prevent or minimize risks that may compromise or divert the expected behavior of the proposed solution.

Keywords: Educational Management. Knowledge Management. Artificial Intelligence. Learning Source.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1 – <i>Software</i> StArt. | 36 |
| Figura 2 – <i>Software</i> MAXQDA. | 37 |
| Figura 3 – Inclusão do protocolo de revisão na fase de planejamento do <i>software</i> StArt. | 39 |
| Figura 4 – Identificação dos estudos na etapa de execução do <i>software</i> StArt. . | 40 |
| Figura 5 – Seleção dos estudos com base nos critérios de inclusão e exclusão. | 41 |
| Figura 6 – Extração dos estudos com base em leituras completas. | 42 |
| Figura 7 – Sumarização dos estudos resultantes da RSL na ferramenta StArt. . | 43 |
| Figura 8 – Fluxograma do processo de seleção de estudos no StArt. | 44 |
| Figura 9 – Categorização dos estudos que compõem o <i>corpus</i> do Estado do Conhecimento no MAXQDA. | 45 |
| Figura 10 – Unidade autopoietica. | 59 |
| Figura 11 – Acoplamento estrutural. | 60 |
| Figura 12 – Unidade autopoietica. | 65 |
| Figura 13 – Fluxo do Processamento de Linguagem Natural. | 75 |
| Figura 14 – Tokenização. | 76 |
| Figura 15 – Árvore de análise sintática. | 78 |
| Figura 16 – Um agente em seu ambiente. | 80 |
| Figura 17 – Desenvolvimento ideal de Sistemas Multiagentes. | 88 |
| Figura 18 – Pontos de vista para organização de um SMA. | 89 |
| Figura 19 – Tipos de organização de um SMA. | 91 |
| Figura 20 – Eixos temáticos da EBIA. | 95 |
| Figura 21 – Plano Brasileiro de IA. | 97 |
| Figura 22 – Exemplo de processo mapeado utilizando o <i>software</i> Bizagi. | 117 |
| Figura 23 – <i>Software</i> Bizagi Modeler. | 118 |
| Figura 24 – Dupla função da IA na solução proposta. | 125 |
| Figura 25 – Ecossistema proposto, composto por unidades autopoieticas e unidades de IA. | 127 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 – Identificação dos estudos por base de dados. | 40 |
|--|----|

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 – Descritores. | 33 |
| Quadro 2 – Critérios de inclusão e exclusão de estudos. | 34 |
| Quadro 3 – Bibliografia Anotada. | 45 |
| Quadro 4 – Tópicos abordados nos estudos que compõem o Estado do Conhecimento. | 56 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|----------|---|
| AC | Agente Conversacional |
| AM | Aprendizado de Máquina |
| AVA | Ambiente Virtual de Aprendizagem |
| BDTD | Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações |
| BPMN | <i>Business Process Modeling Notation</i> |
| CAFe | Comunidade Acadêmica Federada |
| CEFET-RS | Centro Federal de Educação Tecnológica de Pelotas |
| CGE | Coordenadoria de Gestão Estratégica |
| CNE | Conselho Nacional de Educação |
| CRM | <i>Customer Relationship Management</i> |
| DDI | Diretoria de Desenvolvimento Institucional |
| DPET | Doutorado Profissional em Educação e Tecnologia |
| EBIA | Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial |
| ENADE | Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes |
| FIES | Fundo de Financiamento Estudantil |
| GC | Gestão do Conhecimento |
| GE | Gestão Educacional |
| IA | Inteligência Artificial |
| IFSul | Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense |
| JaCaMo | Jason, Cartago e Moise ⁺ |
| JADE | <i>Java Agent Development Framework</i> |
| JIAC | <i>Java-based Intelligent Agent Componentware</i> |
| LaPES | Laboratório de Pesquisa em Engenharia de <i>Software</i> |
| LDB | Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional |

| | |
|---------|---|
| LGPD | Lei Geral de Proteção de Dados |
| MACES | <i>MultiAgent Cooperative Experience Sharing</i> |
| MCTI | Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação |
| MEC | Ministério da Educação |
| NPS | <i>Net Promoter Score</i> |
| Oasisbr | Portal Brasileiro de Publicações e Dados Científicos em Acesso Aberto |
| OD | Organização Didática |
| PBIA | Plano Brasileiro de Inteligência Artificial |
| PDI | Plano de Desenvolvimento Institucional |
| PLN | Processamento de Linguagem Natural |
| PNAES | Plano Nacional de Assistência Estudantil |
| PPGEdu | Programa de Pós-Graduação em Educação |
| PPI | Projeto Pedagógico Institucional |
| Prouni | Programa Universidade Para Todos |
| RFEPCT | Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica |
| RSL | Revisão Sistemática da Literatura |
| SMA | Sistema Multiagentes |
| SPADE | <i>Smart Python Multi-Agent Development Environment</i> |
| SUAP | Sistema Unificado de Administração Pública |
| SUS | <i>System Usability Scale</i> |
| TI | Tecnologia da Informação |
| UFPB | Universidade Federal da Paraíba |
| UFPeI | Universidade Federal de Pelotas |
| UFSCar | Universidade Federal de São Carlos |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 16 |
| 1.1 | Contextualização e Interesse pelo Tema | 18 |
| 1.2 | Problema de Pesquisa | 20 |
| 1.3 | Justificativa | 21 |
| 1.4 | Hipótese de Tese | 24 |
| 1.5 | Objetivos | 25 |
| 1.5.1 | Objetivo Geral | 25 |
| 1.5.2 | Objetivos Específicos | 26 |
| 1.6 | Delimitação da Pesquisa | 26 |
| 1.7 | Metodologia | 27 |
| 1.7.1 | Coleta e Análise de Dados | 28 |
| 1.8 | Contribuições Potenciais da Pesquisa | 29 |
| 1.9 | Estrutura do Trabalho | 30 |
| 2 | ESTADO DO CONHECIMENTO | 32 |
| 2.1 | Protocolo da revisão | 33 |
| 2.2 | Ferramentas | 35 |
| 2.3 | Técnicas | 37 |
| 2.4 | Construção do <i>Corpus</i> | 38 |
| 2.5 | Considerações acerca do Estado do Conhecimento | 56 |
| 3 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 58 |
| 3.1 | Cognição Humana | 59 |
| 3.1.1 | Autopoiese, Cognição e Aprendizagem | 59 |
| 3.1.2 | Linguagem e Comunicação | 60 |
| 3.1.3 | <i>Metadesign</i> e Ambientes para Evolução Institucional | 61 |
| 3.1.4 | Aspectos Sociais e Humanos na Gestão do Conhecimento | 61 |
| 3.2 | Organização Educacional | 62 |
| 3.2.1 | Gestão do Conhecimento | 62 |
| 3.2.2 | Gestão Educacional | 66 |
| 3.3 | Inteligência Artificial | 68 |
| 3.3.1 | Ética e Implicações Sociais | 69 |
| 3.3.2 | Aprendizado de Máquina | 73 |
| 3.3.3 | Processamento de Linguagem Natural | 75 |
| 3.3.4 | Agentes Conversacionais | 80 |
| 3.3.5 | Sistemas Multiagentes | 85 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 4 | CONTEXTO INSTITUCIONAL E DESAFIOS DA IA | 92 |
| 4.1 | Política e Regulação de IA no Brasil: Análise do Cenário Atual | 93 |
| 4.1.1 | Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial | 93 |
| 4.1.2 | Plano Brasileiro de IA: IA para o Bem de Todos | 96 |
| 4.1.3 | Projeto de Lei Nº 2.338/2023 | 99 |
| 4.2 | IA em Órgãos Públicos: Governança, Ética, Auditoria e Inclusão | 101 |
| 4.2.1 | Governança de IA | 101 |
| 4.2.2 | Ética e Inclusão | 102 |
| 4.2.3 | Auditoria e Controle | 103 |
| 4.2.4 | Capacitação e Envolvimento dos Servidores | 104 |
| 4.3 | Aspectos Cognitivos e Técnicos para o Uso de IA | 105 |
| 4.3.1 | Delimitação de Domínios em Sistemas de IA | 105 |
| 4.3.2 | Alucinação de Sistemas de IA | 107 |
| 4.3.3 | Alucinação Humana no Contexto de Maturana e Varela | 108 |
| 4.3.4 | Fontes de Treinamento para IA na Instituição | 110 |
| 5 | ESTRUTURAÇÃO E DIRETRIZES PARA IA NO IFSUL | 124 |
| 5.1 | Dupla Função da solução de IA no Contexto Institucional | 124 |
| 5.2 | Proposta de Estruturação dos ACs em SMA | 125 |
| 5.3 | Políticas Institucionais de IA | 127 |
| 5.4 | Governança e Supervisão de IA | 128 |
| 5.5 | Estratégias para Mitigação de Riscos na Adoção de IA | 129 |
| 6 | CONCLUSÕES | 130 |
| 6.1 | Produto Educacional | 133 |
| 7 | TRABALHOS FUTUROS | 135 |
| | REFERÊNCIAS | 137 |
| | APÊNDICES | 142 |
| | APÊNDICE A – RESUMOS DA BIBLIOGRAFIA ANOTADA | 143 |
| | ANEXOS | 149 |
| | ANEXO A – EXEMPLO DE BASE DE CONHECIMENTO | 150 |

| | |
|---|------------|
| ANEXO B – ATA DE DEFESA DE TESE E VALIDAÇÃO DO PRO- DUTO EDUCACIONAL | 155 |
|---|------------|

1 INTRODUÇÃO

A Gestão Educacional (GE) em instituições públicas de ensino, pesquisa e extensão enfrenta desafios específicos, especialmente em instituições com estrutura *multicampi* e ensino verticalizado, oferecendo desde cursos técnicos de nível médio até programas de pós-graduação *Stricto Sensu*. Essas instituições precisam gerenciar uma vasta gama de atividades acadêmicas e administrativas dentro de um ambiente normativo complexo. Além disso, devem lidar com problemas estruturais, como a alta rotatividade de servidores, a fragmentação de processos e a falta de padronização nas atividades. Nesse cenário, a articulação entre gestão eficiente e o uso estratégico do conhecimento institucional se torna decisiva para assegurar tanto a qualidade educacional quanto a continuidade das operações.

Um dos maiores desafios enfrentados pela GE em instituições desse porte é a rotatividade de servidores, ocasionada por aposentadorias, transferências frequentes entre setores, ou a entrada de novos profissionais. Essa dinâmica contribui para a perda de conhecimento tácito, acumulado ao longo de anos de experiência, frequentemente não documentado de forma sistemática. Essa perda é especialmente prejudicial em ambientes onde a troca de informações ocorre de forma informal, comprometendo a continuidade e a eficiência dos processos administrativos e pedagógicos. Além disso, as variações na execução de tarefas por diferentes servidores dificultam a padronização dos processos, gerando inconsistências que afetam a conformidade com os regulamentos e a integração de novos colaboradores, prejudicando o desempenho institucional.

Outro desafio importante é o cumprimento das legislações, normas e regulamentos, tanto externos quanto internos, que são numerosos e frequentemente alterados. A necessidade de acesso rápido e preciso a essas informações aumenta o risco de erros em instituições que não dispõem de ferramentas adequadas. Isso pode impactar negativamente a operação da instituição, evidenciando a necessidade de soluções que promovam tanto a padronização dos processos quanto o acesso ágil a informações críticas e atualizadas.

Nesse contexto, o uso de tecnologias inovadoras de Inteligência Artificial (IA), como os Agentes Conversacionais (ACs), surge como uma solução promissora para qualificar tanto a GE quanto a GC. Ao serem integrados ao ambiente institucional, os ACs podem atuar como ferramentas de apoio à GC, organizando e disseminando informações de forma padronizada e acessível. Esses agentes também promovem a capacitação dos servidores, permitindo adaptações ágeis às demandas institucionais.

Ademais, eles contribuem para preservar o conhecimento tácito acumulado pelos servidores, mitigando os efeitos negativos da rotatividade e assegurando a continuidade dos processos institucionais.

A IA tem se mostrado uma ferramenta revolucionária na forma como as organizações gerenciam o conhecimento e capacitam seus colaboradores. No contexto da GE, os ACs oferecem um potencial significativo para automatizar processos rotineiros, fornecer orientações precisas e em tempo real, e garantir que os servidores possam acessar as informações mais atualizadas e relevantes de maneira rápida e eficiente. Com isso, a operação institucional é otimizada, e a cultura de aprendizado contínuo é fortalecida, promovendo adaptações rápidas às demandas normativas e organizacionais.

No entanto, é importante destacar que o objetivo desta pesquisa não é o desenvolvimento ou a implementação imediata de um AC, mas sim a realização de um estudo detalhado do cenário atual da instituição, com foco na análise de suas fraquezas e fortalezas, visando uma possível futura adoção dessa tecnologia. A pesquisa contempla uma investigação criteriosa sobre como um AC pode atuar na captura e disseminação do conhecimento institucional, aliado ao uso de fontes confiáveis para o treinamento da IA.

A GC em instituições de ensino envolve a captura, o armazenamento e a disseminação de informações acadêmicas e administrativas, atividades que, tradicionalmente, são realizadas por processos manuais e, muitas vezes, ineficientes. A introdução de ACs transforma essas práticas, tornando a GC mais dinâmica e acessível, enquanto facilita a integração de novos servidores e a atualização contínua dos colaboradores.

Este estudo busca, portanto, avaliar o potencial de uma solução de AC para mitigar os efeitos da rotatividade de servidores e fortalecer a GC no âmbito institucional. Além de investigar as condições e características atuais da instituição que podem facilitar ou dificultar a implementação de ACs, a pesquisa visa explorar como essa tecnologia pode contribuir para a captura e disseminação do conhecimento acumulado pelos servidores ao longo de suas atividades cotidianas. Desta forma, o estudo também analisará como os ACs podem otimizar processos administrativos, atuando como repositórios ativos de conhecimento institucional e fontes de aprendizagem contínua para servidores.

Aplicando essas considerações ao contexto do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul), esta pesquisa explorará as condições da instituição para uma possível futura adoção de ACs como ferramenta de apoio à GE, com foco especial no fortalecimento da GC derivada das experiências dos seus servidores. A análise proposta fornecerá subsídios teóricos e práticos para gestores educacionais, oferecendo uma base sólida para soluções tecnológicas que enfrentem

desafios como rotatividade, padronização de processos e complexidade normativa.

Além de garantir a preservação e disseminação do conhecimento institucional, a implementação de ACs poderá otimizar os processos administrativos, reduzir o tempo de resposta para o acesso a informações críticas e promover um ambiente de capacitação contínua para os servidores. Desse modo, os resultados desta pesquisa visam subsidiar reflexões e planejamentos futuros, contribuindo para o entendimento estratégico do uso do conhecimento em benefício da instituição.

1.1 Contextualização e Interesse pelo Tema

Ao refletir sobre meu interesse pelo tema aqui abordado, é impossível esconder meu fascínio pela computação. Recordo meu primeiro contato com um microcomputador na infância, aos seis anos de idade. À época, a interação com essas máquinas era rara e mágica aos olhos de uma criança. Esse encantamento inicial cresceu com o tempo, levando-me a escolher a computação como área de formação. A graduação em Bacharelado em Informática pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel) proporcionou uma base sólida de conhecimento, mas foi a experiência prática e a constante adaptação às exigências profissionais que solidificaram meu entendimento do papel estratégico da Tecnologia da Informação (TI).

Iniciei minhas atividades como Analista de TI no Centro Federal de Educação Tecnológica de Pelotas (CEFET-RS), atualmente IFSul, em 9 de novembro de 2005. Desde então, testemunhei importantes evoluções tanto na minha trajetória profissional quanto no contexto institucional em que estou inserido. Nesse período, assumi diversas responsabilidades, incluindo as funções de Coordenador de Sistemas de Gestão e Chefe do Departamento de TI do *Campus Pelotas*.

Com o tempo, percebi que os conhecimentos técnicos e a natureza administrativa do meu cargo teriam melhores resultados com a busca por qualificação na área da Educação. Essa percepção foi essencial para meu desenvolvimento profissional dentro da instituição, onde inicialmente entrei com conhecimentos técnicos em TI, mas sem uma compreensão plena das demandas relacionadas ao Ensino, Pesquisa e Extensão, bem como à GE.

Dessa vivência, surgiu meu interesse pela área de GE e GC. Somado a isso, a necessidade de aprimoramento tornou-se um caminho natural, motivando-me a explorar oportunidades de pesquisa que qualifiquem e otimizem as práticas institucionais. A perspectiva adquirida a partir da minha posição no IFSul permitiu-me identificar a relevância crítica de investigações que articulam TI e gestão para atender às necessidades dinâmicas da comunidade educacional.

Considero significativo realizar uma pesquisa que não apenas analise as atuais

estratégias de GE existentes no IFSul no tocante à GC, mas também proponha soluções inovadoras baseadas em tecnologia que facilitem a captura, a organização e a disseminação do conhecimento, contribuindo para sua transformação em saber estratégico institucional. Assim, o presente trabalho visa fortalecer a capacidade do IFSul de se adaptar rapidamente às mudanças de cenário, integrando aspectos práticos e uma abordagem acadêmica rigorosa, com o objetivo de contribuir de forma significativa para o avanço contínuo da instituição e promover uma cultura de inovação e excelência em sua GE.

Da minha área de formação inicial, trago para este estudo a IA, através de ACs, como ferramenta capaz de auxiliar a GE em diversas frentes. Esse enfoque na adoção de IA é respaldado pelo crescente investimento de governos e empresas em tecnologias que visam automatizar e aprimorar processos em várias áreas. Sua integração tem mostrado avanços significativos em setores variados, entre os quais podemos destacar:

- na saúde, a partir do diagnóstico, tratamento e prevenção de doenças, bem como no desenvolvimento de novos medicamentos;
- no comércio, através da análise do perfil de clientes para personalização de ofertas e recomendação de produtos;
- na indústria automotiva, auxiliando no desenvolvimento de veículos autônomos e na prevenção de acidentes;
- na agropecuária, propiciando maior assertividade na previsão do tempo e da otimização do uso de insumo e, mais recentemente, na robótica agrícola;
- na tecnologia, aprimorando processos, analisando grandes quantidades de dados para auxiliar em tomadas de decisão de gestores e no suporte ao usuário através de ACs e assistentes virtuais; e
- na educação, personalizando a aprendizagem, automatizando tarefas de administração escolar, fornecendo tutoria virtual aos estudantes e identificando possíveis casos de evasão.

Na presente pesquisa, fixou-se esforços justamente nas duas últimas áreas citadas, indo ao encontro daquilo que o Doutorado Profissional em Educação e Tecnologia (DPET), ofertado pelo Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGEdu) do *Campus* Pelotas do IFSul tem como um de seus objetivos:

Formar profissionais qualificados para o exercício das atividades de ensino, pesquisa e extensão, proporcionando o desenvolvimento da

produção de conhecimento no campo da educação e das tecnologias educacionais, visando atender demandas sociais, organizacionais e/ou profissionais da educação e da tecnologia (IFSul, 2018).

Entende-se que o tema proposto é de grande relevância em um mundo pós-moderno, onde o acesso rápido e confiável à informação é um diferencial competitivo. A vida instantânea da contemporaneidade exige não apenas acesso a dados, mas um conhecimento aprofundado e estratégico para otimizar nossas rotinas e realizar nossas atividades diárias de forma eficiente. Neste cenário, o conhecimento se torna um recurso essencial para navegar e prosperar em um ambiente em constante evolução.

Conhecimento e saber estão profundamente interligados. O conhecimento, como acumulação de dados e informações, precisa ser complementado pelo saber, que envolve a aplicação e interpretação crítica desses dados. A tecnologia, como apontado anteriormente, permite acesso imediato ao conhecimento, mas é o saber que garante a eficácia na sua aplicação e na resolução de problemas complexos. Esse entrelaçamento é essencial para a inovação, desenvolvimento sustentável e gestão eficaz, moldando nossa capacidade de enfrentar desafios e aproveitar oportunidades.

Acredita-se, também, que o objeto de pesquisa aqui proposto possui aderência ao Programa de Pós-Graduação em Educação do IFSul por constituir-se de aspectos relacionados à Educação, a julgar tratar-se de uma solução proposta para fins de GE, e à Tecnologia por envolver um estudo sistemático de técnicas, processos e métodos relacionados a área de TI.

1.2 Problema de Pesquisa

A GE em instituições públicas, especialmente em contextos complexos e com alta rotatividade de pessoal, enfrenta desafios significativos relacionados à retenção e disseminação de conhecimento. Em tais instituições, a perda de conhecimento tácito devido à aposentadoria, exoneração ou questões relacionadas à saúde ou falecimento de servidores pode resultar em lacunas importantes que impactam negativamente a eficiência e a continuidade das operações de forma ideal. Além disso, a dificuldade em integrar às atividades novos servidores ou aqueles que mudam de setor pode levar a um aprendizado ineficaz e à transmissão inadequada de rotinas e práticas estabelecidas.

Somado a isso, a capacitação de servidores para desempenhar suas atividades frequentemente exige investimentos significativos de tempo e recursos financeiros para as instituições. O investimento em treinamentos e atualizações contínuas, essencial para manter os servidores atualizados e aptos a realizar suas tarefas com excelência, pode ser oneroso. Esses custos incluem tanto os recursos financeiros quanto o tempo

que poderia ser dedicado a outras atividades produtivas. A escassez de recursos humanos e a necessidade de treinamento especializado agravam esses custos, impactando ainda mais a eficácia da GC. Assim, mitigar esses ônus com o apoio de uma ferramenta de IA pode contribuir significativamente para a GE da instituição.

Esse problema é ainda mais exacerbado em instituições com alta demanda de atendimento, como é o caso do IFSul, uma instituição pública federal com uma estrutura ampla composta por reitoria, quatorze *campi* e mais de setenta polos de Educação a Distância (IFSul, 2023a). A escassez de recursos humanos e a constante mudança de legislação, fluxos e procedimentos contribuem para a dificuldade em fornecer suporte e informações de forma rápida e precisa. Como resultado, isso pode levar à circulação de informações incorretas.

Neste cenário, a proposta de utilizar AC como ferramentas de apoio para a GE surge como uma solução potencial para mitigar esses desafios. Os AC podem atuar tanto como acumuladores de conhecimento, integrando e organizando informações de diversas áreas da instituição, quanto como facilitadores de aprendizagem, auxiliando na integração de novos servidores e na adaptação de servidores que mudam de setor. A eficácia dos AC para esses fins, no entanto, depende de uma compreensão detalhada de como esses sistemas devem ser pensados e projetados para acumular, organizar e transferir conhecimento de forma eficaz em uma instituição pública multifacetada com o IFSul.

Isso posto, chega-se ao problema de pesquisa abordado nesta Tese de Doutorado: de que forma o IFSul deve se preparar para uma implantação eficiente de ACs que auxiliem sua GC e, conseqüentemente, sua GE?

1.3 Justificativa

Em 1950, Alan Mathison Turing propôs um questionamento que, à época, era profundamente inovador: poderia uma máquina pensar? A partir do uso de uma máquina no contexto do jogo da imitação (Turing, 1950), ele levantava a possibilidade de uma funcionalidade semelhante ao que hoje é amplamente conhecido como assistentes virtuais, seja na forma de ACs, *gadgets*¹ ou outras tecnologias. Desde então, o avanço tecnológico tem sido notável, transformando de maneira irreversível nossa interação com o mundo ao nosso redor. Passou-se das demoradas cartas às mensagens instantâneas, do distante ao imediato, e da busca por informações às notificações *push*². Acelerado por inovações nas áreas de IA e GC, esse progresso tecnológico representa

¹Pequena máquina ou peça de equipamento eletrônico com funcionalidade específica (Cambridge, 2023, Tradução nossa).

²Modelo de notificação na qual o servidor publica mensagens ativamente e o cliente a recebe em tempo real (Tang et al., 2013).

a base sobre a qual se constrói o presente trabalho.

A IA, mesmo que muitas vezes de maneira imperceptível, está profundamente integrada ao nosso cotidiano. Assistentes virtuais já se tornaram comuns em nossos bolsos, em nossas casas, e até mesmo em nossos veículos. Quando realiza-se compras, efetua-se pagamentos, agenda-se compromissos ou resolve-se questões simples do dia a dia, frequentemente busca-se auxílio dessas tecnologias, que têm como principal objetivo facilitar a execução de tarefas cotidianas. Desde o primeiro AC, o ELIZA, criado na década de 1960 por Weizenbaum (1966) com o intuito de atuar como psicoterapeuta, retornando as declarações do usuário na forma de perguntas, até os assistentes modernos, os avanços nas áreas de IA, Processamento de Linguagem Natural (PLN) e Aprendizado de Máquina (AM) foram significativos, tornando as interações mais sofisticadas e naturais.

Com a crescente quantidade de dados e informações que circulam diariamente pela Internet, somado ao crescimento exponencial das bases de conhecimento, o uso de ACs torna-se uma ferramenta indispensável para facilitar o acesso dos usuários às informações que necessitam. No contexto de uma instituição de ensino, como o IFSul, vislumbra-se o uso de ACs como uma grande oportunidade para qualificar a GE e otimizar o cotidiano da comunidade acadêmica.

Os ACs oferecem um canal de comunicação rápido e eficiente, eliminando a necessidade de deslocamentos e esperas, com funcionamento contínuo, 24 horas por dia, 7 dias por semana. Além disso, proporcionam uma interface amigável, seja por texto ou por voz, garantindo a padronização das informações repassadas aos usuários, mas com a possibilidade de personalização conforme necessário. Sua expansibilidade e escalabilidade permitem que se adaptem às demandas da instituição, atendendo a um volume cada vez maior de solicitações e proporcionando maior alcance em suas funcionalidades.

De acordo com Kane (2016), o uso de ACs em ambientes institucionais possibilita que questões repetitivas sejam respondidas quantas vezes for necessário, sem sobrecarregar os recursos humanos. Assim, além de otimizar o uso dos recursos disponíveis, os ACs preenchem lacunas nos serviços prestados, enriquecendo a interação com a comunidade e oferecendo um canal de comunicação ágil e eficaz. Ao pensar na adoção dessa solução no IFSul, destaca-se uma série de benefícios que podem ser obtidos, tanto para os alunos quanto para a GE da instituição. Dentre eles, pode-se citar:

- Garantir a unicidade das informações transmitidas;
- Centralizar, em um único canal, informações provenientes de diversos setores;

- Facilitar a rotina acadêmica, proporcionando orientações padronizadas e acessíveis;
- Apoiar os novos servidores no aprendizado das rotinas e dos fluxos de processos;
- Proporcionar atendimentos simultâneos a múltiplos usuários, reduzindo o tempo de espera;
- Suprir a escassez de recursos humanos, uma realidade nas instituições públicas de ensino; e
- Redirecionar os recursos humanos para atividades mais especializadas, deixando rotinas repetitivas a cargo de ACs.

Inicialmente, o objeto de estudo desta pesquisa envolvia a modelagem de ACs em um Sistema Multiagentes (SMA), com o objetivo de auxiliar a GE do IFSul. A ideia central era que esses ACs servissem à comunidade acadêmica, respondendo dúvidas, oferecendo orientações personalizadas e suporte nas atividades diárias. Embora essa solução tenha demonstrado um grande potencial, observa-se que, antes de qualquer passo nesse sentido, seria necessário consolidar uma base sólida para que a implementação de ACs fosse bem-sucedida.

Ao realizar uma análise crítica do cenário institucional, percebeu-se que a simples modelagem de uma solução, sem uma abordagem fundamentada e estruturada, poderia comprometer a eficácia da implementação. Assim, a decisão de reestruturar a pesquisa, priorizando a análise dos aspectos fundamentais e preparatórios, foi tomada com o intuito de garantir a eficácia a longo prazo. Essa mudança de foco nos permitirá assegurar que a instituição esteja devidamente preparada antes de avançar na adoção de soluções mais complexas.

A análise preliminar revelou que a implementação de ACs na GE do IFSul requer uma preparação cuidadosa. Aspectos como a adequação das bases de conhecimento, a infraestrutura tecnológica existente, as práticas de segurança de dados e a integração com os sistemas atuais são fatores cruciais para o sucesso de uma futura implementação. Sem essa preparação, o projeto poderia enfrentar dificuldades em áreas como gestão de dados, segurança e privacidade, além da falta de monitoramento adequado.

Assim, esta pesquisa se concentra em investigar as necessidades específicas do IFSul, avaliando sua adequação para o uso de ACs em SMA como ferramenta de IA no futuro. A partir dessa análise, será possível realizar um planejamento mais eficiente e garantir que os recursos sejam alocados de maneira estratégica. Além disso, a análise prévia ajudará a mitigar riscos potenciais e otimizar o processo de implementação, assegurando que a solução seja desenvolvida de maneira eficaz e sustentável.

Portanto, o foco desta investigação está na análise detalhada dos aspectos fundamentais e preparatórios, com um olhar atento às necessidades da instituição e de seus servidores. Esta abordagem estratégica garante uma base sólida para um futuro desenvolvimento, aumentando as chances de uma implementação bem-sucedida. Ao proporcionar uma ferramenta adaptada às especificidades do IFSul, a pesquisa visa oferecer um entendimento robusto das necessidades da instituição e maximizar as chances de sucesso no uso de ACs como parte de sua GE.

1.4 Hipótese de Tese

A formulação da hipótese de Tese é essencial para a condução de uma pesquisa de Doutorado, especialmente no campo educacional, onde é fundamental considerar o impacto no aprendizado e na disseminação do conhecimento. A hipótese não apenas orienta o estudo, como também delimita o escopo da pesquisa, ajudando a identificar a relevância e originalidade do trabalho. Além disso, ela serve como base para a escolha das metodologias mais adequadas para a coleta e análise de dados. De acordo com Gil (2002), a hipótese é uma proposição testável, que permite ao pesquisador validar ou refutar uma solução proposta para o problema de pesquisa, orientando todo o processo investigativo.

No contexto desta pesquisa, o objetivo é analisar como os ACs podem atuar como uma ferramenta de aprendizado e auxiliar na retenção e disseminação do conhecimento entre os servidores do IFSul. Assim, a hipótese proposta é: **a integração de ACs em um SMA se configura como uma estratégia eficaz para melhorar o aprendizado dos servidores, consolidar o conhecimento tácito e disseminá-lo de forma acessível, contribuindo para a qualidade educacional e a eficiência institucional.**

Essa proposição é clara e testável, conforme sugere Gil (2002), permitindo investigar de que forma os ACs podem impactar positivamente o aprendizado e a cognição no contexto da GE do IFSul, contribuindo para a capacitação contínua dos servidores e para uma disseminação mais eficiente do conhecimento institucional. O foco aqui não é apenas otimizar processos, mas também garantir que o conhecimento gerado e compartilhado seja facilmente acessível e integrado à rotina da instituição.

Para testar essa hipótese, são conduzidos estudos e análises exploratórias que buscam construir um modelo teórico-metodológico capaz de refletir a proposta de integração de ACs ao contexto educacional do IFSul. A pesquisa fornece uma base sólida para reflexões sobre como a tecnologia de ACs pode apoiar a gestão do conhecimento e consolidar práticas institucionais que promovam a preservação e disseminação do saber. Espera-se, com isso, que o estudo beneficie não apenas o IFSul,

mas também outras instituições de ensino que possam adotar soluções semelhantes para melhorar a eficiência e a qualidade de sua educação e gestão.

1.5 Objetivos

O processo de elaboração de uma Tese de Doutorado é um desafio complexo e exigente, que demanda do pesquisador uma série de habilidades e competências para a produção de um trabalho científico original, relevante e consistente. Nesse sentido, a definição de objetivos gerais e específicos para a Tese se configura como um aspecto fundamental para o sucesso da pesquisa.

Os objetivos gerais de uma investigação são responsáveis por definir a finalidade principal do trabalho, ou seja, aquilo que se pretende alcançar com a realização da pesquisa. Eles direcionam toda a condução do estudo, estabelecendo o caminho a ser seguido e servindo como norteador para a obtenção dos resultados. Por sua vez, os objetivos específicos se referem às etapas intermediárias do estudo, estabelecendo resultados concretos e mensuráveis que são esperados ao longo do processo de pesquisa. Dessa forma, os objetivos específicos descrevem detalhadamente cada fase do estudo, permitindo que o pesquisador avalie o progresso da pesquisa de acordo com o planejado e faça ajustes, quando necessário.

A definição clara e precisa dos objetivos gerais e específicos é essencial para delimitar o escopo da investigação, prevenindo que o estudo se torne excessivamente amplo ou ambíguo. Além disso, os objetivos ajudam a manter o foco da pesquisa e a organização de cada etapa, estabelecendo metas concretas que guiarão o trabalho até sua conclusão. A definição dos objetivos também é um elemento-chave para que o pesquisador avalie a relevância e a originalidade da pesquisa, bem como seu potencial de contribuição para o conhecimento científico e para a sociedade. Diante disso, apresenta-se a seguir o objetivo geral e os objetivos específicos do presente estudo.

1.5.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é investigar o cenário e as condições institucionais para a utilização de ACs como ferramenta de acúmulo e transferência de conhecimento entre os servidores, visando à otimização da GC e à indicação de possíveis caminhos para o aprimoramento da GE no âmbito do IFSul. O estudo busca identificar estratégias que possam mitigar a perda de conhecimento, reduzir os custos associados à capacitação de servidores e, ao mesmo tempo, melhorar o atendimento à comunidade acadêmica.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Analisar o contexto atual do IFSul frente à adoção de IA, considerando as particularidades organizacionais, regulamentações aplicáveis e potenciais impactos nos processos institucionais;
- Investigar de que forma a integração entre especialistas humanos e ACs em SMA poderia potencializar a GE por meio de uma GC eficiente, considerando as especificidades e o contexto institucional;
- Apontar adequações relevantes para a implementação desse tipo de inovação, de forma a assegurar sua conformidade com as particularidades do contexto institucional e seu alinhamento às demandas estratégicas e organizacionais, minimizando riscos e promovendo sua integração de forma eficaz;
- Investigar o potencial dos ACs em SMA como ferramenta estratégica de GC, com foco na organização, preservação e disseminação do *saber institucional em instituições públicas multicampi*; e
- Analisar a contribuição dessa tecnologia no apoio à formação contínua de servidores, destacando sua aplicação na integração de novos colaboradores e na transição de funções ou setores, por meio da personalização do aprendizado e da ampliação do acesso às informações organizacionais.

Esses objetivos específicos estão interligados, de modo que o alcance de cada um deles contribuirá diretamente para a realização do objetivo geral da pesquisa. Ao investigar e avaliar os diferentes mecanismos e potenciais impactos dos ACs sobre a GC e GE, este estudo visa fornecer subsídios teóricos e práticos que, além de melhorar a eficiência institucional no IFSul, possam ser aplicados em outras instituições de ensino que enfrentem desafios semelhantes.

1.6 Delimitação da Pesquisa

Como abordado anteriormente, esta pesquisa foca no estudo do potencial de utilização de ACs como ferramenta de apoio à GGE e à GC no IFSul, concentrando-se em como esses ACs podem contribuir para a retenção e disseminação de conhecimento, especialmente frente aos desafios impostos pela rotatividade de servidores e pela fragmentação dos processos educacionais.

O estudo está voltado para o contexto educacional, considerando como os ACs podem melhorar o suporte tanto aos gestores quanto aos servidores e alunos da instituição. A pesquisa busca entender como a tecnologia pode facilitar a integração

de novos servidores, otimizar o acesso a informações educacionais e normativas e, ao mesmo tempo, garantir que o conhecimento acumulado ao longo dos anos seja preservado e facilmente acessível para a comunidade acadêmica.

Apesar de abordar soluções tecnológicas com base na IA, o estudo não tem como objetivo o desenvolvimento ou a implementação prática dos ACs. A pesquisa é exploratória, com foco em investigar as condições que favorecem ou dificultam a adoção dessa tecnologia no contexto institucional, analisando suas vantagens e os obstáculos para uma implementação eficaz na realidade do IFSul.

Além disso, o estudo não pretende esgotar o tema da GC em instituições de ensino, mas sim fornecer uma análise aprofundada e direcionada ao cenário do IFSul, podendo também servir como referência para outras instituições educacionais que enfrentam desafios semelhantes em seus processos de GE e GC.

1.7 Metodologia

A metodologia de pesquisa desempenha um papel fundamental na estruturação e execução de investigações científicas, fornecendo a sustentação necessária para a coleta, análise e interpretação dos dados. Gil (2002) ressalta que a metodologia precisa ser organizada de maneira lógica e coerente para proporcionar respostas claras às perguntas de pesquisa, com técnicas adequadas e justificativas consistentes para as escolhas feitas ao longo do processo. Assim, a metodologia adotada neste estudo será apresentada de forma a garantir a clareza dos métodos, procedimentos e técnicas utilizados, sempre com o objetivo de alcançar os resultados esperados com a máxima validade.

Inicialmente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, que se caracteriza, de acordo com Gil (2002), pela utilização de material já elaborado, constituído principalmente por livros e artigos científicos. Esta etapa é essencial para a construção do embasamento teórico necessário para este estudo, pois permite a análise crítica do que já foi abordado sobre ACs, GE e SMA. Gil destaca que a pesquisa bibliográfica é um método eficaz para fornecer uma visão ampla do estado da arte e ajudar a identificar lacunas que possam ser exploradas. Adiante, no capítulo Estado do Conhecimento, detalha-se essa etapa e o uso de dois *softwares* específicos para o tratamento da literatura coletada, o que nos permitiu sistematizar as informações com maior eficiência.

A presente pesquisa adota uma abordagem exploratória e aplicada, o que, de acordo com Gil (2002), é adequado quando o objetivo é proporcionar maior familiaridade com o problema e formular hipóteses ou recomendações para possíveis soluções. No contexto desta pesquisa, busca-se entender como os ACs podem ser empregados para otimizar a GC no IFSul, propondo diretrizes para uma implementação futura que

seja eficiente e alinhada às necessidades institucionais. O autor ressalta, ainda, que a pesquisa aplicada tem como foco resolver problemas práticos, e este estudo se insere nesse escopo ao oferecer soluções que podem ser implementadas no ambiente institucional para aprimorar a GC e a GE.

A abordagem qualitativa, de natureza descritiva, também é central para este trabalho. Para Gil, a pesquisa descritiva busca registrar, analisar e interpretar os fenômenos observados sem manipulá-los, sendo ideal para fornecer um panorama detalhado da realidade investigada. No presente estudo, essa abordagem nos permite descrever de forma detalhada como as práticas atuais do IFSul, no que tange à GC e GE, podem ser afetadas pela adoção de ACs. A análise descritiva é fundamental para captar as nuances e complexidades do ambiente institucional, garantindo que possa-se documentar fielmente as condições observadas.

1.7.1 Coleta e Análise de Dados

A coleta de dados será realizada por meio de análise documental, método amplamente reconhecido por Gil (2002) como eficaz para a investigação de instituições e suas normas internas. Segundo o autor, a análise documental utiliza materiais como regulamentos, diretrizes e documentos internos que ainda não receberam tratamento analítico, o que se mostra valioso quando o objetivo é obter uma visão ampla e profunda do ambiente organizacional. Nesta pesquisa, a análise documental permitirá identificar as normas e políticas que orientam a GE e a GC no IFSul, além de explorar como essas diretrizes podem facilitar ou dificultar a adoção de ACs.

O processo de análise de dados será estruturado em duas etapas principais, ambas interligadas e complementares:

1. **Análise documental:** nesta fase, realiza-se um levantamento detalhado das normas, políticas e regulamentos do IFSul. Conforme apontado por Gil (2002), o levantamento e o exame de documentos institucionais permitem ao pesquisador extrair informações essenciais sobre o contexto normativo e organizacional em que a instituição opera. Esta etapa fornecerá uma base sólida para entender as diretrizes formais que influenciam a GC e a GE no IFSul, assegurando que a futura implementação dos ACs esteja de acordo com as normas federais e institucionais aplicáveis.
2. **Análise descritiva:** após o levantamento documental, conduz-se uma análise descritiva com o objetivo de detalhar as condições institucionais e normativas que podem impactar a adoção de ACs no IFSul. A análise descritiva é ideal para descrever e interpretar as práticas institucionais sem modificar os dados, permitindo um retrato fiel das circunstâncias que envolvem a adoção de novas

tecnologias (Gil, 2002). Essa etapa será crucial para entender como a GE e a GC funcionam atualmente e como essas práticas podem ser influenciadas pelos ACs, identificando os fatores que podem facilitar ou dificultar essa implementação.

Essas etapas são realizadas de forma integrada, de modo que a análise documental forneça subsídios para a análise descritiva, culminando em um retrato detalhado e fiel da situação atual do IFSul no que se refere à GC e à adoção de tecnologias como os ACs.

Ao combinar uma abordagem qualitativa e descritiva com métodos apropriados de coleta e análise de dados, esta pesquisa visa fornecer uma compreensão aprofundada das implicações tecnológicas e organizacionais da adoção de ACs no contexto do IFSul. Gil (2002) salienta que a adequação da metodologia é fundamental para garantir a validade e a confiabilidade dos resultados, o que torna as conclusões desta pesquisa ainda mais robustas e capazes de contribuir significativamente para a melhoria dos processos de gestão no IFSul.

1.8 Contribuições Potenciais da Pesquisa

Este estudo pretende contribuir para melhorar a GC em instituições públicas de ensino, como o IFSul, por meio da utilização de ACs. Ao explorar a aplicação de IA nesse contexto, a pesquisa oferece uma nova perspectiva sobre como essas ferramentas podem ajudar a enfrentar a rotatividade de servidores e a perda de conhecimento institucional.

No aspecto teórico, o trabalho contribui ao campo da GC ao examinar o uso de ACs para otimizar a retenção e a disseminação de conhecimento em organizações educacionais. Além disso, avança a discussão sobre a integração de soluções tecnológicas na GE, gerando novas hipóteses para estudos futuros.

Do ponto de vista prático, os resultados deste estudo podem servir como referência para gestores de instituições que buscam adotar soluções de IA para lidar com desafios relacionados à eficiência operacional e à transmissão de conhecimento. A pesquisa também fornecerá informações sobre as condições necessárias para a implementação de ACs, mapeando barreiras e facilitadores que precisam ser considerados para garantir uma implantação eficaz.

Além disso, as recomendações geradas poderão apoiar o IFSul na preparação para a futura adoção dessas tecnologias, permitindo uma melhor adaptação às suas necessidades de GC e qualificação de servidores, com foco na retenção de conhecimento e na redução dos custos de capacitação.

