



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E GESTÃO DO  
CONHECIMENTO

Lodacir Rodrigo Silva da Rosa

Assistente Virtual Baseado em Conhecimento no Apoio a Estudantes de Curso de Pós-  
Graduação

Florianópolis

2023

Lodacir Rodrigo Silva da Rosa

**Assistente Virtual Baseado em Conhecimento no Apoio a Estudantes de Curso de Pós-Graduação**

Dissertação submetida ao Programa de Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Engenharia do Conhecimento.

Orientador: Prof. Fernando Álvaro Ostuni Gauthier,  
Dr.

Coorientador: Prof. Vinicius Faria Culmant Ramos,  
Dr.

Florianópolis

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Rosa, Lodacir Rodrigo silva da  
Assistente Virtual Baseado em Conhecimento no Apoio a  
Estudantes de Curso de Pós-Graduação / Lodacir Rodrigo silva da  
Rosa ; orientador, Fernando Álvaro Ostuni Gauthier,  
coorientador, Vinicius Faria Culmant Ramos, 2023.  
110 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia e Gestão do Conhecimento, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia e Gestão do Conhecimento. 2. Campus  
inteligente. 3. Inteligência Artificial. 4. Ontologia. 5.  
Chatbot. I. Gauthier, Fernando Álvaro Ostuni. II. Ramos,  
Vinicius Faria Culmant. III. Universidade Federal de Santa  
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do  
Conhecimento. IV. Título.

Lodacir Rodrigo Silva da Rosa

**Assistente Virtual Baseado em Conhecimento no Apoio a Estudantes de Curso de Pós-Graduação.**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinatória composta pelos seguintes membros:

Prof. Rogerio Cid Bastos, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Marcelo Macedo, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Antônio Pereira Cândido, Dr.  
Instituto Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

---

Roberto Carlos dos Santos Pacheco, Dr.  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação

---

Prof. Fernando Álvaro Ostuni Gauthier, Dr.  
Orientador

Florianópolis, 2023.

Dedico este trabalho a minha esposa Fran pelo carinho e companheirismo em todos os momentos vividos até aqui.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade da vida e por todos os demais aprendizados, juntamente fica a eterna gratidão a meu pai Laurentino Rocha da Rosa (*in memorian*), meu pai de criação Luiz Henrique Ribeiro Pazini (*in memorian*) e minha amada mãe Mirací Silva da Rosa (*in memorian*), por terem superado todos os desafios com o maior amor e dedicação, viabilizando minha trajetória pessoal, profissional e acadêmica. Jamais serão por mim esquecidos.

A toda a equipe da Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre - RS, em especial a Dra. Clotilde Druck Garcia, Dr. Valter Duro Garcia, Dra. Patricia Campos D'Almeida Bianco e Dr. Alexandre Augusto Messias, instituição e equipe médica que me acolhe desde a infância, agradeço em meu nome e em nome de todos os pacientes por todo o carinho dedicado.

Não existem palavras que possam representar o meu amor, respeito e gratidão a minha esposa Francielle Aparecida de Oliveira da Rosa por compartilhar seu caminho ao meu lado, superando os desafios sempre com muita fibra, positividade, carinho e compreensão.

Serei eternamente grato aos familiares Marcos Alexandre Mate Teixeira e Vonilda da Aparecida Siqueira, Silmar Machado de Souza e Ângela Sônia Corsini Pasini, Osmar Machado de Souza e Santa Terezinha Martins Ferreira, por todo amor, carinho e acolhimento, nos mais diversos momentos de minha vida.

Registro também meu agradecimento à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), juntamente a todos os professores, colaboradores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento (PPGEGC), por todas as oportunidades de aprendizado disponibilizadas. Em especial ao meu orientador Fernando Álvaro Ostuni Gauthier por todo o apoio e compreensão concedidos nos mais diversos momentos dessa caminhada, sempre colocando-se à disposição para as orientações e para a solução dos muitos desafios superados. Suas orientações agregaram muito e servirão como referência para minha vida acadêmica.

Por fim, agradeço a todas as demais pessoas e instituições, que embora aqui não detalhadas foram muitas, as quais cooperaram para com meu crescimento acadêmico, pessoal e profissional.

*“O mais profundo desejo de conhecimento da humanidade é  
justificação suficiente para a nossa procura contínua”*

*(HAWKING, 1988)*

## RESUMO

O trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um Assistente Virtual baseado em conhecimento, aplicado ao atendimento de demandas administrativas providas de alunos de curso de pós-graduação. A metodologia adotada foi a *Design Science Research (DSR)*. Partindo das revisões de literatura, foi possível identificar as principais ferramentas de *chatbot* utilizadas na solução de problemas existentes no meio acadêmico. Para a modelagem do conhecimento, foram efetuadas entrevistas agregadas a outras técnicas modelagem do conhecimento e coletas de dados, tornando possível o desenvolvimento de uma ontologia, que foi incorporada a um sistema de *chatbot* baseado em intenções, viabilizando assim, o Assistente Virtual. Com o intuito de avaliação, o artefato foi disponibilizado para o uso pela comunidade acadêmica, onde apresentou versatilidade, podendo ser aplicado a diversos setores como acadêmico, administrativo, marketing, produção, entre outros, permitindo também a atualização e a inclusão de novos domínios de conhecimento de forma constante. Os testes efetuados apontaram um bom desempenho na interação do usuário para com o Assistente Virtual, e na assertividade das respostas fornecidas pelo Assistente Virtual para o usuário.

Palavras-chave: Campus inteligente; Inteligência artificial; Ontologia; *Chatbot*; *Amazon Web Services*;



## **ABSTRACT**

The objective of the work is to develop a knowledge-based Virtual Assistant, applied to meeting administrative demands from postgraduate students. The methodology adopted was Design Science Research (DSR). Based on literature reviews, it was possible to identify the main chatbot tools used to solve existing problems in academia. For knowledge modeling, interviews were carried out combined with other knowledge modeling and data collection techniques, making it possible to develop an ontology, which was incorporated into a chatbot system based on intentions, thus enabling the Virtual Assistant. For the purpose of evaluation, the artifact was made available for use by the academic community, where it presented versatility, being able to be applied to different sectors such as academic, administrative, marketing, production, among others, also allowing the updating and inclusion of new domains of knowledge constantly. The tests carried out showed good performance in the user's interaction with the Virtual Assistant, and in the assertiveness of the responses provided by the Virtual Assistant to the user.

Keywords: Smart Campus; Artificial intelligence; Ontology; Chatbot; Amazon Web Services;

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo DSR sugerido por Peffers et al. (2007).....	34
Figura 2 - Processo de KDD.....	44
Figura 3 - Modelo de chatbot .....	50
Figura 4 - Representação RDF.....	58
Figura 5 - Fluxo de conversa e interação entre as ferramentas AWS e o usuário.....	71
Figura 6 - Interface de manutenção da API .....	74
Figura 7 - Lista de propriedades e objetos por Sujeito da ontologia .....	75
Figura 8 – Ontologia aplicada ao Amazon Lex.....	79
Figura 9 - Avaliação de resposta.....	81
Figura 10 - Apresentação da opção “sair” .....	82
Figura 11 - Avaliação do Assistente Virtual.....	82
Figura 12 - Encerramento da conversa.....	83
Figura 13 - Notas atribuídas por classe .....	90
Figura 14 - Classes por avaliação das respostas fornecidas .....	91
Figura 15 - Classes por avaliação do Assistente Virtual.....	92



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais trabalhos na área.....	28
Quadro 2 - Principais trabalhos relacionados ao tema.....	31
Quadro 3 - Definições de Inteligência Artificial por campo de estudo.....	38
Quadro 4 - Técnicas de Machine Learning por categoria .....	41
Quadro 5 - Técnicas de <i>Machine Learning</i> identificadas nos artigos .....	42
Quadro 6 - Descrição das etapas para a construção da proposta.....	62
Quadro 7 - Relação de entidades e atividades .....	68
Quadro 8 - Caso de uso: Efetua uma pergunta .....	68
Quadro 9 - Comparativo da nomenclatura entre Amazon Lex e Herrera e Piedra (2020) .....	72
Quadro 10 - Relação de Classes e Entidades .....	77
Quadro 11 - Classe, descrição e origem da resposta .....	78
Quadro 12 - Intenções e Classes identificadas .....	88



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Dados RDF armazenados em tabela de banco de dados .....	58
Tabela 2 – Avaliações do Assistente Virtual .....	86
Tabela 3 - Avaliações das respostas .....	87

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	Duas dimensões
3D	Três dimensões
AIML	<i>Artificial Intelligence Mark-up Language</i>
API	<i>Appication Programing Interface</i>
AWS	<i>Amazon Web Services</i>
DS	<i>Design Science</i>
DSR	<i>Design Science Research</i>
IA	Inteligência Artificial
IOT	<i>Internet Of Things</i>
KDD	<i>Knowledge Discovery in Database</i>
KDT	<i>Knowledge Discovery in Text</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MVP	<i>Minimum Viable Product</i>
NLP	<i>Natural Language Processing</i>
NLU	<i>Natural Language Understanding</i>
PHP	<i>Hypertext Preprocessor</i>
PLN	Processamento de Linguagem Natural
PPGEGC	Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento
RDF	<i>Resource Description Framework</i>
RDF-S	<i>Resource Description Framework Schema</i>
SDK	<i>Software Development Kit</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>





## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>21</b>
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	21
1.2	IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA .....	21
1.3	OBJETIVOS.....	26
<b>1.3.1</b>	<b>Objetivo Geral</b> .....	<b>26</b>
<b>1.3.2</b>	<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>26</b>
1.4	JUSTIFICATIVA.....	26
1.5	ADERÊNCIA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO.....	29
1.6	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	31
<b>1.6.1</b>	<b>Design Science Research (DSR)</b> .....	<b>33</b>
1.7	LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	35
1.8	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	35
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>37</b>
2.1	INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL.....	37
2.2	MACHINE LEARNING.....	39
2.3	PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM NATURAL.....	45
2.4	AGENTES E CHATBOTS .....	46
2.5	AValiação DE CHATBOTS.....	51
2.6	ONTOLOGIAS .....	53
2.7	RESOURCE DESCRIPTION FRAMEWORK (RDF) .....	56
<b>2.7.1</b>	<b>Modelo de representação RDF</b> .....	<b>57</b>
<b>2.7.2</b>	<b>Ontologia armazenada em RDF</b> .....	<b>58</b>
2.8	TRABALHOS RELACIONADOS.....	59
<b>3</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA</b> .....	<b>61</b>

3.1	REVISÃO DA LITERATURA E CONSCIENTIZAÇÃO DO PROBLEMA .....	64
3.2	IDENTIFICAÇÃO DOS ARTEFATOS E CONFIGURAÇÃO DAS CLASSES DE PROBLEMAS .....	64
3.3	PROPOSIÇÃO, PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO .....	65
3.3.1	<b>Conhecimento necessário para fornecer as informações demandadas .....</b>	<b>65</b>
3.3.2	<b>Etapa de análise, levantamento de requisitos e casos de uso.....</b>	<b>66</b>
3.3.3	<b>Arquitetura e serviços de nuvem .....</b>	<b>69</b>
3.3.4	<b>Amazon Lex .....</b>	<b>71</b>
3.3.5	<b>Função lambda .....</b>	<b>72</b>
3.3.6	<b>API.....</b>	<b>73</b>
3.3.7	<b>Plataforma de manutenção da API.....</b>	<b>73</b>
3.3.8	<b>Aplicação da Ferramenta SDK .....</b>	<b>75</b>
3.3.9	<b>Modelagem do conhecimento .....</b>	<b>76</b>
4	<b>AVALIAÇÃO DO ASSISTENTE VIRTUAL .....</b>	<b>81</b>
4.1	CRITÉRIOS CONSIDERADOS .....	81
4.2	TESTES E AJUSTES.....	83
4.2.1	<b>Descrição do teste .....</b>	<b>83</b>
4.2.2	<b>Resultados e refinamento.....</b>	<b>84</b>
4.3	PROCESSO DE AVALIAÇÃO.....	85
4.4	COLETA DE DADOS .....	85
4.5	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	87
5	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>93</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>95</b>
	<b>ANEXO A – MAPA MENTAL DO ASSISTENTE VIRTUAL EGC .....</b>	<b>102</b>
	<b>ANEXO B – MAPA MENTAL DA CLASSE CALENDÁRIO ACADÊMICO .....</b>	<b>103</b>
	<b>ANEXO C – MAPA MENTAL DA CLASSE PROFESSOR.....</b>	<b>104</b>

<b>ANEXO D – MAPA MENTAL DA CLASSE PPGEGC .....</b>	<b>105</b>
<b>ANEXO E – MAPA MENTAL DA CLASSE LINHA DE PESQUISA .....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXO F – MAPA MENTAL DA CLASSE DISCIPLINA.....</b>	<b>107</b>
<b>ANEXO G – MAPA MENTAL DA CLASSE CRÉDITO .....</b>	<b>108</b>
<b>ANEXO H – MAPA MENTAL DA CLASSE ÁREA DE CONCENTRAÇÃO .....</b>	<b>109</b>
<b>ANEXO I – MAPA MENTAL DA CLASSE PROCESSO SELETIVO .....</b>	<b>110</b>



## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Na abordagem do primeiro capítulo são consideradas as principais informações que norteiam a pesquisa, tais como assuntos atrelados a identificação do problema, os objetivos da pesquisa tanto em caráter geral quanto específico, a justificativa, a aderência ao programa de pesquisa do Programa de Pós-Graduação de Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGEGC/UFSC), tanto quanto procedimentos metodológicos, limitações da pesquisa e demais conteúdos atrelados a estrutura do trabalho.

### 1.2 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Diversas instituições de ensino desempenham um papel fundamental para a comunidade acadêmica através da aderência de Campus Inteligente (*Smart Campus*) como linha de pesquisa. Campus Inteligente tem como base o desenvolvimento de métodos e ferramentas que visam uma gestão e controle inteligente dessas instituições. Abdrabbah et al. (2018) defendem que Campus Inteligente torna a vida acadêmica mais fácil, confortável e atrativa, e apontam *hardware* através do uso de sensores e wireless, pessoas como alunos e professores, e instituições como campus universitário, como elementos que compõem o conceito de *Smart Campus*.

Villegas-Ch et al. (2020), afirmam que cidades que fazem uso de arquiteturas robustas como processamento em nuvem para análise e aquisição de dados, aplicadas a solução de problemas como mobilidade e segurança, ou também na personalização de serviços, são considerados ambientes inteligentes. Tecnologias da informação e comunicação estão inseridas na sociedade por gerenciarem uma grande quantidade de informações e são aplicadas por universidades, contribuindo para a melhoria de modelos e de processos, e ajudando as organizações com a aquisição de conhecimento. Embora o domínio de conhecimento seja distintos entre Cidades Inteligentes e Campus Inteligente, ambas apresentam semelhanças com relação a aquisição, armazenamento, recuperação da informação.

Em sua pesquisa, Villegas-Ch et al. (2020) também defendem que o uso de tecnologias como *Internet Of Things (IOT)*, Inteligência Artificial (IA), análise de dados e computação em nuvem operando de forma associada são a essência do termo *Smart Campus*. Essas tecnologias contribuem com o aprimoramento de serviços, resultando na transformação gradual de diversos ambientes universitários em Campus Inteligente, em que o foco principal é a melhoria do

processo de aprendizado do aluno, através de um ecossistema que orienta seus recursos para atender a necessidade da comunidade acadêmica de forma sustentável. Dispositivos de internet das coisas (*IOT*) são utilizados na aquisição de dados gerados pela comunidade acadêmica, e tecnologias da informação empregam computação em nuvem integradas a esses dispositivos visando aquisição de conhecimento e tomadas de decisão.

Liu e LI (2018) defendem a importância da tecnologia da informação aplicada ao desenvolvimento educacional, e relatam que em 2010 seu país a China, decidiu focar no investimento de computação em nuvem, computação em redes e internet das coisas com o propósito de elevar faculdades e universidades ao patamar de *Smart Campus*.

Os autores apontam a diferença entre campus digital que possui um foco em infraestrutura e negócios e de Campus Inteligente focado na integração de recursos e serviços baseados em pessoas. Assim, definem *Smart Campus* como "...integração do trabalho, estudo e vida do campus, aplicando a tecnologia da Internet das Coisas..." (LIU e LI, 2018). Aplicativos para consultas, sistemas de cartão comum do campus e plataformas de serviços de informação para professores e alunos são somente algumas das inúmeras possíveis aplicações em *Smart Campus* exemplificadas pelos autores.

Com a pandemia da COVID-19, Villegas-Ch *et al.* (2020) afirmam que as instituições de ensino enfrentaram um ambiente totalmente novo em suas áreas administrativas, devido ao aumento de demandas no atendimento que forçam a divisão de tarefas com os diversos setores da instituição. A falta de atendimento no formato presencial, causou um aumento da demanda por atendimento através de meios virtuais, resultando em uma sobrecarga de atendimento. Por consequência as solicitações geradas por muitas vezes fogem do domínio de conhecimento atrelado ao membro da instituição como por exemplo, a função do professor que no lugar de focar na aprendizagem, se obriga a dedicar seu tempo na solução de problemas acadêmicos demandados pelos alunos.

Os autores Muhyidin *et al.* (2020) da *Yogyakarta State University* (UNY) na Indonésia, apontam que a falta de comunicação eficaz com o público resulta de fatores como demora em responder a perguntas novas e também pela alta quantidade de perguntas repetidas, restrições de tempo e pessoal no atendimento, e questionamentos que estão além da área de conhecimento. Para eles, "A tecnologia preencherá a lacuna de pessoas incompetentes e tornará os sistemas mais confiáveis." (Muhyidin *et al.*, 2020). Os autores também defendem que problemas com

atendimento a demandas dos alunos podem ser solucionados com auxílio de Inteligência Artificial, operando em tempo real, e com disponibilidade imediata.

Em sua pesquisa Muhyidin *et al.* (2020), utilizaram *chatbots* como meio de comunicação em sistemas aplicados a relações públicas com o objetivo de superar as limitações da organização e ressaltam que *chatbots* precisam atender a padrões de qualidade evitando assim erros operacionais como respostas irrelevantes aos questionamentos dos usuários.

Villegas-Ch *et al.* (2021), apontam que *chatbots* são capazes de melhorar a experiência do usuário atendendo a demandas como informações sobre cursos aproximando pessoas da comunidade acadêmica e resultando na redução da carga administrativa.

Mekni *et al.* (2020), aplicaram um modelo de Assistente Virtual Inteligente para estudantes nas universidades de Century College, Metro State University and St. Cloud State University em Minnesota. Partilham da mesma opinião ao declarar que no meio acadêmico muitos alunos passam por dificuldades devido a deficiência na clareza de informações como cursos, agendamentos e outros. Afirmam também, que o suporte fornecido por um sistema de *chatbot* no papel de Assistente Virtual Inteligente, apresenta resultados positivos quando aplicados no atendimento de alunos, professores e funcionários.