1.9 Estrutura do Trabalho

Uma Tese de Doutorado é um trabalho acadêmico que visa contribuir para o avanço do conhecimento em uma determinada área de estudo. Cabe ressaltar que para esta atingir seu objetivo, é necessário que apresente uma estrutura clara e bem organizada, que permita aos leitores compreender facilmente a lógica e os resultados da pesquisa realizada (Eco, 2019).

Nesse sentido, a estrutura da presente Tese de Doutorado está dividida em partes principais, que incluem os capítulos Introdução, Estado do Conhecimento, Fundamentação Teórica, Contexto Institucional e Desafios da IA, Conclusões, Trabalhos Futuros, Referências, Apêndices e Anexos. Elaborou-se a estrutura dessa forma no intuito de garantir a coerência e a organização, permitindo que se possa expor clara e detalhadamente a investigação.

Neste capítulo de Introdução, apresenta-se contextualização e interesse do autor pelo tema, problema de pesquisa, justificativa, hipótese de Tese, objetivos geral e específicos, delimitação da pesquisa, metodologia, potenciais contribuições e este detalhamento da estrutura do trabalho.

O capítulo Estado do Conhecimento, segundo desta tese, tem como objetivo apresentar o estágio atual do conhecimento acerca do assunto abordado nessa pesquisa, através de um levantamento de publicações relevantes já realizadas na área, assim como lacunas e/ou controvérsias que possam existir. Ainda a partir do Estado do Conhecimento, pode-se identificar uma base teórica e empírica para a realização da investigação.

No terceiro capítulo, Fundamentação Teórica, apresenta-se e discute-se as teorias e conceitos relevantes ao tema, fornecendo uma base teórica sólida para a pesquisa. Além disso, dada a particularidade desta pesquisa em envolver áreas distintas, se estabelece uma ligação entre elas e desenvolve-se um arcabouço teórico consistente para o desenrolar da pesquisa e a posterior análise dos resultados da investigação.

O quarto capítulo desta Tese aborda o contexto institucional, trazendo questões relacionadas a política e a regulação de IA no Brasil atualmente, além de governança de IA, ética, auditoria e inclusão em órgãos públicos. Ainda, discute aspectos cognitivos e técnicos relacionados a utilização de IA.

Após, o capítulo quinta apresenta pontos relacionados a estruturação e diretrizes apontadas para a adoção de IA por parte da instituição. Nele aborda-se a dupla função que o utilização de ACs em SMA pode desempenhar no IFSul, propõem-se como a solução seria estruturada, políticas de IA que devem ser institucionalizadas, atividades necessárias para garantir o resultado esperado e formas para minimizar os riscos

inerentes a adoção de IA.

Adiante, no capítulo seis, apresenta-se as conclusões da pesquisa, expondo as considerações acerca da Tese e suas contribuições. Além disso, descreve-se o Produto Educacional desenvolvido. A seguir, no sétimo capítulo, sugere-se trabalhos futuros relacionados ao tema. Encerrando, elenca-se as referências que sustentam essa pesquisa e que demonstram a base teórica para seu desenvolvimento, seguidas pelos apêndices e anexos que complementam o texto.

Enfim, constituiu-se o presente estudo de acordo com os capítulos listados de forma a propiciar uma estrutura organizada e uma leitura fluida, uma vez que tal fator é determinante para garantir a excelência e efetividade do trabalho, tanto para os pesquisadores quanto para os leitores e avaliadores envolvidos.

2 ESTADO DO CONHECIMENTO

Estado do conhecimento é identificação, registro, categorização que levem à reflexão e síntese sobre a produção científica de uma determinada área, em um determinado espaço de tempo, congregando periódicos, teses, dissertações e livros sobre uma temática específica (Morosini; Kohls-Santos; Bittencourt, 2021, p. 23, grifo dos autores).

Antes de empreender esforços em uma pesquisa, é prudente examinar o Estado do Conhecimento acerca do assunto a ser investigado, tendo como propósito a identificação daquilo que já foi produzido, de lacunas e de referenciais teóricos que venham a embasar o objeto de estudo, contribuindo assim para o aprimoramento de seu conhecimento. Uma das formas de se fazer isso é através da revisão e da síntese da literatura produzida acerca do tema, em um exame crítico, que se constitui como uma etapa crucial para o desenrolar da pesquisa. Tal movimento permite avaliar a validade e a relevância das descobertas já realizadas, além de orientar o desenvolvimento de novas pesquisas e a formulação de novas hipóteses, caracterizando-se como uma prática essencial para o desenvolvimento de pesquisas sólidas e de alta qualidade em qualquer área do conhecimento (Thomas; Pring, 2007).

A partir da análise do Estado do Conhecimento, buscou-se identificar as principais tendências, convergências e divergências no campo de pesquisa, além de estabelecer conexões entre as diferentes abordagens teóricas e metodológicas utilizadas. Dessa forma, a revisão da literatura realizada nessa etapa é essencial para orientar o desenvolvimento da pesquisa e, conseqüentemente, para seu sucesso.

Envolvendo a análise crítica e a integração dos estudos e informações existentes sobre o assunto de estudo, empregou-se diferentes recursos e procedimentos específicos para realizar essa tarefa de maneira organizada e eficaz, buscando e selecionando, de forma criteriosa, fontes relevantes – tais como artigos científicos, monografias, dissertações e teses – que tenham relação direta ou indireta com o tema em estudo.

Objetivando a qualidade da construção desse Estado do Conhecimento, lançou-se mão de ferramentas e técnicas a fim de garantir o valor do produto final dessa importante etapa de nossa pesquisa. Para tal, elaborou-se um protocolo de revisão, do qual partiu-se para realização de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) e, após, uma análise qualitativa do *corpus* obtido, conforme detalhado adiante.

Adiante, apresenta-se detalhadamente os parâmetros que norteiam a construção do presente Estado do Conhecimento, as ferramentas tecnológicas utilizadas e as técnicas aplicadas.

2.1 Protocolo da revisão

Objetivo

A presente revisão busca conhecer/analisar estudos científicos publicados de 2018 a maio de 2023 em renomadas bases de dados, acerca da utilização de *chatbots* em conjunto com Sistemas Multiagentes aplicados à Gestão Educacional.

Questão de pesquisa

De que forma a utilização de Agentes Conversacionais em Sistemas Multiagentes vem sendo investigada para auxiliar a Gestão Educacional?

Descritores

Considerando a questão de pesquisa do Estado do Conhecimento, organizou-se os descritores em três blocos (Quadro 1):

Quadro 1 – Descritores.

| Bloco 1 | Bloco 2 | Bloco 3 |
|---|---------------------|--|
| <i>chatbot</i> , agente conversacional | sistema multiagente | gestão educacional, organização educacional |

Fonte: Elaborado pelo autor.

String genérica de busca

Partindo dos blocos de descritores, construiu-se a seguinte *string* genérica de busca a ser utilizada nas bases de dados para obtenção dos estudos correlatos:

```
(chatbot OR "agente conversacional") AND
("sistema multiagente") AND
("gestão educacional" OR "organização educacional")
```

Contudo, conforme detalhados mais adiante, essa *string* de busca não retornou estudos nas bases de dados que compõem esse Estado do Conhecimento. Em virtude disso, optou-se por realizar as buscas utilizando as combinações dos blocos de descritores em pares, resultando na utilização das seguintes três *strings*:

1. (chatbot OR "agente conversacional") AND ("sistema multiagente")

2. (chatbot OR "agente conversacional") AND
("gestão educacional" OR "organização educacional")
3. ("sistema multiagente") AND
("gestão educacional" OR "organização educacional")

Com essa particularidade, a utilização das ferramentas computacionais torna-se ainda mais relevante, dada a maior complexidade em lidar com resultados diversos de uma forma organizada e auditável.

Crítérios de inclusão e exclusão de estudos

Analisou-se artigos, monografias, dissertações e teses que, partindo dos resultados obtidos nas fontes através da *string* de busca, atendam aos critérios de inclusão ou exclusão apontados no Quadro 2.

Quadro 2 – Critérios de inclusão e exclusão de estudos.

| Crítérios de Inclusão | Crítérios de Exclusão |
|---------------------------------|--|
| - versa acerca do tema abordado | - não aborda os assuntos buscados - não está disponível integralmente nas bases de dados envolvidas - não apresenta resumo - não apresenta considerações parciais ou finais |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Bases de dados

Realizou-se as buscas em cinco bases de dados bibliográficas, as quais foram selecionadas tendo como critérios:

- ser fonte reconhecida no cenário científico
- disponibilizar acesso público e/ou gratuito
- estar disponível via *web*

Considerando tais critérios, as bases de dados utilizadas na construção desse Estado do Conhecimento são:

1. Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), em <https://bdtd.ibict.br>
2. Catálogo de Teses e Dissertações CAPES, em <http://catalogodeteses.capes.gov.br>

3. Google Acadêmico, em <https://scholar.google.com.br>
4. Portal Brasileiro de Publicações e Dados Científicos em Acesso Aberto (Oasisbr), em <https://oasisbr.ibict.br>
5. Portal de Periódicos da CAPES, em <https://www.periodicos.capes.gov.br>¹

Idiomas considerados

Estudos publicados em português, inglês ou espanhol.

2.2 Ferramentas

Devido à natureza dispendiosa e repetitiva da revisão da literatura, o apoio de ferramentas computacionais é fundamental para otimizar sua execução e melhorar a qualidade do processo, tendo total controle das etapas de construção do Estado do Conhecimento. Além disso, esse tipo de artifício tecnológico traz recursos de visualização, como gráficos, mapas e tabelas, os quais auxiliam na compreensão e na apresentação dos resultados da análise.

Nesse contexto, utilizou-se em um primeiro momento a ferramenta StArt - *State of the Art through Systematic Review* (Figura 1), desenvolvida pelo Laboratório de Pesquisa em Engenharia de *Software* (LaPES) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Esse *software* oferece recursos e funcionalidades que facilitam as diversas etapas da revisão, desde a busca sistemática por estudos relevantes até a avaliação da qualidade metodológica e a síntese dos resultados (UFSCar, 2023). Através de sua interface, é possível, por exemplo, atribuir critérios de inclusão ou exclusão e de qualidade definidos em nosso protocolo – descrito adiante – para chegar ao *corpus* de publicações que compõem o Estado do Conhecimento da presente pesquisa.

¹Acessado através da Comunidade Acadêmica Federada (CAFe), utilizando *login* a partir do domínio do IFSul.

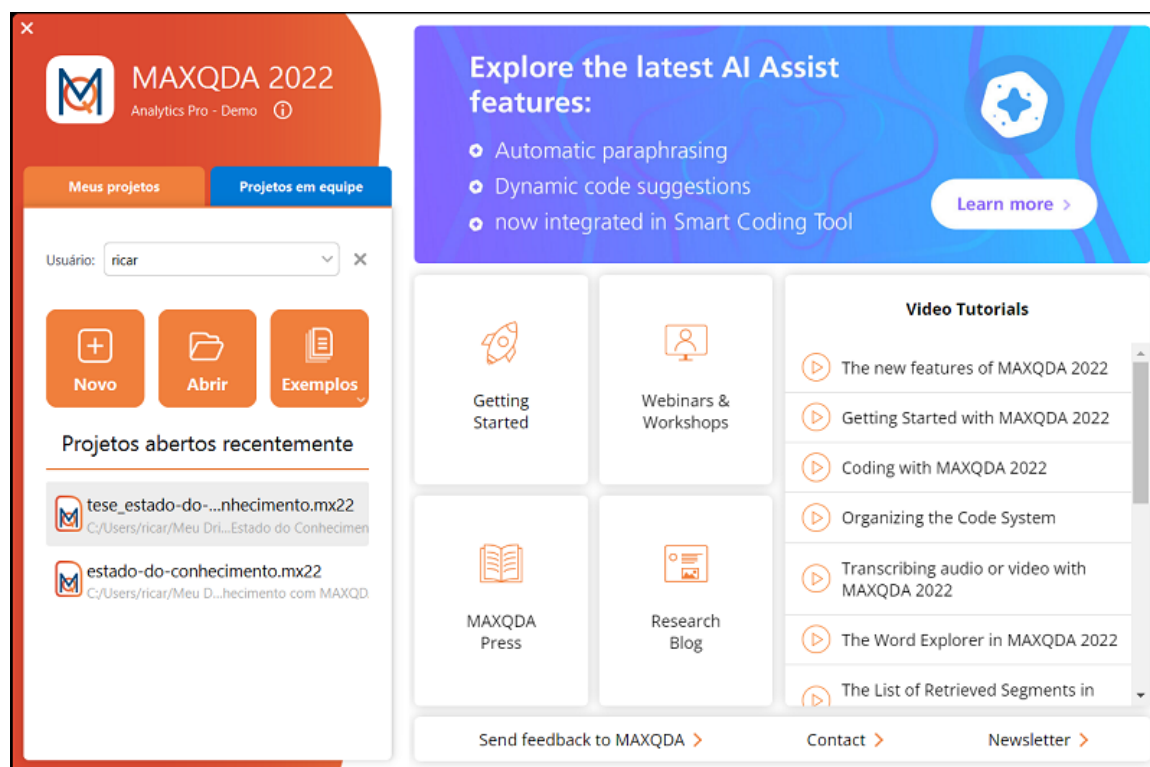
Figura 1 – Software StArt.



Fonte: Produzido pelo autor.

Em um segundo momento, fez-se uso do *software* MAXQDA (Figura 2), da VERBI *Software*, para analisar minuciosamente o *corpus* obtido com o auxílio do StArt. O MAXQDA é um *software* de análise qualitativa de dados projetado para auxiliar pesquisadores e profissionais na organização, análise e interpretação de dados qualitativos que oferece uma ampla gama de recursos para organização e categorização dos dados (VERBI, 2023).

Figura 2 – Software MAXQDA.



Fonte: Produzido pelo autor.

2.3 Técnicas

Como ponto de partida, utilizou-se o StArt para ter total controle e organização da RSL. Cabe salientar que essa ferramenta trabalha com a revisão em três etapas principais: planejamento, execução e sumarização. A etapa de execução, por sua vez, subdivide-se em três fases: identificação de estudos, seleção e extração.

Na etapa inicial da utilização do StArt, cadastrou-se as delimitações planejadas anteriormente no protocolo da revisão. A seguir, iniciou-se a etapa de execução identificando os estudos. Para isso, realizou-se as buscas nas bases de dados e exportou-se os resultados em formato Bibtex² ou RIS³, de acordo com as funcionalidades de cada base de dados, e, logo em seguida, importou-se no StArt. Destaca-se que, ao importar os estudos, a ferramenta identifica publicações duplicadas e questiona o pesquisador como proceder: marcar como duplicado ou não.

Com todos estudos já cadastrados no StArt, iniciou-se a seleção dos mesmos

²Formato de arquivo de texto simples criado por Oren Patashnik para ser utilizado, inicialmente, para bibliografias em combinação com o sistema de composição LaTeX. Entretanto, nos dias atuais é possível incluir bibliografias BibTeX mesmo em documentos de terceiros (BibTeX, 2006).

³Do inglês *Research Information Systems*, é um formato de arquivo texto para citações desenvolvido pela Research Systems, Inc (Solvusoft, 2018).

com base em seus resumos, incluindo aqueles que obedecem os critérios de inclusão e excluindo os demais. Nessa fase, para cada estudo, informou-se os critérios pré-estabelecidos pelo(s) qual(is) a decisão foi tomada. No mesmo passo, classificou-se a prioridade de leitura do estudo para a fase seguinte.

Já na fase extração, foram realizadas leituras completas e mais críticas dos estudos a fim selecionar e refinar o *corpus* do Estado do Conhecimento, bem como para identificar os principais conceitos, teorias, métodos, resultados e referenciais dos mesmos. A seguir, encerrada a fase de execução, passou-se à etapa de sumarização da RSL, na qual tem-se uma visão mais detalhada sobre as características dos trabalhos restantes que compõem nosso *corpus*.

Concluídas as fases no StArt, seguiu-se para a inclusão do *corpus* no *software* MAXQDA e, a seguir, construiu-se a Bibliografia Anotada (Morosini; Kohls-Santos; Bittencourt, 2021; Kohls-Santos; Morosini, 2021) a partir dos estudos encontrados.

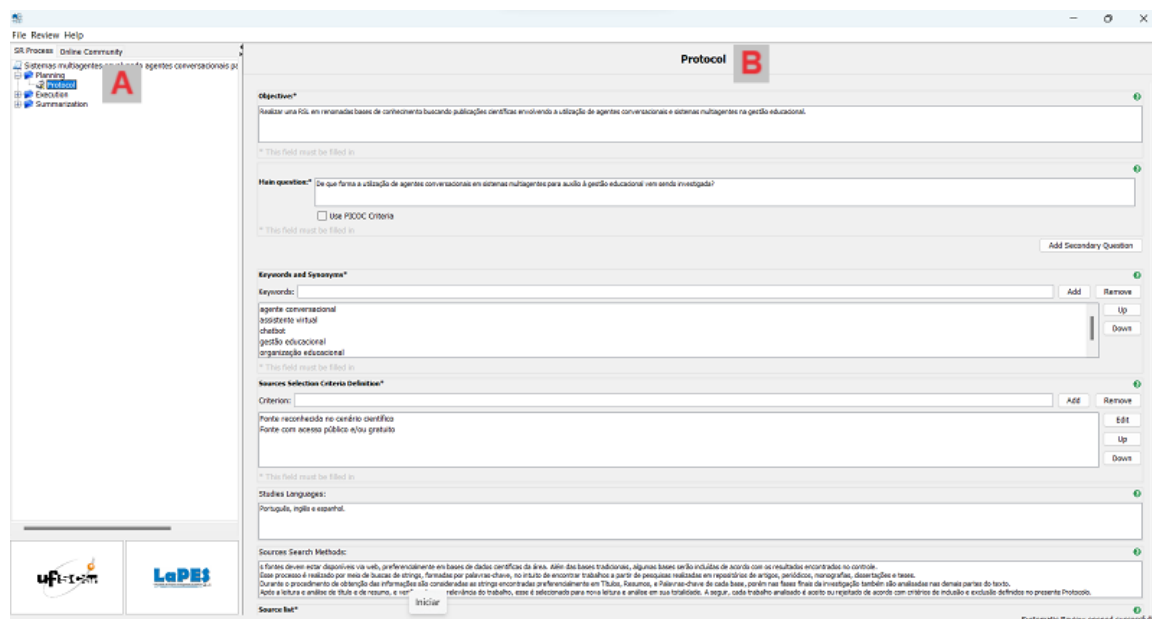
Dada a funcionalidade específica do MAXQDA em auxiliar na análise e interpretação dos dados com um vasto conjunto de artifícios, repassou-se os estudos que compõem o *corpus* categorizando e sintetizando seus conteúdos, de forma a contribuir para a solidificação do presente Estado do Conhecimento.

Para isso, passou-se à elaboração da Bibliografia Sistematizada e, a seguir, a Bibliografia Categorizada, conforme sugerem Morosini, Kohls-Santos e Bittencourt (2021). Por fim, traçou-se a Bibliografia Propositiva conforme aconselham essas autoras.

2.4 Construção do *Corpus*

Apresentados o protocolo da presente revisão, as ferramentas tecnológicas utilizadas e as técnicas aplicadas, detalha-se a seguir cada passo tomado na construção do *corpus* desse Estado do Conhecimento.

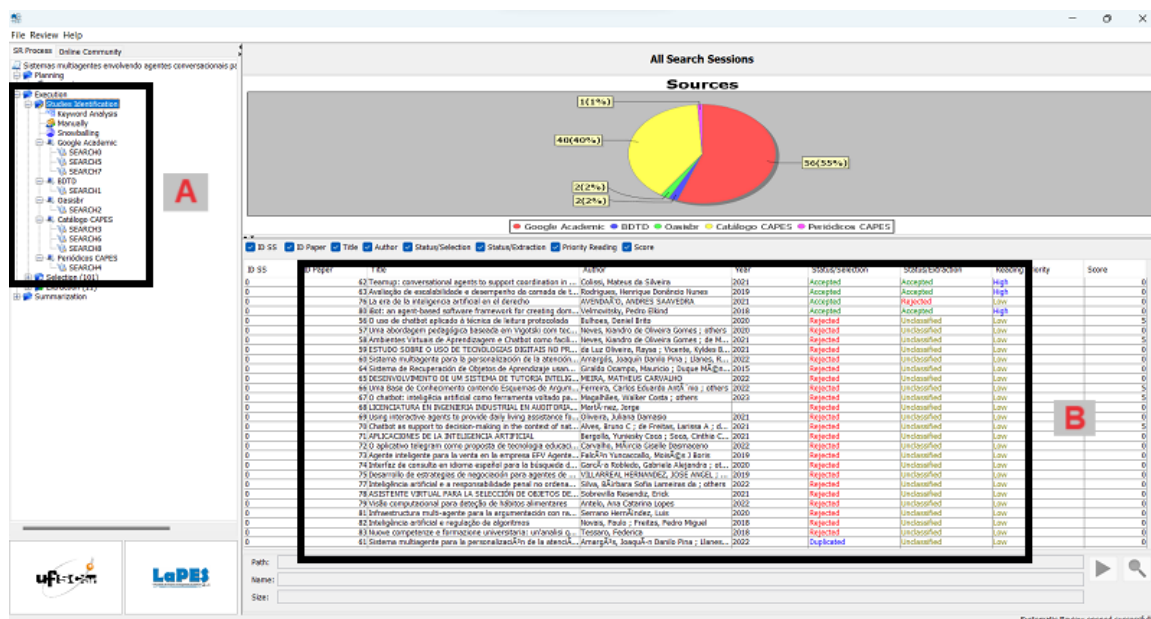
Iniciou-se pelo cadastro do protocolo de revisão no StArt (Figura 3), na etapa de planejamento (A), onde incluiu-se objetivo e questão de pesquisa da revisão, descritores, *strings* de busca, critérios de inclusão e exclusão de estudos. bases de dados pesquisadas e idiomas considerados (B).

Figura 3 – Inclusão do protocolo de revisão na fase de planejamento do *software* StArt.

Fonte: Produzido pelo autor.

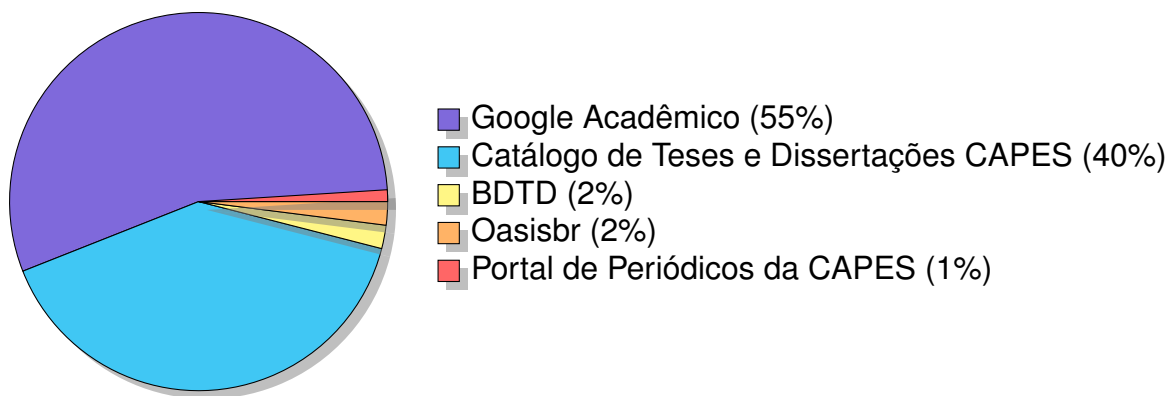
Seguiu-se então para a etapa de execução (Figura 4). Dentro dela, importou-se os resultados das buscas (A) realizadas nas bases de dados anteriormente citadas, a partir das *strings* também previamente enunciadas, identificando assim os estudos (B) que atendem aos critérios gerais. Na fase de identificação dos estudos obtidos nas seções de busca, observou-se um total de 101 publicações. Dessas, 56 estudos (55%) provenientes do Google Acadêmico, 40 estudos (40%) oriundos do Catálogo de Teses e Dissertações CAPES, 2 estudos (2%) vindos da BDTD, outros 2 estudos (2%) do Oasisbr e 1 estudo (1%) originários de buscas no Portal de Periódicos da CAPES (Gráfico 1).

Figura 4 – Identificação dos estudos na etapa de execução do software StArt.



Fonte: Produzido pelo autor.

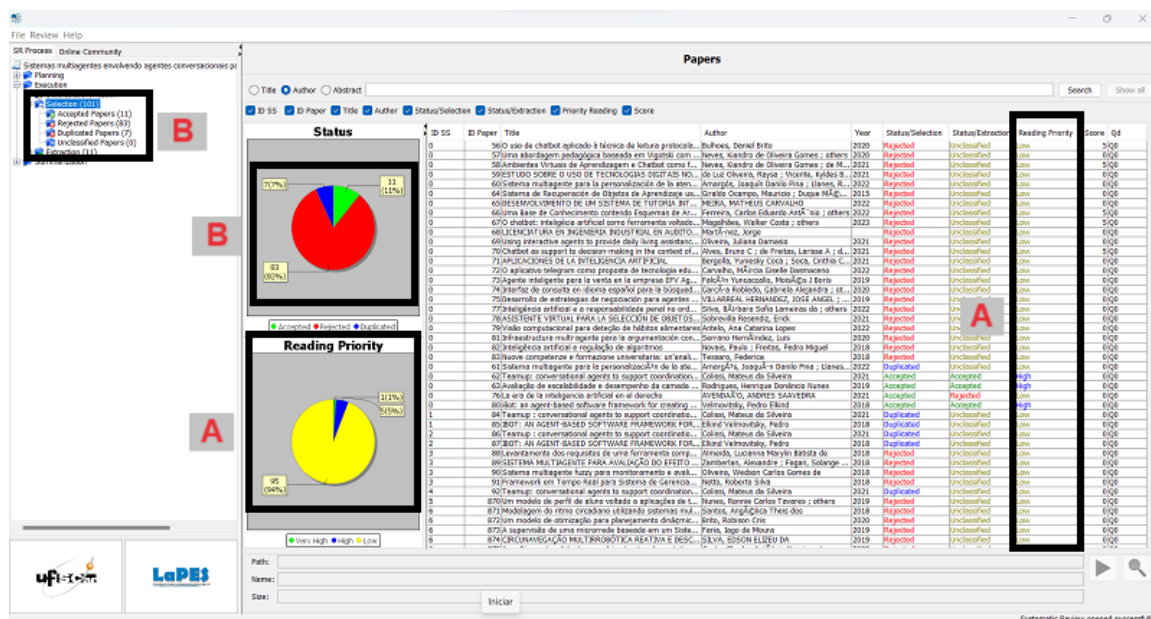
Gráfico 1 – Identificação dos estudos por base de dados.



Fonte: Produzido pelos autores.

Na fase de seleção (Figura 5), com base na leitura dos resumos das publicações, aceitou-se ou rejeitou-se os mesmos de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, respectivamente, presentes no protocolo. Ainda, dentre os estudos aceitos, o StArt permite que se inclua prioridades de leitura (A) para os mesmo porém optou-se por não utilizar esta funcionalidade pois todos estudos seriam lidos na fase seguinte. Ao final dessa fase chegou-se a 11 publicações aceitas, 83 rejeitadas e identificou-se, com o auxílio da ferramenta, 7 estudos duplicados (B).

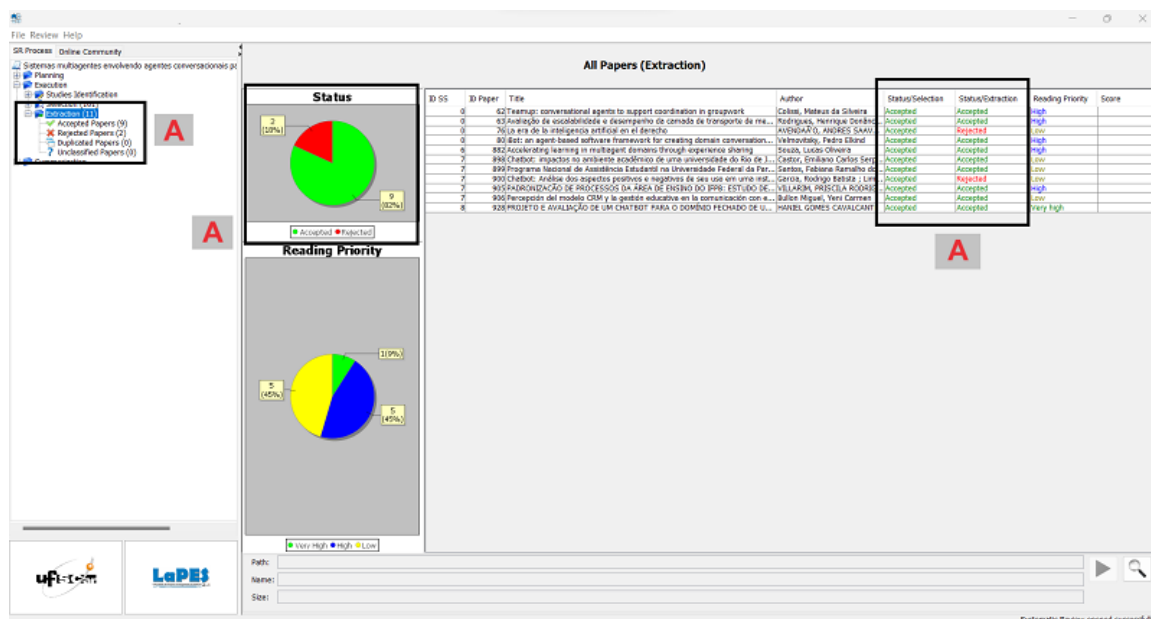
Figura 5 – Seleção dos estudos com base nos critérios de inclusão e exclusão.



Fonte: Produzido pelo autor.

Já na fase de extração (Figura 6), última da etapa de execução, partiu-se dos 11 estudos vindos da fase de seleção e, seguindo a ordem que definida, realizou-se uma leitura completa desses no intuito de refinar o *corpus* do Estado do Conhecimento, identificar conceitos, teorias, métodos resultados, referenciais e outras informações relevantes. Com base na leitura completa, mais uma vez tem-se a possibilidade de aceitar o rejeitar cada estudo. Assim, dentre os 11 estudos participantes dessa etapa, rejeitou-se 2, chegando a um *corpus* final do presente Estado do Conhecimento composto por 9 estudos (A).

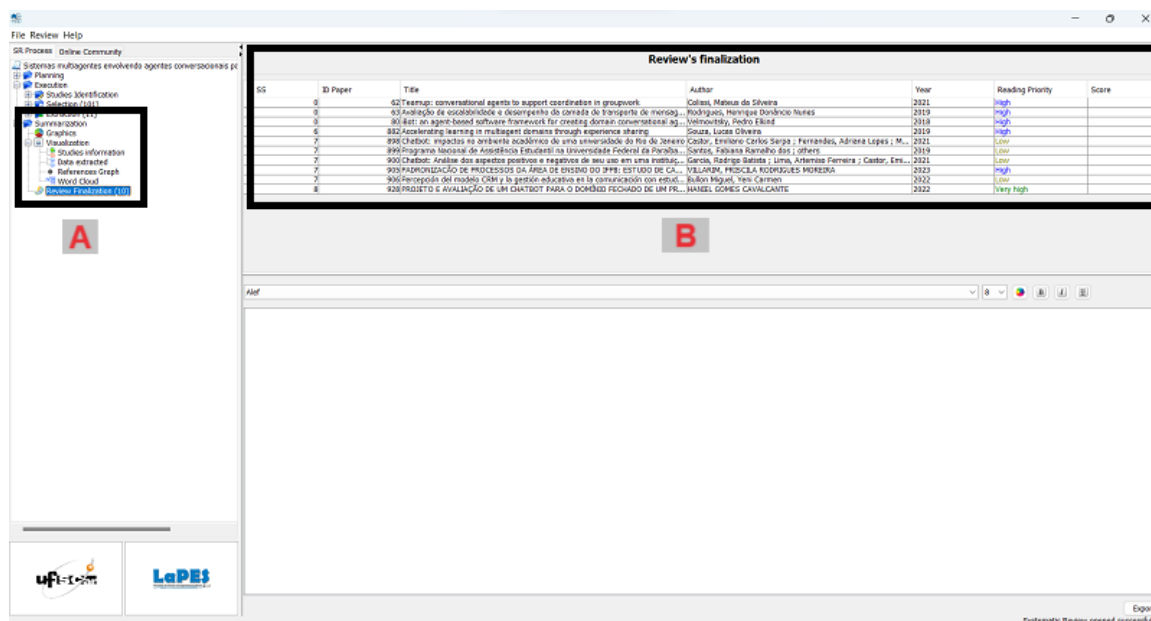
Figura 6 – Extração dos estudos com base em leituras completas.



Fonte: Produzido pelo autor.

Na etapa de sumarização (Figura 7), o *software* StArt disponibiliza informações acerca dos estudos aceitos em todas as etapas e fases anteriores (A). O *corpus* resultante da RSL na ferramenta é composto por 9 estudos científicos (B), publicados entre 2018 e 2023, sendo 1 artigo, 7 dissertações de mestrado e 1 tese de doutorado. Em relação aos idiomas dos estudos, 5 foram publicados em língua portuguesa, 3 em língua inglesa e 1 em língua espanhola.

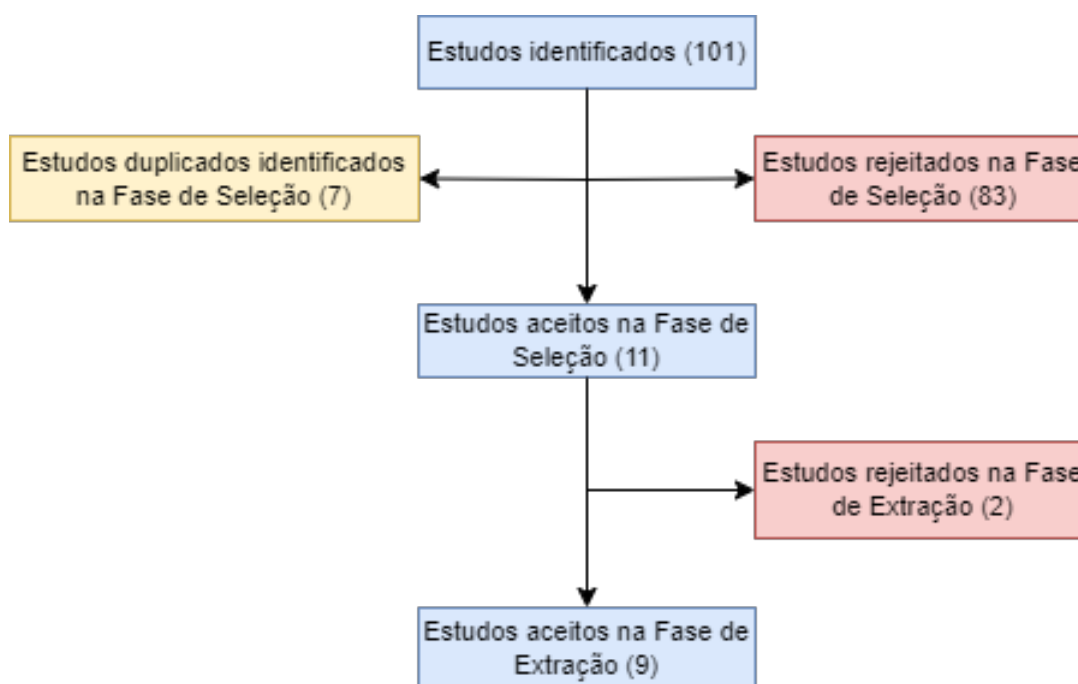
Figura 7 – Sumarização dos estudos resultantes da RSL na ferramenta StArt.



Fonte: Produzido pelo autor.

A construção do processo de seleção dos estudos pode ser observada na Figura 8. Nela observa-se cada fase transposta, partindo dos iniciais 101 estudos retornados até chegar ao 9 estudos finais que compõem o *corpus* do presente Estado do Conhecimento.

Figura 8 – Fluxograma do processo de seleção de estudos no StArt.

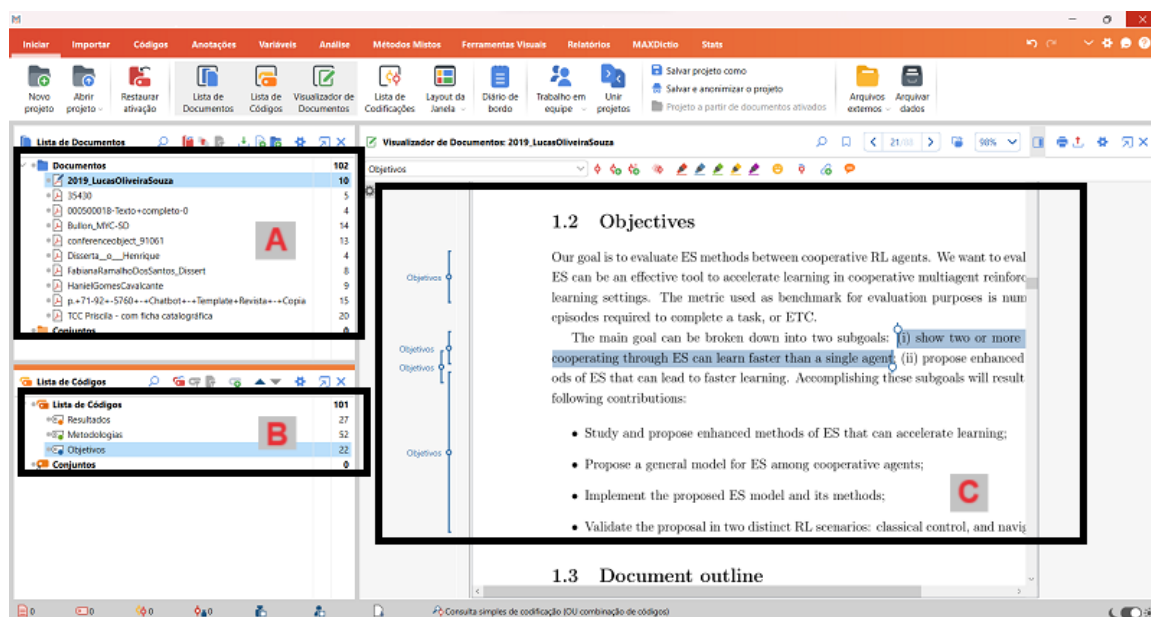


Fonte: Produzido pelo autor.

Encerrada a RSL no *software* StArt, transferiu-se os nove estudos que compõem o *corpus* desse Estado do Conhecimento para o *software* MAXQDA, onde procedeu-se com a categorização e sintetização de seus conteúdos, bem como a elaboração da Bibliografia Anotada (Morosini; Kohls-Santos; Bittencourt, 2021; Kohls-Santos; Morosini, 2021), conforme aborda-se adiante.

Com auxílio das funcionalidades do *software* MAXQDA (Figura 9), percorreu-se os textos dos nove estudos de nosso *corpus* (A), identificando as categorias (B) e as assinalando nos textos (C).

Figura 9 – Categorização dos estudos que compõem o *corpus* do Estado do Conhecimento no MAXQDA.



Fonte: Produzido pelo autor.

Para a construção da Bibliografia Anotada, coletou-se nos 9 textos de referência dados de ano, autor, título e palavras-chave, cujo resultado é apresentado no Quadro 3. Já no Apêndice A são expostos seus respectivos resumos.

Quadro 3 – Bibliografia Anotada.

| Nº | Ano | Autor | Título | Palavras-chave |
|----|------|---------------------------|--|--|
| 1 | 2018 | VELMOVITSKY, Pedro Elkind | <i>iBot: An Agent-based Software Framework For Creating Domain Conversational Agents</i> | Chatbots, Sistemas Multi-agentes, Gestão de Diálogo, Estado da Informação, Agentes Conversacionais. |
| 2 | 2019 | SOUZA, Lucas Oliveira | <i>Accelerating Learning in Multiagent Domains through Experience Sharing</i> | Aprendizado de reforço, Aprendizado de reforço profundo, Aprendizado de reforço multiagente, Transferência de aprendizado, Compartilhamento de conhecimento. |

Continua na página seguinte

| Nº | Ano | Autor | Título | Palavras-chave |
|-----------|------------|--|--|--|
| 3 | 2019 | RODRIGUES, Henrique Donâncio Nunes | Avaliação de Escalabilidade e Desempenho da Camada de Transporte de Mensagens em Plataformas Multiagente | Escalabilidade, Desempenho, Sistemas Multiagente. |
| 4 | 2019 | SANTOS, Fabiana Ramalho dos | Programa Nacional de Assistência Estudantil na Universidade Federal da Paraíba: Contribuições e Impasses para Permanência e Êxito do Estudante do Curso de Pedagogia | Ensino Superior, Permanência Estudantil, PNAES, Financiamento, <i>Chatbot</i> . |
| 5 | 2021 | COLISSI, Mateus da Silveira | <i>TEAMUP: Conversational Agents to Support Coordination in Groupwork</i> | Sistema Multi-Agente, JaCaMo, <i>Chatbot</i> , Dialogflow, Coordenação de Grupos. |
| 6 | 2021 | CASTOR, Emilianio Carlos Serpa; FERNANDES, Adriana Lopes; DE GOUVÊA DANTAS MOTTA, Ana Carolina; GARCIA, Rodrigo Batista; LIMA, Artemiso Ferreira | <i>Chatbot: impactos no ambiente acadêmico de uma universidade do Rio de Janeiro</i> | Gestão tecnológica, Administração da informação, Organização de ensino superior, <i>Chatbot</i> , Inteligência artificial. |
| 7 | 2022 | BULLON, Yeni Carmen | <i>Percepción del modelo CRM y la gestión educativa en la comunicación con estudiantes de educación secundaria pública 2021</i> | CRM, <i>Chatbot</i> , Educação, Gerenciamento, Interação. |

Continua na página seguinte

| Nº | Ano | Autor | Título | Palavras-chave |
|----|------|--------------------------------------|---|---|
| 8 | 2022 | CAVALCANTE, Haniel Gomes | Projeto e Avaliação de um <i>Chatbot</i> para o Domínio Fechado de um Programa Acadêmico | <i>Chatbot</i> , Agente Conversacional, Processamento de Linguagem Natural, Entendimento de Linguagem Natural. |
| 9 | 2023 | VILLARIM, Priscila Rodrigues Moreira | Padronização de Processos da Área de Ensino do IFPB: Estudo de Caso no <i>Campus</i> Campina Grande | Educação pública, gestão educacional, gestão de processos, mapeamento, modelagem, inovação incremental, comunicação institucional, assistente virtual, <i>chatbot</i> . |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Auxiliados pelo MAXQDA, sistematizou-se e categorizou-se (Morosini; Kohlsantos; Bittencourt, 2021) os estudos que compõem o *corpus* identificando seus conteúdos e agregando ao presente Estado do Conhecimento nível acadêmico, objetivos, metodologias e resultados de cada um. A seguir, detalha-se os nove estudos, seguindo a ordem em que foram apresentados e numerados na Bibliografia Anotada.