Nessa linha, os autores afirmam que dentre as tarefas atribuídas a estudantes universitários, também estão a busca por informações relacionadas a cursos, como créditos, horários, professores etc., e que o abandono anual de cursos tem uma taxa que varia entre 10% e 20% quando ocorre a falta de um suporte adequado, principalmente quando o aluno é de baixa renda ou de primeira geração.

Ferramentas como *chatbots* contribuem com o aprimoramento da gestão das instituições de ensino, através da elucidação de conhecimento adquirido a partir da interação com alunos, professores e demais usuários ligados ou não ao campus, além de permitirem a integração com sistemas externos que atendam o conceito de Campus Inteligente.

Villegas-Ch *et al.* (2021), definem *chatbot* como um software que automatiza processos sem a intervenção humana, lidando com respostas obtidas através de técnicas de Inteligência Artificial (IA) ou a aplicação de um fluxo estruturado. Alinhado a isso, os autores Suhaili *et al.* (2021), complementam e exemplificam que a comunicação com um *chatbot* pode ser feita através de dois caminhos como mensagens por texto utilizando *Messenger*, *Slack* e *Telegram*, ou mensagens por voz utilizando *Alexa*, *Siri* e *Cortana*.

Além de técnicas de Inteligência Artificial (IA) citadas, Suhaili *et al.* (2021), também apresentam o uso de Máquina de Aprendizado e Processamento de Linguagem Natural como mecanismos que contribuem para que um *chatbot* tenha uma abordagem mais eficiente.

Pesquisas recentes como a efetuada por Bortoli *et al.* (2020), delineiam uma nova geração de comunicação entre humanos e máquinas constituída por interfaces conversacionais, como *Apple Siri* no *iPhone 4S* em 2011, *Google Now* (2012), *Alexa* da *Amazon* em 2014, *Google Assistant* (2016) e *Google Home*. Afirmam também, que essas interfaces convertem sinais acústicos como a fala em textos, liberando o usuário de interfaces com telas de interação.

Os autores Mekni *et al.* (2020), apontam que sistemas de *chatbot* estão mais acessíveis a organizações de pequeno e médio porte, devido ao avanço de técnicas de Inteligência Artificial (IA) e Processamento de Linguagem Natural (PLN). Também citam empresas como Google, Amazon e Microsoft como líderes no mercado e retentoras de *chatbots* proprietários.

Em sua revisão sistemática Pérez, Daradoumis e Puig (2020) classificam ferramentas de *chatbot* voltadas a educação em dois grupos: orientados a serviço e orientados ao ensino, sendo os *chatbots* voltados ao ensino podendo ser classificados em ensino formal e não formal. Ressaltam ainda que o papel dos *chatbots* aplicados na educação não se limita apenas a assistentes virtuais, mas existem testes de *chatbots* atuando no papel de pacientes virtuais aplicados no treinamento de enfermeiros por exemplo.

Os *chatbots* orientados a serviço focam na execução de tarefas principalmente voltadas a assistência de suporte como *Frequently Asked Questions (FAQs)*, onde já tiveram sucesso comprovado em diversas áreas como bancos, atendimento ao cliente e em medicina por exemplo. Dentre os principais serviços desta categoria estão respostas de dúvidas de alunos em período de matrícula, serviços de admissão, processo de registro, suporte a cursos, perguntas frequentes sobre a comunidade universitária e exigências acadêmicas, Introdução do estudante na vida acadêmica e serviços de biblioteca.

Já *chatbots* orientados ao ensino geralmente focam em gerar conhecimento sobre um domínio específico atuando como um tutor virtual nos mais diversos assuntos voltados ao incentivo do aprendizado através de conversa com o aluno.

Questões éticas e acessibilidade também são tópicos a serem considerados no desenvolvimento de soluções baseadas em *chatbots*. Casas *et al.* (2020), alertam a utilização de *chatbots* com fins maliciosos com forte atuação nas eleições presidenciais dos EUA em 2016.



Pérez, Daradoumis e Puig (2020) ressaltam a importância da inclusão feminina em carreiras como engenharia, ciência, tecnologia e matemática, principalmente do que diz respeito a treinamento de sistemas de *chatbot*, sugerindo ainda a inclusão de minorias étnicas, culturais ou de gênero. Os autores justificam esse apontamento com base em situações nas quais para a mesma pergunta o *chatbot* forneceu respostas diferentes a usuários distintos. Quanto a acessibilidade os autores afirmam não ser um requisito muito presente no desenvolvimento, o que os torna difícil para ser utilizados por pessoas com deficiência, entretanto, existem pesquisas de desenvolvimento de *chatbot* feito por alunos cegos que resultaram no aprendizado de ciência da computação.

Outro ponto importante levantado por Pérez, Daradoumis e Puig (2020) está atrelado a diversidade cultural. Para os autores “...os *chatbots* podem ser orientados para enfrentar diferentes casos de diversidade cultural, melhorando e aprimorando suas oportunidades.”. Sua pesquisa aponta a importância dos pais na educação dos filhos, e a contribuição que um *chatbot* treinado adequadamente com valores, normas sociais e culturais, através de um diálogo culturalmente inclusivo, fortalece a sensação de pertencimento do usuário no ambiente que está inserido. Os autores concluem seu estudo apontando a falta de padronização dos modelos adotados no desenvolvimento dos *chatbots* dentre os artigos revisados, sugerindo como pesquisas futuras mais detalhes relacionados a linguagens de programação e mais clareza em relação aos ambientes adotados para a aplicação dos *chatbots*.

Considerando as questões abordadas mostram a importância de associar conhecimento no desenvolvimento de ferramentas interativas como *chatbots*. Al-Zubaide e Issa (2011) e Herrera e Piedra (2020), adotam o uso de ontologias que interagem com bases de conhecimento, que tornam a informação legível, compartilhável e compreensível pelo homem e a máquina. Dessa forma é possível criar *chatbots* capazes de abordar com maior abrangência, diversos domínios de conhecimento.

Para Al-Zubaide e Issa (2011), existe uma grande quantidade de informações armazenadas em bancos de dados na forma de ontologia, causando uma dificuldade na recuperação dessas informações uma vez que faltam interfaces adequadas para essas interações. Afirmam que a falta de interfaces está atrelada à necessidade de utilizar linguagens de programação ou programas específicos para as consultas. Como solução, apresentaram um *chatbot* baseado em ontologia com o propósito de ser aplicado a vários domínios, sendo escalável, dinâmico e inteligente.

Nesse contexto, a pergunta de pesquisa do trabalho é:

Como a formalização do conhecimento contribui no desenvolvimento de um Assistente Virtual para atender demandas de informações administrativas de alunos de um curso de pós-graduação?

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Objetivo Geral

Propor um Assistente Virtual baseado em conhecimento para atender às demandas de informações administrativas de um curso de pós-graduação.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

1. Identificar os diferentes tipos de assistentes virtuais ou *chatbots*;
2. Levantar os principais serviços de *chatbot* disponíveis e suas características;
3. Modelar o conhecimento necessário para fornecer as informações demandadas à secretaria de um curso de pós-graduação em uma ontologia de aplicação;
4. Propor um modelo que integre os serviços de *chatbot* disponíveis e uma ontologia de aplicação;
5. Realizar a prova de conceito do modelo proposto em um curso de pós-graduação.

### 1.4 JUSTIFICATIVA

Ao ingressar em cursos de pós-graduação, os estudantes encaram uma nova rotina em sua trajetória acadêmica e se deparam com um modelo de ensino diferente do que já vivenciavam, resultando em um aumento de demandas relacionadas a assimilação de processos administrativos como quantidade de créditos e quantidade de defesas a assistir, paralelos a conteúdos acadêmicos em um curto espaço de tempo.

Incorporado a esse aumento da demanda, Mekni *et al.* (2020) constataram que a falta de suporte no meio acadêmico causa o aumento da desistência em cursos por parte dos estudantes. Em todo o mundo o universo acadêmico também sofreu com a pandemia causada pela COVID-19, e como consequência disso, Villegas-Ch *et al.* (2020) constataram o aumento por meios digitais da demanda de alunos por informações em diversos domínios, causando uma

sobrecarga e muitas vezes o desvio das funções nos papéis da secretaria, professores e administração nas universidades.

Ferramentas de *chatbots* apresentam-se como uma solução adequada quando aplicados ao atendimento de alunos, reduzindo os impactos dos problemas citados como o aumento da demanda e a evasão de alunos, pelo fato de lidarem com diversos usuários simultaneamente, além de serem confiáveis e disponíveis 24 horas por dia conforme Villegas-Ch *et al.* (2020). Os autores, desenvolveram uma solução baseada em um Assistente Virtual inteligente utilizado no apoio a professores, estudantes e funcionários, aplicado em três instituições acadêmicas dos Estados Unidos.

Fernanda e Peter (2017) afirmam que para atender às demandas com maior agilidade, uma vez que a sociedade está exigindo cada vez mais decisões rápidas das organizações, adequações a questões legais e adaptação rápida às variações econômicas, são necessárias uma boa governança, aquisição, compartilhamento, validação e publicação de conhecimento por parte das instituições.

Com base nessas premissas, este estudo visa desenvolver um Assistente Virtual baseado em conhecimento e orientado a serviço na visão de Pérez, Daradoumis e Puig (2020), para atender a demandas administrativas de um curso de pós-graduação. Com o uso de ontologias, técnicas de Inteligência Artificial (IA) e ferramenta de *chatbot* disponibilizada por serviços de nuvem, o Assistente Virtual irá atender a demandas digitais direcionadas a secretaria, de acordo com Villegas-Ch *et al.* (2020). Os benefícios apresentados à comunidade acadêmica com a inclusão de uma ontologia, é um diferencial inovador e desafiador por estarem sendo aplicadas a arquiteturas já estabelecidas e muito utilizadas de serviços em nuvem não somente no meio acadêmico, mas também no mundo corporativo.