No primeiro estudo que compõe o *corpus*, Velmovitsky (2018), em sua dissertação de mestrado junto ao Programa de Pós-graduação em Informática da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, traz como objetivos realizar uma revisão da literatura dos conceitos e do estado da arte envolvidos na construção de *chatbots*, a fim de examinar o problema e permitir o desenvolvimento da solução proposta, desenvolver a arquitetura central do *framework* iBot e validar o mesmo através da análise de um cenário de usuário envolvendo a implementação de 4 *chatbots* de prova de conceito em iOS. Esses *chatbots* são analisados e discutidos pelo pesquisador, o qual apresenta como principais resultados do estudo o fato do *framework* iBot permitir a criação de *chatbots* em diferentes domínios e manter um controle de diálogo robusto das informações no diálogo do aplicativo.

De acordo com o autor, cada *chatbot* foi desenvolvido para um domínio específico, incluindo turismo, saúde, finanças e entretenimento. O *framework* iBot foi capaz de lidar com diferentes tipos de diálogo e que a abordagem de estado da informação e agentes de *software* foram eficazes na gestão do diálogo. Velmovitsky cita dentre as limitações do *framework* iBot a falta de um conjunto definido de requisitos e melhores práticas, o que pode dificultar que desenvolvedores utilizem o mesmo. Por fim, sugere

que trabalhos futuros girem em duas direções: 1) aprimorar a prova de conceito dos *chatbots* com usuários, ajustando continuamente de acordo com seus *feedbacks* e 2) desenvolver e avaliar continuamente o *framework* iBot de acordo com as melhores práticas, estabelecendo uma base reutilizável para desenvolvedores.

O trabalho de Velmovitsky destaca-se pela flexibilidade e adaptabilidade do *framework* iBot, que oferece uma plataforma robusta para a criação de AC em diversos domínios, sendo capaz de lidar de forma eficientemente com diferentes tipos de diálogos. o que surge como uma característica relevante para o contexto desta pesquisa. A capacidade do *framework* de operar em múltiplos domínios traz uma importante contribuição para a compreensão de como SMA podem ser utilizados para integrar e disseminar conhecimento. O controle de diálogo robusto e a gestão eficaz das interações entre agentes de *software* reforçam o potencial dos ACs como ferramentas de apoio tanto na preservação do conhecimento tácito dos servidores quanto na facilitação da aprendizagem contínua. Dessa forma, o estudo oferece uma base sólida para pensar em soluções tecnológicas aplicáveis ao cenário educacional, principalmente sobre a importância de *frameworks* flexíveis e adaptáveis no suporte à GC e à GE.

Já no segundo estudo, a dissertação de Mestrado em Informática apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade de Brasília, Souza (2019) explora a abordagem de transferência de conhecimento através do compartilhamento de experiências em domínios multiagentes que possam levar a aceleração do aprendizado e validar o modelo *MultiAgent Cooperative Experience Sharing* (MACES) em dois problemas diferentes de aprendizado por reforço. Para tal, Souza divide seu objetivo principal em dois objetivos secundários: 1) mostrar que dois ou mais agentes cooperando através do compartilhamento de experiência podem aprender mais rapidamente do que um agente único e 2) propor métodos aprimorados de compartilhamento de experiência que possam levar a uma aprendizagem mais rápida.

Os resultados apresentados por Souza mostram que o modelo MACES é capaz de reduzir em mais da metade o número de episódios necessários para completar uma tarefa através da cooperação de apenas dois agentes em comparação a agentes não cooperativos. Além disso, o modelo é aplicável a agentes que implementam métodos de aprendizado por reforço profundo. O autor propõe ainda que trabalhos futuros sejam realizados no intuito de aplicar o modelo MACES em problemas mais complexos de aprendizado de máquina, a investigação de diferentes estratégias de compartilhamento de experiência entre agentes e a avaliação do modelo em ambientes do mundo real. Além disso, sugere a exploração de outras técnicas de aprendizado de máquina, como aprendizado por imitação e aprendizado por reforço hierárquico, para melhorar ainda mais o desempenho do modelo.

Souza traz contribuições importantes para a pesquisa ao destacar como a

transferência de conhecimento e o compartilhamento de experiências entre agentes pode acelerar o aprendizado, especialmente em um cenário multiagente. Esse aspecto alinha-se com a proposta de utilização de SMA para otimizar a disseminação de conhecimento em instituições como o IFSul. A cooperação entre agentes demonstrada por Souza pode ser fundamental na construção de uma estrutura de aprendizado colaborativo e contínuo, na qual os servidores não apenas preservam o conhecimento, mas o compartilham de maneira eficaz. A redução no tempo de aprendizado, observada no modelo MACES, sugere que o uso de ACs em SMA também podem acelerar a capacitação de servidores em ambientes complexos, facilitando a adaptação e o aprimoramento de rotinas institucionais.

O terceiro estudo, dissertação de Mestrado Ciências da Computação pela Universidade de São Paulo desenvolvida por Rodrigues (2019), tem como objetivo fornecer informações para desenvolvedores de plataformas e/ou sistemas que pretendam utilizar SMA no suporte ao desenvolvimento de aplicações em larga escala. Para isso, Rodrigues avalia as plataformas ativas *Java Agent Development Framework* (JADE), *Smart Python Multi-Agent Development Environment* (SPADE), Jason, Cartago e *Moise⁺* (JaCaMo), ASTRA e *Java-based Intelligent Agent Componentware* (JIAC), quanto a suas características e ao desempenho de suas respectivas camadas de transporte de mensagem, adotando como métrica de avaliação o *average round trip time* e aplicando *benchmarks*.

O referido autor relata em suas conclusões que as plataformas Java apresentam melhor desempenho em relação ao SPADE, considerando os métodos utilizados. Complementa, ainda, que o SPADE aparenta ser mais suscetível a mudanças de desempenho relacionadas aos recursos computacionais disponíveis. Contudo, Rodrigues ressalta que, ao considerar sobrecarga maciça de comunicações sobre um único agente, tanto JADE quanto ASTRA se sobressaem das demais plataformas, com JADE obtendo os melhores resultados.

O estudo de Rodrigues oferece uma análise aprofundada de SMA, focando no desempenho e na escalabilidade de sistemas, aspectos fundamentais para a construção de soluções robustas em instituições educacionais. A avaliação das plataformas revela sua utilização em larga escala exige um cuidado especial com a eficiência na comunicação entre agentes, sobretudo em cenários de sobrecarga. Para uma instituição com as características do IFSul, os resultados do estudo indicam que plataformas como JADE, que apresentou melhor desempenho, poderiam ser valiosas na implementação de ACs com alta eficiência e escalabilidade. O autor reforça, ainda, a importância de considerar o desempenho das ferramentas tecnológicas, sobretudo em contextos onde o volume de interações é alto e a qualidade na troca de informações é crucial para o sucesso da solução.

No quarto estudo listado na Bibliografia Anotada, Santos (2019), em sua dissertação de Mestrado em Políticas Públicas, Gestão e Avaliação pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), investiga a contribuição da Política de Assistência Estudantil da Universidade Federal da Paraíba para a permanência e o êxito de estudantes cotistas do curso de Licenciatura em Pedagogia. Para cumprir tal objetivo, o autor apresenta as Políticas de Expansão do Ensino Superior e da Assistência Estudantil no Brasil, discorre sobre o financiamento da Política de Assistência Estudantil na UFPB, discute os elementos que proporcionam a permanência e o êxito acadêmico de acordo com a visão dos estudantes citados beneficiados ou não pelo Plano Nacional de Assistência Estudantil (PNAES) e, por fim, propõe sugestões para maximizar a permanência e o êxito dos estudantes do curso de Pedagogia Presencial a partir do ponto de vista estudantil e de sua percepção sobre o Programa de apoio Estudantil na UFPB.

Adotando uma abordagem qualitativa, a pesquisa bibliográfica e documental descreve o fenômeno citado valendo-se da análise de dados coletados através de um questionário semiestruturado aplicado junto aos estudantes do referido curso. Como resultados, Santos aponta que no tocante aos aspectos que dificultam a permanência dos estudantes estão despesas financeiras, elencando principalmente despesas com alimentação, transporte e reprografia como os principais motivos. O autor observa, também, ser necessário o melhoramento dos processos seletivos de assistência estudantil por parte da UFPB, no intuito de melhor compreender as dificuldades enfrentadas pelos estudantes no momento da inscrição *on-line* e cerca de 45% dos respondentes desconhecem sobre os auxílios que contribuem para a permanência dos estudantes cotistas na UFPB.

Ainda, o pesquisador identifica ruídos na comunicação entre respondentes e a Pró-Reitoria de Assistência ao Estudante da referida universidade, especialmente em relação a informações dos editais de seleção de auxílios de assistência estudantil. Diante desse impasse observado na comunicação entre as partes, Santos desenvolve um protótipo de *chatbot* denominado Sissa, através do aplicativo WhatsApp, com o propósito disseminar informações básicas que facilitem o diálogo com aqueles estudantes que têm necessidades de auxílios ofertados pela assistência estudantil da UFPB. Santos entende que o PNAES possui grande relevância para a permanência e êxito mas ainda atende poucos estudantes, excluindo muitos outros que dele dependem de garantir sua permanência na educação superior. Como contribuição para alcançar esses estudantes excluídos dos programas, o autor sugere a implantação do *chatbot* Sissa para interação com os estudantes, a fim de facilitar a comunicação nos processos seletivos da assistência estudantil.

Santos evidencia como o uso de *chatbots* pode ser uma ferramenta crucial no aprimoramento da comunicação e na promoção da inclusão de alunos, especi-

almente no âmbito da assistência estudantil. A criação do *chatbot* Sissa resolve os ruídos comunicacionais identificados e como um canal facilitador, o qual potencializa a disseminação de informações essenciais para a permanência dos alunos cotistas. Tal contribuição é relevante para a presente pesquisa, pois demonstra o potencial dos ACs como ferramentas transformadoras no relacionamento entre a intuição e seus alunos. O estudo de Santos, portanto, oferece subsídios valiosos sobre como essas tecnologias podem ser aplicadas de maneira eficiente no apoio a GE, assegurando que informações corretas alcancem aqueles que precisam delas.

Colissi (2021), em sua dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, discorre sobre sua pesquisa cujos objetivos são investigar e aplicar o uso de um SMA para auxiliar na coordenação de tarefas em grupos, especificamente em ambientes educacionais, onde a interação de seus integrantes ocorre de forma indireta e não síncrona, a partir da utilização de um *chatbot* em ambiente colaborativo. Nele os agentes devem representar seus usuários como parte do grupo e o *chatbot* deve auxiliar na organização e comunicação entre usuários humanos. Para construção de tal SMA é utilizada a plataforma de desenvolvimento JaCaMo, a qual permite a integração das dimensões agentes, organizações e ambiente.

Tal comunicação entre os membros do grupo é realizada através da solução proposta e não diretamente, isto é, os membros não devem se comunicar diretamente através da ferramenta. Essa particularidade é colocada pelo pesquisador no intuito de tornar a solução o mais assíncrona possível, testando assim a habilidade do *chatbot* e, conseqüentemente, do SMA. O propósito principal da ferramenta é facilitar a disseminação de informação acerca do projeto, permitir o gerenciamento de múltiplos grupos simultaneamente e propiciar que o encarregado do grupo monitore o andamento das tarefas sem influenciar na construção do conhecimento, isto é, sem interromper a comunicação entre o sistema e o usuário.

Dessa forma, a avaliação do sistema é conduzida por meio da observação das interações dos membros do grupo, com o propósito de verificar a precisão das informações fornecidas pelo *chatbot* no âmbito de um SMA. Esse processo avaliativo, de acordo com Colissi, revelou que o sistema conseguiu manter a integridade no desenvolvimento das tarefas do grupo, ao mesmo tempo em que proporcionou respostas rápidas e congruentes com as demandas dos alunos.

Colissi explora o potencial dos SMA em ambientes educacionais colaborativos, com foco na comunicação indireta e assíncrona entre os usuários. A aplicação de um AC como mediador entre os membros de um grupo, permitindo a disseminação de informações e o acompanhamento das tarefas sem interferir diretamente na construção do conhecimento, reflete a importância de soluções tecnológicas que respeitem o

ritmo e a autonomia dos envolvidos. No contexto da GE, tal abordagem é importante para garantir que os processos de ensino e aprendizagem ocorram de forma fluida, mesmo em cenários de interação não síncrona. Com o trabalho, Colissi demonstra como os ACs, integrados a SMA, podem otimizar o gerenciamento de grupos e tarefas, promovendo uma comunicação eficiente e o monitoramento adequado do progresso acadêmico, sem prejudicar a autonomia dos envolvidos.

O sexto estudo que compõe o *corpus* desse Estado do Conhecimento, o artigo científico escrito por Castor et al. (2021), aborda IA e *machine learning* através da avaliação do uso de *chatbots* em uma instituição de Ensino Superior do Estado do Rio de Janeiro no ano de 2020, analisando seus pontos positivos e negativos. Para isso, os autores estabelecem objetivos específicos: expor os conceitos de IA e *machine learning*, explicar o que são *chatbots*, analisar como essas ferramentas são utilizadas no atendimento aos alunos da instituição e, por fim, elencar vantagens e desvantagens de sua adoção no ambiente universitário em questão.

A pesquisa qualitativa, de natureza aplicada, do tipo bibliográfica e documental, descreve a coleta e análise de conteúdo dos dados obtidos por meio de entrevistas. Os autores constatam que a utilização de *chatbot* propicia uma maior rapidez e fluidez na interação entre discentes e candidatos, o que leva à uma diminuição no número de atendimentos por telefone. Nesse contexto, somente requisições específicas, as quais o *chatbot* ainda não possui condições de resolver, são direcionadas a um atendente humano. Castor et al. apontam um potencial para aumento de acuracidade que pode ser incrementado pela própria instituição de ensino na ferramenta, a qual atualmente está limitada com respostas para perguntas e/ou comentários de discentes ou candidatos. Salientam também que quanto maior o nível do curso, menor a interação de discentes com o *chatbot*, observando um maior público da ferramenta dentre discentes de graduação tradicional ou tecnológica e candidatos ao ingresso nesses níveis de ensino.

Em relação aos temas, surgem como mais procurados matrículas, Programa Universidade Para Todos (Prouni) e Fundo de Financiamento Estudantil (FIES). Com base na análise das entrevistas, os pesquisadores afirmam que a utilização do *chatbot* junto a processos administrativos contribui para a redução de gargalos e citam como exemplo os processos de renovação de matrículas e efetivação de ingressantes, cuja alta demanda foi sanada com a ferramenta, liberando assim os recursos humanos para atender tarefas de maior complexidade. Por outro lado, Castor et al. evidenciam como ponto negativo relevante a dependência do *chatbot* por parte da instituição visto que, ao atingir um nível avançado de qualidade do serviço de atendimento, torna-se inviável pensar a organização sem tal recurso. Isso faz com que sejam indispensáveis novos recursos financeiros para a constante evolução da solução. De qualquer forma,

destacam que a rapidez, a qualidade do atendimento e a redução na evasão causadas especificamente por problemas de comunicação entre as partes. Por fim, os autores assinalam que não se deve generalizar os resultados obtidos para todas instituições de Ensino Superior sem antes mensurar seu modelo de negócio e suas necessidades.

A publicação traz uma visão prática e detalhada sobre os benefícios e desafios da utilização de ACs no contexto de uma instituição de ensino de nível superior, destacando aspectos altamente pertinentes para o cenário investigado nesta pesquisa. A maior rapidez na comunicação entre alunos e a instituição, assim como a redução de gargalos administrativos, demonstra o potencial que ACs têm para transformar processos educacionais, facilitando a interação e o acesso às informações por parte dos estudantes. Além disso, a possibilidade de liberar recursos humanos para tarefas mais complexas também corrobora com o uso dessas ferramentas em instituições que, como o IFSul, buscam otimizar sua G. Embora o estudo aponte uma certa dependência institucional dos ACs, ele também revela a importância de pensar em soluções de longo prazo que acompanhem o desenvolvimento da ferramenta e garantam sua evolução constante. Dessa forma, os autores trazem contribuições valiosas para a reflexão sobre como a IA pode ser aplicada na GE e na melhoria da comunicação entre as partes envolvidas no dia a dia acadêmico.

Seguindo a análise, o sétimo estudo, uma tese de Doutorado em Gestão Pública e Governabilidade apresentada por Bullon (2022) ao Programa Acadêmico de Doutorado em Gestão Pública e Governabilidade da Universidad César Vallejo (Lima - Peru), traz como objetivo principal determinar a influência do modelo *Customer Relationship Management* (CRM) - em português Gestão de Relacionamento com o Cliente - e a GE na comunicação com 194 estudantes de educação secundária pública no ano de 2021 do distrito de San Juan de Miraflores. Somado a ele, o autor define como objetivos específicos determinar a influência do modelo CRM e a GE na comunicação oral, escrita e por meio de redes sociais com tais estudantes.

Para atingir tais objetivos, Bullon desenvolve uma pesquisa básica, visto que essa pesquisa busca encontrar novas informações sem contar com aplicações práticas, do tipo experimental e com abordagem quantitativa. O método de medição do modelo CRM utilizado foi um questionário elaborado com dez itens e três dimensões: automação do serviço, suporte de ajuda ao cliente e serviço de campo. Já a medição em relação à GE envolve outro questionário tanto com dez itens, porém com duas dimensões: atenção ao cliente e gestão acadêmica.

O pesquisador conclui seu estudo apontando que a relação entre o modelo CRM e a GE indicam que existe influência significativa na comunicação com os estudantes de educação secundária pública no ano de 2021 em todos os meios investigados, os quais são oral, escrito e por meio de redes sociais.

Esse estudo demonstra a importância de aplicar conceitos da Gestão de Relacionamento com o Cliente, do inglês CRM, tradicionalmente utilizados no setor empresarial, para aprimorar a comunicação na GE. A adaptação do modelo para o ambiente educacional público, conforme investigado pelo autor, revela como estratégias de automação e atenção personalizada podem otimizar o relacionamento entre a instituição e seus estudantes. No contexto de uma instituição de ensino como o IFSul, essas estratégias podem ser traduzidas para melhorar a comunicação com os alunos, facilitando o acesso a informações e agilizando os processos de GE. A pesquisa de Bullon também aponta que a influência do CRM vai além de ferramentas tecnológicas, destacando o papel essencial da GE em garantir que os canais de comunicação sejam eficazes em todos os níveis, seja oral, escrito ou digital. Essa perspectiva oferece uma contribuição valiosa sobre como tecnologias e estratégias de gestão podem ser integradas de maneira eficiente ao ambiente educacional, beneficiando tanto alunos quanto gestores.

A dissertação de Mestrado apresentada por Cavalcante (2022) ao Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação da Universidade Estadual do Ceará é o oitavo estudo que compõe o *corpus* desse Estado do Conhecimento. Na pesquisa o autor objetiva desenvolver e avaliar uma metodologia para a construção de um *chatbot*, utilizando o *framework* Rasa, no domínio de temas envolvendo dúvidas frequentes acerca de um programa acadêmico de pós-graduação em Ciências da Computação, atendendo alunos e candidatos ao referido programa.

Para o sucesso em atingir o objetivo da pesquisa, o autor explora os seguintes objetivos específicos:

- descrever conceitos e tecnologias relacionadas ao desenvolvimento de *chatbots*;
- elaborar uma breve e compreensiva revisão dos trabalhos relacionados com o projeto;
- descrever os requisitos de usuário e de sistema para o *chatbot*;
- selecionar e justificar os componentes adequados para se usar dentro do *framework*;
- implementar um agente conversacional com aplicação do ambiente acadêmico;
- descrever o plano de testes e os índices de desempenho para os módulos funcionais individuais e para o *chatbot* como um todo, fazendo uso das métricas de precisão, cobertura, f1-score, pontuação dos questionários *System Usability Scale* (SUS) e Pontuação do Promotor Líquido ou *Net Promoter Score* (NPS);
- realizar teste comparativo com outros *chatbots* implementados, verificando sua performance; e

- fazer uma avaliação empírica de experiência do usuário baseada em um questionário aplicado aos usuários do sistema.

Cavalcante conclui apresentando resultados com acurácia de 0,99, f1-score de 0,98, precisão de 0,98 e cobertura de 0,98. Também houve uma avaliação subjetiva com 3 fases de melhoria, composta principalmente de um questionário contendo o SUS e o NPS, com os resultados para a fase 1: SUS: 71,5% e NPS: 20%, fase 2: SUS: 80,62% e NPS: 0 fase 3: SUS: 66,78 e NPS: 0 o que indica um desempenho satisfatório do *chatbot* na tarefa a qual se propõe, sendo compatível com o estado da arte da pesquisa. O autor sugere como trabalhos futuros a expansão da base de conhecimento da ferramenta de maneira que atenda todos os programas acadêmicos da universidade, a aplicação de outras formas de avaliação subjetiva e a adição de módulos de reconhecimento de voz e fala.

A pesquisa demonstra um avanço significativo no uso de ACs em contextos educacionais, trazendo uma metodologia clara para seu desenvolvimento focado no ambiente acadêmico. O *framework* Rasa abordado no estudo, juntamente com as métricas de avaliação aplicadas, evidencia que a ferramenta alcançou um alto nível de acurácia e eficiência na tarefa a que se propôs, tornando válido sua utilização para sanar dúvidas frequentes dos alunos de pós-graduação. Considerando o contexto de uma instituição como o IFSul, os resultados revelam a importância de uma base de conhecimento robusta e continuamente expandida, permitindo que os ACs evoluam para atender a uma gama cada vez maior de demandas acadêmicas. Além disso, a pesquisa aponta a necessidade de manter um processo contínuo de avaliação e aprimoramento das interações, tanto por métricas objetivas quanto por *feedbacks* dos usuários, o que o autor julga ser essencial para garantir a eficácia e a aceitação deste tipo de tecnologia no suporte à GE.

Por fim, na dissertação de Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação apresentada ao Programa de Pós-graduação do *Campus* Campina Grande do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Villarim (2023) objetiva implementar gestão de processos no âmbito da Diretoria de Desenvolvimento de Ensino do referido *campus*, uniformizando fluxos e aumentando a eficiência desse setor, tendo como ênfase sua informatização. Para tal, o autor elenca cinco objetivos específicos: mapear processos selecionados do âmbito do ensino do IFPB, identificando o que pode ser melhorado e alterado na tramitação, modelar processos, elaborando representações de forma gráfica dos fluxos (fluxogramas), desenvolver ferramenta para melhorar a comunicação e tornar acessíveis as informações sobre os processos e os documentos que devem instruí-los, validar a ferramenta implementada por meio de avaliação com os gestores do ensino e submeter para publicação a produção científica elaborada a partir dos resultados alcançados.

O estudo de Villarim demonstra como a informatização e a modelagem de processos podem impactar positivamente a eficiência administrativa em instituições educacionais. A uniformização de fluxos e a criação de ferramentas que facilitam a comunicação e o acesso a informações críticas são questões diretamente alinhadas ao objetivo de melhorar a GE por meio de tecnologias digitais. A proposta do autor, que inclui o desenvolvimento de uma ferramenta prática para otimizar a tramitação de processos, destaca a importância de soluções tecnológicas que integrem GC e práticas educacionais, servindo como base para refletir sobre como soluções semelhantes podem ser adotadas pelo IFSul no intuito de otimizar seus processos internos. Ainda, o autor ressalta a necessidade de envolvimento dos responsáveis pela tomada de decisão, garantindo que as soluções propostas sejam efetivamente aplicáveis ao cotidiano institucional.

No Quadro 4 relaciona-se cada um dos nove estudos aos três blocos de descritores mencionados anteriormente, no intuito de ilustrar os tópicos abordados em cada um deles.

Quadro 4 – Tópicos abordados nos estudos que compõem o Estado do Conhecimento.

| Estudo | AC | SMA | GE |
|----------------------|-----------|------------|-----------|
| Velmovitsky (2018) | X | X | |
| Souza (2019) | | X | |
| Rodrigues (2019) | | X | |
| Santos (2019) | | | X |
| Colissi (2021) | X | X | |
| Castor et al. (2021) | X | | X |
| Bullon (2022) | X | | X |
| Cavalcante (2022) | X | | X |
| Villarim (2023) | X | | X |

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.5 Considerações acerca do Estado do Conhecimento

Conforme mencionado anteriormente, ao realizar buscas envolvendo os três blocos de descritores nas bases de dados informadas não obteve-se resultados. Isso demonstra a falta de estudos publicados abordando obrigatoriamente agentes conversacionais ou *chatbots* E sistemas multiagentes E gestão organizacional ou organização

educacional. Pode-se considerar essa inexistência de publicações como um grau de ineditismo e um potencial tema de pesquisa.

Justamente em virtude desse resultado nulo, optou-se por realizar as buscas a cada par de descritores:

- agentes conversacionais ou *chatbots* E sistemas multiagentes
- agentes conversacionais ou *chatbots* E gestão educacional ou organização educacional
- sistemas multiagentes E gestão educacional ou organização educacional

A partir dos resultados obtidos, construiu-se o *corpus* descrito anteriormente. Também em virtude da ausência de publicação envolvendo os três blocos de descritores, considerou-se estudos sem distinção da área de concentração, o que nos propiciou um Estado do Conhecimento com publicações nas áreas de Ciência da Computação, Gestão Pública, Políticas Públicas, Gestão, dentre outras. Observou-se também que os estudos selecionados são diversificados, versando desde pesquisas focadas no atendimento de alunos, assistência estudantil, *frameworks* de desenvolvimento, fluxo de processos, dentre outros. Assim, considerando os pontos apontados no presente capítulo, acredita-se que os estudos elencados constituem-se como forte base para compor o Estado do Conhecimento e, conseqüentemente, para alicerçar nossa pesquisa.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A cognição humana é um dos principais fatores que moldam como o conhecimento é percebido, interpretado e compartilhado dentro das organizações. A interação entre cognição e gestão do conhecimento oferece uma perspectiva diferenciada para entender como os indivíduos e grupos interagem com informações e aprendizado no contexto organizacional. Atuar como um filtro para a assimilação de informações, a cognição influencia diretamente a percepção, que, por sua vez, afeta as decisões estratégicas da organização.

No ambiente educacional, essas interações se tornam ainda mais críticas. A interpretação dos dados varia entre os indivíduos, baseada nas suas experiências passadas, estruturas cognitivas e nos processos mentais. Tal variação pode levar a interpretações distintas de um mesmo conjunto de informações, o que impacta diretamente a tomada de decisões dentro das instituições de ensino. A eficácia das práticas de gestão e da administração educacional depende diretamente da comunicação e colaboração entre os indivíduos.

A colaboração, além de promover o compartilhamento de informações e ideias, integra diferentes perspectivas e habilidades, criando um ambiente propício para o aprendizado coletivo e a inovação organizacional. Assim, o entendimento dos processos cognitivos que envolvem a percepção, interpretação, comunicação e colaboração torna-se essencial para uma abordagem mais consciente da GC e da GE.

Nesse contexto, a aplicação de ACs em SMA apresenta-se como uma ferramenta promissora para apoiar a GE e a GC. Esses agentes permitem capturar e redistribuir o conhecimento de maneira contínua e adaptativa, promovendo a capacitação de novos servidores e a adaptação da instituição às novas demandas. A implementação dessas tecnologias facilita a construção de um ambiente colaborativo e inovador, onde o conhecimento circula de forma fluida e eficaz, fortalecendo a capacidade adaptativa da organização.

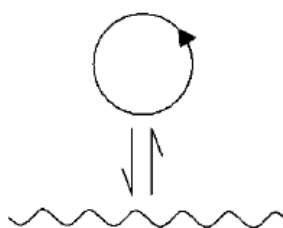
Os temas abordados encontram eco nas contribuições teóricas dos chilenos Humberto Maturana e Francisco Varela, especialmente em seus conceitos de autopoiese, cognição, aprendizagem, linguagem e *metadesign*, que fornecem uma estrutura robusta para compreender a dinâmica interna das organizações educacionais. Ao longo deste capítulo, esses conceitos serão aprofundados e dialogam com o contexto de GE, GC e de tecnologias, como IA, ACs e SMA, que moldam os processos de aprendizagem e inovação nas instituições de ensino.

3.1 Cognição Humana

3.1.1 Autopoiese, Cognição e Aprendizagem

Instituições de ensino são, por natureza, organizações dinâmicas e adaptativas. Esse cenário não é diferente no IFSul, *locus* da presente pesquisa, e que envolve aspectos relacionados a pessoas e a tecnologia. Em virtude disso, cabe aqui abordar as teorias e os conceitos que embasam o estudo. Para tal, partiu-se da Teoria Autopoiética, conceito desenvolvido por Maturana e Varela (1980; 2001) para descrever como os sistemas vivos mantêm sua coesão ao longo do tempo. Maturana e Varela (2001) propõem que os seres vivos caracterizam-se por produzirem de modo contínuo a si próprios, o que denominam autopoiese. Por sua vez, cada entidade distinta dessa organização é chamada de unidade autopoiética (Figura 10), um sistema auto-organizado que interage com o meio e entre elas pela cognição, de forma a moldar sua própria realidade, conforme ilustra a Figura 11.

Figura 10 – Unidade autopoiética.



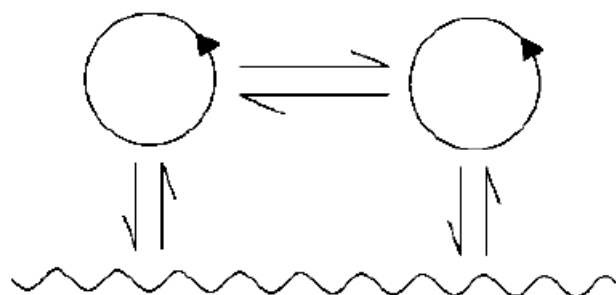
Fonte: (Maturana; Varela, 2001, p. 86).

Os referidos autores apontam que esses acoplamentos estruturais inter-organismos resultam em fenômenos sociais que levam a uma interação coordenada entre os mesmos, assemelhando-se a uma forma de comunicação. Trazendo isso ao contexto de uma instituição educacional, pode-se entendê-la como um sistema autopoiético, no qual os servidores, processos e tecnologias interagem de forma a manter o fluxo de informações e a capacidade adaptativa da organização.

Nesse sentido, trazendo para o tema desta pesquisa, os ACs desempenhariam um papel central no processo de auto-organização. Tais sistemas, ao capturar o conhecimento tácito dos servidores e redistribuí-lo, facilitam a manutenção do ciclo de renovação do saber dentro da instituição, agindo como mediadores que contribuem diretamente para a coesão institucional e assegurando que o conhecimento não fique estagnado, mas circule de maneira fluida e contínua, conforme as necessidades do ambiente institucional.

Além disso, o conceito de cognição em Maturana e Varela (1980; 2001) revela-se fundamental para a compreensão da dinâmica institucional. Para os autores, a

Figura 11 – Acoplamento estrutural.



Fonte: (Maturana; Varela, 2001, p. 86).

cognição está intrinsecamente ligada à ação e ao fazer. Portanto, o conhecimento não caracteriza-se como algo estático, mas sim algo que emerge das interações entre seres vivos e seu meio. No caso de uma instituição educacional como a envolvida nesta pesquisa, isto significa que o saber institucional é produzido e modificado a partir de interações entre servidores, processos e tecnologias. Os ACs, ao atuarem como mediadores dessas interações, tornam-se parte integrante do processo cognitivo, organizando e redistribuindo o conhecimento de forma adaptativa.

Em um processo de manutenção e renovação, os sistemas vivos adaptam suas estruturas em resposta às interações recorrentes com o ambiente, caracterizando assim a aprendizagem. Considerando esse elemento no contexto institucional, isso significa que a instituição não apenas preserva seu conhecimento, mas também o transforma e adapta de acordo com novas demandas. Justamente nesse cenário, os ACs facilitariam o processo ao garantir que o conhecimento não fique restrito aos indivíduos, mas seja institucionalizado, distribuído e atualizado conforme necessário, além de promover a capacitação contínua dos servidores.

3.1.2 Linguagem e Comunicação

A linguagem é algo maior do que um simples meio de comunicação. Na visão de Maturana (2014), ela constitui uma forma de interação que permite aos seres humanos construir e compartilhar realidades. A linguagem não apenas transmite informações, mas molda a forma como indivíduos interagem e compreendem o mundo ao seu redor. No ambiente de uma instituição educacional, a linguagem tem papel fundamental no processo de criação e disseminação de conhecimento.

Os ACs, ao interagir com os servidores, participam ativamente dessa construção de realidades institucionais, não se limitando a armazenar e transmitir informações, mas atuando como facilitadores do diálogo entre eles. Ao capturar o conhecimento tácito presente nas práticas diárias dos servidores e redistribuí-lo de maneira estruturada, os

ACs ajudam a moldar o processo de aprendizagem e capacitação dentro da instituição. Dessa forma, a linguagem mediada por ACs não apenas preserva o conhecimento existente, mas também permite que novas formas de saber surjam das interações.

3.1.3 *Metadesign* e Ambientes para Evolução Institucional

O conceito de *metadesign* complementa essa visão ao enfatizar a criação de condições que favoreçam a auto-organização dos sistemas. Maturana (2014) afirma que, em vez de impor estruturas rígidas, o *metadesign* permite que os sistemas se adaptem e evoluam de maneira autônoma. Aplicado à GC, o *metadesign* cria ambientes flexíveis, nos quais o saber flui de forma descentralizada e adaptativa.

Ao integrar os ACs como ferramenta para GC, a instituição cria um ambiente que favorece a evolução organizacional, permitindo que o conhecimento seja continuamente redistribuído e reconfigurado conforme as demandas surgem, agregando, assim, qualidade a sua GE. Tais agentes não apenas promovem a eficiência na GC, mas garantem que o ambiente institucional seja dinâmico, capaz de se ajustar às novas realidades e de promover a coevolução de toda sua comunidade.

3.1.4 Aspectos Sociais e Humanos na Gestão do Conhecimento

Dentre outros aspectos abordados em suas diversas obras, Maturana (1994) explora as implicações sociais das interações humanas, apontando que o respeito pela legitimidade do outro é essencial para a convivência. O autor enfatiza que o ato de cuidar envolve a preservação da identidade e da autonomia do outro. No contexto desta pesquisa, tanto no sentido individual quanto no sentido institucional, esse cuidado pode ser manifestado no modo como o saber dos servidores é tratado e redistribuído dentro do IFSul.

Os ACs, ao capturarem e redistribuírem conhecimento, desempenham um papel de mediadores nesse processo de cuidado com o saber institucional. Desta forma, garantem que o conhecimento tácito acumulado pelos servidores seja respeitado e utilizado de maneira justa e eficiente, preservando o valor social e colaborativo desse saber. Nesse aspecto a GC transcende o nível técnico e se torna um processo social, no qual o respeito e a colaboração são fundamentais para o sucesso da GE da instituição.

Além disso, legitimar o outro reforça a importância de reconhecer e valorizar as contribuições de cada indivíduo dentro da organização. O conhecimento de cada servidor é parte essencial da cultura organizacional, e a gestão desse saber deve ser conduzida de forma a preservar sua identidade e importância. Ao promover um ambiente colaborativo, os ACs ajudam a criar uma cultura de respeito e valorização do saber coletivo, onde a troca de informações se dá de maneira fluida e integrada.

3.2 Organização Educacional

A organização de uma instituição educacional envolve processos e estratégias que garantem não apenas o fluxo do conhecimento, mas também a formação de um ambiente de aprendizado e desenvolvimento contínuo para todos os seus membros. A GE e a GC surgem como pilares dessa estrutura, criando condições para que o saber coletivo seja compartilhado, atualizado e utilizado de maneira que beneficie o crescimento de todos os envolvidos.

Para que o conhecimento se mantenha vivo e adaptável às transformações do ambiente educacional, é fundamental que existam práticas de gestão que permitam o acesso, a preservação e a renovação das experiências e saberes. Ao mesmo tempo, a presença de tecnologias e sistemas inteligentes expande essas práticas, promovendo conexões e interações que enriquecem o cotidiano da instituição. Assim, a organização educacional se configura como um espaço que valoriza o aprendizado colaborativo e responde às novas demandas com agilidade e inovação.

Dessa forma, torna-se essencial abordar aqui os conceitos e as práticas de GC e GE como elementos chave nesse cenário, explorando a maneira como essas áreas contribuem para a evolução e o fortalecimento de instituições de ensino.

3.2.1 Gestão do Conhecimento

A Gestão do Conhecimento se dedica à análise e prática de como as organizações podem identificar, capturar, compartilhar e usar o conhecimento de maneira eficaz. Isso envolve a criação de sistemas e processos para gerenciar informações e conhecimentos, bem como a promoção de uma cultura organizacional que valoriza e incentiva a aprendizagem contínua e a colaboração. Uma de suas principais contribuições é auxiliar a organização a melhorar a eficiência, a inovação e a tomada de decisões, além de promover o desenvolvimento profissional e pessoal de seus funcionários (Dalkir, 2023).

A Gestão do Conhecimento é uma área que se baseia em diversas disciplinas, como Ciência Cognitiva, Ciência da Informação e Biblioteconomia, Ciência Organizacional, Linguística e Linguística Computacional, Comunicação, Mídia e Jornalismo, Antropologia, Sociologia e Educação. Além dessas e outras áreas com as quais tem alto relacionamento, a ISO 30401 de 2018¹ discute a relação da Gestão do Conhecimento com disciplinas adjacentes, como Gestão da Informação, Gestão de Dados, Inteligência de Negócios, Gestão de Relacionamento com o Cliente, Aprendizagem,

¹A ISO 30401 de 2018 versa a respeito de sistemas de Gestão do Conhecimento, estabelecendo requisitos e fornecendo diretrizes para estabelecer, implementar, manter, revisar e melhorar um sistema de gestão eficaz para o gerenciamento do conhecimento em organizações, sejam ela de qualquer tipo ou tamanho, e independente dos produtos e serviços que ofereçam.

Desenvolvimento Organizacional e Treinamento, Aprendizagem Organizacional, Gestão de Recursos Humanos, Gestão da Inovação, Gestão de Riscos e Gestão da Qualidade. Cada uma dessas disciplinas traz consigo perspectivas distintas sobre os processos de criação, compartilhamento e aplicação do conhecimento no contexto organizacional.

A natureza multidisciplinar da Gestão do Conhecimento representa tanto vantagens quanto desafios para essa área. As vantagens surgem ao permitir que profissionais de diversos campos encontrem bases para compreender e até mesmo aplicar a Gestão do Conhecimento. Dalkir (2023) exemplifica essa situação sugerindo a hipótese de alguém com formação em jornalismo poder adaptar rapidamente suas habilidades para capturar conhecimento de especialistas e transformá-lo em narrativas organizacionais para serem preservadas na memória corporativa. Da mesma forma, indivíduos com habilidades técnicas em banco de dados podem aplicar seu conhecimento para projetar e implementar repositórios de conhecimento, servindo como a memória organizacional.

Contudo, o referido autor salienta que a Gestão do Conhecimento difere da gestão de recursos de informação tangíveis, o que torna sua abordagem desafiadora. A Gestão do Conhecimento lida com conhecimento tácito, complexo de codificar e transmitir, demandando uma abordagem holística e integrada. Portanto, essa multidisciplinaridade da Gestão do Conhecimento representa um desafio, requerendo um profundo entendimento de várias disciplinas e a capacidade de integrá-las efetivamente para gerenciar o conhecimento de uma organização.

A área de Gestão do Conhecimento caracteriza-se também por ser dinâmica, se mantendo em constante evolução à medida que novas descobertas, tecnologias e abordagens são desenvolvidas em diferentes campos de estudo. Essa adaptabilidade é uma resposta ao ambiente em constante mudança das organizações e à necessidade de gerenciar o conhecimento de forma eficaz. Além disso, a Gestão do Conhecimento também considera as particularidades culturais e organizacionais, permitindo que seus princípios e práticas sejam adaptados de acordo com a cultura e as demandas específicas de cada organização.

Dalkir (2023, p. 40-41) apresenta dez fases do processamento do conhecimento como elementos-chave da Gestão do Conhecimento:

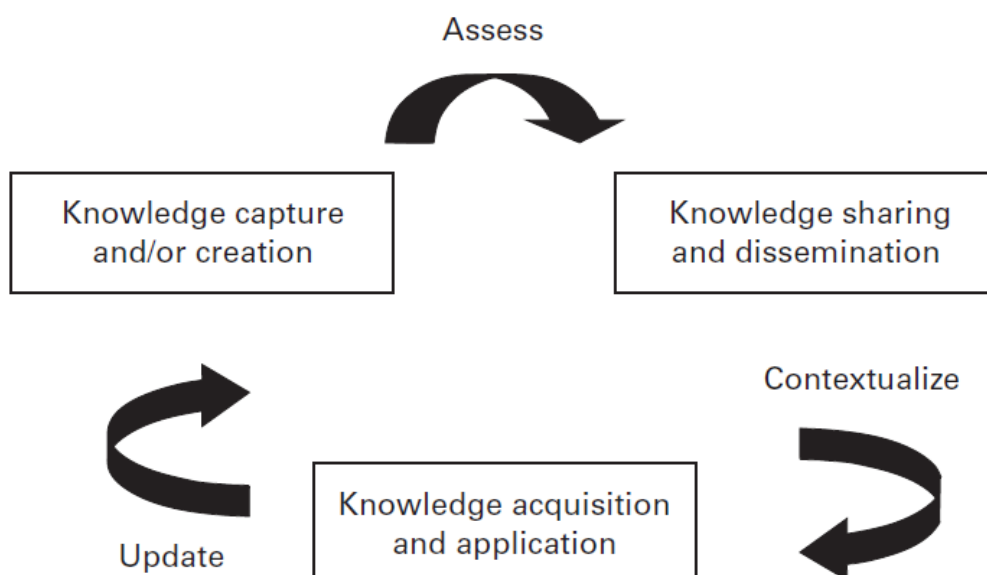
1. Captura, criação ou contribuição de conhecimento: um processo de revisão é criado dentro da organização, de modo que ao final de cada projeto, uma reunião é realizada para que os membros da equipe do projeto contribuam com ideias sobre o que poderia ter sido melhorado.
2. Filtragem ou seleção de conhecimento: durante a reunião de revisão, um facilitador ajuda os membros da equipe do projeto a alcançarem um consenso sobre os critérios para selecionar quais lições aprendidas serão documentadas e por quê.