Embora a revisão de literatura tenha elencado diversos problemas e respectivas soluções atreladas ao uso de *chatbot*, percebeu-se uma falta de utilização por parte dos autores, de recursos como o uso de serviços de nuvem disponibilizados por grandes organizações como *Google*, *Amazon* e *Microsoft*. No Quadro 1 é disponibilizada uma relação dos principais trabalhos identificados neste estudo que focam em sistemas com *chatbot* na área de educação.

Quadro 1 - Principais trabalhos na área.

<b>Título</b>	<b>Ano</b>	<b>Autor</b>	<b>Relevância</b>
<i>Implementation of a Virtual Assistant for the Academic Management of a University with the Use of Artificial Intelligence</i>	2021	Villegas-Ch,W., García-Ortiz, J., Mullo-Ca, K., Sánchez-Viteri, S.& Roman-Cañizares. M.	Alta
<i>Integración de un chatbot a un LMS como asistente para la gestión del aprendizaje</i>	2020	<u>Arias-Navarrete, Xavier Iván Palacios-Pacheco, William Villegas-Ch.</u>	Alta
<i>Ontology design proposal to formalize knowledge and manage responses in a conversational interface of the Open Campus Initiative</i>	2020	Herrera, A., J., Piedra, N.	Alta
<i>A Smart Virtual Assistant for Students</i>	2020	Mekni, M., Baani, Z., Sueliman, D.	Média
<i>Rediscovering the use of chatbots in education: A systematic literature review</i>	2020	Pérez, J. Q., Daradoumis, T., Puig, J. M. M.	Média
Construção de ontologia na prática: um estudo de caso aplicado ao domínio obstétrico	2017	Farinelli, F., Elkin, P. L.	Média
<i>OntBot : Ontology based ChatBot</i>	2011	Al-Zubaide, H., Issa, A. A.	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Embora o nosso Assistente Virtual resolva problemas administrativos, em seu estudo Villegas-Ch et al. (2021), identificaram problemas acadêmicos e econômicos principalmente em universidades privadas por decorrência da pandemia que resultaram no aumento da taxa de evasão escolar devido a diminuição da qualidade do ensino. Apontaram como solução um *chatbot* focado em fornecer informações sobre cursos, disponibilizado em diversos canais da faculdade, aliviando a demanda de requisições para o setor administrativo. Os autores apontam como aprimoramento o desenvolvimento do *chatbot* a aprendizagem de forma não supervisionada com técnicas de Inteligência Artificial (IA), alimentada pelas interações dos alunos, tornando o sistema mais versátil.

Arias-Navarrete et al. (2020), desenvolveram um modelo de *chatbot* baseado em aprendizagem e integrado a um sistema de *Learning Management System (LMS)*, capaz de identificar as necessidades dos alunos através de técnicas de Inteligência Artificial (IA), e fazer recomendações com base nessas carências. Justificam como aprimoramento a aplicação do modelo como assistente de professores e no administrativo das universidades. “LMS é uma tecnologia baseada em nuvem usada pelo corpo docente para fornecer conteúdo, monitorar a participação e avaliar o desempenho dos alunos” (MEKNI et al. 2020).

Herrera e Piedra (2020), focaram seu estudo no detalhamento de *chatbots* multipropósitos baseados em ontologias, que interagem com bases de conhecimento que empregam o conceito de *Linked Data*. Sugerem o desenvolvimento de interfaces visuais com o intuito de aprimorar a ontologia, tais como inserir novas intenções, criar novas relações, entre outros, além de, ser possível extrair novas entidades a partir de interações feitas com a interface de conversação.

Mekni et al. (2020), apontaram um aumento da educação online, uma vez que, segundo sua pesquisa, 51% da população atual tem acesso à internet. Para eles, os alunos que aderem a esse tipo de educação passam por diversas dificuldades como se integrar aos serviços, tarefas, prazos entre outros. O modelo desenvolvido por eles apresenta um *chatbot* atuando como Assistente Virtual inteligente, servindo como apoio a faculdades e universidades de Minnesota. Sugerem a integração do sistema a um *Learning Management System (LMS)* como estudos posteriores focado na identificação de fatores de riscos como desafios tecnológicos e tarefas atrasadas.

## 1.5 ADERÊNCIA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

Para Farinelli e Elkin (2017), a Ciência da Informação contribui através de teorias que buscam organizar e representar o conhecimento, aplicado a problemas cotidianos da sociedade. Um dos mais importantes recursos que guiam este estudo é o conhecimento, também foco de pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGEGC / UFSC). Dresch, Lacerda e Júnior (2015) sintetizam que o conhecimento é gerado a partir da ciência, através de duas vertentes, sendo elas ciência fatural, baseada em evidências empíricas, e a ciência formal na qual subdivide-se em ciências sociais, em que visa explicar as conclusões que pessoas tiram de um objeto, e ciências naturais caracterizada com uma abordagem analítica e descritiva, e focada em gerar o conhecimento através do entendimento de como as coisas funcionam.

Compete a Engenharia do Conhecimento, o estudo e desenvolvimento de ferramentas que contribuam para com a aquisição, o armazenamento e a disseminação do conhecimento nas organizações focadas em atividades intensivas ao conhecimento. Rochadel, Souza e Dandolini (2017) ressaltam que Engenharia do Conhecimento objetiva gerar valor tecnológico, científico e econômico definindo uma terminologia padrão, como ontologias. Para tal, a Engenharia do conhecimento considera a semântica das informações e a interoperabilidade dos processos.

A proposta do Assistente Virtual para atender às demandas de curso de pós-graduação, correlaciona-se com a Engenharia do Conhecimento através de atribuições de ferramentas baseadas em Inteligência Artificial (IA) e Ontologia, atrelado a linha de pesquisa denominada Teoria e Prática em Engenharia do Conhecimento. Além do levantamento teórico da pesquisa, será desenvolvido um protótipo de um *chatboot* em nuvem, atuando como Assistente Virtual, aplicado no atendimento de alunos no Programa de Pós-Graduação, envolvendo diversas ferramentas e linguagens de programação, destacando assim, a interdisciplinaridade contribuindo para com a solução de problemas complexos. Tornam-se indispensáveis para este estudo, disciplinas como Fundamentos de Engenharia do Conhecimento, Métodos e Técnicas em Extração de Conhecimento, Métodos e Técnicas em Engenharia do Conhecimento, Desenvolvimento de Ontologias para Engenharia do Conhecimento, E Inteligência para Inovação, todas ofertadas no programa.

Em revisão efetuada com base nos títulos, assuntos e resumos no Repositório Institucional da UFSC, bases do PPGEGC, não foram identificados estudos com relação direta com o tema dessa dissertação, entretanto listados no Quadro 2, foram identificados trabalhos que exploraram técnicas semelhantes às utilizadas nesse estudo como campus inteligente, ontologia, agentes e modelagem de conhecimento.

Quadro 2 - Principais trabalhos relacionados ao tema

Ano	Título	Autor	Orientador	Tipo
2021	Método de identificação de padrões em discurso político a partir da descoberta de conhecimento	Welter, Márcio	Prof. Dr. João Bosco da Mota Alves	Dissertação
2019	Compartilhamento de conhecimento por grupos de pesquisa: mídias, utilização e potencialidades	Souza, Rayse Kiane de	Prof. Dr. Marcio Vieira de Souza	Dissertação
2017	Aplicação de um modelo adaptativo de tutores inteligentes para disseminação do conhecimento em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem: Cecilia Estela Giuffra Palomino; orientadora, Marina Keiko Nakayama, coorientador, Ricardo Azambuja Silveira	Palomino, Cecilia Estela Giuffra	Prof <sup>a</sup> . Dr <sup>a</sup> . Marina Keiko Nakayama	Tese
2015	Um modelo baseado em ontologia para suporte a tarefa intensiva em conhecimento de recomendação	Silva, Thales do Nascimento da	Prof. Dr. Alexandre Leopoldo Gonçalves	Dissertação
2012	Uma Arquitetura de business intelligence para processamento analítico baseado em tecnologias semânticas e em linguagem natural	Silva, Dhiogo Cardoso da	Prof. Dr. Denilson Sell	Dissertação
2012	Modelo de conhecimento para mapeamento de instrumentos da gestão do conhecimento e de agentes computacionais da engenharia do conhecimento baseado em ontologias	Rautenberg, Sandro	Prof. Dr. José Leomar Todesco	Dissertação
2011	Concepção e implementação de plataforma para gestão do conhecimento em programas de pós-graduação	Teixeira, Daniel Lemos	Prof. Dr. Fernando José Spanhol	Tese

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

## 1.6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Alicerçado nos conceitos previamente apresentados, esta pesquisa apresenta base tecnológica de natureza aplicada ou de ordem prática, com a finalidade de gerar resultados que facilitam o cotidiano de profissionais, defendida por Dresch, Lacerda e Júnior (2015). Considera também uma visão de mundo pragmática na concepção de Creswell (2010), gerada pela preocupação existente em solucionar o problema, utilizando as mais diversas abordagens aplicadas a compreensão do problema, além de utilizar uma abordagem exploratória quanto aos objetivos do estudo, através de métodos compostos por entrevistas e levantamento bibliográfico (GERHARDT e SILVEIRA, 2009).

Quanto aos procedimentos adotados, o estudo enquadra-se como pesquisa-ação devido a metodologia sistemática e a participação ativa dos pesquisadores em busca da solução do

problema conforme Gerhardt e Silveira (2009). [...gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais.”] (GERHARDT e SILVEIRA, 2009). Além de produzir conhecimento prático e teórico, através do envolvimento direto não somente dos pesquisadores, mas dos demais envolvidos na solução do problema, o pesquisador pode adotar dois papéis paralelamente, tanto como avaliador em alguma técnica de intervenção, quanto como participante na implementação de um sistema (DRESCH, LACERDA e JÚNIOR, 2015).

O foco principal deste estudo está em contribuir com a ciência através da produção de conhecimento. Dresch, Lacerda e Júnior (2015) sustentam que o pivô do conhecimento é a ciência, e a educação é um dos alicerces da produção científica. Acrescentam também que o avanço do conhecimento científico parte da pesquisa, com o intuito de solucionar problemas pontuais ou comprovar teorias. Para eles a falta de informação adequada e sistematizada sobre um determinado assunto são motivadores para a pesquisa. Os autores definem pesquisa como “...uma investigação sistemática cujo objetivo central costuma ser o desenvolvimento ou refinamento de teorias e, em casos, a resolução de problemas.” (DRESCH, LACERDA e JÚNIOR (2015)), podendo ser de caráter teórico limitando-se ao progresso científico, ou prático sendo aplicada na solução de problemas, este segundo sendo adotado neste estudo.

Um método de pesquisa adequado é o que torna confiável o conhecimento científico de acordo com Dresch, Lacerda e Júnior (2015). Os autores apresentam e descrevem em sua obra o método de pesquisa *Design Science Research (DSR)*, como um método aplicado na solução de problemas, definindo-o como um método que tem por finalidade o desenvolvimento de artefatos a partir do entendimento do problema. Aken *et al.* (2016) definem *DSR* como “... uma estratégia de pesquisa voltada ao conhecimento)” (AKEN *et al.*, 2016), declarando que projetos baseados em *DSR* tem relevância prática significativa, com características genéricas e bem documentadas.

Com base no método *DSR*, abordado por Dresch, Lacerda e Júnior (2015) e Aken *et al.* (2016), no qual objetiva a construção de artefatos em nível satisfatório, focados na solução de problemas, esta dissertação classifica-se como uma Pesquisa-Ação, apresentando características exploratórias, descritivas e explicativas, que visa contribuir com conhecimento teórico e prático (DRESCH *et al.* 2015), uma vez que será desenvolvido o código do *chatbot* através de uma linguagem de programação compatível com plataformas *web*. A abordagem adotada para a análise será Análise de Conteúdo pelo fato de ser focada no significado da



mensagem (DRESCH *et al.* 2015 *apud* BARDIN, 1993). Os autores também afirmam que a análise de conteúdo pode elaborar indicadores qualitativos e quantitativos atenuando a subjetividade comumente encontrada em pesquisas qualitativas, auxiliando assim, o pesquisador nas mensagens comunicadas (DRESCH *et al.* 2015 *apud* CAPELLE, MELO, GONÇALVES, 2003).

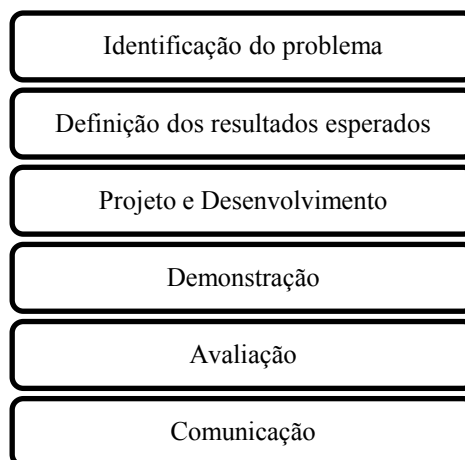
Dessa forma, ao identificar uma anomalia o desenvolvedor poderá consultar a documentação e os relatórios para efetuar ajustes. A intenção é que o conhecimento e por consequência a capacidade de análise do Assistente Virtual venha aumentando ao decorrer das interações com os usuários.

### 1.6.1 Design Science Research (DSR)

A metodologia definida *Design Science Research (DSR)* possui base tecnológica, podendo ser definida como “Ciência do Artificial”, “Ciência da Engenharia” ou “Ciência do Projeto” e surgiu a partir das limitações encontradas pelas metodologias de pesquisa atreladas às ciências denominadas tradicionais, como ciências naturais e ciências sociais, que apresentam limitações quando aplicadas a criações de artefatos ou na solução de problemas cotidianos, por terem como objetivo explorar, explicar, descrever e prever, enquanto a *DSR* visa a diminuição da distância entre o estudo teórico através da elucidação do conhecimento sobre como projetar, atendendo rigorosamente a viabilidade científica, e a aplicação prática através da construção de artefatos que solucionem um problema levantado, objetivando a validade pragmática, segundo Dresch, Lacerda e Júnior (2015).

Em sua obra Dresch, Lacerda e Júnior (2015) apresentam uma *timeline* envolvendo uma revisão dos principais métodos desenvolvidos com o objetivo de operacionalizar o modelo *DSR*, e apontam características essenciais que evidenciam sua similaridade, como uma adequada definição do problema a ser solucionado, desenvolvimento do artefato para a solução do problema, levantamento de requisitos adequado e avaliação do artefato, ou seja, se a solução proposta realmente atende à necessidade. Dentre os diversos paradigmas apresentados, destaca-se o modelo desenvolvido e apresentado por Peffers *et al.* (2007), exibido na Figura 1, por apresentar maior clareza e objetividade na projeção e desenvolvimento de artefatos, alinhando-se com os critérios de escolha do melhor método, abordados por Dresch, Lacerda e Júnior (2015).

Figura 1 – Modelo DSR sugerido por Peffers et al. (2007)



Fonte: Adaptado de Dresch, Lacerda e Júnior (2015).

Com base na descrição definida por Peffers *et al.* (2007), o primeiro tópico denominado “identificação do problema e motivação” consiste em uma clara justificativa esclarecendo a complexidade que envolve a definição do problema e da solução proposta, motivando ambas as partes (pesquisador e público) na busca da solução e na compreensão dos resultados obtidos na pesquisa.

Para a segunda atividade, “definição dos objetivos da solução” ou “definição dos resultados esperados”, é importante compreender quais são os objetivos tangíveis com base no problema identificado. Os objetivos podem ser de caráter qualitativo, apresentando uma descrição do que é esperado da solução desenvolvida, ou pode ter critérios quantitativos como situações em que a solução é melhor do que as soluções atualmente propostas.

A atividade designada “Projeto e desenvolvimento”, consiste no projeto de desenvolvimento do artefato, baseado na pesquisa efetuada e no conhecimento teórico que pode ser aplicado a solução do problema.

Relacionado a quarta atividade tem-se o tópico “Demonstração”, focado em comprovar através de qualquer procedimento seja ele experimentação utilizado nesse estudo, simulação ou demais forma adequada, a aplicabilidade da solução proposta ao problema levantado.

“Avaliação” está amarrada a quinta atividade e consiste na validação adequada do artefato, ou seja, mensurar quantitativamente o quão próximo o produto de fato alcançou os resultados esperados. A avaliação quantitativa pode provir de feedbacks do cliente, medidas diretas de desempenho, pesquisas de satisfação ou simulações, e a partir deste resultado os

pesquisadores podem definir se a pesquisa avança para a etapa final (“Comunicação”) ou então se retorna a terceira atividade (“Projeto e Desenvolvimento”) para a melhoria de processos.

Na situação em que a pesquisa avança para a atividade de “Comunicação” (sexta atividade), é feita a divulgação da pesquisa em questão, abrangendo todo o conteúdo envolvido como a importância do problema identificado, utilidade da solução proposta e o produto resultante. Os autores sugerem que a divulgação seja em formato de artigo demonstrando o rigor do estudo e com estrutura baseada nesse processo, podendo ser disseminado para todos os públicos relevantes.

Peppers *et al.* (2007) ressaltam que o pesquisador não precisa ser fiel a ordem explícita no processo, mas sim, julgam adequada uma maleabilidade adaptada a situação por ele deparada. Como exemplo os autores afirmam que é adequado iniciar da primeira etapa em casos que a situação deparada pelo pesquisador parte da observação de um problema ou de uma pesquisa futura sugerida em um artigo. Partindo da segunda etapa sugerem quando há a necessidade do desenvolvimento de um artefato a partir de um problema já identificado. Partiria da terceira etapa nos casos em que o artefato já existe, mas seria adequado a solução de um novo problema explicitado. E exemplificam por último a situação de consultoria, em que já exista uma solução prática em funcionamento que possa ser estudada gerando uma pesquisa no formato *Design Science*.

## 1.7 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

O propósito deste trabalho limita-se ao desenvolvimento de um Assistente Virtual com habilidades circunscritas ao atendimento de questões administrativas voltados ao público acadêmico de curso de pós-graduação, restringindo-se apenas informações genéricas sobre cursos, calendário acadêmico, disciplinas e demais domínios de conhecimento que venham a surgir com sua evolução, sendo respostas para questões que não envolvam informações de confidencialidade do aluno ou da instituição.

## 1.8 ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura definida para este trabalho está composta por 5 capítulos. O primeiro capítulo designado “introdução”, foram apresentadas as considerações iniciais, identificado o problema de pesquisa, também os objetivos de natureza geral e específica, a aderência ao programa de pós-graduação, o procedimento metodológico utilizado e respectivas limitações consideradas para a pesquisa.