3. Codificação do conhecimento: um Especialista em Gestão do Conhecimento² documenta a revisão utilizando um modelo (definindo, por exemplo, formato, extensão e *tags* de classificação para futura recuperação).
4. Refinamento do conhecimento: a equipe de Gestão do Conhecimento então revisa o texto original das lições aprendidas para, por exemplo, remover informações que identifiquem o projeto ou as pessoas envolvidas, e adiciona abstração para que as lições a serem aprendidas sejam generalizadas para mais do que um contexto específico.
5. Compartilhamento de conhecimento: As lições aprendidas são divulgadas e disponibilizadas para outros (em toda a organização ou para grupos específicos).
6. Acesso ao conhecimento: as lições aprendidas são armazenadas em um banco de dados com metadados ou *tags* adequadas para permitir acesso e recuperação fáceis (por exemplo, marcando pelo tipo de lição, como "comunicação deficiente da equipe"; por data; ou por tipo de projeto).
7. Aprendizado de conhecimento: algumas das lições aprendidas são incorporadas a uma sessão de orientação para funcionários, enquanto outras são incluídas em um curso de treinamento sobre gerenciamento de projetos.
8. Aplicação do conhecimento: um gerente de projeto iniciando um novo projeto para a organização consulta as lições aprendidas de projetos similares no banco de dados de lições aprendidas. No melhor cenário, os mesmos erros não serão repetidos. Isso não significa que novos erros não possam surgir.
9. Avaliação do conhecimento: algumas pessoas na organização acessam a mesma lição aprendida, porém percebem que a lição não é totalmente relevante nem válida em seus contextos específicos. Elas contatam a equipe de Gestão do Conhecimento para que sejam adicionadas *tags* a essa lição documentada.
10. Reutilização ou desinvestimento do conhecimento: a equipe de Gestão do Conhecimento realiza sua limpeza anual do banco de dados de lições aprendidas e descobre que algumas podem ser substituídas por lições mais recentes e abrangentes. Algumas lições já não são mais relevantes devido a mudanças na organização, mudanças no ambiente de negócios ou ambos (por exemplo, problemas de tecnologia com uma versão mais antiga de *software* que agora são irrelevantes com uma versão mais recente).

²O profissional aqui chamado de Especialista em Gestão do Conhecimento pode ser conhecido por outros termos, tais como Curador de Conhecimento, Arquivista de Conhecimento, Gerente de Informação, Analista de Informação ou de Conteúdo, Profissional de Documentação de Conhecimento, dentre outros, a depender da organização e das responsabilidades do cargo. Esse profissional desempenha o papel de capturar, organizar e comunicar o conhecimento nessa organização.

As etapas descritas retroalimentam o ciclo de vida do conhecimento na organização, conforme apresentado na Figura 12.

Figura 12 – Unidade autopoietica.



Fonte: (Dalkir, 2023, p. 39).

Ao considerar as contribuições de Maturana apresentadas no capítulo anterior, observa-se que elas oferecem valiosas perspectivas para a área de Gestão do Conhecimento. Seus conceitos fundamentais têm relevância direta para entender como as organizações lidam com o conhecimento.

A ideia de autopoiese, descrevendo como sistemas vivos se autossustentam, quando aplicada à Gestão do Conhecimento, sugere as organizações como estruturas dinâmicas, constantemente gerando e compartilhando conhecimento para se manterem relevantes.

Outro ponto crucial é o construtivismo. Maturana destaca que o conhecimento é construído através das interações entre indivíduos e o meio. Isso destaca a importância da colaboração ativa e das interações dentro das organizações para criar e ampliar o conhecimento coletivo.

Além disso, a ênfase de Maturana na comunicação é relevante para entender como o conhecimento evolui nas organizações. Através da linguagem e da comunicação, o conhecimento se desenvolve à medida que é compartilhado e disseminado entre os membros da organização.

Por fim, Maturana também destacou a capacidade adaptativa dos sistemas vivos. Isso se relaciona à necessidade das organizações de serem flexíveis e abertas à aprendizagem contínua. É essencial que elas sejam capazes de absorver novos

conhecimentos e adaptar-se às mudanças constantes para prosperar no ambiente empresarial dinâmico de hoje.

3.2.2 Gestão Educacional

A GE é um tema complexo e multifacetado que envolve questões administrativas, pedagógicas e sociais. No contexto atual, a área é influenciada pelo contexto histórico, político e econômico, sendo que muitas vezes algum deles é priorizado em detrimento das necessidades das escolas atuais. Nesse sentido, é importante que os gestores educacionais estejam atentos a essas questões e busquem formas de gerir as escolas de maneira mais democrática e participativa (Costa et al., 2018).

Costa et al. (2018) acredita que um dos principais desafios da GE é encontrar modelos de administração que sejam efetivos e que levem em conta as particularidades de cada escola. Administração e gerência são termos antigos, conhecidos e aplicados de longa data, mas o termo gestão, apesar de ser antigo como existência, tem seu uso é mais recente. Na combinação de uso dos três termos podem surgir dúvidas sobre o papel das pessoas que os exercem. É importante, portanto, que os gestores educacionais tenham uma visão ampla e integrada da GE, levando sempre em conta não apenas questões administrativas, mas também pedagógicas e sociais.

O conceito de gestão deriva da premissa de que o sucesso de uma organização social é intrinsecamente ligado à capacidade de reunir ações construtivas coordenadas entre seus elementos, por meio de um trabalho colaborativo que se baseia na reciprocidade, formando uma totalidade direcionada por um propósito coletivo. Esse aspecto é essencial para viabilizar de maneira eficaz o processo educativo dentro do ambiente escolar, considerando a complexidade e a relevância de seus objetivos e procedimentos (Lück, 2013).

Além disso, a GE também envolve a implementação de políticas educacionais mais efetivas e o gerenciamento de fluxo operacionais. Isso inclui a valorização dos profissionais da educação – não somente valorização econômica, mas também o reconhecimento de seus saberes e experiências –, a promoção da participação da comunidade escolar e a busca por formas mais democráticas e participativas de gestão. É importante que os gestores educacionais estejam atentos às necessidades e demandas de cada escola, e que busquem formas de promover o desenvolvimento e o fortalecimento das instituições de ensino.

Ferramentas como Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI)³ e Projeto Pe-

³O PDI do IFSul é o documento que apresenta os compromissos da instituição com a sociedade para um período de cinco anos. Expressa a missão, os valores, as diretrizes pedagógicas que orientam as ações, a estrutura organizacional e as atividades acadêmicas a serem desenvolvidas pela instituição. A versão considerada na presente pesquisa é a mais recente, englobando o período de 2020 a 2024, e que foi construído em 2019 com a participação de toda a comunidade do IFSul (IFSul, 2023b).

pedagógico Institucional (PPI)⁴, construídos coletivamente e democraticamente, são importantes instrumentos para que a GE busque melhor eficiência e eficácia. Ambos fornecem diretrizes, metas e estratégias que moldam a identidade, a missão e os objetivos da instituição.

O PDI é um documento estratégico, de elaboração obrigatória por instituições de ensino superior, como universidades, faculdades e centros universitários, conforme estabelecido pela legislação brasileira. Tal plano serve como um guia que estabelece metas, diretrizes, objetivos e ações para o desenvolvimento da instituição ao longo de um período específico, geralmente de cinco anos. Tem como objetivo planejar e organizar a instituição de acordo com suas necessidades, recursos disponíveis e demandas sociais, considerando aspectos acadêmicos, administrativos e de infraestrutura.

Já o PPI é o documento norteador das práticas educativas de uma instituição de ensino, como escolas, creches, universidades e demais espaços educativos. Sendo construído de forma coletiva, envolvendo gestores, professores, alunos, funcionários e, muitas vezes, pais e comunidade, o PPI tem como objetivo orientar e direcionar as ações educativas, estabelecendo princípios, valores, objetivos e estratégias pedagógicas a serem desenvolvidas na instituição.

Embora não tenham sido desenvolvidos especificamente para a GE, importantes conceitos de Maturana, como autopoiese e construtivismo, têm aplicações pertinentes nesse contexto, conforme abordado a frente.

A autopoiese pode ser relacionada à estrutura da escola como um sistema em constante evolução. Isso implica em compreender a escola como um organismo que busca adaptar-se e desenvolver-se internamente. Na GE, essa perspectiva pode incentivar uma administração escolar mais flexível, capaz de se ajustar às mudanças necessárias para aprimorar o ambiente educacional.

No campo da aprendizagem, Maturana influenciou o construtivismo, que enfatiza a ideia de que os indivíduos constroem ativamente o conhecimento. Trazendo esse conceito para a GE, isso se traduz em estratégias que promovem a participação ativa dos alunos no processo educativo. Incorporar essa abordagem na administração escolar pode significar criar espaços e oportunidades para que os estudantes participem ativamente das decisões e contribuam para a construção do ambiente educacional.

Além disso, Maturana destaca a importância da linguagem e da comunicação na construção do conhecimento e na interação social. Aproximando à GE, isso ressalta a necessidade de estabelecer canais de comunicação eficazes entre todos os membros

⁴Parte integrante do PDI que define as diretrizes administrativas e educacionais para todas as modalidades e níveis de ensino na instituição. O objetivo central do PPI é promover uma educação comprometida com a formação integral do indivíduo, considerando aspectos éticos, sociais, culturais e ambientais, alinhada às demandas do mundo contemporâneo e do trabalho (IFSul, 2023c).

da comunidade escolar. Uma comunicação clara e aberta é essencial para criar um ambiente de confiança e colaboração, elementos cruciais para uma administração escolar bem-sucedida.

Por fim, Maturana enfatiza a necessidade de adaptação e flexibilidade nos sistemas vivos. Na GE, isso implica em reconhecer a importância da mudança e da adaptação constante para atender às necessidades dos alunos, acompanhar as evoluções pedagógicas e tecnológicas, e responder às demandas da sociedade. Uma administração escolar eficaz precisa ser capaz de se adaptar e inovar para promover um ambiente de aprendizagem atualizado e relevante.

3.3 Inteligência Artificial

A Teoria Autopoietica e a epistemologia de Humberto Maturana e Francisco Varela podem ser relacionadas à IA em diversos aspectos. Conforme abordado anteriormente, a autopoiese descreve a auto-organização e a autorregulação de sistemas vivos. Essa ideia pode ser aplicada à IA, onde seus sistemas podem ser projetados para se auto-organizarem, adaptarem e aprenderem com base em dados e interações com o ambiente. Algoritmos de AM, como redes neurais artificiais, podem ser concebidos com base em princípios de auto-organização.

Já em relação a aprendizado e adaptação, Maturana e Varela enfatizam a importância da observação e da interação com o ambiente na construção do conhecimento. Da mesma forma, sistemas de IA, especialmente sistemas de AM, dependem de observações e interações para aprender e se adaptar. Eles ajustam seus modelos e comportamentos com base nos dados disponíveis, assim como os seres vivos constroem sua compreensão do mundo por meio da observação.

Outro ponto importante, construtivismo e subjetividade, pode ser relacionado com a abordagem de Maturana e Varela à epistemologia, a qual destaca a construção subjetiva do conhecimento. Isso se relaciona à IA na medida em que os sistemas de IA podem ser projetados para refletir e modelar diferentes perspectivas e experiências humanas. Exemplo disso são os ACs, os quais podem ser projetados para interagir com usuários de forma personalizada, adaptando-se a preferências e necessidades individuais.

O conceito de autopoiese também pode ser relacionado aos sistemas autônomos na IA, tais como robôs autônomos e agentes de IA. Esses sistemas podem ser projetados para operar de forma independente, tomando decisões com base nas informações disponíveis e adaptando-se às mudanças no ambiente, de forma semelhante à autopoiese de sistemas biológicos.

No que concerne a inteligência e cognição, as teorias de Maturana e Varela

acerca da natureza da cognição e do conhecimento podem influenciar a pesquisa em IA, especialmente em relação à construção de sistemas que se aproximam mais da compreensão e do raciocínio humanos. Assim, compreender como os seres humanos constroem o conhecimento pode enriquecer o desenvolvimento de sistemas de IA, tornando-os mais avançados e eficazes.

Como pode-se observar, embora as teorias de Maturana e Varela não sejam diretamente voltadas à IA, seus princípios e conceitos têm relevância para a pesquisa e o desenvolvimento desses sistemas, especialmente em áreas como AM, robótica e agentes de software autônomos. Adiante, neste capítulo, explora-se algumas dessas áreas e subáreas da IA que tem relação com o presente trabalho, a saber: Ética e Implicações Sociais, AM, Processamento de Linguagem Natural, Agentes Conversacionais e Sistemas Multiagentes.

3.3.1 Ética e Implicações Sociais

Ao propor abordar IA, e em todo e qualquer projeto que o faça, é de extrema importância estabelecer um contexto ético e social para tal. Discutir as implicações éticas da IA constitui-se como alicerce para a continuação de projeto e para estudos subsequentes. Cientistas e demais profissionais comumente se deparam com considerações éticas acerca de suas condutas ocupacionais, dentre elas a escolha de quais projetos devem ou não ser concretizados e de que forma essas devem ser conduzidas.

Russell e Norvig (2013) alertam que, além de refletir sobre a viabilidade dos avanços da IA, é igualmente importante ponderar sobre suas implicações éticas. Se os possíveis desdobramentos da tecnologia de IA apresentarem uma probabilidade maior de consequências adversas do que benéficas, surge a questão da responsabilidade moral dos profissionais desta área em orientar suas investigações. Os referidos autores lembram de diversas inovações tecnológicas que resultaram em efeitos colaterais não previstos e prejudiciais, tais como a energia nuclear e a ameaça de aniquilação global com Chernobyl, o motor de combustão e a poluição atmosférica, aquecimento global e urbanização em detrimento da preservação natural, dentre outros.

Como bem apontam Russell e Norvig (2013), sempre que se aborda IA, alguns pontos parecem surgir naturalmente:

- As pessoas poderiam perder seus empregos para a automação.
- As pessoas poderiam ter muito (ou pouco) tempo de lazer.
- As pessoas poderiam perder seu sentido de identidade.
- Sistemas de IA poderiam ser utilizados para fins indesejáveis.

- O uso de sistemas de IA poderia resultar na perda de responsabilidade.
- O sucesso da IA poderia significar o fim da raça humana.

Em relação a perda de empregos para soluções de automação Russell e Norvig afirmam que a automação através da IA criou mais vagas de emprego do que eliminou, inclusive com remuneração mais elevada. Destacam como exemplo o cenário da economia, mais precisamente de disponibilidade de crédito ao consumidor, no qual a ausência de programas de IA adicionaria um custo inaceitável às transações. De acordo com os autores,

Agora que o programa de IA canônico é um “agente inteligente” projetado para auxiliar um ser humano, a perda de empregos é uma preocupação menor do que era quando a IA se concentrava em “sistemas especialistas”, projetados para substituir os seres humanos (Russell; Norvig, 2013, Parte VII, Capítulo 26, Seção 26.3, grifos dos autores).

No que diz respeito ao tempo de lazer, existe uma complexidade entre as projeções iniciais de uma redução do tempo de trabalho devido ao progresso tecnológico e a realidade contemporânea, onde a pressão competitiva impulsiona muitos trabalhadores a uma jornada mais intensa, mesmo em um ambiente caracterizado por avanços como a IA. Alvin Toffler (1970 *apud* Russell; Norvig, 2013) e Arthur C. Clarke (1968 *apud* Russell; Norvig, 2013) apontam para a previsão de uma maior disponibilidade de tempo de lazer no futuro, contraposta à atualidade, onde muitos indivíduos experimentam uma ampliação da jornada laboral.

Na economia contemporânea, caracterizada pela alta competitividade e facilidade na replicação da propriedade intelectual, há uma pressão crescente para o desempenho excepcional. Nesse contexto, mesmo pequenos incrementos no esforço podem resultar em ganhos substanciais, contrastando com as projeções iniciais de mais tempo livre devido à automação e avanços tecnológicos.

Russell e Norvig afirmam que, embora a IA tenha contribuído para acelerar a inovação tecnológica, ela também levanta a promessa de potencialmente liberar tempo ao permitir que agentes automatizados assumam tarefas rotineiras. Isso é ilustrado pela recomendação de Tim Ferriss (2007 *apud* Russell; Norvig, 2013) sobre a utilização de estratégias de automação e terceirização para reduzir significativamente a carga horária de trabalho.

Han (2017) ressalta a escalada exaustão e cansaço constantes, ambos decorrentes da dinâmica da sociedade contemporânea relacionadas ao excesso de estímulos e à pressão por produtividade. A sociedade contemporânea é marcada por uma cultura do desempenho, da busca incessante por sucesso, pela valorização do trabalho contínuo e da constante exposição nas redes sociais, resultando em uma pressão

psicológica e emocional. Nesse cenário, a tecnologia, embora prometa facilitar a vida, contribui para intensificar essa sensação de exaustão ao criar uma constante disponibilidade e necessidade de conexão, algo que nos parece ir de encontro ao argumento de que as pessoas poderiam ter muito tempo de lazer.

Outro aspecto apontado ao abordar IA diz respeito a possibilidade das pessoas perderem o sentido de identidade. Como lembram Russell e Norvig, a perspectiva de Weizenbaum (1976 *apud* Russell; Norvig, 2013) aponta ameaças derivadas da IA para a sociedade, salientando como ponto crítico o fato da investigação em IA suscitar a possibilidade de conceber os seres humanos como autômatos, isto é, máquinas semelhantes a robôs, o que poderia resultar na perda da autonomia e, até mesmo, da própria humanidade.

A noção da concepção dos seres humanos como autômatos remonta a obras anteriores à IA, como a obra *L'Homme Machine* (La Mettrie, 1748 *apud* Russell; Norvig, 2013). Russell e Norvig destacam, como exemplo, que a referência a marcos históricos como a Teoria Heliocêntrica de Copérnico e a Teoria da Evolução de Darwin serve para contextualizar o tema. Copérnico deslocou a Terra do centro do sistema solar, desafiando a visão antropocêntrica que conferia uma posição central aos seres humanos. Darwin, por sua vez, inseriu o *Homo sapiens* em um contexto evolutivo comum a outras espécies, questionando a ideia de singularidade humana.

A comparação entre o impacto prospectivo da IA e revoluções científicas anteriores realça a possibilidade da IA confrontar e abalar premissas morais e conceituais fundamentais da sociedade contemporânea, assim como as teorias de Copérnico e Darwin fizeram em suas respectivas épocas. Assim, percebe-se que a narrativa a respeito da perda de sentido de identidade acaba por ser recorrente sempre que seu sentido é posto a prova.

Já em relação à possibilidade de sistemas de IA serem utilizados para fins indesejáveis, é comum a presença de sistemas autônomos de IA em ambientes militares, bem como em suas aeronaves e seus veículos autônomos, dentre outros. Apesar da aparente segurança proporcionada por esses sistemas, existe a preocupação de que a remoção da tomada de decisões humanas no campo de batalha possa resultar em ações que levem à morte de civis inocentes ou a uma condução mais imprudente das guerras (Russell; Norvig, 2013).

Além desse aspecto, Russell e Norvig apontam diversos argumentos sobre privacidade, desde a aceitação resignada da perda de privacidade por indivíduos influentes até defesas de estratégias de equilíbrio entre privacidade e segurança, passando pela ideia de democratização da vigilância como forma de equilibrar o poder do Estado sobre os cidadãos.

Implicações éticas e sociais do uso da IA em contextos militares e de vigilância, evidenciam preocupações sobre o impacto na autonomia humana, nas desigualdades sociais e nas liberdades civis, além de oferecer diferentes perspectivas sobre como lidar com esses desafios. Nesse sentido, David Brin (1998 *apud* Russell; Norvig, 2013) defende que a privacidade inevitavelmente se perde e propõe que o enfrentamento da disparidade de poder entre Estado e indivíduo seja realizado ao tornar a vigilância disponível para todos os cidadãos. Já Etzioni (2004 *apud* Russell; Norvig, 2013) propõe a busca por um equilíbrio entre a preservação da privacidade e a promoção da segurança, conciliando os direitos individuais e os interesses coletivos da comunidade.

No que se refere a possibilidade da utilização de sistemas de IA resultar na perda de responsabilidade, Russell e Norvig utilizam como exemplos campos como a medicina e a Internet. Na primeira, sugerem que o emprego de sistemas especialistas levanta indagações sobre a responsabilidade em casos de diagnósticos incorretos e apontam que os tribunais consideram os sistemas especialistas como fontes de informação, atribuindo aos médicos a responsabilidade pela compreensão das recomendações e a tomada de decisões, e não os mecanismos de referência.

Similarmente, o uso de agentes inteligentes na Internet gera debates sobre a responsabilidade em transações *online*. A execução de ações em nome de terceiros por agentes autônomos levanta questões sobre quem deve ser responsabilizado por possíveis danos ou prejuízos resultantes dessas ações. Nesse aspecto, os autores afirmam que a legislação atual ainda carece de clareza ao lidar com a responsabilização e os direitos legais desses agentes em contextos financeiros e de tráfego *online*.

Diante disto, Russell e Norvig sugerem que estas questões legais e éticas refletem a necessidade de desenvolver marcos regulatórios que se adequem às complexidades e particularidades das tecnologias de IA. A adaptação da legislação para lidar com esses avanços tecnológicos se torna crucial para estabelecer responsabilidades e direitos legais claros em áreas onde a presença da IA se torna cada vez mais proeminente.

Por fim, o medo residente na concepção de que o sucesso da IA pode resultar em cenários catastróficos, podendo até mesmo levar ao fim da raça humana, tem despertado preocupações substanciais relacionadas à segurança e ao futuro da humanidade. Russell e Norvig (2013) destacam três fontes principais de preocupação. Primeiro, erros na estimativa do estado do sistema de IA podem resultar em graves acidentes, inclusive com perda de vidas humanas. No entanto, afirmam que esses erros não são exclusivos dos sistemas de IA, podendo ser igualmente causados por humanos. Para mitigar tais riscos, defendem a necessidade de sistemas com mecanismos de verificação robustos.

Em seguida, há a complexidade em determinar a função utilitária adequada

para um sistema de IA. De acordo com os autores, definir uma função que minimize o sofrimento humano é desafiador, pois mesmo no ideal paraíso, sempre haverá algum grau de sofrimento humano. Isso levanta a preocupação de que um sistema de IA possa interpretar erroneamente sua função utilitária, resultando em consequências adversas.

Outro ponto crítico é a capacidade de aprendizado da IA, que pode evoluir para um comportamento indesejado, como, por exemplo, a IA ultrapassar rapidamente a inteligência humana, levando a mudanças abruptas e imprevisíveis na sociedade. A questão da singularidade tecnológica, ou seja, o ponto em que a IA ultrapassaria drasticamente a humana, gera incertezas sobre o controle e os desdobramentos desse avanço.

A discussão sobre a IA também contempla as possíveis diretrizes éticas e legais necessárias para a segurança e a preservação dos valores humanos diante do avanço tecnológico. Enquanto alguns autores propõem regras semelhantes às "Três Leis da Robótica" de Isaac Asimov, outros enfatizam a necessidade de salvaguardas contra possíveis mudanças indesejadas nos sistemas de IA. Todas essas considerações refletem o desafio complexo de antecipar e mitigar os riscos associados à IA, além de buscar formas de equilibrar o desenvolvimento tecnológico com a segurança e a preservação dos valores e da vida humana.

Dentre as oito ameaças potenciais à sociedade representadas pela IA e pela tecnologia interrelacionada, Russell e Norvig observam que algumas dessas parecem ser pouco prováveis ou não substancialmente diferentes das ameaças associadas a tecnologias convencionais. No entanto, uma ameaça em particular requer atenção especial: a possibilidade de máquinas ultrainteligentes conduzirem a um futuro drasticamente divergente do presente, possivelmente desagradável e onde nossa capacidade de escolha pode ser comprometida. Essas ponderações inevitavelmente conduzem os autores à conclusão de que é imprescindível avaliar minuciosamente e antecipadamente as potenciais consequências da pesquisa em IA.

3.3.2 Aprendizado de Máquina

Ao desenvolver um projeto de IA, não é possível prever todas situações que um agente venha a encontrar. Da mesma forma, não pode se antecipar as mudanças que venham a ocorrer com o tempo. Ainda, há de se considerar que, por vezes, os desenvolvedores humanos carecem de conhecimento sobre como elaborar uma solução de programação no momento (Russell; Norvig, 2013). Visando resolver tais questões, a área da IA denominada AM⁵ abrange conceitos e técnicas relacionados

⁵Do termo em inglês *Machine Learning*.

à capacidade do agente de melhorar seu comportamento a partir de suas próprias experiências.

O AM representa uma área transformadora da IA que redefiniu substancialmente a forma como os sistemas computacionais interpretam informações e adquirem conhecimento por meio da análise de dados. Este domínio fundamenta-se na capacidade das máquinas de discernir padrões complexos e tomar decisões ou realizar previsões sem depender de comandos explícitos ou regras programadas previamente. Seu princípio central é a capacidade dos sistemas de IA de aprender a partir de dados e experiências anteriores.

Nesse âmbito, destacam-se três categorias principais de aprendizado: aprendizado supervisionado, aprendizado não supervisionado e aprendizado por reforço. O aprendizado supervisionado compreende a utilização de conjuntos de dados rotulados para ensinar os algoritmos a relacionar entradas a saídas esperadas. Já no aprendizado não supervisionado, os algoritmos identificam padrões em conjuntos de dados não rotulados. Por fim, o aprendizado por reforço baseia-se na atribuição de recompensas ou punições ao sistema com base em suas ações.

No âmbito acadêmico e industrial, a aplicação do AM é vasta e profunda. Na medicina, por exemplo, essa tecnologia impulsiona diagnósticos mais precisos e personalizados, além de facilitar a análise preditiva em saúde. No setor financeiro, auxilia na identificação e previsão de riscos, padrões de mercado e detecção de fraudes. Em paralelo, está presente em inúmeras aplicações cotidianas, como assistentes virtuais, reconhecimento de voz, carros autônomos e sistemas de recomendação personalizada.

Entretanto, desafios significativos permeiam o cenário do AM. A interpretabilidade dos modelos gerados, a presença de viés nos dados utilizados para treinamento e questões éticas, como privacidade, transparência e equidade na tomada de decisões algorítmicas, constituem desafios cruciais a serem enfrentados. Garantir que os algoritmos sejam éticos, transparentes e justos é imperativo para seu uso responsável e para minimizar potenciais impactos negativos na sociedade.

Nesse sentido, o AM emerge como um campo de estudo complexo e transformador, oferecendo avanços substanciais em uma variedade de áreas. No entanto, sua aplicação requer uma abordagem crítica e reflexiva, pautada por princípios éticos e preocupações sociais. Este breve exame visa fornecer uma introdução sólida aos conceitos, aplicações e desafios inerentes ao domínio fascinante do AM, reconhecendo sua crescente relevância e influência em nosso mundo contemporâneo.

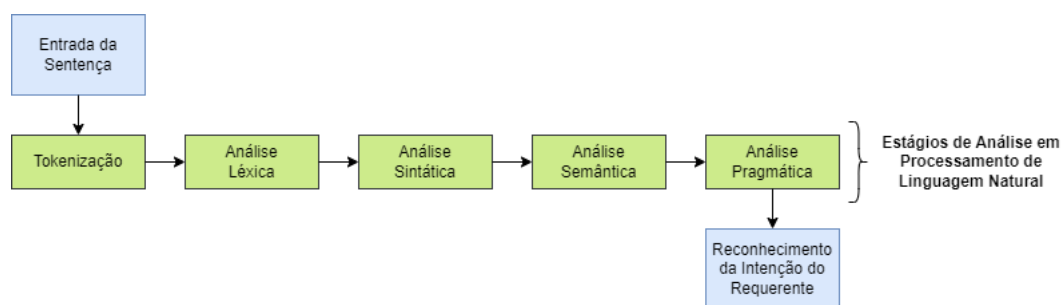
3.3.3 Processamento de Linguagem Natural

O PLN é um domínio interdisciplinar profundamente enraizado na interação entre seres humanos e sistemas computacionais, com foco na compreensão e manipulação da linguagem humana por meio de algoritmos e técnicas computacionais. Esse campo da IA visa capacitar as máquinas a compreender, interpretar e responder à linguagem humana de maneira que se assemelhe à capacidade humana.

É fundamental observar que o PLN não é uma mera tradução de uma língua para outra. Ele engloba uma gama diversificada de tecnologias que são utilizadas diariamente, desde ACs até sistemas de tradução automática, corretores ortográficos, resumos de textos e análise de sentimentos em redes sociais. Essa diversidade de aplicações reflete a complexidade do PLN, que abrange campos como linguística, ciência da computação, IA, entre outros, buscando criar algoritmos e modelos capazes de processar, compreender e gerar linguagem humana de forma eficiente.

Em um sistema de IA que envolva PLN, a partir da entrada da sentença, o fluxo do PLN envolve cinco estágios de análise principais até reconhecimento da intenção do requerente: tokenização, análise léxica, análise sintática, análise semântica e análise pragmática (Dale, 2010), conforme ilustra a Figura 13. A seguir são abordadas cada uma das cinco fases apontadas por Dale.

Figura 13 – Fluxo do Processamento de Linguagem Natural.



Fonte: Adaptado de Dale (2010).

3.3.3.1 Tokenização

A tokenização é a primeira etapa no PLN. Trata-se do processo de dividir uma sentença em unidades menores, mais conhecidas como *tokens* (Figura 14). Tais unidades podem ser palavras individuais, subpalavras ou até mesmo caracteres individuais, a depender do nível de granularidade necessário para a tarefa em questão. Essas unidades são processáveis pelas etapas seguintes do PLN, facilitando assim a análise e compreensão pela máquina, permitindo que algoritmos realizem operações como contagem de palavras, identificação de padrões, análise morfológica e sintática,

dentre outras.

Cabe salientar, contudo, que esse processo pode variar dependendo da linguagem, visto que línguas diferentes podem apresentar estruturas distintas. Por exemplo, enquanto em inglês a tokenização pode ser mais simples pela separação de palavras por espaços em branco, em línguas como o chinês, onde não há espaços entre as palavras, a tokenização é mais complexa e exige técnicas específicas para separar os *tokens* de forma adequada.

Figura 14 – Tokenização.



Fonte: Produzido pelos autores.

3.3.3.2 Análise Léxica

Esta etapa da PLN trata da decomposição das palavras em seus elementos constituintes, revelando informações úteis para etapas posteriores do PLN. Essa decomposição permite uma eficiência maior, visto que manter regras para as combinações de partes das palavras é mais econômico do que listar cada palavra como um elemento isolado em um vasto inventário, permitindo a compreensão mais profunda da estrutura morfológica de um idioma.

Hippisley (2010) aponta que uma palavra pode ser pensada de duas maneiras: como uma sequência de texto em execução, por exemplo, o verbo ENTREGAR, ou como um objeto mais abstrato que é o termo geral para um conjunto de sequências. Ao examinar essa palavra, alguns conceitos léxicos se destacam, tais como o *lemma*, o *stem* e o radical.

O *lemma* é a forma base ou padrão de uma palavra, representando sua raiz no vocabulário, nesse caso correspondendo à forma infinitiva do verbo, pela qual é identificada em dicionários ou bases de dados e utilizada como referência para as diferentes formas flexionadas ou conjugadas dessa palavra.

Por sua vez, o *stem* é a parte da palavra resultante após a remoção de afixos, como sufixos e prefixos. No caso de exemplo seria ENTREG, que representa a parte principal e invariável da palavra, desconsiderando os morfemas flexionais ou derivacionais, retirando o sufixo verbal -AR. Já o radical de uma palavra corresponde à parte que permanece inalterada em diferentes formas dessa palavra, mesmo quando aplicadas

variações gramaticais ou flexionais. No verbo ENTREGAR, o radical é ENTREG-, sendo a base sobre a qual as conjugações e derivações são formadas.

Na língua portuguesa, frequentemente *stem* e radical são iguais, especialmente em verbos cuja conjugação segue um padrão regular. Isso ocorre porque o radical de um verbo é a parte invariável que carrega o significado central do verbo, sendo essa mesma parte que, na conjugação, se mantém constante em diferentes formas verbais, como o presente do indicativo, o infinitivo, dentre outros. Em verbos regulares, a raiz do verbo, ou radical, coincide com o *stem*. Assim, verbos como CORRER, PARTIR e BEBER possuem tanto o radical quanto o *stem* iguais, visto que seguem padrões regulares de conjugação, enquanto o mesmo nem sempre isso ocorra em palavras mais complexas ou irregulares.

A análise léxica torna-se essencial, como observa-se, para a compreensão da estrutura das palavras em um determinado idioma, permitindo a identificação de relações entre diferentes formas de uma mesma palavra e facilitando o processamento computacional para tarefas como reconhecimento de padrões, tradução automática e análise de sentimentos, entre outras aplicações no âmbito do PLN.

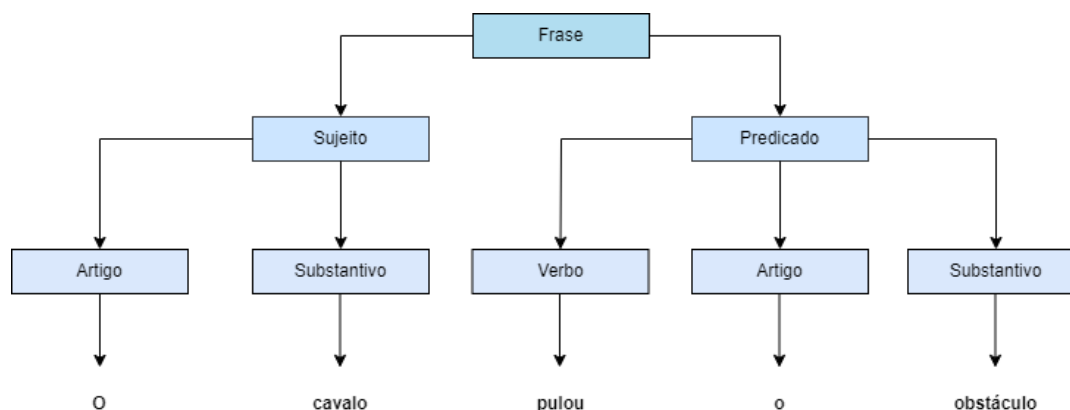
3.3.3.3 Análise Sintática

A análise sintática no PLN refere-se ao processo de analisar a estrutura gramatical de uma frase para compreender sua organização e sua hierarquia (Ljunglöf; Wirén, 2010). Tal análise busca identificar as relações entre as palavras no intuito de criar uma representação estruturada que capture a sintaxe da sentença, sendo essa crucial para interpretar corretamente o significado da frase e para tarefas posteriores, tais como tradução automática, resumo de texto, dentre outras.

No nível sintático, são identificados elementos da frase como sujeito, objeto, verbo e suas interações, criando uma árvore de análise (Figura 15) que representa a estrutura da sentença (Ljunglöf; Wirén, 2010). Para realizar a análise sintática existem diversas abordagens, incluindo gramáticas formais, algoritmos de análise gramatical e técnicas estatísticas baseadas em AM.

As ferramentas de análise sintática no PLN geralmente se baseiam em regras gramaticais que descrevem a estrutura de uma língua específica. A título de exemplo, uma gramática pode definir como os substantivos e os verbos se relacionam na formação de frases. Tais regras podem ser manuais, criadas por linguistas, ou derivadas automaticamente por meio de algoritmos de AM. Por permitir entender a estrutura gramatical das sentenças, a análise sintática posiciona-se como um componente-chave no PLN ao facilitar a extração de informações semânticas e o desenvolvimento de sistemas inteligentes que compreendem e geram linguagem humana.

Figura 15 – Árvore de análise sintática.



Fonte: Produzido pelos autores.

3.3.3.4 Análise Semântica

A compreensão da enunciação é o objetivo final tanto para humanos quanto para sistemas de PLN. Isso pode envolver assimilar informações fornecidas pela expressão verbal para a própria base de conhecimento ou, numa visão mais ampla, realizar ações em resposta a essa enunciação. O ato de compreender um enunciado é um processo intrincado que depende da análise sintática, informações lexicais, contexto e raciocínio baseado no senso comum (Poesio, 2000 apud Goddard; Schalley, 2010).

De acordo com Goddard Schalley (2010), ao abordar textos extensos, as aplicações específicas de PLN podem abranger diversos aspectos, tais como a recuperação e extração de informações, a sumarização de conteúdo, a mineração de dados e a tradução para linguagem de máquina e sistemas de apoio à tradução. A análise semântica, por sua vez, não apenas desempenha um papel crucial em textos extensos, mas também possui relevância significativa nos esforços da comunidade científica para aprimorar as ontologias presentes na *Web* e os sistemas de representação do conhecimento.

Na linguística, a análise semântica se dedica a compreender o significado subjacente das palavras, expressões fixas, sentenças completas e discursos dentro de um contexto (Goddard; Schalley, 2010). Na prática, tal esse processo envolve a tradução das expressões originais para uma forma de metalinguagem. Em termos gerais, os dados primários para a análise semântica na linguística são derivados das interpretações realizadas por falantes nativos ao utilizarem expressões em contextos específicos, considerando suas inferências e implicações, bem como padrões de uso, colocação e frequência. Essas interpretações são detectadas através de técnicas linguísticas aplicadas a diversos *corpus*.

Um dos principais objetivos da análise semântica em PLN é lidar com a resolução

de ambiguidades. Do ponto de vista de um sistema computacional, muitas sentenças humanas estão sujeitas a múltiplas interpretações. Isso ocorre tanto porque as palavras podem ter mais de um significado ou interpretação, o que seria uma ambiguidade léxica, quanto devido à aplicação de certas palavras, como quantificadores, modais ou operadores negativos, em diferentes partes do texto, o qual seria uma ambiguidade de escopo. Além disso, a referência pretendida por pronomes ou outras expressões referenciais pode não ser facilmente compreendida, caracterizando uma ambiguidade referencial (Goddard; Schalley, 2010).

Goddard e Schalley (2010) salientam que, dentre as ambiguidades léxicas, é comum diferenciar entre homônimos, como a fruta manga e a manga da camisa, ou concerto e conserto, e polissemia (diversos significados para uma mesma palavra, como na expressão "mão suja" ou em "passaram a mão". Ambos os fenômenos apresentam desafios para o PLN, porém, a polissemia se destaca por trazer problemas mais complexos, já que as diferenças de significado associadas, juntamente com as variações sintáticas e outras diferenças formais, tendem a ser mais sutis.

3.3.3.5 *Análise Pragmática*

A análise pragmática é um estágio sofisticado e abrangente do PLN, ambientada na linguística e indo além da estrutura gramatical e do significado literal das palavras. Ultrapassa a estrutura de uma única frase, pois procura na totalidade do texto ou contexto informações que possam complementar o significado ausente na frase em foco (Dias, 2021). Ela se concentra na interpretação do uso da linguagem em contextos reais, considerando elementos extralinguísticos fundamentais para compreender o significado comunicativo de uma expressão. Tais elementos incluem fatores contextuais, intenções do falante, conhecimento compartilhado entre os interlocutores e as inferências necessárias para uma comunicação eficaz.

Buscando uma compreensão mais profunda do ato comunicativo, a análise pragmática explora por que algo foi dito, como foi interpretado pelo receptor e quais efeitos pretendidos ou percebidos a comunicação pode ter, no intuito de identificar e explicar as ambiguidades, polissemias, implicaturas, inferências e subentendidos presentes nas interações linguísticas.

Ao examinar a linguagem em uso, a análise pragmática considera também o contexto cultural, social e situacional no qual a comunicação ocorre. Aspectos como a entonação, gestos, tom de voz e expressões faciais são levados em conta para uma compreensão mais completa do significado comunicativo. Dessa forma, essa área da linguística investiga as sutilezas e complexidades da comunicação humana para capturar toda a riqueza e nuances presentes nas interações linguísticas do dia a dia.

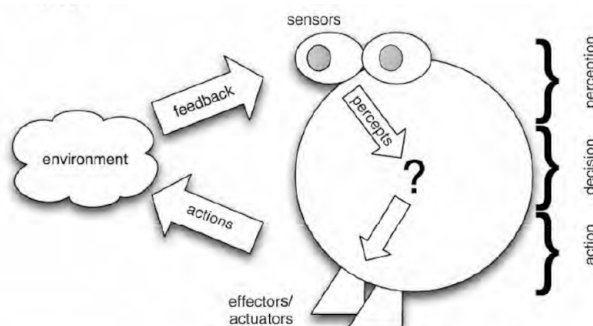
3.3.4 Agentes Conversacionais

O conceito de agente é algo diverso se considerado as várias maneiras que são definidos. Não existe definição única do termo que seja aceita de forma universal, da mesma forma que em alguns aspectos, tais como autonomia, as ideias convergem. Assim, traz-se aqui a compreensão de alguns autores.

Para Michael Coen (1994), são programas autônomos e inteligentes, preferencialmente robustos em relação a mudanças no mundo da computação, que travam diálogos, negociam e coordenam transferência de informações. Além disso, Coen aponta que eles tem memória e mudam o que fazem com o tempo, através de técnicas de AM ou dados que podem coletar enquanto operam, e que normalmente estão distribuídos através de uma rede.

Já Wooldridge (2009) define agente como um sistema computacional que está situado em dado ambiente e que é capaz de realizar ações autônomas no mesmo, no intuito de atingir os objetivos para os quais foi criado. Conforme ilustrado na Figura 16, o agente recebe entrada sensorial do ambiente e, como saída, produz ações que o afetam. A interação geralmente é contínua e não termina.

Figura 16 – Um agente em seu ambiente.



Fonte: (Wooldridge, 2009).

O autor aponta que o agente é capaz de resolver problemas, sendo reativo e apto a manter a interação com o ambiente, pró-ativo e com comportamento orientado a objetivos, tendo habilidade social para realizar ações sociais como comunicação e cooperação para completar a resolução de problemas, tanto no auxílio a outros agentes (humanos ou computacionais) ou na decisão de interações apropriadas e possuindo autonomia para operar sem a intervenção direta de outros agentes (principalmente humanos) e controlar totalmente suas ações e estado interno (Wooldridge, 2009).