A revisão da literatura compõe o segundo capítulo, por meio da abordagem e definição de temas como inteligência artificial, *machine learning*, processamento de linguagem natural, agentes e avaliação dos Chatbots, ontologias, *RDF*, e trabalhos publicados relacionados com o tema de estudo.

Baseada na abordagem DSR, o terceiro e o quarto capítulo tem como propósito formalizar e desenvolver a proposta. Para tal, os capítulos expõem uma revisão da literatura voltada a conscientização do problema, identificação dos artefatos e respectivas classes de problemas, coleta de dados, além da proposição, projeto, desenvolvimento e avaliação do artefato e análise dos resultados em prol da solução do problema.

Por fim, o quinto capítulo apresenta os resultados obtidos a partir da pesquisa efetuada, expondo os benefícios viabilizados pelo Assistente Virtual, além formas de aprimoramento e sugestões de estudos futuros.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo serão abordados e fundamentados os conceitos dos principais componentes que integram o modelo com base na revisão de literatura efetuada, facilitando a compreensão da pesquisa. Serão apresentadas as concepções de Inteligência Artificial (IA), *Machine Learning (ML)*, Processamento de Linguagem Natural (PLN), *Chatbot* e principais arquiteturas, delineamento de Ontologia e a organização de triplas em formato *Resource Description Framework (RDF)*.

### 2.1 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Um dos principais precursores da Inteligência Artificial foi Alan Mathison Turing com seu artigo “*Computing Machinery and Intelligency*” publicado em outubro de 1950, após a segunda guerra mundial, popularizado como “Teste de Turing”. Turing (1950) abordou temas como Computadores Digitais e Aprendizagem de Máquina, propondo a formalização de um desafio através de um diálogo textual, no qual o objetivo do interrogador é descobrir se está dialogando com um ser humano ou uma máquina, e caso não consiga identificar a máquina, concluindo assim, que está interagindo com um humano. Turing (1950) definiu que ao interagir com um humano sem ser identificada, a máquina será considerada inteligente. Alicerçado no “Teste de Turing” pode-se afirmar que ao ser aprovada nesse teste, a máquina apresenta uma inteligência mesmo que limitada, criada de forma artificial.

Queremos também permitir a possibilidade de que um engenheiro ou equipe de engenheiros possa construir uma máquina que funcione, mas cujo modo de operação não possa ser satisfatoriamente descrito por seus construtores porque eles aplicaram um método amplamente experimental. (TURING, 1950, p.435).

A pós o fim da Segunda Guerra Mundial várias frentes de estudo e aprimoramento foram viabilizadas nas mais diversas áreas. Os autores Russell e Norvig (2013) decorrem historicamente sobre o termo Inteligência artificial e apontam que desde seu surgimento em 1956, é considerado conjuntamente com o campo da biologia molecular, como a área favorita de pesquisa por diversos pesquisadores. “O campo da inteligência artificial, ou IA, vai ainda mais além: ele tenta não apenas compreender, mas também construir entidades inteligentes.” (RUSSELL e NORVIG, 2013). Em meio a diversas descrições elencadas por Cozman, Plonski e Neri (2021) de outras obras, uma definição denominada “ingênuas” pelos autores é referida como “a área que se ocupa de construir artefatos artificiais que apresentam comportamento inteligente” (COZMAN, PLONSKI e NERI, 2021). Para os autores, sistemas e dispositivos eletrônicos agregados de nomenclaturas como “*Smart*” e com efeitos diferenciados,

frequentemente são relacionados com o termo “Inteligência”, e afirmam que é necessário ficar mais atento a assuntos relacionados a Inteligência Artificial, mesmo que ainda não tenhamos uma definição precisa.

Faceli *et al.* (2011) relatam a importância da atribuição de técnicas de Inteligência Artificial na aquisição do conhecimento, aplicados a solução de desafios como entrevistas comumente feitas com especialistas com o intuito de compreender as regras aplicadas a tomadas de decisão. Tais entrevistas segundo os autores acabam intimidando o colaborador a ponto de obter-se pouca colaboração devido ao receio de perder sua vaga de trabalho após explicitar seu conhecimento.

Russell e Norvig (2013) destacam no Quadro 3 quatro campos de estudo de Inteligência Artificial (IA) distribuídos entre abordagem humanizada e racional nas perspectivas do pensamento e do comportamento, embora apresentem visões diferentes, interagem em conjunto para a evolução do assunto.

Quadro 3 - Definições de Inteligência Artificial por campo de estudo

<b>Pensando como um humano</b>	<b>Pensando racionalmente</b>
<p>“O novo e interessante esforço para fazer os computadores pensarem (...) máquinas com mentes, no sentido total e literal.” (Haugeland, 1985)</p> <p>“[Automatização de] atividades que associamos ao pensamento humano, atividades como a tomada de decisões, a resolução de problemas, o aprendizado...” (Bellman, 1978)</p>	<p>“O estudo das faculdades mentais pelo uso de modelos computacionais.” (Charniak e McDermott, 1985)</p> <p>“O estudo das computações que tornam possível perceber, raciocinar e agir.” (Winston, 1992)</p>
<b>Agindo como seres humanos</b>	<b>Agindo racionalmente</b>
<p>“A arte de criar máquinas que executam funções que exigem inteligência quando executadas por pessoas.” (Kurzweil, 1990)</p> <p>“O estudo de como os computadores podem fazer tarefas que hoje são melhor desempenhadas pelas pessoas.” (Rich and Knight, 1991)</p>	<p>“Inteligência Computacional é o estudo do projeto de agentes inteligentes.” (Poole et al., 1998)</p> <p>“AI... está relacionada a um desempenho inteligente de artefatos.” (Nilsson, 1998)</p>

Fonte: Adaptado de Russell e Norvig (2013).

Para Russell e Norvig (2013), o “Teste de Turing” evitou a necessidade da interação física entre o interrogador e a máquina, pois esse tipo de interação é desnecessário para a inteligência. Dessa forma, a abordagem humanizada que adota os campos “Pensando como um humano” e “Agindo como seres humanos” utiliza técnicas baseadas em ciências cognitivas, além de Processamento de Linguagem Natural (PLN), Representação do Conhecimento, Raciocínio Automatizado e Machine Learning (ML) com a intenção de fazer com que uma máquina pense e aja como um humano na solução de problemas. É perceptível neste ponto que

estudos relacionados a Inteligência Artificial (IA) apropriam-se não somente de técnicas singulares, mas sim, uma mescla de técnicas que variam ou não conforme o domínio em questão.

Para agir e pensar de forma racional, os autores relatam a utilização de técnicas de raciocínio lógico baseado em padrões obtidos através da matemática e da engenharia, que venham a fornecer modelos de argumentos que resultem em conclusões corretas. Porém os problemas enfrentados por essa abordagem, estão voltados a elucidação do conhecimento e na dificuldade de tornar-se prática de fato a solução ainda em teoria sobre um problema, sem que antes o algoritmo tenha uma orientação a respeito das etapas de raciocínio que deve seguir.

## 2.2 MACHINE LEARNING

A citação de Turing (1950) já apontava a necessidade e importância de técnicas que diferem de processos de programação procedural, tais como técnicas de Inteligência Artificial (IA) através da Aprendizagem de Máquina, operando sobre um modelo idealizado para que o computador tenha liberdade e abrangência na tomada de decisão. Para Burrell (2016) *Machine Learning (ML)* são aplicados em situações onde códigos explícitos não apresentam bons resultados. A aprendizagem é a forma com que os humanos adquirem novos comportamentos, e *Machine Learning (ML)* idealiza computadores agindo e pensando como seres humanos, servindo como suporte no desenvolvimento da inteligência, de acordo com Moroney (2020), e por meio de *Machine Learning (ML)*, o computador pode enxergar e ler como um humano através de técnicas de Visão Computacional e Processamento de Linguagem Natural (PLN) respectivamente.

Com o decorrer dos anos novas as técnicas de Inteligência Artificial (IA) com base em *Machine Learning (ML)* como a delineada por Turing em 1950, foram sendo criadas e aprimoradas. Burrell (2016) ressalta que a escolha do modelo a ser adotado para a solução de um problema está atrelado ao domínio de interesse. Shalev-Shwartz e Ben-David (2014) declaram que a decisão do uso de *Machine Learning (ML)* é aplicada de acordo com a complexidade do problema a ser resolvido e sua necessidade de adaptabilidade.

As tomadas de decisão e o processo de aprendizado são baseados nos dados inseridos no sistema e eventuais intervenções humanas. Villegas-Ch *et al.* (2021) mencionam que um sistema composto por técnicas de Inteligência Artificial (IA) tem a capacidade de analisar uma larga quantidade de dados, conhecido como *Big Data*, além de, identificar padrões e tendências

de uma forma eficiente e efetiva. Também listam uma gama de áreas nas quais utiliza-se Inteligência Artificial (IA) hoje em dia como *Siri* que é um assistente pessoal utilizando Processamento de Linguagem Natural (PLN), e Veículos Automáticos trabalhando um ramo mais complexo de Inteligência Artificial (IA) conhecido como *Deep Learning*, além de serviços fornecidos por grandes empresas como *Amazon*, *Google* e *Waze*.

Existem os mais diversos e complexos problemas que necessitam o uso de técnicas de Inteligência Artificial (IA) para serem solucionados. Os estudos ao longo dos anos focados na área resultaram em uma gama de técnicas especializadas. Autores como Chinnamgari (2019), Russell e Norvig (2013) e Sah (2020), categorizam *Machine Learning* (ML) através do tipo de aprendizado. No Quadro 4, são apresentados os principais algoritmos listados por Chinnamgari (2019) e agrupados por tipo.

- **Aprendizado Supervisionado:** É aplicado quando se está claro sobre o resultado que se deseja alcançar na solução de um problema. Sah (2020) afirma que o algoritmo aprende o mapeamento entre a entrada e a saída e sugere a utilização desse modelo quando os dados estão disponibilizados como entrada e respostas de saída. Russell e Norvig (2013) ressaltam que o agente aprende uma função a partir de pares de entrada e saída, e cria um mapeamento da entrada para a saída a partir dessa função;
- **Aprendizado Não-Supervisionado:** É utilizado quando os dados a serem utilizados não estão e/ou não são facilmente rotuláveis. Para Sah (2020) aprendizado não-supervisionado é aplicado quando não existe uma correspondência entre os dados disponíveis na entrada e a saída, dessa forma, o algoritmo busca relações entre os dados de entrada e saída através de padrões identificados nas características desses dados. Russell e Norvig (2013) definem algoritmos de agrupamento como os mais comuns para esse tipo de aprendizado;
- **Aprendizado Semi-Supervisionado:** Normalmente é aplicado no reconhecimento de padrões em imagens e é formado por uma mescla dos métodos Supervisionado e Não-Supervisionado, exigindo uma enorme quantidade de dados para treinamento. Sah (2020) ressalta que a organização dos dados está dada em uma mescla entre dados rotulados e não rotulados,



sendo uma pequena quantidade de dados rotulados e uma enorme quantidade de dados não rotulados;

- **Aprendizado por Reforço:** Foca em melhorar continuamente as estratégias aplicadas a solução de problemas através de feedbacks ou recompensas, monitorando seu percurso através de definições de recompensa e penalidades, otimizando o modelo para obter a máxima recompensa possível. “... o agente aprende a partir de uma série de reforços, recompensas ou punições.” (RUSSELL e NORVIG, 2013);
- **Aprendizado por Transferência:** Consiste na reutilização de um modelo adotado na solução de uma tarefa, aplicado a solução de outra tarefa relacionada.

Quadro 4 - Técnicas de Machine Learning por categoria

<b>Método</b>	<b>Algoritmo</b>
Aprendizado Supervisionado	<i>Classification and Regression Trees (CART), Logistic Regression, Linear Regression, Naive Bayes, Neural Networks, K-nearest neighbors (KNN), Support Vector Machine (SVM).</i>
Aprendizado Não-Supervisionado	<i>A Priori, Equivalence Class Transformation (ECLAT), Frequency Pattern Growth (FPG).</i>
Aprendizado Semi-Supervisionado	<i>Generative Adversarial Networks (GANs), Semi-Supervised Support Vector Machine (S3VMs), Graph-Based Methods, Markov Chain Method.</i>
Aprendizado por Reforço	<i>Q-Learning, State-Action-Reward-State-Action (SARSA), Deep Q Network (DQN), Deep Deterministic Policy Gradient (DDPG).</i>
Aprendizado por Transferência	<i>Interception-V3 Model, MobileNet, VCG Face, VCG 16, Google's Word2Vec Model, Stanford's GloVe Model.</i>

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Em complemento Faceli *et al.* (2011) atribuem aos modelos de aprendizado duas categorias denominadas: Preditiva, às quais concentram-se em prever um determinado resultado formando um modelo a partir de dados de treinamento que contenham atributos entradas a saídas; A outra categoria mencionada é a Descritiva, direcionada a encontrar e descrever associações entre grupos de atributos, a partir de um conjunto de dados.

Diante desse contexto, o Quadro 5 exhibe algumas das técnicas de Inteligência Artificial (IA) identificadas nos artigos apresentados.

Embora estejam explícitas as técnicas de Inteligência Artificial (IA) adotadas nos artigos, existem também técnicas implícitas como *Knowledge Discovery in Text (KDT)* apresentada por Ur-Rahman (2017), que consiste na descoberta de conhecimento através de técnicas de mineração de texto, muito utilizada em *NLP*, e até mesmo mescla de técnicas, que variam de acordo com a metodologia utilizada por cada um dos autores.

Quadro 5 - Técnicas de *Machine Learning* identificadas nos artigos

Artigo	Técnica	Autor
<i>Implementation of a Virtual Assistant for the Academic Management of a University with the Use of Artificial Intelligence</i>	<i>Natural Language Processing (NLP), Natural Language Generator (NLG) e Natural Language Understanding (NLU).</i>	Villegas-Ch, W., García-Ortiz, J., Mullo-Ca, K., Sánchez-Viteri, S. & Roman-Cañizares. M.
<i>Integración de un chatbot a un LMS como asistente para la gestión del aprendizaje</i>	<i>Knowledge Discovery in Databases (KDD), Natural Language Processing (NLP) e Artificial Neural Network (ANN).</i>	Arias-Navarrete, Xavier Iván Palacios-Pacheco, William Villegas-Ch.
<i>Ontology design proposal to formalize knowledge and manage responses in a conversational interface of the Open Campus Initiative</i>	<i>Knowledge Discovery in Databases (KDD).</i>	Herrera, A., J., Piedra, N.
<i>OntBot : Ontology based ChatBot</i>	<i>Natural Language Processing (NLP).</i>	Al-Zubaide, H., Issa, A. A.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

As técnicas apresentadas por Villegas-Ch *et al.* (2021) estão atreladas ao processamento da informação identificada no texto recebido pelo *chatbot* e na organização da resposta a ser fornecida para o usuário. A técnica *Natural Language Processing (NLP)* também utilizada por Al-Zubaide e Issa (2011), visa adquirir, identificar e processar a linguagem para que o *chatbot* entenda a intenção da requisição recebida. *Natural Language Understanding (NLU)* tem foco no entendimento da intenção do conteúdo recebido, ou seja, qual é a pretensão do usuário através do entendimento do texto. Segundo os autores, a técnica está altamente vinculada a *Machine Learning*. Por fim, *Natural Language Generator (NLG)* responsável por gerar uma resposta em um formato compreensível a humanos através de respostas pré-armazenadas.

Arias-Navarrete *et al.* (2020) adotaram as mesmas técnicas (*NLP*, *NLU* e *NLG*) de Villegas-Ch *et al.* (2021), acrescentando *Knowledge Discovering Databases (KDD)* e *Artificial Neural Networks (ANN)*. Arias-Navarrete *et al.* (2020) compreendem *KDD* como uma grande quantidade de dados contidos em formatos de documentos variados, exigindo muito trabalho

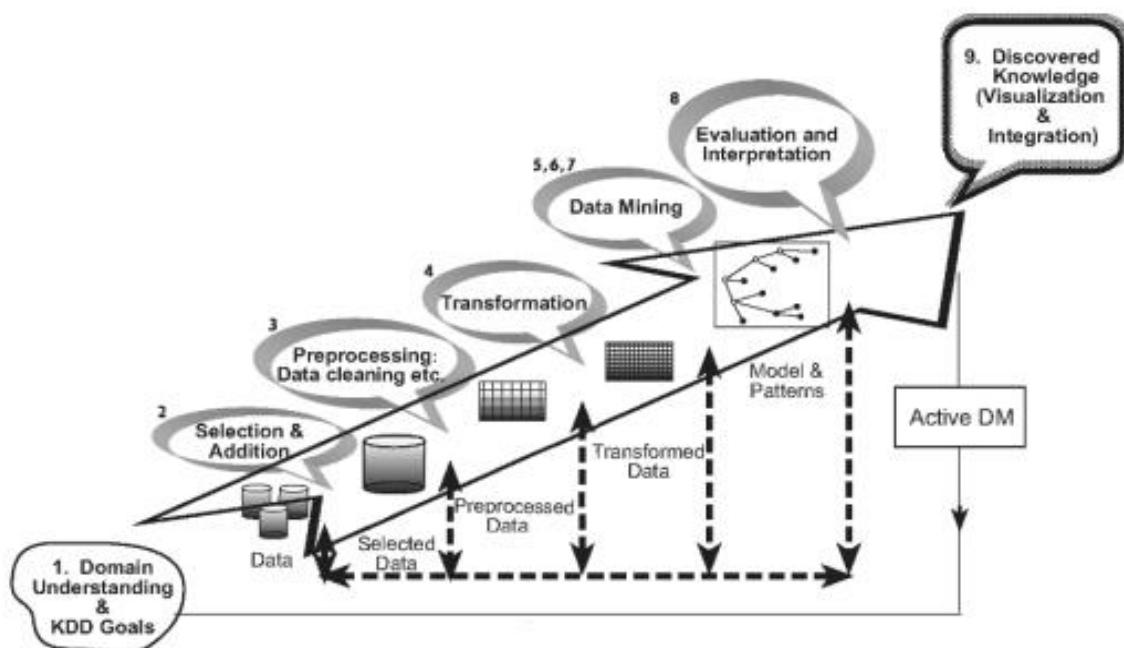
para a extração, condicionamento e armazenamento. Para isso, a técnica de *KDD* facilita a extração de conhecimento dessas mídias, dividindo o processo em categorias:

- **Seleção** – Fase onde se encontram todas as fontes de dados a serem extraídos.
- **Pré-processamento** – Efetua-se a primeira análise dos dados, extraído apenas dados utilizáveis, excluindo dessa forma, dados incompletos ou inconsistentes.
- **Transformação** – Efetua-se uma padronização dos dados a serem utilizados, com a finalidade de garantir sua qualidade e facilitar a mineração.
- **Padrões** – Os dados nessa etapa passam por diversas outras técnicas de IA com o intuito de identificar padrões como Classificação, Associação, entre outros, para serem utilizados na aplicação.