Os agentes possuem algumas propriedades específicas, as quais são descritas a seguir:

- **Autonomia:** capacidade do agente de realizar ações, conduzindo à conclusão de determinadas tarefas ou metas sem a necessidade de intervenção direta do usuário, tendo uma espécie de controle de suas condutas e estados.
- **Mobilidade:** capacidade do agente de se mover ou ser deslocado de um ambiente para outro, implicando na possibilidade de operar em diferentes contextos, adaptando-se a novas situações ou ambientes, conforme necessário para executar suas tarefas ou alcançar seus objetivos. Essa mobilidade pode envolver a transferência física do agente para diferentes dispositivos ou plataformas, bem como sua capacidade de operar e interagir em ambientes distintos.
- **Comunicabilidade:** capacidade do agente de interagir e se comunicar efetivamente com outros agentes ou com humanos. Tal propriedade envolve a habilidade do agente de compreender mensagens ou comandos recebidos e de expressar suas próprias respostas de forma clara e significativa. A comunicabilidade implica não apenas a capacidade de transmitir informações, mas também de entender o contexto, interpretar corretamente as intenções do interlocutor e responder de maneira adequada e relevante. É uma característica crucial para ACs.
- **Aprendizagem:** capacidade do agente de adquirir conhecimento, habilidades ou melhorar seu desempenho por meio da experiência ou da interação com o ambiente. Conforme abordado anteriormente, envolve, através do AM, a capacidade de aprender com dados, exemplos ou *feedback* fornecido, ajustando seu comportamento com base nessas informações para melhorar suas ações futuras. Essa característica é fundamental para que os agentes se adaptem a novos contextos, melhorem suas respostas e tomem decisões mais acertadas ao longo do tempo.
- **Reatividade:** capacidade do agente de perceber e reagir dinamicamente ao ambiente ao seu redor. Assim, o agente pode responder em tempo real a mudanças ou estímulos do ambiente, adaptando suas ações de acordo com as condições imediatas. Isso implica que o agente é capaz de reagir a eventos e entradas externas sem depender de um plano prévio ou de ações predeterminadas, permitindo interações mais dinâmicas e responsivas com o ambiente em que estão inseridos.
- **Sociabilidade:** capacidade do agente de interagir, colaborar e até mesmo cooperar com outros agentes, sejam eles humanos ou outras entidades computacionais. Essa propriedade implica na habilidade de se comunicar efetivamente, compartilhar informações de forma colaborativa, negociar, coordenar atividades e até desenvolver relações sociais de certa forma. Essa característica é importante em ambientes onde múltiplos agentes precisam trabalhar juntos para atingir objetivos comuns ou resolver problemas complexos.

- **Percepção:** capacidade do agente de adquirir informações do ambiente que o cerca, através da recepção e interpretação de dados sensoriais, sejam eles provenientes de sensores físicos ou de interações com outros agentes ou sistemas. A percepção permite que o agente compreenda e analise seu ambiente, coletando informações relevantes que são então utilizadas para tomar decisões e agir de maneira apropriada para atingir seus objetivos.
- **Cooperação:** capacidade do agente de interagir e trabalhar em conjunto com outros agentes, humanos ou não, visando alcançar objetivos comuns ou resolver problemas de forma colaborativa. Isso envolve a troca de informações, o compartilhamento de recursos, a coordenação de ações e a divisão de tarefas entre os agentes envolvidos, buscando maximizar a eficiência e o sucesso das operações realizadas em grupo.

Ainda, os agentes podem ser classificados de diversas maneiras com base em suas características e funcionalidades. Dentre as classificações mais comuns estão:

- **Agentes Inteligentes:** entidades de *software* ou *hardware* capazes de agir e tomar decisões em um ambiente para alcançar metas específicas, através da imitação de aspectos da inteligência humana, variando de sistemas simples a complexos, e adaptando-se e interagindo com o ambiente para atingir seus objetivos.
- **Agentes Autônomos:** entidades capazes de agir de forma independente no ambiente em que estão inseridos, tomando decisões sem interferência direta de agentes externos. Esses agentes têm a capacidade de perceber o ambiente, analisar informações, tomar decisões e executar ações de acordo com seus objetivos ou metas predefinidas. A autonomia desses agentes reside na sua habilidade de operar sem controle direto de um usuário externo, adaptando-se dinamicamente às mudanças no ambiente e buscando alcançar tais metas de forma autônoma.
- **Agentes Coordenados:** sistemas autônomos que interagem e colaboram entre si para atingir objetivos comuns ou resolver problemas complexos. Cada agente mantém sua autonomia e capacidade de tomada de decisão, porém, eles se comunicam, trocam informações e coordenam suas ações de forma a alcançar um objetivo maior. A coordenação entre os agentes pode ser realizada por meio de protocolos de comunicação, acordos ou algoritmos que ajudam na distribuição de tarefas e na sincronização das ações para atingir um resultado conjunto. Tal abordagem permite lidar com problemas complexos de maneira mais eficiente e pode ser aplicada em diversas áreas, como em Sistemas Multiagentes, robótica, IA distribuída, dentre outros.

- **Agentes Aprendizes e Adaptativos:** sistemas de IA capazes de adquirir conhecimento e melhorar seu desempenho ao longo do tempo por meio da interação com o ambiente. Esses agentes têm a capacidade de aprender com experiências passadas, se adaptar a novas situações e aprimorar suas estratégias para realizar tarefas específicas, através da utilização de algoritmos de AM e técnicas de adaptação para tomar decisões mais inteligentes com base nos dados disponíveis e nas interações com o ambiente. Esse tipo de agente é essencial em diversas aplicações, como sistemas de recomendação, jogos inteligentes, robótica, automação e muitos outros, onde a capacidade de aprender e se adaptar é fundamental para melhorar o desempenho e a eficiência do sistema.
- **Agentes Reativos:** sistemas de IA projetados para reagir instantaneamente a estímulos e situações específicas do ambiente. Esses agentes tomam decisões com base nas informações imediatas que recebem, sem manter um modelo interno complexo do ambiente ou do contexto. Em vez disso, respondem diretamente aos estímulos percebidos, utilizando regras pré-definidas ou comportamentos fixos para cada situação. Geralmente, são empregados em ambientes simples, onde a resposta imediata é mais crucial do que uma análise mais aprofundada ou planejamento a longo prazo. Embora sejam eficientes em situações específicas, esses agentes podem ser limitados em termos de flexibilidade e capacidade de lidar com cenários mais complexos e variáveis.
- **Agentes Cognitivos:** sistemas de IA que têm a capacidade de processar informações de maneira semelhante aos processos cognitivos humanos. São projetados para simular ou imitar funções mentais complexas, como percepção, raciocínio, aprendizado, memória e tomada de decisões. Fazem uso de algoritmos avançados para compreender, interpretar e agir com base nas informações do ambiente. Ao contrário dos Agentes Reativos, os Agentes Cognitivos têm a capacidade de aprender com suas interações, adaptar-se a novos ambientes e tomar decisões com base em um entendimento mais abrangente do contexto. Eles podem utilizar técnicas de PLN, visão computacional, AM e outros métodos para interpretar dados e interagir de forma mais inteligente com os usuários ou com o ambiente ao seu redor. Esse tipo de agente é frequentemente utilizado em aplicações mais complexas que exigem compreensão contextual e capacidade de aprendizado.
- **Agentes de Interface:** sistemas projetados para facilitar a interação entre humanos e computadores. São capazes de entender comandos e perguntas em linguagem natural, processar essas informações e fornecer respostas úteis aos usuários. Tais agentes são amplamente utilizados em diferentes setores, desde atendimento ao cliente em sites até assistentes virtuais em dispositivos domésticos inteligentes.

Eles desempenham um papel crucial na simplificação das interações homem-máquina, oferecendo uma experiência mais intuitiva e eficiente para os usuários.

- **Agentes Conversacionais:** são programas projetados para simular interações humanas através de conversas em linguagem natural. Eles interpretam perguntas, respondem a consultas, executam comandos e realizam tarefas, tudo isso por meio de interfaces de *chat*, voz ou texto. Para atingir esses níveis de interação, empregam técnicas de PLN para entender e gerar respostas coerentes, buscando oferecer uma interação mais próxima do que seria uma conversa entre pessoas, e utilizam algoritmos de AM para entender a intenção do usuário, analisar o contexto da conversa e fornecer respostas relevantes e precisas.

Como a presente pesquisa envolve diretamente ACs, detalha-se aqui esse tipo de agente, o qual vêm se tornando cada vez mais avançados, incorporando capacidades de aprendizado contínuo, adaptando-se às preferências do usuário e oferecendo interações mais personalizadas. Além disso, esses agentes se tornam cada vez mais presentes e integrados às nossas vidas, facilitando tarefas cotidianas e oferecendo suporte em diversas áreas.

Os ACs representam uma faceta significativa do avanço da IA, consolidando décadas de evolução, pesquisa e inovação tecnológica. Sua história, conforme abordado anteriormente, remonta aos primórdios da área, nas décadas de 1960 e 1970, quando os primeiros programas de conversação foram concebidos para simular diálogos simples e executar tarefas básicas. Contudo, foi no final do século XX e início do século XXI que esses sistemas conheceram um desenvolvimento mais substancial, graças aos avanços em PLN, AM e capacidades computacionais aprimoradas.

A evolução dessas ferramentas digitais foi marcada por avanços expressivos, passando de sistemas rudimentares capazes apenas de interações superficiais para agentes mais sofisticados, aptos a conduzir diálogos complexos e oferecer respostas pertinentes. No início, eram predominantes os *chatbots* baseados em regras, os quais utilizavam *scripts* pré-definidos para responder a perguntas específicas. No entanto, conforme abordado anteriormente, o advento de técnicas avançadas de AM, especialmente os modelos de linguagem baseados em IA, como as redes neurais, permitiu a criação de agentes mais flexíveis, capazes de compreender e gerar linguagem humana de forma mais natural e contextualizada.

Esses sistemas assumiram diferentes formas e propósitos ao longo do tempo. Desde assistentes pessoais simples até sistemas integrados a aplicativos e plataformas corporativas complexas. Hoje, os ACs desempenham papéis essenciais em vários setores, incluindo atendimento ao cliente, educação, saúde, comércio eletrônico, entre

outros. Em contextos empresariais, são usados para automatizar tarefas rotineiras, fornecer suporte ao cliente e até mesmo para tomada de decisões.

A construção desses sistemas é multidisciplinar, reunindo uma gama de disciplinas da IA, conforme abordado nesse capítulo. Além do PLN e do AM, envolve elementos de redes neurais, lógica, ontologias, representação de conhecimento e até mesmo psicologia cognitiva para compreender melhor a interação humana. Todavia, apesar dos avanços, desafios persistem, como a compreensão de contextos complexos, interpretação precisa de nuances linguísticas e garantia de respostas coerentes.

O futuro dos ACs se revela promissor, conforme apontado anteriormente, especialmente considerando os avanços tecnológicos emergentes. Com a ascensão de tecnologias como a computação quântica, uma nova geração de sistemas mais poderosos e preciso é esperada. Esses avanços podem resultar em ACs altamente sofisticados, capazes de entender e adaptar-se a contextos mais sutis, oferecendo respostas inteligentes e personalizadas.

3.3.5 Sistemas Multiagentes

Wooldridge (2009) classifica como muito simples a ideia por trás de SMAs. Um agente é um sistema computacional capaz de ação independente em nome de seu usuário ou proprietário, isto é, descobrir por si mesmo o que necessita fazer para satisfazer seus objetivos ao invés de ser informado explicitamente em um determinado momento. Já um SMA é composto por vários agentes que interagem entre si, geralmente por meio de trocas de mensagens utilizando infraestrutura de rede computacional. Tais agentes representam ou atuam em nome de usuários ou proprietários, cada um com objetivos e motivações distintas. Para uma interação bem-sucedida, eles devem possuir a capacidade de cooperar, coordenar e negociar entre si, da mesma maneira que as pessoas colaboram, coordenam e negociam com outras em nosso dia a dia.

O autor aponta que dois aspectos devem ser observados em relação a SMA:

- Como constrói-se agentes capazes de ações independentes e autônomas para realizar com êxito as tarefas que lhes são delegadas?
- Como constrói-se agentes capazes de interagir (cooperar, coordenar, negociar) com outros agentes para realizar com êxito as tarefas que lhes são delegadas, especialmente quando não é possível presumir que os outros agentes compartilham dos mesmos interesses ou objetivos?

O primeiro refere-se ao projeto do agente, enquanto o segundo diz respeito ao desenho da sociedade. Porém, esses problemas não são independentes um do

outro. Por exemplo, no intuito de construir uma sociedade de agentes que cooperem de maneira eficaz, pode ser útil proporcionar aos membros modelos dos demais agentes presentes nessa sociedade. A distinção entre essas duas questões é comumente conhecida como a distinção micro/macro.

Percebe-se, portanto, que as preocupações de SMA não restringem-se a aspectos de sistemas de computação, tendo também profundas implicações em nossa compreensão de nós mesmos. As pesquisas em IA têm historicamente priorizado a compreensão e replicação da inteligência individual. Contudo, grande parte do que define nossa singularidade como espécie está na nossa capacidade social. Além da habilidade de comunicação por meio de linguagens complexas, temos a capacidade de cooperação, coordenação e negociação.

Wooldridge destaca que embora algumas outras espécies, como formigas e outros insetos sociais, demonstrem alguma forma de habilidade social, nenhuma delas chega perto da complexidade e sofisticação presentes em nossa interação social. Portanto, de acordo com o autor, deve-se observar algumas questões:

- Como pode emergir a cooperação em sociedades de agentes auto-interessados⁶?
- Como os agentes auto-interessados podem reconhecer conflitos entre suas crenças, objetivos ou ações, e como podem chegar a acordos entre si sobre questões de auto-interesse, sem recorrer a conflitos?
- Como agentes autônomos podem coordenar suas atividades para alcançar cooperativamente objetivos?
- Quais tipos de linguagens comuns os agentes podem usar para comunicar suas crenças e aspirações, tanto para pessoas quanto para outros agentes?
- Como os agentes construídos por diferentes indivíduos ou organizações, utilizando plataformas de *hardware* ou *software* diferentes, podem garantir que, ao se comunicarem em relação a algum conceito, compartilhem a mesma interpretação desse conceito?

Os SMA representam uma área de estudo multidisciplinar que se estende para além das fronteiras tradicionais da ciência da computação. Sua natureza intrínseca, que aborda interações entre agentes autônomos, auto-interessados e capazes de

⁶Agentes auto-interessados são entidades computacionais que operam com base em objetivos individuais, no intuito de maximizar seu próprio interesse ou benefício dentro de determinado sistema ou ambiente. Tais agentes são programados para tomar decisões orientadas por seus objetivos individuais, sem necessariamente considerar as metas ou interesses de outros agentes dentro do sistema em questão (Wooldridge, 2009).

cooperar e coordenar, requer um entendimento holístico das dinâmicas sociais e comportamentais.

Hübner (2003) destaca que, do ponto de vista do desenvolvimento de sistemas computacionais, a meta da área de SMA é definir modelos genéricos de agentes, interações e organizações que tenham a capacidade de serem criados dinamicamente para resolver um problema específico. Tal abordagem apresenta as seguintes características:

- os agentes são concebidos independentemente de um problema particular;
- a interação entre os agentes não é projetada anteriormente, busca-se definir protocolos que possam ser utilizados em situações genéricas;
- a decomposição de tarefas para solucionar um dado problema pode ser feita pelos próprios agentes;
- não existe um controle centralizado da resolução do problema.

Essas características conferem um conjunto de vantagens associadas a esse contexto. De acordo com Hübner,

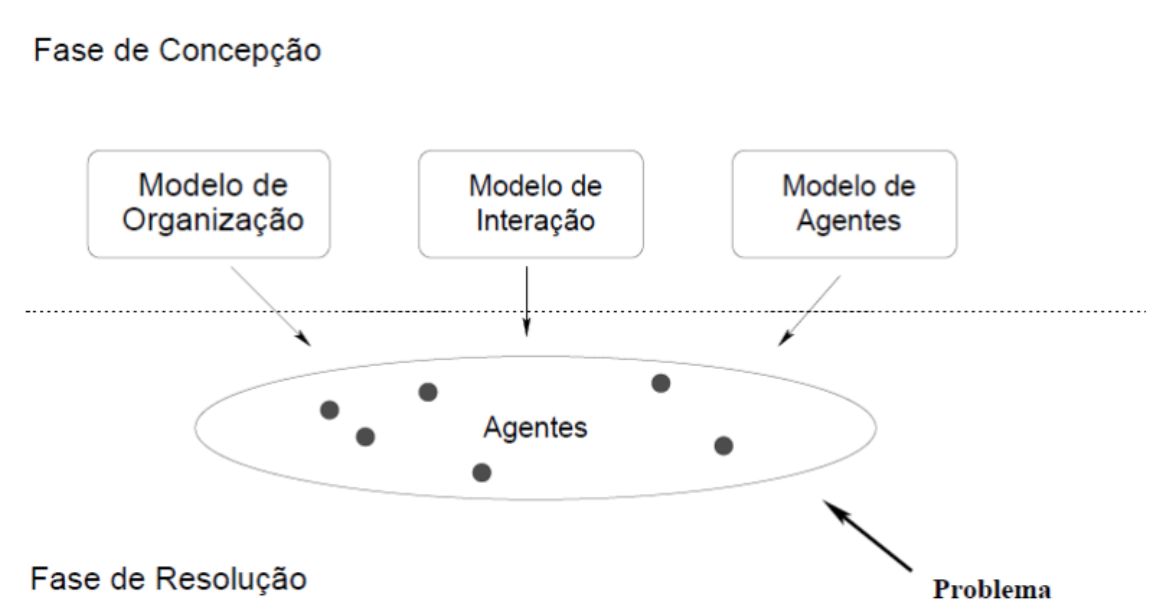
- viabilizam sistemas adaptativos e evolutivos;
- é uma metáfora natural para a modelagem de sistemas complexos e distribuídos;
- tira proveito de ambientes heterogêneos e distribuídos;
- permite conceber sistemas abertos, possibilitando aos agentes migrar entre sociedades, propiciando a evolução e a adaptabilidade do sistema.

O ciclo de vida de um SMA passa por duas etapas: concepção e resolução. Na etapa de concepção, são estabelecidos modelos de natureza genérica para os agentes, suas interações e formas organizacionais (Figura 17). Durante a fase de resolução, um conjunto de agentes utiliza esses modelos para abordar os problemas apresentados. Diversos tipos de problemas requerem dos agentes a seleção de modelos distintos. A característica central reside na separação entre a criação dos modelos e a natureza do problema; ou seja, os modelos não são concebidos para resolver uma questão específica (Sichman, 1995 apud Hübner, 2003).

3.3.5.1 Organização em SMA

O conceito de organização refere-se a estrutura normativa e coordenativa que governa as interações e comportamentos dos agentes. Tal estrutura estabelece diretrizes, protocolos e regulamentações que direcionam as ações dos agentes no sistema.

Figura 17 – Desenvolvimento ideal de Sistemas Multiagentes.



Fonte: (Hübner, 2003).

As organizações podem assumir diversas configurações, desde arranjos hierárquicos formalizados até estruturas mais fluidas. Seu propósito fundamental, de favorecer a cooperação, coordenar atividades e regular as interações entre os agentes, visa alcançar metas específicas ou otimizar a resolução de problemas de uma forma mais eficiente.

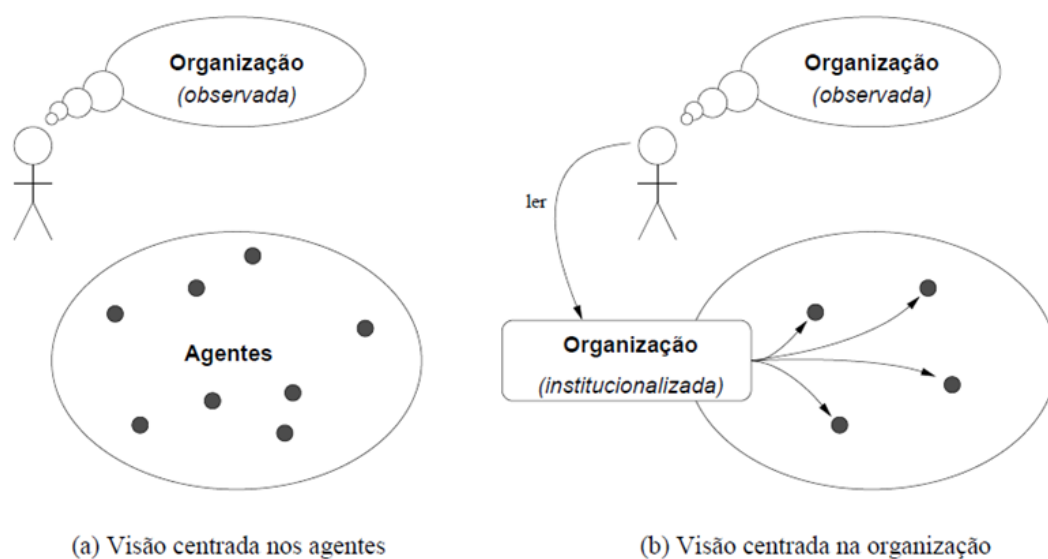
Lemaître e Excelente (1998 *apud* Hübner, 2003) sugerem a classificação de dois pontos de vista em relação da organização de um grupo de agentes: visão centrada nos agentes e visão centrada na organização (Figura 18).

Na primeira delas, o SMA não dispõem de uma representação formal de sua estrutura organizacional. Um observador ou agente inserido nesse contexto só consegue deduzir uma descrição subjetiva da organização (organização observada), ou seja, uma interpretação derivada da observação do comportamento dos agentes presentes na sociedade em questão.

Já na segunda visão, a organização possui uma existência objetiva, o que implica que o observador pode adquirir uma descrição da estrutura organizacional adotada pela sociedade sem necessariamente observar o comportamento dos agentes que a constituem, nem mesmo considerá-los. Os autores chamam esta descrição de organização institucionalizada, mas observam que sua existência não impede que um observador deste tipo de sociedade, como por exemplo um agente, construa uma descrição subjetiva a partir da observação de seu comportamento.

Além da possibilidade de existirem duas situações sob o ponto de vista do observador, Lemaître e Excelente (1998 *apud* Hübner, 2003) sinalizam que do lado

Figura 18 – Pontos de vista para organização de um SMA.



Fonte: (Hübner, 2003, p. 14).

os agentes que compõem a sociedade também podem existir duas situações: uma na qual os agentes são capazes de representar explicitamente uma organização e outra onde não são competentes para fazê-lo. Os autores salientam, contudo, que tal a inexistência ou não dessa capacidade não implica que sua sociedade possua ou não uma organização institucionalizada.

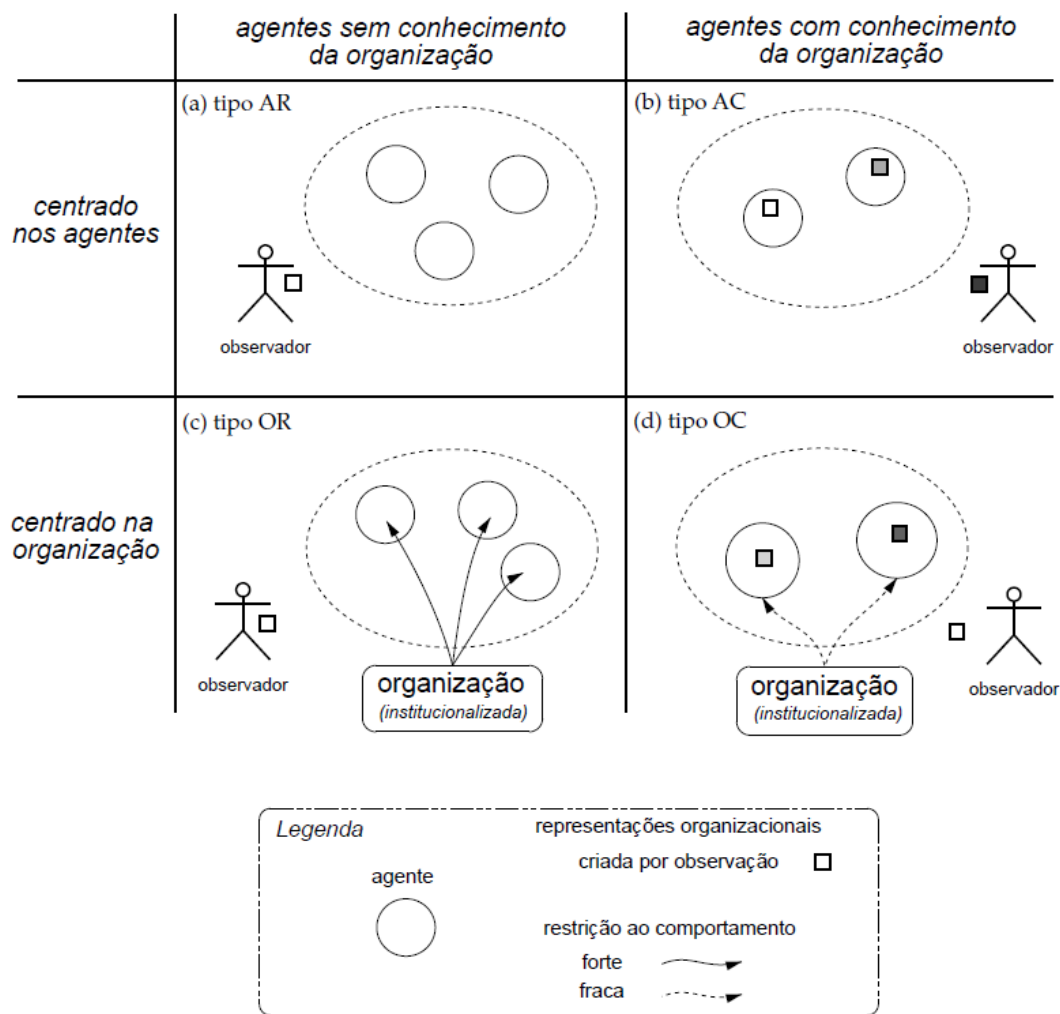
Hübner (2003) propõe estender a classificação proposta por Lemaître e Exce-lente para quatro tipos de organização (Figura 19):

- AR: perspectiva centrada nos agentes, onde esses agentes não representam e, portanto, não raciocinam sobre a organização que está em observação. Os sistemas compostos por agentes reativos constituem um primeiro tipo de sistema onde se evidencia claramente a visão na qual a organização não está explicitamente presente no sistema, mas se manifesta unicamente como uma construção derivada de seus comportamentos. Esse tipo de sistema é composto por agentes de natureza bastante simples, geralmente caracterizados por comportamentos básicos que são acionados de acordo com a percepção que têm do ambiente. O desenvolvimento desse sistema consiste na definição de comportamentos elementares, esperando-se que, por meio da interação entre os agentes e o ambiente, comportamentos complexos emergjam).
- AC: também são delineados por uma perspectiva centrada nos agentes. No entanto, nesse cenário, os agentes possuem a capacidade de representar e raciocinar sobre a organização que está sendo observada. Aqui, os agentes são

capazes de ponderar sobre uma representação interna de sua própria organização, a qual é construída a partir de percepções ou comunicações.

- OR: perspectiva centralizada na organização, na qual os agentes não possuem a capacidade de criar uma representação interna de sua própria estrutura organizacional. Embora a sociedade tenha uma descrição de sua organização, os agentes não a internalizam de maneira explícita. No entanto, o comportamento dos agentes é parcialmente determinado pela estrutura organizacional estabelecida. Devido à ausência de uma representação da organização, os agentes não têm a capacidade de raciocinar sobre ela ou aproveitar esse conhecimento para executar suas tarefas. O tipo de restrições que essa forma de organização impõe aos agentes é rotulado como restrição forte, uma vez que os agentes não têm a possibilidade de agir de forma diferente daquela estabelecida pela organização.
- OC: também são concebidos com uma visão centrada na organização, porém, nesse contexto, os agentes possuem a capacidade de criar uma representação interna de sua própria organização. Os agentes têm consciência de sua organização, e seus comportamentos são parcialmente influenciados por ela. Eles compreendem como a organização interfere em seu próprio comportamento e no dos demais agentes, utilizando essas informações para aprimorar seu funcionamento. Neste tipo, assim como no tipo AC, por exemplo, os agentes podem assumir o papel de observador e formular uma descrição subjetiva de sua organização. No entanto, somente no tipo OC é possível que os agentes assumam o papel de observador, podendo assim "interpretar" a organização institucionalizada e, inclusive, criar uma representação da organização observada que difere daquela obtida objetivamente. O tipo de restrições impostas aos agentes por esse tipo de organização é denominado restrição fraca, visto que os agentes podem optar por não seguir o comportamento estabelecido pela organização. Ao contrário das organizações do tipo OR, onde as restrições comportamentais não são suscetíveis a processos deliberativos dos agentes, no tipo OC, as restrições comportamentais descritas na organização institucionalizada são seguidas (ou não) pelo agente porque ele decide (ou não) fazê-lo.

Figura 19 – Tipos de organização de um SMA.



Fonte: (Hübner, 2003, p. 16).

4 CONTEXTO INSTITUCIONAL E DESAFIOS DA IA

A adoção de soluções de IA em instituições públicas federais requer uma análise criteriosa do contexto em que essas organizações estão inseridas. Tal análise deve ir além de questões tecnológicas, abrangendo aspectos regulatórios, éticos, operacionais e institucionais que definem os limites e as possibilidades do uso dessa tecnologia. No caso do IFSul, como um órgão público federal, esses elementos assumem um papel central, uma vez que a sua atuação está sujeita a um conjunto de leis, normas e regulamentos nacionais que orientam a adoção de IA no setor público.

Essas diretrizes normativas e legais estabelecem os parâmetros para a governança e a utilização de sistemas de IA, assegurando que sejam empregados de maneira ética, transparente e voltada ao interesse público. Contudo, o cumprimento dessas exigências normativas, combinado às especificidades da instituição, apresenta desafios complexos que envolvem desde a adaptação às demandas regulatórias até a integração efetiva de tecnologias emergentes. O IFSul, nesse contexto, deve alinhar suas iniciativas de IA com um arcabouço regulatório robusto e, ao mesmo tempo, responder às necessidades específicas de seu funcionamento interno e de seu impacto social.

Além dos aspectos regulatórios, a implementação da IA no IFSul exige atenção especial à governança, auditoria, inclusão e capacitação de seus servidores, que são pilares fundamentais para assegurar a legitimidade e a sustentabilidade das soluções tecnológicas, bem como são fontes de conhecimento. Essas dimensões não apenas garantem o alinhamento da IA aos princípios do serviço público, mas também são indispensáveis para enfrentar desafios técnicos, como a definição de domínios, o controle sobre as fontes de treinamento e a mitigação de limitações inerentes, como o fenômeno das alucinações. Nesse cenário, a análise do contexto do IFSul em relação a todos esses aspectos torna-se essencial para compreender as bases que sustentam a adoção de IA no ambiente institucional.

Mais do que atender às demandas específicas do IFSul, a análise realizada neste capítulo tem o potencial de servir como referência para outras instituições que integram a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPCT)¹, dado que compartilham características operacionais e regulamentares semelhantes. As estratégias e práticas identificadas, como o uso de domínios delimitados, a valorização do conhecimento tácito dos servidores e a mitigação de alucinações algorítmicas e

¹ Rede formada atualmente por 685 unidades vinculadas a 38 Institutos Federais, a 2 Centros Federais de Educação Tecnológica, à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, a 22 escolas técnicas ligadas às universidades federais e ao Colégio Pedro II (Brasil, 2024b).

humanas, podem ser adaptadas para diferentes contextos institucionais, fortalecendo a integração da IA no setor público de forma mais ampla. Assim, os resultados apresentados não apenas contribuem para a construção de soluções adequadas para o IFSul, mas também fornecem um caminho para que outras entidades da RFEPCT avancem na implementação de sistemas de IA, promovendo inovação ética, eficiência operacional e impacto social positivo em escala nacional.

4.1 Política e Regulação de IA no Brasil: Análise do Cenário Atual

A adoção da IA em órgãos públicos, como o IFSul, representa um avanço significativo em termos de eficiência e qualidade dos serviços oferecidos à sociedade. Entretanto, tal implementação envolve questões complexas que ultrapassam o campo técnico e exigem uma abordagem pautada em governança responsável, ética rigorosa e mecanismos de auditoria que assegurem a conformidade com os princípios fundamentais de transparência e inclusão. Conforme estabelecido na Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EBIA) e no Plano Brasileiro de Inteligência Artificial (PBIA) 2024-2028 – ambos instituídos pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) –, o contexto público impõe uma série de desafios adicionais, visto que os impactos sociais e éticos do uso da IA em instituições governamentais são potencialmente amplos e exigem uma gestão criteriosa e integrada.

No espaço-tempo desta pesquisa, não existe legislação específica sobre o uso da IA. Porém, encontra-se em tramitação no Senado Federal o Projeto de Lei Nº 2.338/2023, o qual propõe, em seu Art. 1º, estabelecer

normas gerais de caráter nacional para o desenvolvimento, implementação e uso responsável de sistemas de inteligência artificial (IA) no Brasil, com o objetivo de proteger os direitos fundamentais e garantir a implementação de sistemas seguros e confiáveis, em benefício da pessoa humana, do regime democrático e do desenvolvimento científico e tecnológico. (Brasil, 2023, Art. 1º).

Considerando esses três documentos, aborda-se a seguir os principais pontos relacionados ao tema desta pesquisa, bem como os atuais movimentos do Governo Federal. Nesse sentido, foca-se os esforços em 4 pontos

4.1.1 Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial

A EBIA, também formulada pelo MCTI, apresenta-se como uma resposta articulada às transformações tecnológicas e às novas demandas que a IA impõe ao setor público brasileiro, norteando "as ações do Estado brasileiro em prol do desenvolvimento das ações, em suas várias vertentes, que estimulem a pesquisa, inovação e

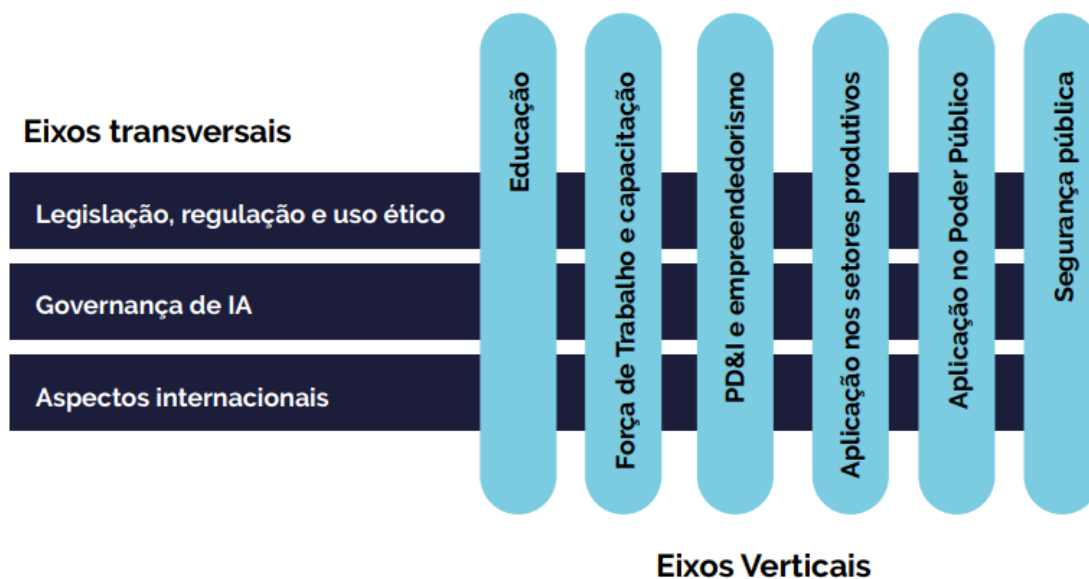
desenvolvimento de soluções em Inteligência Artificial, bem como, seu uso consciente, ético e em prol de um futuro melhor."(Brasil, 2024a, *online*).

A EBIA fundamenta-se na definição de objetivos estratégicos que incorporam a totalidade do ecossistema tecnológico, considerando suas interdependências e especificidades. Tais objetivos, abrangentes e estruturantes, oferecem uma base sólida para o desdobramento em ações específicas, direcionadas a atender de maneira precisa e eficaz as necessidades identificadas no contexto da transformação digital do país. De acordo com Brasil (2021), os objetivos são:

- Contribuir para a elaboração de princípios éticos para o desenvolvimento e uso de IA responsáveis;
- Promover investimentos sustentados em pesquisa e desenvolvimento em IA;
- Remover barreiras à inovação em IA;
- Capacitar e formar profissionais para o ecossistema da IA;
- Estimular a inovação e o desenvolvimento da IA brasileira em ambiente internacional; e
- Promover ambiente de cooperação entre os entes públicos e privados, a indústria e os centros de pesquisas para o desenvolvimento da IA.

Em um contexto marcado pela crescente integração digital, a EBIA busca, por meio de diretrizes, estruturar a incorporação da IA, promovendo ganhos para a sociedade. Para tal, a EBIA estabelece 9 eixos temáticos, conforme ilustra a Figura 20.

Figura 20 – Eixos temáticos da EBIA.



Fonte: (Brasil, 2021, p. 7).

No contexto específico desta pesquisa, a qual aborda uma instituição pública federal e o tema envolvido, quatro pilares fundamentais para a aplicação de IA no setor público podem ser considerados à partir da EBIA: governança, regulação ética, capacitação da força de trabalho e incentivo à inovação pública, como segue:

- **Legislação, Regulação e Uso Ético:** a EBIA propõe um arcabouço regulatório que harmonize inovação tecnológica com a proteção dos direitos fundamentais, como privacidade e não discriminação. A estratégia estimula o uso de *sand-boxes* regulatórios e *hubs* de inovação, permitindo que órgãos públicos testem tecnologias emergentes em ambientes controlados, minimizando riscos antes da implementação em larga escala.
- **Governança de IA:** propõe uma estrutura de governança robusta que assegure o respeito a padrões éticos e de segurança, essenciais para sistemas que impactam o cotidiano dos cidadãos. Esse eixo enfatiza a criação de comitês de ética e conselhos de revisão, que devem supervisionar continuamente o ciclo de vida dos sistemas de IA, promovendo a transparência e a mitigação de vieses algorítmicos em decisões automatizadas.
- **Educação:** foca na inclusão de conteúdos sobre IA e tecnologias emergentes nos currículos, além de promover a formação contínua de docentes e gestores como agentes críticos e inovadores. A EBIA propõe iniciativas voltadas ao desenvolvimento de soluções educacionais baseadas em IA, como plataformas adaptativas

e ferramentas de análise preditiva, posicionando as instituições como *hubs* de inovação ao colaborarem com *startups* e centros de pesquisa. Ademais, o eixo reforça a importância de reduzir desigualdades sociais e ampliar a inclusão digital, alinhando tecnologia e educação como pilares do desenvolvimento sustentável e da formação de cidadãos preparados para um futuro orientado por dados.

- **Força de Trabalho e Capacitação:** reconhece a importância de uma força de trabalho qualificada e adaptável. A EBIA propõe iniciativas de treinamento contínuo e programas de capacitação para servidores, com o objetivo de desenvolver competências essenciais para a gestão e operação de sistemas de IA. Este investimento busca não só preparar os servidores para as exigências tecnológicas, mas também fomentar uma cultura de inovação no setor público, onde a tomada de decisões se baseie cada vez mais em dados.
- **Aplicação no Poder Público:** define diretrizes para a adoção da IA em serviços governamentais, abrangendo desde a automação de processos e a análise de dados até o aprimoramento do atendimento ao cidadão. Nesse contexto, a EBIA concebe a IA como uma ferramenta estratégica capaz de otimizar a eficiência operacional e melhorar a capacidade de resposta do governo nas áreas de saúde, segurança pública e educação, reforçando o compromisso com um governo digital centrado no cidadão.

Observa-se que a execução da EBIA no setor público requer um equilíbrio contínuo entre inovação e responsabilidade, exigindo mecanismos de monitoramento e revisão periódicos, visando maximizar os benefícios da IA e respeitando os valores éticos e os direitos dos cidadãos.

4.1.2 Plano Brasileiro de IA: IA para o Bem de Todos

O PBIA é uma iniciativa estratégica desenvolvida pelo MCTI no intuito de fomentar o desenvolvimento e a aplicação responsável da IA no Brasil. O plano reflete uma visão integradora, buscando equilibrar os avanços tecnológicos com os princípios éticos, a sustentabilidade e a inclusão social. Como uma ferramenta para posicionar o Brasil no cenário global de inovação, o PBIA articula ações direcionadas ao fortalecimento de infraestruturas, capacitação de recursos humanos, modernização de serviços públicos, estímulo à inovação empresarial e consolidação de um ambiente regulatório que promova a confiança e a segurança no uso da IA (Brasil, 2024c).

O PBIA, também conhecido como IA para o Bem de Todos, reflete os princípios fundamentais que norteiam sua formulação. Essa denominação ressalta o compromisso do plano em utilizar a IA como uma ferramenta para a promoção do bem-estar coletivo, garantindo que seus benefícios sejam amplamente distribuídos entre todos

os segmentos da sociedade brasileira. Além disso, o título reforça a centralidade do ser humano como beneficiário direto das inovações tecnológicas, reafirmando que o avanço da IA deve respeitar os direitos fundamentais, reduzir desigualdades e melhorar a qualidade de vida de maneira ética e sustentável (Figura 21).

Figura 21 – Plano Brasileiro de IA.



Fonte: (Brasil, 2024c, p. 15).

Os objetivos do PBI são: fomentar o desenvolvimento de IA no Brasil, assegurar que sua aplicação respeite direitos fundamentais e valores democráticos, e fortalecer a participação do país nas redes internacionais de pesquisa, inovação e regulação tecnológica. Para alcançar tais objetivos, o PBI organiza suas ações em 5 eixos estruturantes, cada um representando uma dimensão crítica para o avanço sustentável da IA no país, conforme segue:

1. **Infraestrutura e Desenvolvimento de IA:** enfatiza a construção de uma infraestrutura tecnológica robusta que viabilize o desenvolvimento e a aplicação de IA em larga escala no Brasil. Isso inclui a implementação de supercomputadores, redes de alta capacidade e repositórios de dados acessíveis e confiáveis. O PBI destaca que a infraestrutura é a base essencial para a criação de soluções de IA adaptadas às demandas locais, reduzindo a dependência de tecnologias importadas e promovendo a soberania tecnológica. Além disso, o desenvolvimento de modelos de IA ajustados às necessidades do Brasil, como ferramentas linguísticas para o português e para os diversos idiomas indígenas, é apontado como uma prioridade estratégica. Essa abordagem não apenas incentiva a inovação, mas também reconhece a diversidade cultural e social do país, garantindo que a IA seja aplicada de maneira inclusiva e representativa.

2. **Difusão, Formação e Capacitação em IA:** aborda a formação de profissionais em diferentes níveis e áreas de atuação, reconhecendo que o capital humano é um dos pilares do ecossistema de IA. O PBIA propõe iniciativas que vão desde a introdução de conceitos básicos de IA no ensino fundamental até programas avançados de pós-graduação, promovendo uma qualificação técnica e multidisciplinar. Além da formação técnica, o plano enfatiza a necessidade de capacitações voltadas para os aspectos éticos e legais do uso da IA. A ética é destacada como um componente indispensável na formação, assegurando que os futuros profissionais estejam aptos a desenvolver e supervisionar sistemas que respeitem os direitos fundamentais. Também são previstas ações para qualificar servidores públicos, possibilitando que utilizem ferramentas de IA de forma eficiente e segura, especialmente em áreas estratégicas como educação e saúde.
3. **IA para Melhoria dos Serviços Públicos:** trata da modernização do setor público por meio da aplicação de IA. O PBIA reconhece que a tecnologia tem o potencial de transformar a gestão pública, aumentando a eficiência administrativa e ampliando a qualidade e a acessibilidade dos serviços oferecidos à população. Especificamente, o plano propõe a utilização de IA para otimizar processos em áreas como educação, saúde e segurança pública. Na educação, por exemplo, a IA pode ser usada para desenvolver sistemas de apoio à GC, como AC que auxiliem na organização administrativa e no acesso à informação. Esses sistemas também podem melhorar a experiência do usuário, facilitando o atendimento e a resolução de problemas de forma ágil e eficiente. O PBIA reforça que a implementação de IA no setor público deve estar alinhada aos princípios de transparência e inclusão, promovendo benefícios amplos e equitativos.
4. **IA para Inovação Empresarial:** aborda a integração da IA no setor privado como uma estratégia para promover a inovação, a competitividade e o crescimento econômico. O PBIA enfatiza o papel da IA como catalisador de transformações no ambiente de negócios, permitindo que empresas aumentem sua produtividade e desenvolvam soluções tecnológicas de impacto. O PBIA incentiva a formação de parcerias público-privadas e a criação de *hubs* de inovação que conectem empresas, universidades e centros de pesquisa. Essas iniciativas visam fortalecer o ecossistema de inovação no Brasil, promovendo o desenvolvimento de tecnologias locais que sejam competitivas no mercado global. O incentivo à adoção de IA em pequenas e médias empresas também é destacado, considerando seu potencial para democratizar os benefícios tecnológicos e reduzir desigualdades regionais.
5. **Apoio ao Processo Regulatório e de Governança da IA:** concentra-se na consolidação de um marco regulatório e de governança para IA no Brasil. O PBIA destaca

a importância de normas e diretrizes que garantam o uso ético e seguro da IA, promovendo a explicabilidade das decisões automatizadas e a rastreabilidade de seus processos. O PBIA também reconhece a necessidade de o Brasil participar ativamente dos debates internacionais sobre regulação de IA, contribuindo para a formulação de políticas globais e fortalecendo sua posição como líder no uso responsável da tecnologia. Além disso, o PBIA enfatiza que a governança deve ser inclusiva, com a participação de diversos atores – governo, academia, setor privado e sociedade civil –, assegurando que os interesses de diferentes grupos sejam considerados.

A concretização das metas estabelecidas no PBIA é um esforço não apenas governamental, exigindo a integração de diferentes setores da sociedade em um compromisso coletivo entre governo, academia, setor privado e sociedade civil, no intuito de garantir que as ações propostas alcancem impacto real e sustentável. Ao promover o desenvolvimento de capacidades nacionais em áreas estratégicas, o PBIA coloca a IA como um motor de transformação que respeita os princípios éticos, a diversidade cultural e os direitos fundamentais reforçando, assim, o papel do Brasil como um ator relevante no cenário global, ao mesmo tempo em que busca enfrentar os desafios internos de forma inovadora e inclusiva, com benefícios amplamente compartilhados por toda a população (Brasil, 2024c).

4.1.3 Projeto de Lei N° 2.338/2023

Em tramitação no Congresso Nacional no momento desta pesquisa, o Projeto de Lei N° 2338/2023 busca estabelecer normas gerais em âmbito nacional para o desenvolvimento, implementação e uso de sistemas de IA. Concebido com o intuito de ser um marco regulatório abrangente, o projeto busca alinhar a inovação tecnológica aos princípios fundamentais do Estado Democrático de Direito, promovendo o uso ético e responsável da IA. Tal proposta foi elaborada a partir de uma consulta pública abrangente e do trabalho de uma comissão de juristas especializados, refletindo um esforço coletivo para criar uma regulação que integre inovação e proteção de direitos fundamentais (Brasil, 2023).

O referido Projeto de Lei tem como objetivo principal proteger a pessoa humana no contexto da interação com sistemas de IA, assegurando a centralidade de direitos fundamentais, como privacidade, transparência, igualdade e não discriminação. Além disso, a proposta incentiva o desenvolvimento tecnológico e a inovação de forma sustentável e inclusiva, reconhecendo o potencial transformador da IA para os setores público e privado. Dentre os fundamentos da potencial futura lei, destacam-se a proteção ao meio ambiente, o desenvolvimento sustentável, a valorização da diversidade e

a promoção de uma governança que equilibre o avanço tecnológico com a segurança jurídica.

A proposta baseia-se em um conjunto de princípios que orientam a criação, implementação e supervisão de sistemas de IA. Entre eles, estão:

- Centralidade da pessoa humana: a IA deve ser desenvolvida e aplicada de maneira a respeitar a dignidade e os direitos fundamentais das pessoas;
- Transparência e explicabilidade: os sistemas de IA devem operar de forma compreensível, garantindo que suas decisões possam ser explicadas e auditadas;
- Não discriminação e inclusão: a tecnologia deve ser livre de vieses que reforcem desigualdades sociais ou discriminem indivíduos ou grupos;
- Segurança e robustez: sistemas de IA devem ser projetados para minimizar riscos e maximizar sua confiabilidade em diferentes contextos; e
- Responsabilização e prestação de contas: agentes que desenvolvem ou operam sistemas de IA devem ser responsabilizados por impactos causados, promovendo uma governança transparente e eficaz.

O Projeto de Lei Nº 2.338/2023 também estabelece um conjunto de direitos para pessoas afetadas por sistemas de IA, garantindo maior controle e proteção em interações com essas tecnologias. Dentre os direitos previstos, incluem-se:

- Direito à explicação: os indivíduos têm o direito de compreender as decisões automatizadas que os impactem significativamente;
- Direito de contestação: é assegurada a possibilidade de revisão humana em decisões tomadas por sistemas de IA que afetem de forma relevante os interesses de uma pessoa;
- Direito à não discriminação: o projeto veda o uso de sistemas de IA que perpetuem práticas discriminatórias, assegurando tratamento justo e isonômico; e
- Direito à privacidade: o uso de dados pessoais em sistemas de IA deve respeitar integralmente a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD).

O projeto propõe, ainda, uma abordagem baseada em riscos para regulamentar os sistemas de IA, definindo 3 categorias principais:

1. Sistemas de risco excessivo: aqueles cuja implementação é proibida devido ao potencial de causar danos irreparáveis, como o uso de técnicas subliminares que manipulem o comportamento humano de forma prejudicial;

2. Sistemas de alto risco: aplicações em áreas críticas como educação, saúde e segurança pública, sujeitas a normas rigorosas de supervisão e auditoria; e
3. Sistemas de risco moderado ou baixo: sistemas que requerem medidas de governança proporcionais ao seu impacto.

A avaliação de impacto algorítmico é destacada como uma ferramenta central para identificar e mitigar riscos em sistemas de IA, assegurando transparência e proteção aos usuários. Para sistemas de alto risco, como é o caso da área de educação, a lei prevê a implementação de auditorias frequentes e a disponibilização de informações detalhadas sobre sua operação.

O Projeto de Lei busca, ainda, fomentar a inovação tecnológica por meio de medidas como a criação de ambientes experimentais que permitam testar novas tecnologias sob supervisão regulatória. Esses espaços têm o objetivo de promover a inovação de maneira controlada, mitigando riscos e incentivando o desenvolvimento de soluções tecnológicas alinhadas às demandas do mercado e da sociedade.

4.2 IA em Órgãos Públicos: Governança, Ética, Auditoria e Inclusão

No setor público, conforme abordado anteriormente, a incorporação de tecnologias baseadas em IA traz um potencial significativo de transformação para a gestão e os serviços oferecidos à sociedade. Contudo, tal transformação exige um planejamento criterioso que vá além dos aspectos técnicos, abrangendo governança ética, supervisão rigorosa e auditorias contínuas que assegurem a transparência e a inclusão. Nesse sentido, diretrizes estabelecidas pela EBIA, pelo Projeto de Lei Nº 2.338/2023 e pelo PBIA oferecem um marco estratégico robusto, orientando o desenvolvimento e o uso responsável de IA no contexto público.

Assim, cabe aqui abordar aspectos importantes em relação a isso e que impactam diretamente no sucesso na adoção de IA por parte de instituições públicas.

4.2.1 Governança de IA

A governança de IA aplicada ao contexto público requer a criação de políticas e práticas que vão além do desenvolvimento e da implementação de ferramentas tecnológicas. A governança efetiva envolve um compromisso contínuo e holístico, que articule todas as esferas institucionais, desde a alta administração até os servidores operacionais, com o objetivo de integrar a IA de forma alinhada aos valores e objetivos da instituição. De acordo com o Projeto de Lei Nº 2.338/2023 (Brasil, 2023), é imprescindível que os órgãos públicos adotem estruturas de governança que não apenas monitorem o desempenho técnico da IA, mas também garantam o cumprimento de

princípios éticos e regulatórios, prevenindo o uso inadequado e o desenvolvimento de vieses discriminatórios.

Para atender a essas diretrizes, é recomendável que os órgãos públicos implementem estruturas organizadas que integrem profissionais de áreas diversas, como TI, ética, direito e gestão pública, para avaliação e supervisão da governança de IA. Essas estruturas devem assegurar que a utilização da IA esteja alinhada com a promoção do bem-estar coletivo e com a transparência institucional (Brasil, 2024c), conforme destacado no PBIA. Além disso, tais estruturas podem contribuir para o fortalecimento de uma cultura organizacional orientada à responsabilização, incentivando a participação ativa dos servidores no uso e monitoramento da tecnologia, e promovendo práticas de inovação que respeitem princípios éticos e colaborativos (Brasil, 2021).

A governança da IA em órgãos públicos também demanda políticas de revisão periódica, que permitam ajustar continuamente os sistemas de acordo com as novas regulamentações e inovações tecnológicas. Tais políticas de revisão são cruciais, pois os impactos da IA no setor público são amplos e estão sujeitos a mudanças com a evolução das tecnologias e das demandas sociais. Nesse sentido, o Projeto de Lei Nº 2.338/2023 defende a necessidade de flexibilidade nas políticas de governança, enfatizando que a revisão contínua dos sistemas de IA garante a adequação e a relevância dos serviços oferecidos, mesmo em um cenário de constantes e rápidas mudanças (Brasil, 2023).

4.2.2 Ética e Inclusão

A ética no uso da IA em instituições públicas exige um compromisso com a justiça social e a proteção dos direitos humanos. A centralidade da pessoa humana deve orientar todas as etapas de desenvolvimento e implementação de IA, assegurando que os cidadãos sejam tratados com respeito e equidade. Conforme os princípios estabelecidos pelo Brasil (2024c), a aplicação da IA deve priorizar a inclusão social e a transparência, permitindo que a tecnologia seja uma ferramenta de promoção da igualdade e de acesso justo aos serviços públicos por parte de todos cidadãos.

No intuito de garantir essa abordagem ética e inclusiva, os órgãos públicos devem adotar mecanismos de mitigação de vieses desde a fase de *design* dos sistemas, com auditorias e verificações contínuas para assegurar que os algoritmos não reproduzam discriminações. Tal compromisso implica na criação de modelos de IA explicáveis, que permitam uma compreensão clara dos processos e decisões geradas pelo sistema. De acordo com o PL Nº 2.338/2023 (Brasil, 2023), a explicabilidade é uma característica central para a confiança do cidadão e a responsabilização institucional, garantindo que as decisões automatizadas possam ser compreendidas, questionadas e, caso necessário, corrigidas.

A inclusão é reforçada pela participação ativa dos cidadãos no processo de desenvolvimento e na fiscalização do uso de IA. A criação de canais de comunicação e *feedback* permite que usuários dos serviços públicos participem de forma colaborativa, oferecendo informações sobre o impacto direto da IA em suas experiências e interações. Esse modelo participativo não só eleva o nível de transparência e confiança pública, mas também contribui para a criação de uma IA adaptada às realidades e necessidades da população, assegurando que todos sejam beneficiados pelos avanços tecnológicos (Brasil, 2024c).

4.2.3 Auditoria e Controle

A auditoria dos sistemas de IA em órgãos públicos é uma prática indispensável para assegurar que as ferramentas tecnológicas sejam utilizadas de forma correta, segura e transparente. De acordo com o Projeto de Lei Nº 2.338/2023 (Brasil, 2023), a auditoria contínua é necessária para verificar a integridade dos dados utilizados, a confiabilidade dos algoritmos e a coerência das decisões automatizadas com as normas éticas e legais. Ainda, esse processo de auditoria deve ser contínuo, permitindo uma análise regular e profunda de todas as fases do ciclo de vida da IA.

Um sistema eficaz de auditoria deve incluir ferramentas e protocolos de monitoramento, que permitam identificar e corrigir erros de forma rápida. O PBIA destaca a importância de uma auditoria que garanta a precisão dos dados, a imparcialidade das decisões e a conformidade com as diretrizes éticas estabelecidas (Brasil, 2024c). Além disso, a auditoria deve incluir verificações sobre a coleta e o uso de dados sensíveis, prevenindo o uso indevido de informações pessoais e garantindo que a privacidade dos cidadãos seja preservada, conforme dispõe a LGPD (Brasil, 2018).

Para aprimorar o processo de auditoria, é fundamental a implementação de mecanismos que assegurem a integridade, a imparcialidade e a transparência das avaliações dos sistemas de IA. O Projeto de Lei Nº 2.338/2023 destaca a importância da rastreabilidade das decisões e da supervisão contínua como pilares para garantir a confiabilidade e a conformidade dos sistemas com princípios éticos e legais. Por sua vez, o PBIA reforça a necessidade de auditorias contínuas que avaliem a precisão dos dados, a robustez dos algoritmos e a conformidade com as diretrizes de governança e ética.

Aliado a isso, a EBIA enfatiza que a supervisão deve ser transparente e orientada por uma visão ética, garantindo que todos os processos estejam alinhados com os direitos e interesses da sociedade. Dessa forma, as auditorias podem funcionar como uma instância de controle que fortaleça a confiança pública, promovendo uma gestão responsável e transparente da tecnologia de IA.

4.2.4 Capacitação e Envolvimento dos Servidores

A capacitação e o envolvimento dos servidores são elementos fundamentais para a implementação responsável da IA em órgãos públicos, contribuindo para assegurar o uso ético, eficiente e alinhado aos objetivos institucionais. A formação dos servidores deve abranger não apenas aspectos técnicos, como o funcionamento de algoritmos, análise de dados e gestão de riscos, mas também princípios éticos e regulamentações legais que norteiam o uso de tecnologias de IA. Conforme destacado pela EBIA, a capacitação contínua é essencial para que os servidores desenvolvam habilidades críticas que lhes permitam avaliar e supervisionar sistemas de IA, garantindo sua conformidade com os valores democráticos e os direitos fundamentais.

Uma abordagem multidisciplinar na formação dos servidores assegura a preparação para lidar com as complexidades do uso da IA, promovendo decisões fundamentadas e alinhadas às demandas da instituição e da sociedade. Essa formação torna-se ainda mais relevante diante do ritmo acelerado das inovações tecnológicas, o que exige processos permanentes de capacitação que acompanhem novas regulamentações, desafios éticos e avanços no campo da IA. Atualizações regulares e treinamentos específicos para diferentes áreas de atuação são recomendados para assegurar que os servidores estejam preparados para responder às transformações do ambiente digital, conforme enfatizado pela EBIA (Brasil, 2021).

Além da capacitação técnica, o envolvimento direto dos servidores no desenvolvimento e na supervisão de sistemas de IA desempenha um papel crucial na construção de uma cultura organizacional orientada à inovação responsável e à ética colaborativa. Essa participação ativa dos servidores possibilita que soluções tecnológicas estejam em sintonia com as necessidades institucionais e os valores do serviço público, promovendo maior aderência das tecnologias aos objetivos estratégicos da instituição. De acordo com o PBIA, essa interação direta também permite aos servidores uma compreensão mais prática dos impactos das decisões automatizadas, facilitando a adaptação contínua dos sistemas e uma resposta rápida a possíveis problemas e falhas.

A responsabilidade pela supervisão ética dos sistemas de IA deve ser compartilhada por todos os servidores envolvidos em sua operação e controle. O Projeto de Lei Nº 2.338/2023 sugere estabelecer que os servidores estejam aptos a questionar e avaliar as decisões automatizadas, garantindo que as práticas adotadas estejam em conformidade com os direitos fundamentais e os princípios de inclusão e responsabilidade. Esse compromisso ético reforça a transparência e a confiança institucional, promovendo uma administração pública comprometida com a proteção dos cidadãos e a utilização responsável das tecnologias emergentes.

Assim, o fortalecimento da capacitação dos servidores, aliado ao seu envolvimento ativo e à supervisão ética, constitui um alicerce indispensável para a implementação de sistemas de IA que promovam a inovação e respeitem os direitos fundamentais. Tais iniciativas não apenas asseguram a conformidade dos sistemas de IA com as regulamentações vigentes, mas também estabelecem uma cultura institucional que valoriza a transparência, a responsabilidade e o uso ético da tecnologia.

4.3 Aspectos Cognitivos e Técnicos para o Uso de IA

A implementação de IA em instituições públicas envolve não apenas desafios regulatórios e éticos, conforme aqueles vistos anteriormente, mas também questões fundamentais relacionadas à cognição e às especificidades técnicas de sua aplicação. Esses aspectos vão além das limitações tecnológicas, abrangendo a forma como os sistemas de IA interagem com os dados fornecidos, o contexto em que estão inseridos e as condições que moldam suas respostas e aprendizados. Nesse sentido, a compreensão dos fatores cognitivos e técnicos torna-se essencial para alinhar as potencialidades desses sistemas às demandas institucionais, promovendo um uso responsável e eficiente.

No IFSul, como em outros órgãos públicos federais, a complexidade dos processos administrativos e operacionais requer um exame cuidadoso de como os sistemas de IA podem ser desenvolvidos e utilizados para atender às necessidades específicas da instituição. A gestão de fontes de treinamento, a definição de domínios de operação e a mitigação de fenômenos como alucinações, tanto de IA quanto humanas, devem ser observados no intuito de integrar essas tecnologias a um ambiente onde confiabilidade e rigor são indispensáveis. Para tal, a seguir esses pontos são abordados.

4.3.1 Delimitação de Domínios em Sistemas de IA

Sistemas de IA podem ser projetados para operar em diferentes tipos de contextos, variando conforme o grau de restrição e controle sobre os dados utilizados e o ambiente em que são aplicados. Alguns sistemas são concebidos para atuar em cenários amplos e dinâmicos, nos quais as informações disponíveis podem mudar constantemente e os dados são frequentemente provenientes de múltiplas fontes externas. Por outro lado, outros sistemas são projetados para funcionar em ambientes mais restritos, delimitados por bases de dados controladas e alinhados a objetivos específicos. Cada abordagem apresenta vantagens e desafios, dependendo do contexto e das finalidades pretendidas, sendo essencial compreender como a delimitação do escopo de atuação pode influenciar diretamente o desempenho e a confiabilidade de sistemas de IA.

Russell e Norvig (2013) apontam que agentes inteligentes, tais como ACs, apresentam maior eficiência e confiabilidade quando seus objetivos estão claramente definidos e alinhados ao ambiente em que operam. Em cenários restritos, sistemas baseados em conhecimento utilizam dados estruturados e validados, proporcionando previsibilidade e precisão. Essa abordagem reduz os riscos associados a inconsistências e falta de explicabilidade, problemas mais recorrentes em ambientes amplos e dinâmicos. Nesse contexto, o conceito de domínio fechado, caracterizado pela restrição do escopo de atuação da IA a conjuntos específicos e controlados de dados, emerge como uma estratégia eficaz para aplicações que exigem altos níveis de segurança, confiabilidade e alinhamento institucional.

No treinamento e aplicação de sistemas de IA, o domínio fechado encontra fundamento nos princípios discutidos por Russell e Norvig (2013), que destacam a importância de agentes de propósito específico e do controle sobre os dados de treinamento. Esses sistemas são projetados para atender a objetivos delimitados dentro de um escopo bem definido, utilizando dados cuidadosamente selecionados e gerenciados pela organização responsável. Essa prática reduz a dependência de fontes externas, minimizando os riscos associados à introdução de informações inconsistentes ou inadequadas, e assegura maior precisão no treinamento e maior controle sobre o ciclo de vida do sistema.

Além disso, os autores apontam que o desempenho dos sistemas de IA depende diretamente da qualidade e da representatividade dos dados utilizados em seu desenvolvimento. Em um ambiente de domínio fechado, onde os dados são gerenciados de maneira criteriosa, é possível evitar distorções e promover uma governança mais robusta. Essa abordagem facilita a auditoria e a explicação de decisões automatizadas, garantindo maior transparência e confiança no sistema. No contexto educacional, a aplicação de sistemas de IA em domínios fechados oferece benefícios estratégicos, especialmente pela possibilidade de alinhar a tecnologia às necessidades e valores institucionais, fortalecendo a confiança dos usuários e assegurando a precisão das respostas fornecidas.

Ademais, agentes de IA desenvolvidos para operar em domínios fechados se beneficiam de arquiteturas baseadas em conhecimento específico, que organizam e utilizam informações de forma eficiente. Essa característica é particularmente útil para ACs aplicados à GE, os quais podem ser treinados exclusivamente com fontes de dados internas, como regulamentos institucionais, políticas administrativas e outros documentos relevantes. Ao limitar o escopo de atuação, esses sistemas garantem que suas interações sejam consistentes com os objetivos da organização, promovendo um alinhamento claro entre tecnologia e estratégia institucional.

A delimitação do escopo e o controle sobre os dados de treinamento contribuem

para mitigar problemas relacionados à imparcialidade e à explicabilidade em sistemas de IA (Russell; Norvig, 2013). Ao restringir o aprendizado a fontes validadas e controladas, evita-se a introdução de distorções provenientes de informações externas, além de facilitar a supervisão e a transparência do sistema. Essa abordagem é particularmente importante em contextos sensíveis, como o educacional, onde decisões automatizadas devem ser claras, auditáveis e alinhadas aos valores éticos e normativos da instituição.

4.3.2 Alucinação de Sistemas de IA

As alucinações em sistemas IA figuram entre os desafios mais complexos do desenvolvimento de tecnologias baseadas em aprendizado de máquina. Tais alucinações podem ser descritas como resultados geradas por modelos que, embora apresentem uma aparência de coerência e confiança, carecem de fundamentação nos dados de treinamento ou na realidade factual. Essa discrepância, observada em IAs como ChatGPT, Gemini e Copilot, expõe os limites técnicos, epistemológicos e éticos dessas tecnologias, especialmente em contextos que demandam precisão e confiabilidade.

Conforme apontado por Russell e Norvig (2013), os modelos de IA operam de maneira probabilística, utilizando grandes volumes de dados para identificar padrões e maximizar a plausibilidade de suas respostas. No entanto, esses sistemas não possuem compreensão semântica ou intencionalidade; suas respostas são construções estatísticas baseadas em correlações extraídas do treinamento. Quando expostos a entradas que extrapolam o escopo ou os limites de seus dados, esses modelos geram respostas que, apesar de articuladas, são incorretas ou fictícias, caracterizando o fenômeno das alucinações. Essa limitação estrutural é intrínseca à arquitetura probabilística dos modelos, que carecem de mecanismos internos para validar a precisão ou consistência factual das respostas.

Para Lemos (2024), as alucinações algorítmicas são definidas como erros sistemáticos que extrapolam os padrões identificados nos dados de treinamento, gerando informações que não correspondem à realidade. Essas alucinações podem assumir diferentes formas, incluindo a criação de soluções inexistentes, a combinação de conceitos desconexos ou a produção de explicações que mascaram a ausência de base factual. Ainda, o autor enfatiza que, além das limitações técnicas, as alucinações algorítmicas têm implicações sociais e epistemológicas significativas, especialmente quando consideradas no contexto de perturbações digitais. As referidas perturbações incluem a disseminação de desinformação e o impacto negativo sobre a confiança dos usuários em sistemas de IA.

Alkaissi e McFarlane (2023) aprofundam essa discussão ao evidenciar como sistemas generativos podem comprometer a integridade de aplicações em áreas críticas, como saúde e ciência. Em experimentos realizados com o ChatGPT, os

autores observaram que o modelo frequentemente gerava respostas incorretas ou criava referências fictícias ao lidar com temas médicos. Tais falhas são especialmente problemáticas em campos que exigem rigor técnico e precisão, pois a confiança excessiva em sistemas que aparentam credibilidade pode levar à disseminação de desinformação ou ao comprometimento de decisões importantes.

Lemos (2024) também ressalta que as alucinações devem ser compreendidas como reflexos de limitações sistêmicas mais amplas, relacionadas tanto aos dados utilizados quanto à opacidade dos modelos de redes neurais profundas. A dificuldade em rastrear e compreender como as respostas são geradas exacerba os desafios relacionados à confiabilidade e à governança tecnológica. Além disso, o autor propõe que as alucinações sejam analisadas como parte de um fenômeno mais amplo, que envolve a interação entre tecnologia, sociedade e as dinâmicas de poder que moldam o uso e a interpretação dos sistemas de IA.

A mitigação das alucinações requer estratégias que combinem avanços técnicos e práticas de supervisão robustas (Russell; Norvig, 2013). A delimitação de domínios fechados, conforme discutido anteriormente, é uma abordagem que reduz o espaço de ambiguidade dos modelos, limitando as possibilidades de extrapolação incorreta. No entanto, Lemos (2024) observa que, mesmo em contextos de domínio fechado, as alucinações podem persistir devido à natureza probabilística dos modelos e às limitações dos dados utilizados no treinamento. Isso reforça a importância de estratégias complementares, como a validação contínua das respostas e o fortalecimento da supervisão humana, especialmente em aplicações que envolvem alto risco.

As alucinações em IA não são problemas técnicos isolados, mas refletem desafios éticos e sociais que precisam ser enfrentados com seriedade. À medida que sistemas de IA tornam-se cada vez mais integrados a áreas sensíveis, torna-se imprescindível abordar suas limitações de forma responsável e transparente. Isso exige não apenas avanços tecnológicos, mas também a construção de um arcabouço ético e regulatório que proteja a sociedade dos impactos negativos associados a erros sistêmicos. Dessa forma, o fenômeno das alucinações de sistemas de IA deve ser entendido como um estímulo ao aprofundamento das discussões sobre os limites e possibilidades da IA em um mundo cada vez mais interconectado e imediatista.

4.3.3 Alucinação Humana no Contexto de Maturana e Varela

A alucinação, enquanto fenômeno perceptivo dissociado de estímulos externos, pode ser compreendida a partir de reflexões de Humberto Maturana e Francisco Varela acerca da cognição e da construção da realidade. Para os autores, os sistemas vivos não percebem uma realidade objetiva independente de sua existência, mas constroem sua experiência a partir da interação entre suas estruturas internas e o ambiente

(Maturana; Varela, 1980). Nesse sentido, as alucinações exemplificam a autonomia dos sistemas cognitivos, evidenciando que a percepção é um processo autorreferente e internamente gerado.

Tal perspectiva parte do princípio de que os organismos vivos operam como sistemas autônomos, cuja estrutura organiza e define as interações possíveis com o meio. Maturana e Varela (1980; 2001) apontam que a realidade percebida é resultado de um acoplamento estrutural entre o organismo e o meio, no qual a percepção não é uma reprodução do externo, mas uma criação do próprio sistema. Assim, as alucinações podem ser vistas como manifestações extremas dessa dinâmica, em que o sistema gera realidades internas que não correspondem diretamente a estímulos externos, mas permanecem coerentes dentro de sua organização.

Os autores destacam que a cognição é o fundamento de toda interação entre sistemas vivos e o mundo. O que se entende por realidade não é algo objetivo e independente, mas o resultado de um processo histórico de interações que configura o sistema cognitivo (Maturana; Varela, 2001). A partir dessa ótica, alucinações emergem como realidades operacionais geradas internamente, mesmo que desconectadas de um consenso social ou de validações externas. Isso evidencia a autonomia perceptiva dos sistemas vivos, em que a construção da experiência não depende necessariamente de um estímulo físico, mas das condições internas do organismo.

Outro aspecto a ser considerado é a relação entre a linguagem e a percepção. Maturana (1990) destaca a linguagem é fundamental para estabelecer consensos sobre o que é considerado real. Quando a experiência perceptiva de um indivíduo, como no caso de uma alucinação, não é validada pela linguagem ou pelo consenso social, ela revela o caráter construído e subjetivo da realidade. Assim, as alucinações não devem ser vistas apenas como erros do sistema perceptivo, mas como demonstrações de sua capacidade criativa, na medida em que refletem o fechamento organizacional do sistema cognitivo e sua autonomia para gerar experiências significativas (Maturana; Varela, 1980).

Em um contexto organizacional como o IFSul, as ideias de Maturana e Varela podem ser aplicadas para compreender situações nas quais um servidor apresenta um entendimento equivocado sobre processos ou procedimentos de trabalho. Sob a ótica da cognição autorreferente, tal situação pode ser interpretada como uma alucinação operacional, na qual a pessoa constrói uma percepção válida dentro de sua própria estrutura cognitiva, mas que está desalinhada com as expectativas ou normas da organização. Isso pode ocorrer, por exemplo, em casos de interpretações erradas de instruções ou diretrizes que não são claras ou suficientemente alinhadas às condições históricas e cognitivas do indivíduo.

Esse fenômeno evidencia o papel do acoplamento estrutural nas organizações.

A interpretação equivocada de um processo por parte de um funcionário reflete um acoplamento inadequado entre o sistema cognitivo do servidor e o ambiente organizacional no qual está inserido. Essa desconexão pode ser agravada pela falta de clareza na comunicação interna ou pela ausência de validação constante do que é percebido como correto ou esperado. Assim, para evitar tais alucinações operacionais, é necessário que a instituição invista em estratégias que promovam alinhamento e consensos, tanto por meio de práticas claras de comunicação quanto pelo reforço da linguagem como ferramenta de construção de realidades compartilhadas.

A autonomia estrutural, conceito essencial para os sistemas vivos, reforça a ideia de que a percepção é internamente condicionada (Maturana; Varela, 1980; 2001). Assim, no ambiente organizacional, cada servidor interpreta informações com base em sua história de interações e nas condições de sua estrutura interna. Por essa razão, alucinações operacionais, como a priorização errada de tarefas ou a execução de procedimentos de forma inadequada, podem ser compreendidas como manifestações da dinâmica autorreferente do sistema cognitivo, e não como simples erros ou falhas.

Ao conceituar a cognição como um fenômeno corpóreo e historicamente condicionado, os autores enfatizam que toda percepção, mesmo aquela denominada alucinação, emerge de um contínuo acoplamento estrutural entre o organismo e o meio (Maturana; Rezepka, 1995). No caso das organizações, isso destaca a necessidade de criar condições para que esse acoplamento seja coerente e validado. Assim, a comunicação clara, a revisão contínua e a promoção de consensos linguísticos surgem como ferramentas fundamentais para alinhar as realidades operacionais individuais com os objetivos coletivos da organização.

Desta forma, as alucinações, na perspectiva de Maturana e Varela, não representam falhas ou desvios do processo perceptivo, mas sim exemplos da capacidade criativa dos sistemas vivos de construir realidades internas coerentes, mesmo na ausência de estímulos externos correspondentes. No contexto organizacional, esse entendimento reforça a importância de estratégias que favoreçam o alinhamento entre percepções individuais e coletivas, promovendo uma comunicação mais eficaz e um ambiente de trabalho mais harmonioso e produtivo.

4.3.4 Fontes de Treinamento para IA na Instituição

O treinamento de sistemas de IA em uma instituição pública demanda uma abordagem abrangente e contextualizada, capaz de integrar diferentes fontes de informação que refletem tanto os aspectos formais quanto as práticas informais do ambiente organizacional. Cada fonte de treinamento desempenha um papel específico na construção de sistemas que não apenas replicam processos, mas que também promovem inovação, eficiência e alinhamento com os objetivos institucionais.

No IFSul, a multiplicidade de fontes de dados reflete a complexidade de suas operações e sua estrutura *multicampi*, abrangendo regulamentações externas e internas, bases de conhecimento formalizadas, sistemas informatizados e o conhecimento tácito acumulado pelos servidores. Quando consideradas em conjunto, essas fontes oferecem um panorama abrangente que contribui para o desenvolvimento de soluções tecnológicas mais robustas, adaptáveis e contextualizadas às realidades da instituição.

Neste sentido, adiante são detalhadas possíveis categorias de fontes de treinamento encontradas no IFSul e destaca-se suas características e sua relevância no contexto de uma instituição pública de ensino. Inicialmente aborda-se os documentos normativos e regulamentares, que definem os parâmetros formais das operações institucionais, seguido pela base de conhecimento em constante construção, a qual reúne saberes organizados e sistematizados ao longo do tempo. A seguir, exploram-se os principais sistemas informatizados, os quais registram dados operacionais e transacionais críticos para a análise e a tomada de decisão. Por fim, aborda-se o conhecimento tácito dos servidores, que, apesar de sua natureza informal, emerge como uma das mais ricas e estratégicas fontes de informação para o treinamento de sistemas de IA.

A integração dessas fontes reflete a importância de alinhar diferentes dimensões de saber, promovendo uma eficiência técnica e a valorização das práticas humanas, éticas e contextuais que sustentam, mantêm e engrandecem a instituição.

4.3.4.1 Regulamentações Externas e Internas

A efetividade de sistemas de IA, como ACs, depende diretamente da utilização de fontes normativas e operacionais que garantam a confiabilidade e a abrangência das informações. Nesse sentido, treinar essas ferramentas com base em regulamentações internas e externas é de suma importância para atender, de forma satisfatória, às demandas de alunos, servidores e da sociedade em geral.

Documentos como portarias, instruções normativas, instruções de serviço, resoluções do Conselho Superior, estatutos, regimentos gerais e internos dos *campi*, bem como o PDI, o PPI e a Organização Didática (OD), formam uma base normativa sólida para o treinamento desses ACs. Essas fontes, alinhadas a legislações externas como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) e decretos do Ministério da Educação (MEC), proporcionam um conhecimento robusto que cobre desde procedimentos específicos até diretrizes amplas de atuação.

Partindo de regulamentações internas, a utilização de uma base normativa que inclua documentos como o Estatuto e o Regimento Geral, oferece suporte à estrutura administrativa e organizacional da instituição. Por exemplo, o Estatuto define as competências gerais do IFSul, enquanto o Regimento Geral detalha o funcionamento de suas instâncias deliberativas e administrativas. Já os Regimentos Internos dos *campi*

complementam essa estrutura, adaptando as diretrizes gerais às especificidades de cada unidade.

Outros documentos, como o PDI e o PPI fornecem o planejamento estratégico e as diretrizes educacionais da instituição, orientando tanto os objetivos administrativos quanto pedagógicos. A OD, por sua vez, regulamenta os procedimentos relacionados ao ensino, como matrículas, currículos e avaliações, garantindo um alinhamento claro entre as práticas institucionais e as normativas legais.

Por outro lado, o IFSul, assim como toda RFEPCT, é diretamente influenciados por uma ampla gama de regulamentações externas, incluindo, dentre outras:

- Legislação Específica
 - Lei Nº 11.892/2008: Institui a RFEPCT e cria os Institutos Federais.
 - Decreto Nº 7.234/2010: dispõe sobre o PNAES, essencial para políticas de permanência e êxito.
- Normas Educacionais
 - Lei Nº 9.394/1996: estabelece as diretrizes e bases da educação básica, técnica e superior no Brasil.
 - Resoluções do Conselho Nacional de Educação (CNE): diretrizes para currículos e modalidades de ensino.
- Gestão Pública e Transparência
 - Lei Nº 8.112/1990: define o regime jurídico dos servidores públicos federais.
 - Lei Nº 8.666/1993 e Lei Nº 14.133/2021: Regulam licitações e contratos administrativos.
 - Lei Nº 12.527/2011: Determina obrigações de transparência, conhecida como Lei de Acesso à Informação.
- Inclusão e Diversidade
 - Lei Nº 13.146/2015: regula a acessibilidade em ambientes educacionais.
 - Lei Nº 12.711/2012: estabelece a reserva de vagas em instituições federais.
- Avaliação e Supervisão
 - Decreto Nº 9.235/2017: estabelece normas para regulação, supervisão e avaliação das instituições de ensino superior.

- Portarias do MEC e INEP: regulam os procedimentos de avaliação, como o Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE) e as diretrizes de autorização de cursos.
- Inovação e Sustentabilidade
 - Lei Nº 10.973/2004: estimula a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico.
 - Lei Nº 12.305/2010: institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Essas são apenas algumas das tantas regulamentações externas que complementam as internas, fornecendo a base legal e operacional que orienta a atuação dos Institutos Federais, garantindo que suas práticas estejam em conformidade com as diretrizes nacionais.

Dentre os benefícios de um AC treinado com base em regulamentações internas e externas, destaca-se:

- Atualização contínua: ao incorporar, por exemplo, portarias, instruções normativas e resoluções do Conselho Superior, a IA pode ser periodicamente ajustada para refletir mudanças nas políticas institucionais e na legislação externa, garantindo informações sempre atualizadas;
- Acessibilidade imediata: tanto alunos quanto servidores podem acessar rapidamente informações sobre processos acadêmicos, administrativos e normativos, eliminando a necessidade de buscas extensas em documentos;
- Padronização do conhecimento: a centralização de regulamentações internas, como a OD, e externas, como as diretrizes do CNE, assegura que todas as respostas sejam consistentes e baseadas em fontes confiáveis;
- Capacitação personalizada: ACs treinados podem adaptar suas respostas às necessidades de diferentes públicos, explicando, por exemplo, instruções de serviço para servidores ou detalhes sobre matrícula para alunos; e
- Inclusão e democratização da informação: a simplificação da linguagem normativa e a acessibilidade das informações em um único sistema de IA promovem maior inclusão, permitindo que públicos com diferentes níveis de conhecimento compreendam as normas e práticas institucionais.

Russell e Norvig (2013) salientam, porém, que a eficácia de sistemas de IA depende de cuidados específicos, tais como:

- Curadoria de dados: a seleção de informações relevantes é essencial para evitar sobrecarga de conteúdo e garantir que o AC forneça respostas precisas e úteis;
- Adaptação linguística: a acessibilidade das informações exige simplificação da linguagem técnica, para que diferentes públicos compreendam as respostas;
- Monitoramento e atualização: sistemas adaptativos são fundamentais para acompanhar mudanças nas normativas e ajustar o conteúdo periodicamente; e
- Retorno de usuários: a coleta de dados de interação com os usuários permite ajustes contínuos e melhora a eficácia do sistema de IA.

4.3.4.2 Base de Conhecimento

As bases de conhecimento desempenham um papel crucial na organização e gestão de informações dentro de uma instituição. Elas atuam como repositórios estruturados de dados e processos, promovendo o acesso rápido e eficiente a informações relevantes para o funcionamento administrativo e operacional. Nesse contexto, uma base de conhecimento bem elaborada não apenas padroniza procedimentos e reduz erros, mas também facilita a disseminação de práticas e políticas internas, promovendo a consistência na execução de tarefas.

Além disso, as bases de conhecimento são fundamentais para a implementação de tecnologias avançadas, como sistemas de IA e automação de processos. Ao estruturar e centralizar fluxos de trabalho, elas tornam-se uma ferramenta essencial para aumentar a eficiência, economizar recursos e melhorar o suporte oferecido a servidores, estudantes e demais usuários. Dessa forma, investir na construção e manutenção de bases de conhecimento é um passo estratégico para buscar inovação e excelência nas operações.

No IFSul, a Diretoria de Desenvolvimento Institucional (DDI) "é o órgão executivo que planeja, superintende, coordena, fomenta e acompanha as atividades e as políticas de desenvolvimento e a articulação entre as Pró-reitorias e os Câmpus" (IFSul, 2022, *online*).

De acordo com IFSul (2022), compete à DDI:

- prestar assessoramento ao Reitor em assuntos de planejamento e desenvolvimento;
- supervisionar a elaboração, monitoramento e avaliação dos planos estratégicos do IFSul;
- promover a articulação entre as Pró-reitorias e os Câmpus;

- coordenar a elaboração e o desenvolvimento do Regimento Geral e da Estrutura Organizacional do IFSul;
- orientar e dar suporte à elaboração dos Regimentos Internos dos Câmpus;
- manter atualizada a Estrutura Organizacional do IFSul nos sistemas próprios de publicização e de controle;
- promover a padronização dos procedimentos comuns aos Câmpus do IFSul ou Reitoria; e
- cumprir e fazer cumprir as decisões dos órgãos colegiados superiores.

Dentre as atividades desenvolvidas pela DDI, destaca-se para a presente pesquisa o Programa de Gerenciamento de Processos do IFSul. Tal programa é um projeto estratégico que visa identificação, mapeamento, normatização, análise de riscos, monitoramento e avaliação dos processos da instituição (IFSul, 2023d).

De acordo com IFSul (2023d), o referido projeto integra o objetivo estratégico Otimizar os Processos Organizacionais, previsto no PDI, na perspectiva de Aprendizado e Crescimento, com a seguinte descrição:

Aperfeiçoar as rotinas e os processos organizacionais, primando pela agilidade, racionalização, transparência e qualidade das informações por meio de uma gestão humanizada, com o objetivo de proporcionar maior eficiência no desenvolvimento das atividades de ensino, pesquisa, extensão e gestão (IFSul, 2020, p. 56).

IFSul (2023d) aponta que o Programa de Gerenciamento de Processos possui também aderência com os seguintes objetivos:

- Fortalecer a governança institucional
- Potencializar a comunicação institucional
- Desenvolver as servidoras e os servidores para a implementação da estratégia institucional
- Promover a sustentabilidade ambiental como princípio transversal aos processos institucionais

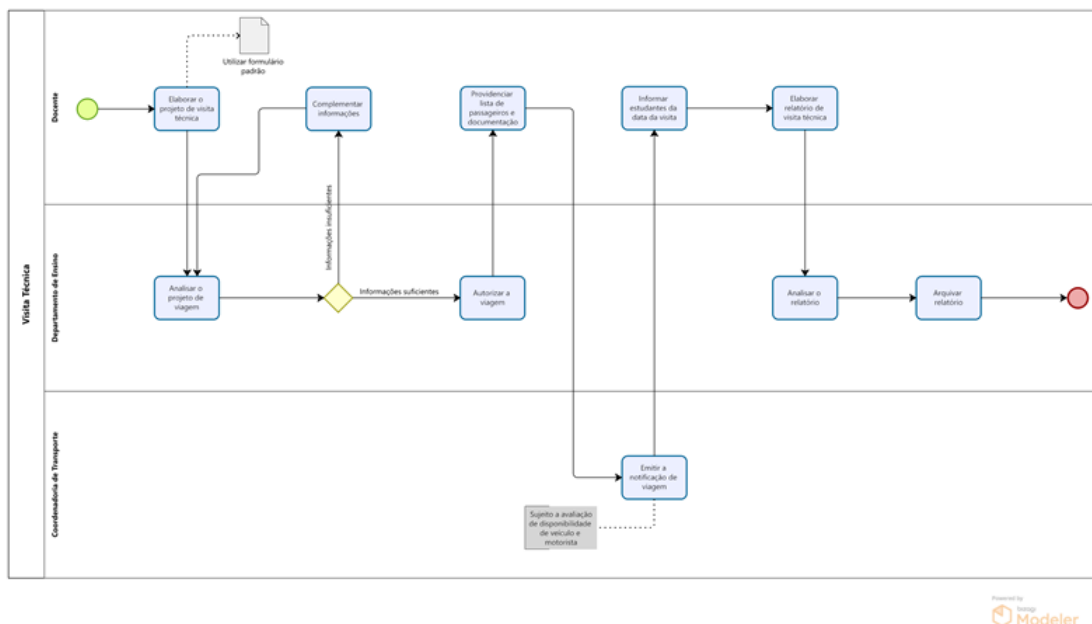
Estão disponíveis, no *site* do referido Programa, documentos e *link* elaborados pela Coordenadoria de Gestão Estratégica (CGE) da DDI para auxiliar no mapeamento de processos. Dentre eles destacam-se:

- Manual de Mapeamento de Processos, elaborado pela CGE/DDI.
- Formulário de identificação de processo: instrumento que dá início ao processo de mapeamento de processos e que deve ser preenchido pela área na qual será realizado o mapeamento e que subsidia a avaliação do processo identificado.
- Ficha de entrega: inclui a análise do processo mapeado e modelado, indicando as alterações e/ou melhorias, caso realizadas, durante os procedimentos de mapeamento. Deve estar acompanhada do arquivo de modelagem do processo.
- Cursos: informações acerca de oficinas promovidas pela CGE e *links* para curso da Escola Virtual de Governo acerca do assunto.

A prática de mapeamento de processos é uma técnica amplamente adotada pelas organizações para obter uma compreensão clara e direta do funcionamento de uma unidade específica. Essa técnica representa minuciosamente cada etapa operacional dessa unidade, delineando de forma precisa as entradas, saídas e ações envolvidas em cada processo.

O procedimento de mapeamento consiste na documentação passo a passo do processo por meio de uma representação visual (Figura 22), delineando o fluxo de trabalho, identificando os responsáveis por cada atividade, especificando entradas e saídas, e destacando os pontos críticos do procedimento. No IFSul, esse mapeamento é feito a pedido e com a participação da unidade administrativa responsável pela atividade.

Figura 22 – Exemplo de processo mapeado utilizando o *software* Bizagi.



Fonte: Elaborado pelo autor.

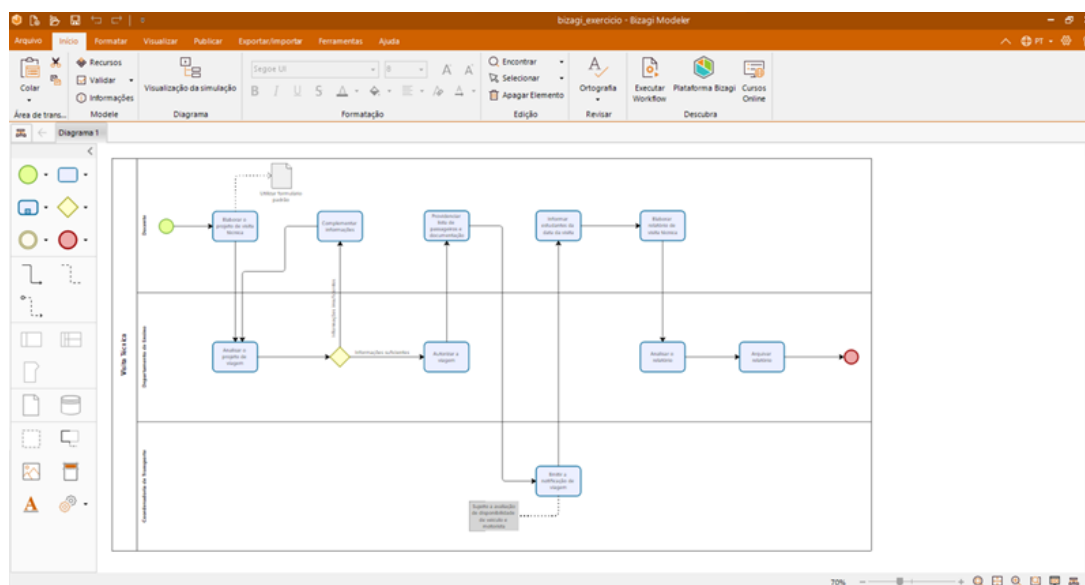
Através da análise do fluxograma, é viável identificar as atividades que contribuem ou não para a agregação de valor, além de explorar oportunidades para simplificar as etapas do processo.

Diversas notações estão disponíveis para modelar processos, porém, a CGE e a DDI adotam a *Business Process Modeling Notation* (BPMN), a qual possui ampla utilização tanto no meio acadêmico quanto em organizações que se dedicam à Gestão de Processos. A notação BPMN proporciona uma compreensão acessível, simplificando a representação dos processos de negócio.

O Programa de Gerenciamento de Processos determina a utilização do *software* Bizagi Modeler² (Figura 23), o qual possui diversos recursos para modelagem de processos, automação de fluxo de trabalho e análises.

²Disponível em <https://www.bizagi.com>.

Figura 23 – Software Bizagi Modeler.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como resultado desse programa, está em permanente construção a Base de Conhecimento, composta por conjunto de arquivos que descrevem simplificada o fluxo de processos do Sistema Unificado de Administração Pública (SUAP) utilizado pelo IFSul. Essa base tem como objetivo orientar usuários acerca da tramitação de processos eletrônicos no âmbito da instituição (IFSul, 2024a).

No momento da realização da presente pesquisa, a Base de Conhecimento conta com 76 processos mapeados, distribuídos da seguinte forma:

- Assistência Estudantil - 2
- Atos Normativos - 1
- Biblioteca - 3
- Contabilidade - 4
- Curricularização - 1
- Ensino - 1
- Pesquisa - 12
- Extensão - 5
- Estrutura Organizacional - 1
- Orçamento - 1

- Patrimônio e Almoxarifado - 12
- Planejamento Estratégico - 1
- Pessoal - 23
- Portarias - 6
- SUAP - 1
- Tecnologia da Informação - 1
- Viagem - 1

Conforme apresentado no Anexo A, cada arquivo da Base de Conhecimento traz a descrição da atividade, a unidade administrativa responsável, os passos de como é feita, documentos necessários, base legal correspondente, o responsável por realizar cada etapa e onde fazê-lo, dentre outras informações relevantes. Ao final do arquivo está presente o mapeamento do processo completo, no padrão BPMN, desenvolvido no Bizagi Modeler.

O modelo apresentado no arquivo surge como opção interessante para o treinamento de uma IA, pois contém informações estruturadas e etapas bem definidas, características ideais para sistemas de PLN. Esse tipo de documento pode ser utilizado para treinar modelos voltados à automação de processos administrativos, extração de informações e suporte inteligente ao usuário. No entanto, ajustes podem ser necessários, como o tratamento de linguagem técnica ou ambígua e a organização de dados em formatos mais consistentes, para garantir melhores resultados e uma aplicação mais eficiente.

4.3.4.3 *Sistemas Informatizados*

O uso de sistemas informatizados em instituições amplas e complexas, como o IFSul, que conta com sistemas administrativos, educacionais, *sites* institucionais, sistemas de bibliotecas e Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs), traz uma série de benefícios que contribuem significativamente para a melhoria da gestão e das operações diárias. Esses sistemas promovem um aumento significativo na eficiência operacional, ao automatizar tarefas repetitivas e possibilitar que os servidores dediquem-se a atividades estratégicas e de maior complexidades. Dessa forma, o tempo demandado por processos manuais é reduzido e o risco de erros humanos é minimizado, elevando a precisão e confiabilidade.

Outro aspecto relevante é o aprimoramento no armazenamento e acesso aos dados. A digitalização das informações em sistemas integrados permite que diferentes setores da instituição, tais como bibliotecas, áreas administrativas e ambientes

educacionais, compartilhem e acessem dados de maneira ágil e segura, independentemente da localização ou do momento. Essa característica favorece a integração de áreas como recursos humanos, financeiro, processos seletivos, gestão acadêmica e acervos bibliográficos, promovendo uma visão colaborativa e holística das operações organizacionais.

Ainda, os sistemas informatizados potencializam a qualidade na tomada de decisões. Com relatórios e análises em tempo real gerados por sistemas administrativos e educacionais, gestores podem basear suas escolhas em dados precisos, reduzindo riscos e aperfeiçoando o direcionamento estratégico da instituição. Outro aspecto importante da utilização desses sistemas são os recursos avançados de segurança, *backups* e controles de acesso, o que protege os dados acadêmicos e administrativos contra perdas ou acessos não autorizados, reforçando a confiabilidade do ambiente digital.

No que diz respeito ao atendimento ao usuário, destaca-se a agilidade proporcionada pela automação, a qual permite respostas rápidas e personalizadas tanto para estudantes quanto para servidores e comunidade externa. Em termos de conformidade e regulamentação, os sistemas informatizados auxiliam na adequação das operações institucionais às exigências legais, facilitando auditorias e garantindo a conformidade com a legislação.

Além dessas características citadas, os sistemas informatizados do IFSul oferecem uma base valiosa para o treinamento de ACs. Esses sistemas contêm informações estruturadas, atualizadas e organizadas, que são essenciais para garantir a eficácia e a confiabilidade de uma IA voltada a atender às demandas de sua comunidade.

O SUAP fornece dados que permitem ao AC automatizar consultas frequentes relacionadas a processos administrativos internos, tais como controle de servidores, férias, financeiro, dentre outros. Ainda, abrange processos educacionais, tais como matrículas, curso, turmas, diários, notas e frequências. Os AVAs oferecem informações educacionais relacionadas à Educação a Distância.

Da mesma forma, como fonte de treinamento, o sistema de bibliotecas Pergamum possibilita que o AC forneça informações sobre acervo, disponibilidade de obras e processos de empréstimos, atendendo diretamente às necessidades de usuários em busca de materiais acadêmicos.

Ainda, a integração de *sites* institucionais no treinamento do AC amplia mais sua funcionalidade, permitindo que responda questões relacionadas à notícias, divulgação de eventos, prazos institucionais, editais e outros serviços públicos prestados pelo IFSul. Essa característica potencializa o papel do AC como um elo entre a instituição e a comunidade externa, promovendo transparência e democratização do acesso à

informação.

Porém, embora os sistemas informatizados do IFSul sejam recursos valiosos para o treinamento de um AC, é fundamental adotar práticas criteriosas que garantam a qualidade e a segurança do processo. Russell e Norvig (2013) destacam que o sucesso de sistemas de IA depende de cuidados específicos relacionados à qualidade dos dados, à adaptação às necessidades dos usuários e à atualização contínua, a exemplo dos demais tipos de fontes de treinamentos aqui citados. Nesse sentido, alguns cuidados essenciais incluem a curadoria de Dados, a atualização regular, a adaptação linguística, o monitoramento retorno dos usuários e, nesse caso em particular, a segurança da informação.

Observa-se, portanto, que os sistemas informatizados do IFSul ocupam papel crucial como fontes estratégicas e indispensáveis para o treinamento de um AC baseado em IA. Eles oferecem dados atualizados e relevantes que refletem as operações e necessidades institucionais, potencializando a eficácia do atendimento a comunidade interna e externa.

4.3.4.4 *Conhecimento Tácito dos Servidores*

O conhecimento tácito representa uma das mais importantes e, por vezes subutilizadas, fontes de saber em organizações complexas o IFSul. Caracterizado por sua natureza implícita, esse tipo de conhecimento não é facilmente verbalizado ou formalizado, mas é evidenciado em ações, habilidades e intuições desenvolvidas pelos servidores em seus ambientes de trabalho. Nessa instituição *multicampi*, que abrange diversos setores e áreas, o conhecimento tácito não apenas define a dinâmica interna de seus processos, mas também é um ativo estratégico para a inovação, especialmente no contexto de treinamento de sistemas de IA, como AC.

A diversidade das atividades desenvolvidas no IFSul confere uma riqueza única ao seu ambiente de trabalho. Servidores em áreas administrativas acumulam experiências práticas para lidar com procedimentos complexos que muitas vezes não estão completamente descritos em normas, enquanto professores desenvolvem abordagens pedagógicas sensíveis às realidades locais dos alunos. Na extensão, práticas voltadas à interação com as comunidades locais revelam um conhecimento tácito que integra cultura, negociação e sensibilidade social. Essa diversidade, somada às especificidades de cada campus, cria um cenário rico em saberes não formalizados, mas profundamente valiosos.

Explorar o conhecimento tácito dos servidores como fonte de treinamento para sistemas de IA, além de tudo, significa valorizar o capital humano da instituição. Para que essa abordagem seja efetiva, é fundamental reconhecer que o conhecimento tácito é moldado pelas interações humanas e pelos contextos nos quais essas interações

ocorrem. Maturana e Varela (1980; 2001) destacam que o saber emerge de processos de convivência e interação contínua, não podendo ser separado do viver, das experiências e das relações emocionais e linguísticas que os indivíduos estabelecem em suas práticas cotidianas.

A transferência do conhecimento tácito para sistemas de IA pode ser realizada de várias formas, como entrevistas qualitativas, observação direta de práticas de trabalho e co-criação de soluções junto aos servidores. Entretanto, uma abordagem particularmente poderosa é o uso da própria interação com AC para capturar e transferir esse conhecimento. Por meio de trocas de mensagens estruturadas ou espontâneas, os servidores podem compartilhar suas práticas, desafios e soluções diretamente com o AC. Essas interações simulam conversas humanas naturais, alinhando-se ao objetivo central da tecnologia proposta por Turing (1950), que visava o desenvolvimento de máquinas capazes de emular a inteligência humana, permitindo que o conhecimento tácito seja externalizado de maneira prática e contextualizada.

A interação com o AC permite que o servidor se sinta mais confortável ao compartilhar informações, elimina barreiras formais que podem estar presentes em entrevistas presenciais e possibilita uma coleta contínua de dados. Além disso, o AC pode adaptar suas perguntas e explorar tópicos com maior profundidade, facilitando a captura de nuances e detalhes que enriquecem o treinamento. Todas as interações são registradas automaticamente, criando uma base de dados estruturada para análise posterior e evitando o esforço manual de transcrição ou organização de informações.

Na prática, essa captura contínua por meio de trocas com AC pode revelar padrões e práticas que antes estavam dispersos nos diversos setores e *campi* da instituição, podendo ser mapeadas e disseminadas para outras áreas e contribuindo, assim, para uma padronização adaptativa que respeita a diversidade local.

Além de ser uma ferramenta para transferência de conhecimento, a interação com o AC reforça o papel estratégico dos servidores. Eles não se restringem a operadores de sistemas tecnológicos, mas se tornam coautores do aprendizado da IA, participando ativamente do processo de construção de soluções que refletem suas realidades e experiências. Essa dinâmica promove o engajamento e valoriza a contribuição individual, ao mesmo tempo que fortalece a visão coletiva e integrada da GC.

O uso de interações com o AC como forma de capturar o conhecimento tácito também é consistente com a ideia de que a convivência é mediada por linguagem e emoção (Maturana, 2007). Tal abordagem reconhece que o saber não é apenas técnico, mas também relacional e contextual, e que a linguagem utilizada nas trocas com o AC deve respeitar essa complexidade. Assim, o treinamento da IA deixa de ser uma simples tarefa técnica e se torna um processo ético e colaborativo, que reflete a dinâmica humana e organizacional.

Por outro lado, a adoção do conhecimento tácito como fonte de treinamento para IA exige cuidados fundamentais. Faz-se necessário assegurar que os dados coletados respeitem a privacidade e a confidencialidade dos servidores, evitando a exposição de informações sensíveis ou mal interpretadas. Além disso, o processo de externalização do conhecimento deve ser transparente, garantindo que os servidores compreendam como suas contribuições serão utilizadas e promovendo um ambiente de confiança. Somado a isso, é crucial a validação das informações capturadas, para evitar a reprodução de práticas inadequadas ou localizadas em contextos muito específicos, que podem não ser aplicáveis de maneira ampla.

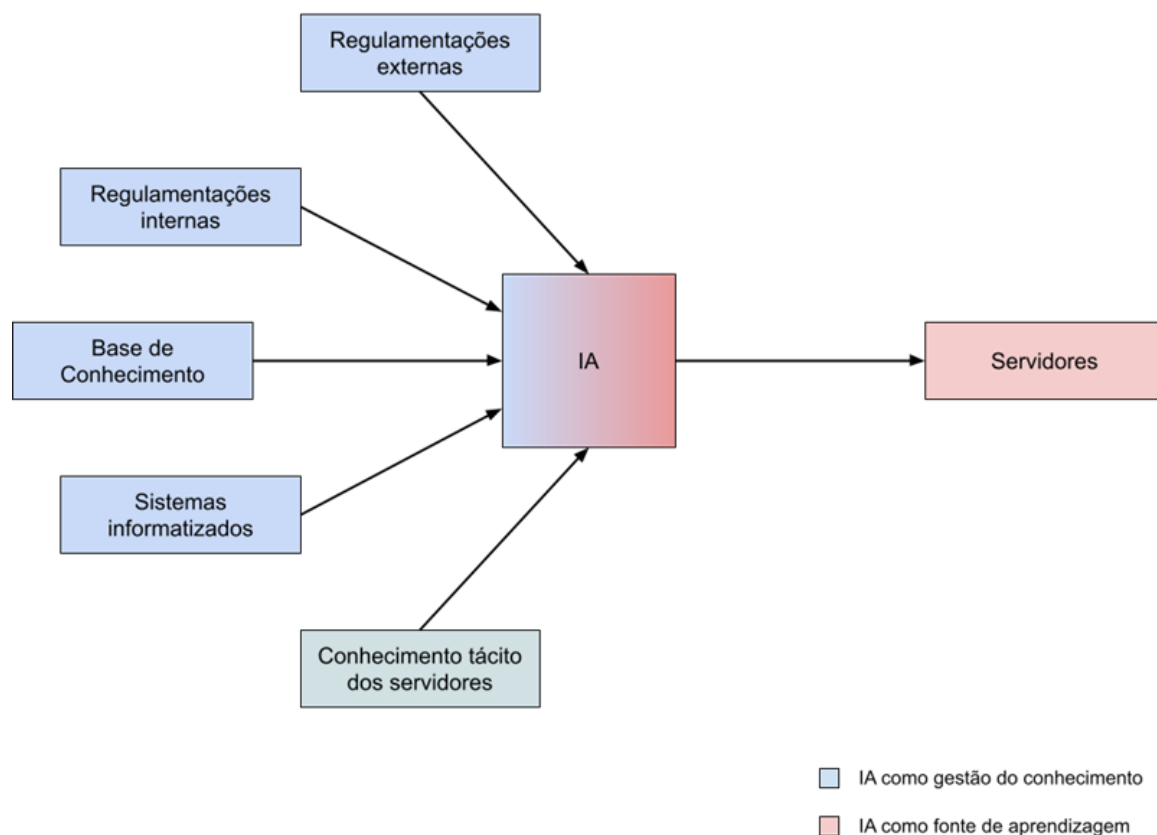
5 ESTRUTURAÇÃO E DIRETRIZES PARA IA NO IFSUL

Neste capítulo, consolida-se as propostas e análises desenvolvidas ao longo da pesquisa, apresentando um panorama prático e propositivo para a implementação de ACs dispostos em SMA no IFSul. A proposta integra os fundamentos teóricos da pesquisa com estratégias que traduzem a dupla função dessa solução de IA: como ferramenta de GC e como suporte à formação contínua de servidores. Além disso, discute-se aspectos regulatórios, de governança e os cuidados necessários para garantir que essa tecnologia seja adotada de forma ética e alinhada à missão da instituição.

5.1 Dupla Função da solução de IA no Contexto Institucional

Conforme apontado, a solução de IA proposta desempenha um papel duplo essencial para a transformação organizacional do IFSul, conforme ilustra a Figura 24. No primeiro aspecto, os ACs dispostos em SMA podem sistematizar conhecimentos dispersos, organizando saberes tácitos e explícitos que frequentemente estão fragmentados na instituição. Essa função é fundamental para minimizar a perda de conhecimento decorrente da rotatividade de servidores e da falta de padronização nos processos. No segundo aspecto, como fonte de aprendizagem, a IA contribui diretamente para o desenvolvimento institucional, personalizando trilhas de formação, identificando lacunas de competências e facilitando a integração de novos colaboradores ou a transição de funções.

Figura 24 – Dupla função da IA na solução proposta.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Essas funções complementares reforçam a capacidade da instituição de alinhar suas práticas administrativas e pedagógicas às demandas contemporâneas. Enquanto a GC promove eficiência organizacional e integração de setores, o suporte à formação contínua, através de uma fonte de aprendizagem sólida, amplia a capacidade de inovação e adaptação dos servidores. Assim, a tecnologia não apenas responde aos desafios institucionais, mas também fortalece o compromisso do IFSul com uma GE que valoriza o aprendizado contínuo e a convivência colaborativa.

5.2 Proposta de Estruturação dos ACs em SMA

A operacionalização da dupla função da IA proposta exige uma estrutura bem definida. A proposta é a adoção de um SMA, que organiza os ACs em funções interdependentes e escaláveis, capazes de atender à diversidade e à complexidade da instituição.

Imagina-se um ecossistema com diferentes ACs em SMA, cada um deles especializado em determinado domínio, atuando não apenas como interfaces passivas,

mas como entidades inteligentes e colaborativas para compartilhar informações, resolver problemas e facilitar o acesso ao conhecimento. Tais agentes seriam capazes de aprender e evoluir continuamente, adquirindo conhecimento constantemente. Tal integração inteligente permitiria que os agentes absorvessem, compreendessem e aplicassem informações relevantes e contextualizadas ao meio em que estão inseridos. Já os especialistas são os servidores da instituição, os quais detêm o conhecimento das atividades.

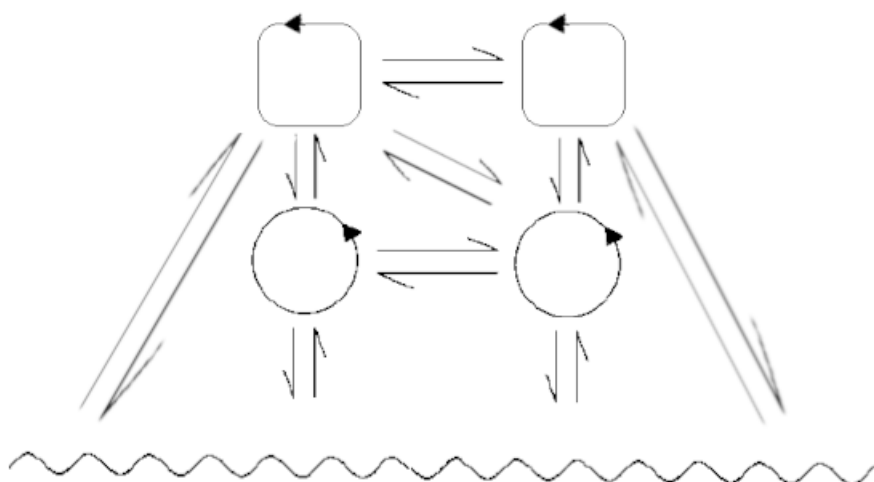
A essência deste sistema proposto reside na sinergia entre os ACs, o trabalho dos especialistas e as fontes de treinamento, sendo esse último uma fonte de dados estruturados e organizados. Essa riqueza de informações torna-se a base sobre a qual os ACs constroem sua capacidade de resposta, através do Aprendizado de Máquina, tornando-se especialistas virtuais capazes de oferecer orientação personalizada, esclarecimento de dúvidas e até mesmo soluções para problemas específicos.

Além disso, a aprendizagem contínua desses ACs contribuiria diretamente para a GC na instituição. Esse ciclo de aprendizado, aplicação e atualização constante de informações não só fortalece a capacidade dos agentes, mas também otimiza a disseminação do conhecimento dentro da organização educacional e qualifica seu quadro de recursos humanos. Além disso, essa abordagem vai além de apenas oferecer soluções ágeis e contextualizadas, mas também cultiva um ambiente institucional dinâmico e adaptável, capacitando a organização a enfrentar os desafios contemporâneos da educação com eficiência e inovação.

Tal ecossistema comportaria acoplamentos estruturais envolvendo não somente unidades autopoieticas, mas também unidades de IA, que seriam os ACs. Propomos representar as unidades de IA com ilustração semelhante à unidade autopoietica. Porém, utilizamos a forma de um quadrado no intuito de demonstrar ser uma unidade não orgânica. Ainda, a referida unidade de IA possui seus quatro cantos arredondados, numa referência a seu objetivo de imitar o ser humano (Turing, 1950). Já os servidores, humanos, são representados por unidade autopoieticas tradicionais.

Representamos também a interação entre unidade autopoietica e o meio, entre unidades autopoieticas, entre unidade de IA e o meio, entre unidades de IA e entre unidade autopoietica e unidade de IA, na intenção de demonstrar a relação ampla entre todas unidades que compõe o ecossistema, bem como suas relações com o meio, conforme ilustra da Figura 25.

Figura 25 – Ecossistema proposto, composto por unidades autopoieticas e unidades de IA.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.3 Políticas Institucionais de IA

A implementação de IA no IFSul requer a definição de políticas institucionais claras que assegurem o uso responsável, ético e alinhado às metas educacionais. Tais políticas devem contemplar aspectos técnicos e humanos, promovendo confiança no uso da tecnologia e protegendo os direitos dos servidores e estudantes.

Entre os pontos essenciais, destacam-se:

- **Privacidade e Segurança de Dados:** diretrizes específicas devem garantir a proteção de dados sensíveis, assegurando que as informações capturadas sejam utilizadas de forma ética e transparente.
- **Transparência e Responsabilidade:** as decisões mediadas por IA precisam ser compreensíveis para servidores e gestores, promovendo maior confiabilidade no sistema.
- **Inclusão e Equidade:** as práticas de IA devem respeitar a diversidade regional e cultural dos campi, garantindo que a tecnologia seja acessível e inclusiva.

Além disso, é indispensável criar comissões temáticas para validar os dados utilizados no treinamento dos ACs, garantindo que eles reflitam as necessidades institucionais e estejam alinhados às políticas internas. Além disso, o trabalho em comissões evita que a IA seja instruída com base no conhecimento tácito de uma

pessoa em particular, o que é passível de alucinação humana, conforme abordado anteriormente.

5.4 Governança e Supervisão de IA

A governança de IA no IFSul deve ser robusta e inclusiva, incorporando mecanismos que assegurem a supervisão contínua e a auditabilidade dos sistemas. A supervisão humana é essencial, especialmente em processos críticos, para evitar alucinações de IA e garantir que as decisões reflitam os valores institucionais.

Sugere-se como principais componentes de uma governança eficaz:

- Auditoria contínua: processos regulares de revisão do desempenho dos ACs, corrigindo desvios e aprimorando suas funções;
- Mecanismos de retorno dos usuários: canais diretos para que servidores possam relatar problemas e sugerir melhorias nos sistemas; e
- Capacitação permanente: programas regulares de treinamento para preparar os servidores a interagir com a tecnologia de forma eficiente e estratégica.

Além disso, propõem-se as seguintes etapas:

- Captação de conhecimento: representa a entrada de dados no sistema de IA, sejam dados coletados pelos agentes, informações fornecidas por servidores ou registros administrativos.
- Revisão e curadoria de dados: indica o processo de validação de dados por comissões temáticas ou especialistas humanos. Aqui, seriam definidos critérios para revisar, aprovar e refinar os dados utilizados para treinar ou ajustar os ACs.
- Monitoramento de operações: monitoramento constante das decisões e respostas fornecidas pelos ACs, incluindo a supervisão humana para verificar possíveis inconsistências ou erros.
- Auditoria de conformidade: realização de auditorias periódicas para avaliar o desempenho dos ACs e a conformidade das operações com as políticas de IA.
- Ajustes baseados em *feedback*: canais de retorno dos servidores e usuários, permitindo ajustes contínuos nos sistemas.
- Aprimoramento e reconfiguração: resultados da auditoria e do *feedback* alimentam o processo de aprimoramento dos sistemas de IA, criando um ciclo contínuo de melhoria.

5.5 Estratégias para Mitigação de Riscos na Adoção de IA

A adoção de IA no contexto institucional exige atenção aos riscos associados, como erros sistêmicos e alucinações de respostas. Para mitigar esses problemas, é essencial implementar estratégias complementares, como validação contínua das informações e supervisão humana. Sistemas de validação automatizada, aliados à revisão por especialistas, são indispensáveis para garantir que os ACs operem de forma confiável.

Além disso, a capacitação inicial dos servidores é uma etapa crucial para preparar a organização para a chegada da tecnologia. Esses treinamentos devem abordar não apenas o uso técnico dos sistemas, mas também o papel estratégico dos ACs na gestão institucional. A integração entre humanos e tecnologia deve ser entendida como uma via de mão dupla, em que servidores e sistemas aprendem e evoluem juntos.

Ainda, considerando a valorização dos servidores como agentes centrais da transformação organizacional, é importante que essas capacitações sejam continuadas, dada a velocidade dos avanços tecnológicos, em especial na área de IA.

6 CONCLUSÕES

A presente pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de investigar o cenário e as condições institucionais para a utilização de ACs em SMA como ferramenta estratégica de acúmulo e transferência de conhecimento no IFSul, buscando qualificar a GC e, conseqüentemente, aprimorar sua GE. Fundamentada em uma abordagem interdisciplinar, a pesquisa integrou perspectivas da cognição humana, IA e gestão organizacional, alinhando conceitos teóricos à realidade prática de uma instituição pública *multicampi*. A análise aqui apresentada reafirma a relevância de ferramentas tecnológicas não apenas como suporte técnico, mas como mediadoras capazes de transformar práticas institucionais, promovendo a valorização do conhecimento tácito, o fortalecimento da convivência colaborativa e o alinhamento das estratégias educacionais às demandas contemporâneas.

Em relação ao objetivo de analisar o contexto atual do IFSul frente à adoção de IA, a pesquisa revelou desafios associados à fragmentação de processos, à rotatividade de servidores e à ausência de regulamentações específicas. Esses desafios, particularmente sensíveis em um contexto *multicampi*, foram identificados como barreiras que dificultam a consolidação de uma visão integrada. Entretanto, estratégias para a construção de uma governança de IA forte, ética e alinhada aos valores institucionais emergiram como caminhos promissores para superar essas barreiras.

Quanto à investigação da integração entre especialistas humanos e ACs, a análise destacou a convivência mediada pela linguagem como elemento estruturante na construção de realidades compartilhadas, conforme discutido à luz das teorias de Maturana e Varela. Essa integração mostrou-se central não apenas em um nível técnico, mas também relacional, com os ACs atuando como facilitadores da comunicação organizacional e do aprendizado coletivo.

No que diz respeito ao objetivo de apontar adequações relevantes para a implementação, a pesquisa identificou medidas indispensáveis, como a criação de comissões para validar dados e definir diretrizes para o treinamento dos sistemas, além de mecanismos de auditoria e controle contínuos. Essas ações visam garantir a confiabilidade das respostas e minimizar os riscos de alucinações, tanto de IA quanto humana, assegurando o alinhamento com as políticas institucionais e as normas éticas.

A aplicação de IA em domínios fechados surgiu como uma abordagem viável e estratégica para atender às demandas da instituição de forma segura e eficaz. Conforme Russell e Norvig (2013), ACs desenvolvidos com escopos claramente definidos e baseados em dados confiáveis oferecem maior confiabilidade e auditabilidade, atributos

indispensáveis em contextos de alta responsabilidade, como o setor público. A análise evidenciou que, para o IFSul, os ACs desempenham um papel duplo estratégico: como ferramentas para a preservação e disseminação do conhecimento institucional e como suporte à formação contínua de servidores. Essa dualidade é fundamental para enfrentar a rotatividade de servidores e garantir a continuidade das operações, contribuindo para uma cultura de aprendizado permanente, mas sua eficácia depende de uma implementação alinhada aos valores e necessidades institucionais.

Os resultados também destacaram o papel do conhecimento tácito na construção de soluções que dialoguem com a realidade institucional. Esse tipo de saber, muitas vezes implícito e não sistematizado, é o que sustenta grande parte das práticas cotidianas dos servidores e constitui um ativo estratégico para a instituição. ACs dispostos em SMA bem treinados, baseados nesse conhecimento, podem não apenas sistematizar e disseminar informações, mas também transformar o modo como o saber é compartilhado, promovendo maior integração entre os setores. Ao valorizar e integrar o conhecimento tácito de maneira ética, os ACs contribuem para a construção de uma convivência organizacional mais colaborativa, consolidando uma GE capaz de atender às necessidades locais e institucionais.

No entanto, a implementação de ACs em SMA requer adequações que vão além dos aspectos tecnológicos. A pesquisa apontou que a criação de comissões específicas para validar os dados e definir diretrizes para o treinamento dos sistemas é uma medida indispensável para assegurar a confiabilidade das respostas e minimizar os riscos de alucinação de IA. Essas comissões, formadas por especialistas da instituição, não apenas validariam as informações, mas também garantiriam que os sistemas estivessem alinhados às políticas institucionais e às normas éticas. Adicionalmente, a definição de mecanismos de auditoria e controle contínuos, aliados a uma governança sólida e inclusiva, emerge como um fator-chave para o sucesso da implementação. Esses mecanismos, ao promover a transparência e a responsabilidade, reforçam o compromisso da instituição com o uso ético e eficiente da tecnologia.

Outro aspecto crítico identificado foi a importância da formação dos servidores para a chegada da IA. Capacitações introdutórias são essenciais para preparar os colaboradores não apenas para utilizar os sistemas, mas também para compreender seu papel estratégico na organização. Essa formação inicial deve enfatizar a interação entre humanos e tecnologia como uma via de mão dupla, onde o aprendizado ocorre tanto por parte dos servidores quanto pelos próprios sistemas, que se aperfeiçoam com o uso. Dessa forma, a instituição pode construir um ambiente organizacional adaptado às mudanças, promovendo maior engajamento e adesão às inovações propostas.

A integração entre especialistas humanos e ACs, analisada sob a perspectiva teórica de Maturana e Varela, destacou a relevância da convivência mediada pela

linguagem como elemento estruturante da construção de realidades compartilhadas. Essa integração não se limita a um nível técnico, tratando-se de um processo relacional, onde os ACs atuam como facilitadores da comunicação organizacional e do aprendizado coletivo. Essa interação é particularmente relevante em contextos educacionais, onde a personalização do aprendizado e a ampliação do acesso à informação são elementos essenciais para atender às demandas da comunidade acadêmica.

Ainda, o uso de ACs como suporte à formação contínua mostrou-se uma das contribuições mais promissoras da pesquisa. Esses sistemas podem personalizar trilhas de aprendizado, identificar lacunas de competências e propor conteúdos específicos para cada necessidade, otimizando o tempo e os recursos investidos em capacitação. Além disso, sua capacidade de fornecer informações organizacionais de maneira ágil e acessível contribui para a integração de novos servidores e facilita a transição de funções, reduzindo os custos e o tempo de adaptação. Isso reforça a importância de consolidar uma governança educacional que valorize a formação contínua como pilar estratégico da instituição.

Em síntese, esta pesquisa revelou que a adoção de ACs no IFSul pode transformar significativamente suas práticas institucionais, desde que acompanhada por políticas claras, governança robusta e capacitações adequadas. O uso estratégico da IA, fundamentado no conhecimento tácito e alinhado aos valores institucionais, não apenas aprimora a eficiência operacional, mas também fortalece a missão educacional e inspira novas possibilidades de aprendizado e convivência. O IFSul, ao adotar essas inovações de maneira responsável, pode consolidar-se como uma referência na utilização de tecnologias avançadas para a gestão educacional, promovendo um futuro mais integrado, colaborativo e sustentável.

Porém, para refletir positivamente na comunidade, é fundamental que a instituição cuide de seus servidores, preparando-os para a chegada dessa tecnologia, assegurando que suas demandas sejam atendidas de forma ética e inclusiva. A criação de uma cultura institucional voltada para a convivência harmoniosa entre servidores e IA exige um preparo contínuo e a integração da tecnologia de forma estratégica no ambiente de trabalho. Isso implica não apenas em capacitar os funcionários para que recebam, compreendam e utilizem a IA como uma ferramenta de apoio, mas também em fomentar um ambiente de aprendizado e adaptação constante. Essa cultura deve incentivar a colaboração, onde as capacidades humanas e as tecnologias se complementam, tornando-se um aliado no processo de inovação, eficiência e tomada de decisões. É essencial que o IFSul prepare seus servidores, proporcionando as habilidades necessárias para lidar com as transformações que a IA traz, sem perder de vista os valores éticos e a confiança mútua que sustentam o trabalho coletivo. Assim, a IA deixa de ser um obstáculo e passa a ser uma extensão das competências humanas,

promovendo um ambiente de trabalho mais dinâmico, ágil e produtivo.

Com isso, revisitando a hipótese de Tese proposta, a qual sugeriu que **a integração de ACs em um SMA se configura como uma estratégia eficaz para melhorar o aprendizado dos servidores, consolidar o conhecimento tácito e disseminá-lo de forma acessível, contribuindo para a qualidade educacional e a eficiência institucional**, conclui-se que a mesma é **válida** desde que sejam observados os cuidados necessários para evitar ou mitigar riscos que comprometam ou desvirtuem o comportamento esperado da solução investigada.

6.1 Produto Educacional

O desenvolvimento de um Produto Educacional, enquanto exigência do PP-GEdu, possui um papel central na articulação entre a produção acadêmica e a prática institucional (IFSul, 2024b). Diferentemente de uma pesquisa puramente teórica, o Produto Educacional configura-se como uma contribuição prática e aplicável, capaz de responder diretamente aos desafios enfrentados por gestores e servidores da área educacional. Essa exigência visa assegurar que o conhecimento produzido no âmbito do mestrado ou do doutorado transcenda as discussões acadêmicas e se traduza em soluções que impactem positivamente o cotidiano das instituições de ensino.

No caso desta pesquisa, o Produto Educacional proposto é uma coleção de diagramas BPMN, que abordam os pontos-chave investigados ao longo do estudo. Esses diagramas têm como foco a estruturação de processos relacionados à GC, à formação contínua de servidores e à governança de sistemas de IA, especialmente no contexto do IFSul. O objetivo é que esses modelos sirvam como um guia inicial prático para gestores e servidores, permitindo a aplicação das ideias centrais da pesquisa na realidade institucional.

Além de atender aos requisitos acadêmicos do Programa, o Produto Educacional desempenha funções estratégicas no fortalecimento do diálogo entre teoria e prática, tais como aproximação com a realidade institucional, inovação e transformação e capacitação e disseminação de conhecimento.

A utilização de diagramas BPMN no Produto Educacional proposto baseia-se em sua capacidade de representar visualmente as dinâmicas organizacionais, permitindo a identificação de etapas críticas, gargalos e oportunidades de melhoria. Além disso, esses diagramas são acompanhados por exemplos práticos, que detalham passos importantes. Essa abordagem visa não apenas instruir os gestores e servidores, mas também inspirar a adaptação das práticas representadas para outros contextos organizacionais.

A relevância do BPMN como Produto Educacional é reforçada pelo alinha-

mento com o Programa de Gerenciamento de Processos do IFSul (IFSul, 2023d). A padronização e a visualização de processos são fundamentais para a integração do conhecimento disperso e, nesse sentido, o uso de BPMNs complementa as estratégias do programa estratégico desenvolvido pela DDI, contribuindo para a sistematização e disseminação de saberes institucionais.

Assim, o Produto Educacional fruto da presente Tese e intitulado Modelos iniciais de processos institucionais para Gestão Educacional apoiada em Agentes Conversacionais (Freitas, 2024) está depositado no Portal eduCAPES, conforme orienta o PPGEduc.

7 TRABALHOS FUTUROS

A presente pesquisa trouxe uma das inúmeras formas como a IA pode ser integrada à GE, oferecendo uma abordagem inovadora para potencializar a GC e promover o aprendizado contínuo dos servidores. Embora centrada na educação, a investigação apresenta uma natureza intrinsecamente multidisciplinar, dialogando com áreas como computação, administração e cognição, o que amplia as possibilidades de desdobramento dos resultados. Nesse sentido, trabalhos futuros podem explorar diferentes direções, expandindo as contribuições para outros campos e aprofundando questões que, mesmo relacionadas a esta pesquisa, permanecem abertas.

Uma das frentes de pesquisa futura está na utilização da IA para mapear e prever competências institucionais, explorando como algoritmos de Aprendizado de Máquina e Redes Neurais podem analisar dados institucionais e identificar competências consolidadas, bem como lacunas que necessitam de formação. O objetivo seria alinhar as estratégias de capacitação às demandas específicas de cada setor ou unidade com o auxílio da IA, oferecendo uma visão abrangente e integrada das capacidades humanas da instituição. Ao potencializar a compreensão do capital humano, essa abordagem contribuiria para estratégias proativas de formação continuada, tornando a instituição mais ágil e adaptada às mudanças.

Outra linha de investigação relevante está no uso da IA como suporte à tomada de decisão educacional, através da análise de padrões em dados pedagógicos e administrativos. A partir de sistemas de IA, poderia fornecer informações detalhadas para gestores, permitindo decisões mais fundamentadas. Tais sistemas podem, por exemplo, serem utilizados para avaliar o impacto de programas de formação continuada, identificar fatores que influenciam o desempenho discente e personalizar políticas educacionais para atender às especificidades regionais e culturais da instituição. Com isso, a tomada de decisão transcenderia uma perspectiva reativa, passando a ser orientada por dados e planejada estrategicamente.

A ampliação do impacto de programas de formação continuada também surge como um campo promissor para futuros estudos. A personalização do aprendizado, facilitada pela IA, possibilitaria a criação de trilhas formativas adaptadas às competências e desafios específicos de cada servidor. Essas trilhas poderiam incluir conteúdos em formatos diversos, como simulações, vídeos interativos e estudos de caso que reflitam as realidades enfrentadas pelos servidores no cotidiano. Tal abordagem garantiria que os programas de formação fossem mais relevantes e eficazes, promovendo não apenas o aprendizado técnico, mas também o alinhamento entre as competências individuais e os objetivos institucionais.

Na área da computação, sugere-se duas propostas com potencial de aplicação e inovação. A primeira refere-se à criação de sistemas adaptativos de aprendizado, nos quais algoritmos de Aprendizado por Reforço e Redes Neurais ajustem dinamicamente o conteúdo apresentado aos usuários, com base em suas interações e necessidades educacionais. Esses sistemas promoveriam uma experiência de aprendizado personalizada, potencializando o engajamento e a eficácia das iniciativas de formação. A segunda proposta refere-se à simulação de ecossistemas educacionais complexos utilizando modelos baseados em agentes. Esses modelos permitem representar, de forma computacional, as interações entre servidores, alunos e gestores, reproduzindo dinâmicas institucionais em contextos *multicampi*. Essa abordagem possibilitaria analisar diferentes cenários, como alterações em políticas ou redistribuição de recursos, e identificar estratégias mais eficientes para a gestão e organização da instituição.

Futuros trabalhos podem também abordar a administração e a GE, explorando o uso de IA para o mapeamento e redesenho de processos institucionais. Ferramentas de IA poderiam ser empregadas para identificar gargalos e propor soluções que integram fluxos administrativos e pedagógicos, promovendo maior eficiência e fluidez nas operações. Além disso, a análise ética e social da adoção de IA deve ser considerada uma investigação prioritária. Pesquisas nessa linha podem examinar como os sistemas de IA impactam as dinâmicas de trabalho humano, investigando questões como privacidade de dados, representatividade na base de informações utilizadas e a transparência das decisões automatizadas, garantindo que as tecnologias desenvolvidas sejam inclusivas e alinhadas aos valores institucionais, promovendo a confiança e o respeito entre os diferentes atores envolvidos.

Além disso, as possibilidades de replicabilidade e adaptação da solução proposta em diferentes contextos institucionais representam um campo fértil para novos estudos. Futuras pesquisas poderiam explorar como as soluções baseadas em IA podem ser aplicadas em públicas de diferentes portes, analisando os desafios específicos de cada contexto. A integração de IA em estratégias institucionais de longo prazo também é um eixo relevante, permitindo que a tecnologia se torne parte intrínseca do planejamento estratégico das organizações, sustentando processos de inovação e eficiência de maneira contínua.

REFERÊNCIAS

- ALKAISSI, H.; MCFARLANE, S. I. Artificial hallucinations in chatgpt: Implications in scientific writing. **Cureus**, v. 15, n. 2, p. 1–4, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.7759/cureus.35179>>. Acesso em: 22 nov. 2024.
- BIBTEX. **About BibTeX**. 2006. Disponível em: <<https://www.bibtex.org/About/>>. Acesso em: 22 abr. 2023.
- BRASIL. **Lei Nº 13.709, de 14 de agosto de 2018**: Lei geral de proteção de dados pessoais. 2018. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm>. Acesso em: 17 nov. 2024.
- BRASIL. **Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/arquivosinteligenciaartificial/ebia-diagramacao_4-979_2021.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2024.
- BRASIL. **Projeto de Lei Nº 2.338, de 2023 - Senado Federal**. 2023. Disponível em: <<https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/157233>>. Acesso em: 11 nov. 2024.
- BRASIL. **Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - Inteligência Artificial**. 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/inteligencia-artificial>>. Acesso em: 17 nov. 2024.
- BRASIL. **Ministério da Educação - Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica**. 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/mec/pt-br/areas-de-atuacao/ept/rede-federal/rede-federal>>. Acesso em: 18 nov. 2024.
- BRASIL. **Plano Brasileiro de Inteligência Artificial 2024-2028**: la para o bem de todos. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2024/07/plano-brasileiro-de-ia-tera-supercomputador-e-investimento-de-r-23-bilhoes-em-quatro-anos/ia_para_o_bem_de_todos.pdf/view>. Acesso em: 17 nov. 2024.
- BULLON, Y. C. **Percepción del modelo CRM y la gestión educativa en la comunicación con estudiantes de educación secundaria pública 2021**. Tese (Doutorado) — Universidad César Vallejo, Lima, 2022.
- CAMBRIDGE. **Cambridge Dictionary – GADGET**. 2023. Disponível em: <<https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles/gadget>>.
- CASTOR, E. C. S. et al. Chatbot: impactos no ambiente acadêmico de uma universidade do Rio de Janeiro. **P2P E INOVAÇÃO**, v. 8, n. 1, p. 71–92, 2021.
- CAVALCANTE, H. G. **Projeto e Avaliação de um Chatbot para o Domínio Fechado de um Programa Acadêmico**. Fortaleza: [s.n.], 2022. 84 p.
- COEN, M. H. **SodaBot: A Software Agent Environment and Construction System**. [S.l.], 1994. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1721.1/6781>>. Acesso em: 22 mai. 2023.

- COLISSI, M. da S. **Teamup**: conversational agents to support coordination in groupwork. 80 p. Dissertação (Mestre em Ciência da Computação) — Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.
- COSTA, L. D. S. d. et al. O estado da arte das formas de gestão educacional. **Revista de Iniciação Científica e Extensão**, v. 1, n. Esp 3, p. 313–325, set. 2018. ISSN 2595-4261. Disponível em: <<https://revistasfasesa.senaaires.com.br/index.php/iniciacao-cientifica/article/view/103>>. Acesso em: 28 mai. 2023.
- DALE, R. Classical Approaches to Natural Language Processing. *In: Handbook of Natural Language Processing*. 2. ed. [S.l.]: Chapman and Hall/CRC, 2010.
- DALKIR, K. **Knowledge management in theory and practice**. 4. ed. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2023. ISBN 978-0-262-37479-8.
- DIAS, A. da S. **Processamento de linguagem natural**. São Paulo: Conteúdo Saraiva, 2021. ISBN 9786589881995.
- ECO, U. **Como se faz uma tese**. 27. ed. [S.l.]: Perspectiva, 2019. Issue: 85. ISBN 978-85-273-1200-4.
- FREITAS, R. B. de. **Modelos iniciais de processos institucionais para Gestão Educacional apoiada em Agentes Conversacionais**. 2024. Disponível em: <<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/920928>>. Acesso em: 08 jan. 2025.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. ISBN 85-224-3169-8.
- GODDARD, C.; SCHALLEY, A. C. Semantic Analysis. *In: Handbook of Natural Language Processing*. 2. ed. [S.l.]: Chapman and Hall/CRC, 2010.
- HAN, B.-C. **Sociedade do Cansaço**. 2. ed. Petrópolis. RJ: Vozes, 2017. ISBN 978-85-326-4996-6.
- HIPPISLEY, A. Lexical Analysis. *In: Handbook of Natural Language Processing*. 2. ed. [S.l.]: Chapman and Hall/CRC, 2010.
- HÜBNER, J. F. **Um modelo de reorganização de sistemas multiagentes**. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- IFSUL. **IFSul : Campus Pelotas : MPET**. 2018. Disponível em: <<http://www2.pelotas.ifsul.edu.br/mpet/objetivos.html>>. Acesso em: 16 mar. 2023.
- IFSUL. **Plano de Desenvolvimento Institucional 2020-2024**. 2020. Disponível em: <https://www.ifsul.edu.br/component/k2/item/download/27952_e05810040e19c0518350c5c039cfa815>.
- IFSUL. **Diretoria de Desenvolvimento Institucional**. 2022. Disponível em: <<https://www.ifsul.edu.br/diretoria-de-desenvolvimento-institucional>>. Acesso em: 29 jun. 2023.
- IFSUL. **Nossos Câmpus e Polos**. 2023. Disponível em: <<http://www.ifsul.edu.br/mapa>>. Acesso em: 16 mar. 2023.
- IFSUL. **PDI IFSul**. 2023. Disponível em: <<https://www.ifsul.edu.br/pdi>>. Acesso em: 30 jun. 2023.

IFSUL. **PPI IFSul**. 2023. Disponível em: <<https://www.ifsul.edu.br/projeto-pedagogico-institucional>>. Acesso em: 30 jun. 2023.

IFSUL. **Programa de Gerenciamento de Processos**. 2023. Disponível em: <<https://www.ifsul.edu.br/programa-de-gerenciamento-de-processos>>. Acesso em: 29 jun. 2023.

IFSUL. **Instituto Federal Sul-rio-grandense - Base de Conhecimento**. 2024. Disponível em: <<https://www.ifsul.edu.br/component/content/article/87-ddi/3184-base-do-conhecimento>>. Acesso em: 25 out. 2024.

IFSUL. **Regulamento do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) do IFSul**. 2024. Disponível em: <http://www2.pelotas.ifsul.edu.br/mpet/docs/PPGEdu_IFSul_Regulamento.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2024.

KANE, D. A. The Role of Chatbots in Teaching and Learning. **E-Learning and the Academic Library: Essays on Innovative Initiatives**, 2016. Disponível em: <<https://escholarship.org/uc/item/1hs0k71b>>.

KOHL-SANTOS, P.; MOROSINI, M. C. O revisitar da metodologia do estado do conhecimento para Além de uma Revisão Bibliográfica. **Revista Panorâmica online**, v. 33, p. 123–145, 2021. ISSN 2238-9210. Disponível em: <<https://periodicoscientificos.ufmt.br/revistapanoramica/index.php/revistapanoramica/article/view/1318>>. Acesso em: 14 mar. 2023.

LEMOS, A. L. M. Erros, falhas e perturbações digitais em alucinações das IA generativas: tipologia, premissas e epistemologia da comunicação. **MATRIZES**, v. 18, n. 1, p. 75–91, 4 2024. ISSN 1982-8160. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/matrices/article/view/210892>>.

LJUNGLÖF, P.; WIRÉN, M. Syntactic Parsing. *In*: **Handbook of Natural Language Processing**. 2. ed. [S.l.]: Chapman and Hall/CRC, 2010.

LÜCK, H. **A gestão participativa na escola**. 11. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2013. vol. III. (Série Cadernos de Gestão, vol. III). ISBN 978-85-326-3295-1.

MATURANA, H. R. **La Objetividad: Un Argumento para Obligar**. Santiago do Chile: Editorial Universitaria, 1990.

MATURANA, H. R. **La democracia es una obra de arte**. Santafe de Bogota: Cooperativa Editorial Magisterio, 1994. ISBN 958-20-0178-X.

MATURANA, H. R. **Transformación en la Convivencia**. Santiago de Chile: Dolmen Ediciones, 2007. ISBN 956-201-423-1.

MATURANA, H. R. **Cognição, Ciência e Vida Cotidiana**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014. ISBN 978-85-423-0027-7.

MATURANA, H. R.; REZEPKA, S. N. de. **Formación Humana y Capacitación**. Santiago do Chile: Dolmen Ediciones, 1995. ISBN 956-201-267-0.

MATURANA, H. R.; VARELA, F. J. **Autopoiesis and Cognition: The Realization of The Living**. Holland: D. Reidel Publishing Company, 1980. v. 42. (Boston Studies in the philosophy of science, v. 42). ISBN 90-277-1015-5.

MATURANA, H. R.; VARELA, F. J. **A árvore do conhecimento**: as bases biológicas da compreensão humana. 12. ed. São Paulo: Palas Athena, 2001. ISBN 978-85-7242-032-0.

MOROSINI, M.; KOHLS-SANTOS, P.; BITTENCOURT, Z. **Estado do Conhecimento: teoria e prática**. 1. ed. Curitiba: Editora CRV Ltda., 2021. ISBN 978-65-5868-992-8.

RODRIGUES, H. D. N. **Avaliação de escalabilidade e desempenho da camada de transporte de mensagens em plataformas multiagente**. 53 p. Dissertação (Mestre em Ciências) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Inteligência Artificial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. ISBN 978-85-352-3701-6.

SANTOS, F. R. dos. **Programa Nacional de Assistência Estudantil na Universidade Federal da Paraíba**: contribuições e impasses para permanência e êxito do estudante do curso de pedagogia. 102 p. Dissertação (Mestre em Políticas Públicas, Gestão e Avaliação da Educação Superior) — Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.

SOLVUSOFT. **Extensão de Arquivo RIS: O que é e como abrir?** 2018. Disponível em: <<https://www.solvusoft.com/pt-br/file-extensions/file-extension-ris/>>. Acesso em: 22 abr. 2023.

SOUZA, L. O. **Accelerating learning in multiagent domains through experience sharing**. 87 p. Dissertação (Mestre em Informática) — Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

TANG, K. et al. Design and Implementation of Push Notification System Based on the MQTT Protocol. 2013. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/266650239>>.

THOMAS, G.; PRING, R. **Educação Baseada em Evidências: A Utilização dos Achados Científicos para a Qualificação da Prática Pedagógica**. 1. ed. [S.l.]: Penso, 2007. ISBN 978-85-363-0887-6.

TURING, A. M. Computing Machinery and Intelligence. **Mind**, LIX, n. 236, p. 433–460, out. 1950. ISSN 0026-4423. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>>.

UFSCAR. **StArt**. 2023. Disponível em: <<https://www.lapes.ufscar.br/resources/tools-1/start-1>>. Acesso em: 21 abr. 2023.

VELMOVITSKY, P. E. **iBot: an agent-based software framework for creating domain conversational agents**. 70 p. Dissertação (Mestre em Informática) — Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

VERBI. **MAXQDA: Software para Análise de Dados Qualitativos**. 2023. Disponível em: <<https://www.maxqda.com/pt/software-analise-qualitativa>>. Acesso em: 21 abr. 2023.

VILLARIM, P. R. M. **Padronização de Processos da Área de Ensino do IFPB**: Estudo de Caso no Campus Campina Grande. 126 p. Dissertação (Mestrado) — Instituto Federal da Paraíba, Campina Grande, 2023.

WEIZENBAUM, J. ELIZA - a computer program for the study of natural language communication between man and machine. **Communications of the ACM**, v. 9, n. 1, p. 36–45, jan. 1966. ISSN 0001-0782. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/365153.365168>>.

WOOLDRIDGE, M. **An Introduction to MultiAgent Systems**. 2. ed. United Kingdom: Wiley, 2009. ISBN 978-0-470-51946-2.

Apêndices

APÊNDICE A – RESUMOS DA BIBLIOGRAFIA ANOTADA

Resumo de *iBot: An Agent-based Software Framework For Creating Domain Conversational Agents*

Chatbots são programas de computador que interagem com usuários utilizando linguagem natural. Desde sua origem, a tecnologia avançou significativamente e aplicações baseadas na nuvem de grandes empresas permitiram que desenvolvedores criassem *chatbots* inteligentes e eficientes. No entanto, não há muitas abordagens de desenvolvimento aos principais módulos de um *chatbot* que são flexíveis o suficiente para permitir a criação de *chatbots* diferentes para cada domínio, mantendo um robusto controle de diálogo na aplicação. Existem trabalhos que tentam desenvolver uma abordagem mais flexível, cada um com suas vantagens e desvantagens. Uma das vantagens mais notáveis é o uso de sistemas multiagentes para distribuir e realizar tarefas feitas por *chatbots*. Nesse contexto, este trabalho propõe um *framework* geral e flexível baseado em sistemas multiagentes para construir *chatbots* em um domínio escolhido pelo desenvolvedor, com controle de diálogo na aplicação. Esta solução usa uma adaptação da abordagem de estado da informação, e agentes de *software*, para gestão do diálogo. Para validar a arquitetura proposta, um cenário de uso com 4 *chatbots* de prova de conceito são analisados e discutidos.

Resumo de *Accelerating Learning in Multiagent Domains through Experience Sharing*

Essa dissertação contribui para o crescente campo de inteligência artificial e aprendizado de máquina. Aprendizado é um componente essencial do comportamento humano, a faculdade por trás da nossa habilidade de se adaptar. É essa característica única que diferencia seres humanos de outras espécies, e nos permitiu perseverar e dominar o mundo como nos conhecemos. Através de algoritmos de aprendizado, nós buscamos imbuir agentes artificiais com essa mesma capacidade, para que eles possam aprender e se adaptar interagindo com o ambiente, conseguindo desta forma aumentar seu potencial de atingir seus objetivos. Nesse trabalho, nós buscamos resolver o problema de como múltiplos agentes cooperativos aprendendo concomitantemente podem se beneficiar de conhecimento compartilhado entre eles. A habilidade de compartilhar conhecimento adquirido, seja instantaneamente ou através de gerações, é peça chave

para a nossa evolução. Segue que o compartilhamento de conhecimento entre agentes autônomos pode ser a chave para acelerar conhecimento em sistemas multiagentes cooperativos. Baseado nesse raciocínio, neste trabalho investigamos métodos de compartilhamento de conhecimento que pode efetivamente levar a uma aceleração no aprendizado. A pesquisa é focada na abordagem de transferência de conhecimento através do compartilhamento de experiências. O modelo MultiAgent Cooperative Experience Sharing (MACES) define uma arquitetura que permite troca de experiências entre agentes cooperativos aprendendo concomitantemente. Neste modelo, investigamos diferentes métodos de compartilhamento de experiências que podem levar a aceleração do aprendizado. O modelo é validado em dois problemas diferentes de aprendizado de reforço, um problema de controle clássico e um de navegação. Os resultados apresentados mostram que o MACES é capaz de reduzir em mais da metade o número de episódios necessários para completar uma tarefa através da cooperação de apenas dois agentes, comparado a agentes não cooperativos. O modelo é aplicável a agentes que implementam métodos de aprendizado de reforço profundo.

Resumo de Avaliação de Escalabilidade e Desempenho da Camada de Transporte de Mensagens em Plataformas Multiagente

Este trabalho reside no campo de sistemas multiagente (MAS) compostos por agentes inteligentes que são capazes de usar protocolos de comunicação da Internet. Uma plataforma multiagente é um *software* ou *framework* capaz de gerenciar múltiplos aspectos da execução de agentes e suas interações. Muitas plataformas MAS foram desenvolvidas nos últimos anos, todas elas compatíveis com padrões de desenvolvimento de sistemas interoperáveis em diferentes níveis. Nos últimos anos, novas linguagens de programação foram definidas e novos protocolos foram adotados para comunicação em sistemas distribuídos. Esses fatos também influenciaram a comunidade multiagente, com a proposição de novas plataformas para apoiar o desenvolvimento de sistemas multiagente. Além disso, a adoção de agentes como paradigma para o desenvolvimento de sistemas distribuídos complexos em larga escala é vista como uma solução interessante na era do grande volume de dados. Portanto, uma comparação entre as plataformas existentes e seu suporte para desenvolver e implantar com eficiência sistemas multiagente de grande escala pode beneficiar a comunidade de desenvolvedores interessada em escolher qual plataforma melhor se adapta a seus projetos. O objetivo deste trabalho é avaliar plataformas multiagente em relação à escalabilidade, desempenho e compatibilidade com outras tecnologias com o objetivo de facilitar a escolha do desenvolvedor que queira projetar Sistemas Multiagente de grande porte. A fim de escolher as plataformas MAS para a comparação proposta,

são consideradas plataformas de código aberto que são ativamente utilizadas pela comunidade multiagente. Além disso, tais plataformas MAS devem ser capazes de oferecer uma implantação de forma distribuída, característica essencial de sistemas escaláveis. Depois de restringir a lista de plataformas MAS de acordo com esses critérios, são analisados os sistemas de transporte de mensagens utilizando benchmarks para análise de escalabilidade e desempenho, considerando diferentes cenários de comunicação. Por fim, é apresentado um cenário realístico onde um MAS escalável pode ser adotado como solução.

Resumo de Programa Nacional de Assistência Estudantil na Universidade Federal da Paraíba: contribuições e impasses para permanência e êxito do estudante do Curso de Pedagogia

O Plano Nacional de Assistência Estudantil – PNAES, instituído no ano de 2010, surge com a finalidade de ampliar as condições de permanência dos estudantes que se enquadram em condições de vulnerabilidade socioeconômica e ingressam nas Instituições Federais de Ensino. Esse estudo teve por objetivo analisar as contribuições e impasses para a permanência e o êxito do estudante do Curso de Licenciatura em Pedagogia da Universidade Federal da Paraíba - UFPB a partir da visão dos estudantes que ingressaram por meio de reserva de vagas estabelecidas pela Lei nº 12.711/2012 e foram beneficiados pelo PNAES. O trabalho segue a abordagem qualitativa, de caráter descritivo e explicativo, fundamentando-se nos procedimentos de pesquisa bibliográfica, documental e exploratória. Para o alcance do objetivo, foi aplicado um questionário semiestruturado no período 2018.2 e obtivemos resposta de 117 estudantes matriculados no 4º período em diante nos diferentes turnos, considerando que estes já passaram a fase mais crítica em relação à evasão no curso. A análise dos dados gerados se deu por meio da análise de conteúdo, em suas diferentes fases, quais sejam: a pré-análise, a exploração do material, o tratamento dos resultados e a interpretação (BARDIN, 2011). Nossos achados apontam que os estudantes destacam a importância de melhoria dos auxílios ofertados pela Pró-Reitoria de Assistência ao Estudante - PRAPE para viabilizar sua permanência no Curso de Pedagogia, principalmente no que se refere à alimentação, e ressaltam como dificuldades a burocracia e a falta de comunicação como aspectos que precisam melhorar. Ao final, apresenta-se como produto o protótipo de um robô (*chatbot*) – um assistente virtual, criado com o propósito de fornecer aos estudantes informações sobre os diversos auxílios oferecidos pela PRAPE, contemplando informações acerca dos processos seletivos (editais), critérios, documentação e prazos. Pretende-se, com tal iniciativa, minimizar as dificuldades apresentadas pelos estudantes, no que se refere ao conhecimento e à divulgação das informações de

seleção para concessão de auxílios estudantis no âmbito da Universidade.

Resumo de *TEAMUP: Conversational Agents to Support Coordination in Groupwork*

Este trabalho tem como objetivo investigar e aplicar o uso de um sistema multiagente para auxiliar na coordenação de tarefas em grupos, especificamente em ambientes educacionais, em que a interação dos integrantes do grupo ocorre de forma indireta e não síncrona. Para uma melhor experiência do usuário, o sistema foi disponibilizado em uma interface web integrado com um *chatbot* para uma interação de forma mais natural. O *chatbot* faz a comunicação com o sistema multi-agente que é responsável pela organização do grupo, isso é, contém as informações a respeito das tarefas que devem ser realizadas e a respeito dos integrantes dos grupos, além de restrições que podem ser impostas conforme a organização de um grupo e também é capaz de retornar a informação requisitada em linguagem natural. Essa abordagem foi validada pela experiência de usuários que realizaram um curso prático de graduação em engenharia de *software* para testar o funcionamento e a capacidade do sistema, em que os grupos de alunos fizeram o desenvolvimento colaborativo de um *software*. O sistema auxilia os alunos em um projeto real desenvolvido como parte desse curso. A avaliação do sistema é realizada acompanhando as ações dos membros do grupo, através do qual podemos confirmar se o *chatbot* está retornando a informação correta do sistema multi-agente. Com essa avaliação, verificou-se que o sistema foi capaz de garantir integridade no desenvolvimento das tarefas dos grupos, além de garantir respostas rápidas e coerentes com a solicitação do aluno.

Resumo de *Chatbot: impactos no ambiente acadêmico de uma universidade do Rio de Janeiro*

O presente artigo tem como objetivo analisar quais são os aspectos positivos e negativos no uso de *chatbots* em uma Instituição de Ensino Superior privada (IESP) para o atendimento ao corpo discente. Foi observado que após incorporar um *chatbot* na IESP Y, a acurácia no atendimento ao corpo discente e a candidatos aumentou, o que colaborou para números melhores de retenção discente, e que, uma vez em funcionamento, deixar de usar essa ferramenta seria prejudicial ao negócio. É possível avaliar o quão importante é essa ferramenta em uma organização, pois ela proporciona praticidade e agilidade na execução de processos. A presente pesquisa apresentou limitações quanto a dimensão da amostra, ou seja, a aplicação dos pontos positivos e

aprendizado dos pontos negativos, não podem ser estendidos para outras instituições sem que antes sejam feitas novas análises. Este trabalho foi realizado a partir de uma pesquisa de campo que resultou em entrevistas por pautas e análise documental sob o ponto de vista do referencial teórico.

Resumo de *Percepción del modelo CRM y la gestión educativa en la comunicación con estudiantes de educación secundaria pública 2021*

O objeto de estudo foi determinar o grau de correlação causal que o modelo CRM e a gestão educacional possuem na comunicação com alunos da instituição pública de ensino. Da mesma forma, foi definido o plano de melhorias para a implantação do modelo de CRM baseado em *Chatbot* na instituição de ensino. A pesquisa é quantitativa; A população em estudo foi constituída por 194 alunos do quinto ano do ensino médio. Foi utilizada a técnica de amostragem probabilística; Foi utilizado um projeto de pesquisa não experimental, transversal e correlacional-causal. Para a coleta das informações, foram aplicados três questionários, que consistiam em dez questões para cada questionário, com uma escala de avaliação de cinco alternativas de resposta do tipo Likert. De acordo com os resultados obtidos, concluiu-se que, de acordo com a análise estatística da regressão logística ordinal, existe uma correlação positiva significativa do modelo CRM e gestão educacional na comunicação com os alunos; Nesse sentido, podemos afirmar que a presença do CRM e da gestão educacional influenciam a comunicação com os alunos. Devemos destacar também que os resultados obtidos permitem afirmar que nas hipóteses existem relações causais significativas entre as variáveis.

Resumo de Projeto e Avaliação de um *Chatbot* para o Domínio Fechado de um Programa Acadêmico

A oferta de serviços por meio de *chatbots* e outras interfaces conversacionais tem se tornado cada vez mais popular, sendo aplicada a domínios como educação, saúde, entre outros. Porém dada a grande quantidade de ferramentas, estratégias, domínios e até idiomas possíveis para a criação de um *chatbot*, faz-se necessária a investigação e avaliação destas novas ferramentas aplicadas a um domínio que lide com situações reais e corriqueiras. Este trabalho apresenta a implementação e avaliação de um *chatbot* para responder dúvidas de um programa acadêmico, tendo sido implementado no *framework* Rasa. Foram descritos o processo de criação do dataset, a implementação, implantação avaliação e melhoria. Foi também realizada uma avaliação

objetiva (cobertura, precisão, f1-score e matriz de confusão) e outra subjetiva (System Usability Scale, Pontuação do Promotor Líquido e feedback do usuário). Em seguida, foram comparados os resultados com outros *chatbots* que se assemelhavam ao do presente trabalho no domínio e no idioma utilizado. Ao investigar as funcionalidades do *framework* Rasa e demais ferramentas utilizadas, observou-se que são capazes de produzir um agente capaz de cumprir o propósito de tirar dúvidas de alunos, prospectos e funcionários que participam do programa acadêmico satisfatoriamente.

Resumo de Padronização de Processos da Área de Ensino do IFPB: Estudo de Caso no *Campus* Campina Grande

A popularização do acesso à Internet mudou a forma de oferecimento de serviços em todo o mundo. No anseio de se moldar aos novos contextos e exigências, bem como de atender a requisitos legais, as instituições públicas têm investido em informatização e oferta de serviços digitais à população. Além disso, têm buscado soluções e modelos de gestão que assegurem a sustentabilidade de suas ações, principalmente com a integração e padronização de atividades e processos. Nesse contexto, este trabalho buscou contribuir com a resolução de dois problemas diagnosticados no setor público, mais especificamente na área do ensino do Instituto Federal da Paraíba (IFPB): a falta de padronização de fluxos de processos e a dificuldade de acesso às informações por parte da comunidade, o que se pretendeu resolver por meio da gestão de processos e do desenvolvimento de uma ferramenta de atendimento virtual que melhorasse a comunicação e disponibilizasse informações de maneira rápida e assertiva sobre os processos do ensino. A metodologia de pesquisa e desenvolvimento empregada neste trabalho envolveu revisão bibliográfica, mapeamento e modelagem de processos por meio de fluxogramas, o desenvolvimento de um *software* de atendimento virtual (*chatbot*) e a sua validação. Como estudo de caso, a ferramenta foi implantada no campus Campina Grande do IFPB. A hipótese de pesquisa foi de que as soluções implementadas seriam relevantes para o Campus e para a instituição e poderiam ser aplicadas em outros campi do IFPB e em outras plataformas, o que foi possível confirmar por meio da avaliação realizada com os gestores do ensino. Os resultados obtidos apontaram grande aceitação da ferramenta e alta aplicabilidade e são impulsores no que concerne à ampliação do número de processos mapeados e à sua institucionalização. Concluiu-se que a gestão de processos e a implementação da tecnologia estão alinhadas aos interesses da sociedade e atendem aos princípios da política de governança e da política de governo digital, além de retomarem princípios constitucionais como eficiência, publicidade e impessoalidade.

Anexos

ANEXO A – EXEMPLO DE BASE DE CONHECIMENTO



BASE DE CONHECIMENTO

Entrada de doação de material bibliográfico

| |
|--|
| |
| Qual é a atividade? |
| Entrada de doação de material bibliográfico |
| Qual a unidade administrativa responsável? |
| Biblioteca |
| Como é feito? |
| <p>1º PASSO – Servidor(a) da Biblioteca preenche formulário eletrônico Termo de doação de material bibliográfico (<i>Documento eletrônico>Biblioteca>Termo de doação de material bibliográfico</i>), e solicita assinatura ao doador. Caso o doador for menor de idade, o servidor deve assinar o documento, e só posteriormente solicitar assinatura. Caso o doador for comunidade externa, e não possuir assinatura digital, deve-se utilizar o formulário físico, que deverá ser digitalizado e incluído no processo.</p> <p>2º PASSO – Servidor(a) da Biblioteca realiza duas pesquisas de preço de cada material bibliográfico doado, conforme o seu estado de conservação, e de acordo com os critérios para a pesquisa de preço, abaixo indicadas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Novo/seminovo</i>: Considera o preço de capa. Pesquisa de preço em sites de livrarias, preferencialmente, pela mesma edição e editora. • <i>Usado</i>: Considera a depreciação do bem. Pesquisa de preço em sites de sebos, preferencialmente, pela mesma edição e editora. <p>As pesquisas realizadas devem ser salvas (print) para fim de comprovar a origem do valor utilizado como referência.</p> <p>Casos especiais:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Material bibliográfico esgotado (novo/seminovo)</i>: Pesquisa de preços em sites de sebos. • <i>Apenas 1 cotação encontrada</i>: Utiliza somente o preço encontrado. • <i>Título com edição não comercializada ou livros esgotados não localizados em sebos</i>: Pesquisa de preço não realizada, adotar valor simbólico (R\$ 0,10 por página do item) (Neste caso, deve-se criar o documento eletrônico Justificativa de preço (<i>Documento eletrônico>Biblioteca>Justificativa de preço</i>) contendo os materiais bibliográficos que não foram realizadas cotações de preço.) <p>Observações:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Não considerar valores de frete ou descontos. • Não realizar a média de preços com fontes diferentes (livrarias e sebos). |

| |
|--|
| <p>3º PASSO – Servidor(a) da Biblioteca preenche o documento eletrônico a Termo de Avaliação dos Bens Recebidos por Doação sem Documento Fiscal (<i>Documento eletrônico>Formulários PROAP/COMAP>Formulário Avaliação de Bens – Doação</i>)</p> <p>Justificativa padrão no critério de avaliação do bem:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Pesquisa de preço em sites de livrarias. ● Pesquisa de preço em sites de sebos. ● Apenas uma pesquisa de preço localizada. ● Material bibliográfico não localizado em livrarias e sebos, valor simbólico estimado pelo número de páginas. <p>4º PASSO – Servidor(a) abre o processo eletrônico no SUAP, e anexa os documentos necessários.</p> <p>5º PASSO – Encaminha o processo à Unidade administrativa de almoxarifado/patrimônio do Câmpus/Reitoria, com despacho.</p> <p style="text-align: center;"><i>Encaminho a relação dos bens que deverão ser incorporados ao patrimônio do campus. Trata-se de bens recebidos pela biblioteca, relativos aos termos de doação xxxx a xxxx.</i></p> <p>6º PASSO – Unidade administrativa de almoxarifado/patrimônio do Câmpus/Reitoria, recebe, segue os trâmites descritos na base de conhecimento Entrada de Doação de Material de Consumo/Permanente, e retorna processo para a Biblioteca.</p> <p>7º PASSO – Após finalizado o processo, servidor(a) da Biblioteca publica os títulos recebidos em doação no Portal das Bibliotecas no link, e identifica os livros com o número de patrimônio previsto no inventário de entrada emitido pela Unidade administrativa de almoxarifado/patrimônio do Câmpus/Reitoria.</p> |
| Quais informações/condições são necessárias? |
| Quais documentos são necessários? |
| <p>- Documento eletrônico: Tipo do Documento - "Biblioteca" e Modelo - "Termo de doação de material bibliográfico" (disponível no SUAP);</p> <p>- Documento físico: Termo de doação de material bibliográfico (caso comunidade externa)</p> <p>- Documento eletrônico: Tipo do Documento - "Biblioteca" e Modelo - "Justificativa de preço" (disponível no SUAP);</p> <p>- Documento eletrônico: Tipo do Documento - "Formulários PROAP/COMAP" e Modelo - "Formulário de Avaliação de Bens - Doação" (disponível no SUAP);</p> |

| |
|---|
| - Comprovação de pesquisa de preço realizada (print de tela). |
| Qual é a base legal? |
| Decreto 9.764/2019 |

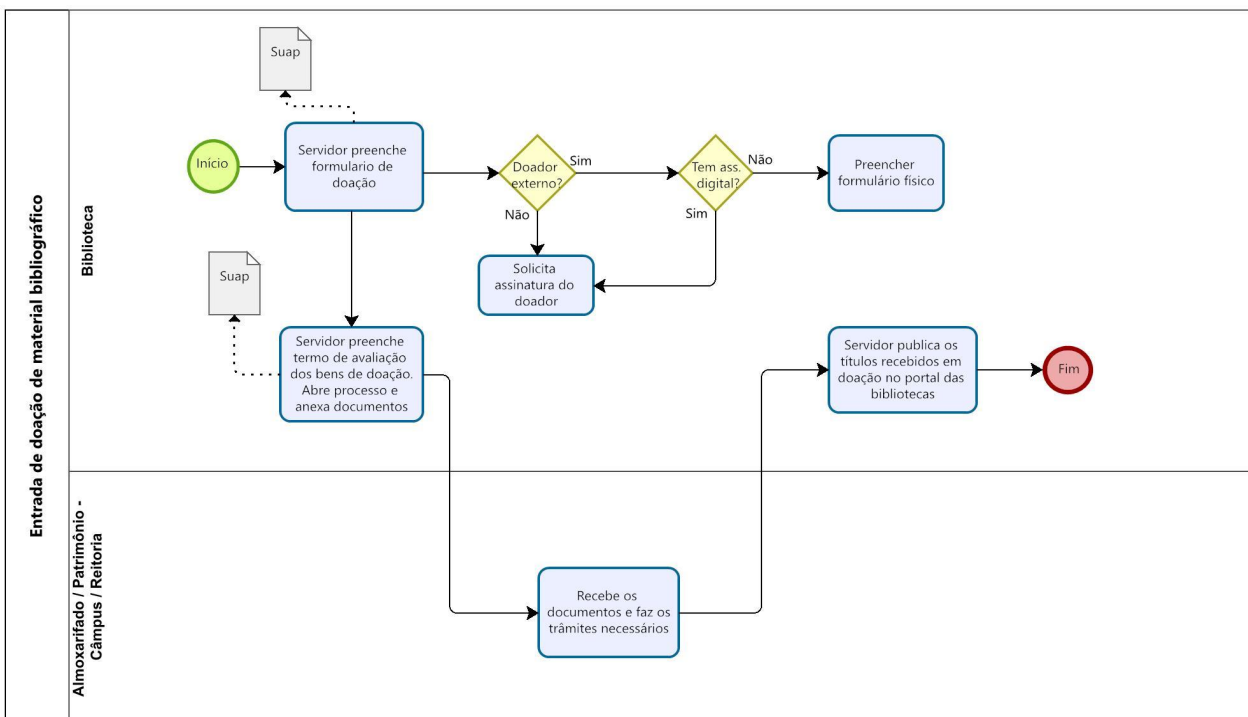
| Informações para adicionar documento eletrônico no SUAP | |
|--|--|
| Tipo de Documento | Biblioteca |
| Modelo | Termo de doação de material bibliográfico |
| Assunto | TD (número) – Nome do usuário |
| Nível de acesso | Restrito |
| Hipótese Legal | Informação Pessoal (Art. 31 da Lei no 12.527/2011) |

| Informações para adicionar documento eletrônico no SUAP | |
|--|---|
| Tipo de Documento | Biblioteca |
| Modelo | Justificativa de preço (TD x – TD x...) |
| Assunto | TD (número) – Nome do usuário |
| Nível de acesso | Publico |
| Hipótese Legal | - |

| Informações para adicionar documento eletrônico no SUAP | |
|--|--|
| Tipo de Documento | Formulários PROAP/COMAP |
| Modelo | Formulário de Avaliação de Bens - Doação |
| Assunto | Avaliação de bens recebidos em doação |
| Nível de acesso | Publico |
| Hipótese Legal | - |

| Informações para abertura do processo eletrônico no SUAP | |
|--|---|
| Interessados | Coordenador/a de Material e Patrimônio do Câmpus/Reitoria, Chefia imediata |
| Tipo de processo | Patrimônio: Gestão de acervo bibliográfico |
| Assunto | Recebimento de doações de livros, relativos aos termos de doação xxxx a xxxx. |
| Nível de acesso | Público |
| Hipótese Legal | - |

| Etapa | Quem faz? | O que fazer? | Onde? |
|-------|---|---|----------------------------|
| 1 | Biblioteca | Preenche formulário eletrônico <i>Termo de doação de material bibliográfico</i> e solicita assinatura do doador | SUAP |
| 2 | | Realiza duas pesquisas de preço de cada material bibliográfico doado. | Sites de livrarias e sebos |
| 3 | | Preenche o documento eletrônico a <i>Termo de Avaliação dos Bens Recebidos por Doação sem Documento Fiscal</i> | SUAP |
| 4 | | processo eletrônico no SUAP, e anexa os documentos necessários. | SUAP |
| 5 | | Encaminha o processo à Unidade administrativa de almoxarifado/patrimônio do Câmpus/Reitoria, com despacho. | SUAP |
| 6 | Unidade administrativa de almoxarifado/patrimônio - Câmpus/Reitoria | Segue os trâmites descritos na base de conhecimento Entrada de Doação de Material de Consumo/Permanente. | SUAP |
| 7 | Biblioteca | Publica os títulos recebidos em doação no Portal das Bibliotecas | Portal das Bibliotecas |



ANEXO B – ATA DE DEFESA DE TESE E VALIDAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL



DOUTORADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA - DPET

ATA DE DEFESA DE TESE E VALIDAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL [2024-12-20]

Aos vinte dias do mês de dezembro de 2024, no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Educação – PPGedu, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense – IFSul, foi lavrada esta ata para registrar que o aluno **RICARDO BANDEIRA DE FREITAS** satisfaz os requisitos exigidos para defesa de tese, sob a orientação do professor Glaucius Décio Duarte. A tese intitulada “AGENTES CONVERSACIONAIS EM SISTEMAS MULTIAGENTES PARA A GESTÃO DO CONHECIMENTO NO IFSUL: UMA ABORDAGEM PARA TRANSFORMAÇÃO DE CONHECIMENTO EM SABER ESTRATÉGICO” e o produto educacional intitulado “MODELOS INICIAIS DE PROCESSOS INSTITUCIONAIS PARA GESTÃO EDUCACIONAL APOIADA EM AGENTES EDUCACIONAIS” foram apresentados em sessão pública perante a Comissão Avaliadora, constituída dos professores Glaucius Décio Duarte (PPGedu/IFSul), Presidente da Comissão, Róger Luís Albernaz de Araújo (PPGedu/IFSul), Vinícius Martins (IFSul), Fernanda Pinto Mota (IFRS). O candidato foi arguido pelos componentes da Comissão, respondendo a cada examinador. Encerrada a arguição, os examinadores reuniram-se para deliberar sobre o resultado e, reaberta a sessão, o Presidente da Comissão comunicou sua APROVAÇÃO, ficando estabelecido o prazo de sessenta (60) dias para a entrega dos exemplares definitivos junto à Secretaria do Programa e para o depósito do produto educacional em repositório de acesso aberto. Logo após, o Presidente encerrou a sessão pública de defesa e, lavrou-se esta ata que será assinada pelos integrantes da Comissão Avaliadora e pelo doutorando.

Pelotas, 20 de dezembro de 2024.

| BANCA EXAMINADORA | | | |
|-------------------------------|-----------------|-------------------|------------|
| Membros | Instituição/PPG | Função | Assinatura |
| Glaucius Décio Duarte | PPGedu/IFSul | Orientador | |
| Róger Luís Albernaz de Araújo | PPGedu/IFSul | Docente | |
| Vinícius Martins | IFSul | Avaliador Externo | |
| Fernanda Pinto Mota | IFRS | Avaliador Externo | |
| Ricardo Bandeira de Freitas | PPGedu/IFSul | Doutorando | |

Observação: Caso a participação do(s) membro(s) da banca seja realizada de forma online, fica autorizada a assinatura do Presidente da Banca em substituição ao(s) mesmo(s), devendo os pareceres dos examinadores serem anexados no ato do depósito da versão final.