O modelo *KDD* é complementado por Maimon e Rokach (2010) através do delineamento de técnicas de Data Mining (*DM*), que para os autores representa o núcleo principal de *Knowledge Discovery in Databases*, responsável pela descoberta de padrões desconhecidos em amplos conjuntos de dados, explicitando seu contexto e permitindo predição e análise com a atribuição de uma vasta quantidade de métodos. De forma muito semelhante ao modelo *KDD* apresentado por Arias-Navarrete *et al.* (2020), Maimon e Rokach (2010) delineiam nove etapas para o processo representadas por: Desenvolvimento e entendimento do domínio da aplicação; Seleção e criação do conjunto de dados; Pré-processamento e limpeza; Transformação dos dados; Escolha da tarefa adequada para a mineração dos dados; Escolha do algoritmo de mineração dos dados; Emprego do algoritmo de mineração dos dados; Evolução; Utilização do conhecimento descoberto.

O processo de *KDD* apresentado por Arias-Navarrete *et al.* (2020) e Maimon e Rokach (2010), pode ser representado de acordo com a Figura 2.

Figura 2 - Processo de KDD.



Fonte: Maimon e Rokach (2010).

Herrera e Piedra (2020) também aplicaram a técnica *KDD* através de ferramentas de *Web Scraping*, em busca de informações de cursos em uma página *HyperText Markup Language (HTML)*. Páginas *HTML* são um dos tipos de documentos que podem ser submetidos às técnicas de *KDD*.

Para Shalev-Shwartz e Ben-David (2014), Artificial Neural Network (ANN) consiste em “...um modelo de computação inspirada na estrutura das redes neurais do cérebro.” (SHALEV-SHWARTZ e BEN-DAVID, 2014, p. 268). A técnica consiste em cálculos complexos feitos em paralelo para a identificação de padrões baseados em classes de hipóteses. Cozman, Plonski e Neri (2021) definem sua inspiração a partir do funcionamento do cérebro humano, através de Inteligência Artificial Conexionista, originando o termo Redes Neurais Artificiais (RNA).

A técnica de *KDT* aplicada por Ur-Rahman (2017), utiliza *Text Mining (TM)* com o objetivo de elucidar o conhecimento de conteúdos textuais, através da identificação de padrões, podendo ser compartilhado e utilizado por outras técnicas como *NLP* para serem utilizados por entidades ou sistemas responsáveis pelos processos de tomada de decisão.

### 2.3 PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM NATURAL

Outro componente muito importante no campo de Inteligência Artificial (AI) é o Processamento de Linguagem Natural (PLN), ao qual também possui estratégias diversificadas com o propósito de fazer com que um sistema compreenda a linguagem humana.

Em sua abordagem, Russell e Norvig (2013) identificam e diferenciam a linguagem natural de linguagem formal através da estrutura que compõem as partes. Para os autores, a linguagem formal possui uma estrutura claramente definida através de regras gramaticais e semântica, citando como exemplo linguagens de programação. Já com relação a linguagem natural, os autores afirmam que são difíceis de processar devido a sua extensão e constante atualização. Além de apresentarem ambiguidade, a dificuldade da compreensão da linguagem natural por máquinas, faz com que os modelos desenvolvidos em seu processamento sejam uma aproximação sobre as probabilidades dos possíveis significados de uma sentença, dessa forma, a linguagem natural não pode ser considerada composta por um conjunto de sentenças absolutas segundo os autores.

Ao descrever o módulo de Processamento de Linguagem Natural (PLN), Al-Zubaidi e Issa (2011) utilizam técnicas de Tokenização através de um conjunto de caracteres de referência como pontuação, espaço e caracteres especiais como símbolos; *Stopper Filtering* através da remoção de palavras irrelevantes tais como determinantes, preposições e conjunções por não possuírem um peso significativo no texto; Stemização reduzindo as palavras a sua base, ou essência; E busca por sinônimos caso não encontre a palavra exata.

Damerau e Indurkha (2010) relatam que em geral o processamento de linguagem natural é baseado nas análises de sintaxe, semântica e pragmática, sendo as análises de sintaxe e semântica vistas como questões sentenciais e a análise pragmática vista como o discurso do texto. Embora essa prática seja bastante comum, os autores ressaltam que a tentativa de traçar uma correlação entre esses três tópicos diretamente cabe apenas no domínio pedagógico ou como um estágio inicial quando comparado a textos reais. Para eles a tokenização, a pragmatização, a análise léxica e sintática são campos que devem ser tratados separadamente. Assim como os autores, Russell e Norvig (2013) também concordam que ao lidar com dados de texto reais existem outros desafios e citam idiomas como o Chinês que são difíceis de tokenizar por não possuírem espaços entre as palavras, dificultando a identificação das sentenças de um texto. Complementam também com a afirmação de que é importante ter um *corpus* muito bem definido para que se possa reputar palavras fora do idioma.

As técnicas de Inteligência Artificial (AI) apresentadas baseiam-se em algum tipo de dado para realizar seu trabalho a apresentar um resultado adequado, estejam esses dados organizados de forma estruturada, semiestruturada ou não-estruturada, e sua mineração adequada e constante resulta na extração de conhecimento conforme Ur-Rahman (2017). Mesmo que adotada uma das técnicas de IA na solução de um problema, Cozman, Plonski e Neri (2021) afirmam que para ser inteligente um agente precisa possuir algumas características como a capacidade de representar o conhecimento e a incerteza, tomar decisões, se comunicar e interagir.

## 2.4 AGENTES E CHATBOTS

Ao conceituarem os campos de Inteligência Artificial (IA), Russell e Norvig (2013) discutiram sobre o estudo de comportamento humanizado ou racional de agentes, os definindo como algo que exerce, categorizando-os como humanizado, quando o agente tende a imitar o comportamento humano. Entretanto, os estudos de Russell e Norvig (2013) concentram-se em agentes racionais por estarem mais alinhados com o raciocínio lógico dos computadores, sendo assim, mais fáceis de serem modelados cientificamente. Cozman, Plonski e Neri (2021) relatam que os agentes podem ter interesses diversos como atuar em uma tarefa específica através de uma ou mais métricas de interesse, assim como podemos ter os chamados “sistemas multiagentes” compostos diversos agentes interessados em alcançar um ou mais objetivos. Sistemas multiagentes são definidos como “...uma coleção de agentes que cooperam entre si para cumprir objetivos comuns e individuais.” (GAROFALO *et al.*, 2020). Os autores também afirmam que em algumas situações sistemas multiagentes também podem competir entre si.

Para Garofalo *et al.* (2020), não existe um consenso exato da definição de agente, mas agentes estão sempre inseridos em um determinado contexto no qual são capazes de agir causando a transformação do ambiente em questão, além de serem caracterizados com habilidades sociais como capacidade de comunicação e interação com outros agentes envolvidos em seu contexto.

“Um agente é tudo o que pode ser considerado capaz de perceber seu ambiente por meio de sensores e de agir sobre esse ambiente por intermédio de atuadores.” (RUSSELL e NORVIG (2013)). Embora essa afirmação apresente-se bastante inclinada a robótica, os autores asseguram que um agente pode ser de software, composto por elementos de entrada como conteúdos textuais provindos de periféricos físicos ou arquivos de textos, e unidades de saída que variam de arquivos a serem salvos, a conteúdo a serem exibidos em tela. Vinculado a ideia

de que um agente tem a percepção do ambiente ao qual encontra-se inserido, e as percepções do agente estão relacionadas com os conteúdos que recebe para processar, logo os autores concluem que a decisão tomada pelo agente está relacionada com o histórico das percepções captadas por ele. Essas decisões precisam passar por um processo de avaliação provinda do ambiente ao qual está inserido, para que o agente possa ter um parâmetro de referência a qual espelhar seu desempenho.

Dennis, Wixom e Roth (2014) defendem que uma boa análise dos resultados precisa estar concentrada nos efeitos que de fato transmitem valor aos clientes. Dessa forma, é esperado uma ação mais próxima possível de um valor de referência, diante de cada assimilação feita pelo agente a partir de uma percepção, para que o agente otimize constantemente os resultados fornecidos.

Barros e Tedesco (2016) traçam uma breve descrição dos tipos de agentes artificiais encontrados em ambientes virtuais e os segmentam em *Chatterbots*, considerados agentes que se comunicam apenas através de falas e textos, e Agentes Conversacionais Incorporados, que além das funções dos *Chatterbots*, também se comunicam através de modalidades não verbais como gestos e olhares, por possuírem uma representação gráfica:

- **Agentes Inteligentes** – Capazes de raciocinar com base em percepções seja ele humano ou não;
- **Agentes Virtuais** – Qualquer agente inteligente que não humano;
- **Agentes Conversacionais** – Agentes que utilizam texto ou voz para dialogar com usuários;
- **Agentes Credíveis** – Agentes virtuais dotados de emoção e personalidade;
- **Agentes Incorporados** – Agentes que possuem uma representação gráfica em 2D ou 3D dentro de um ambiente virtual;
- **Agentes Avatares** – Agentes que representam humanos em ambientes virtuais, ou agentes artificiais em ambientes virtuais persistentes.
- **Agentes Animados** – Possuem características como atitude, emoções e personalidade e por serem executados em tempo real, tem a capacidade de apresentar movimentos corporais, gestos e olhares;
- **Agentes Conversacionais Credíveis** – São Agentes Conversacionais dotados de emoção e personalidade;

- **Agentes Conversacionais Incorporados** – Agentes Conversacionais com comunicação por voz e representação física;
- **Agentes Conversacionais Credíveis ou Humanos Virtuais** – Agentes Conversacionais animados sinteticamente.

O “Teste de Turing” contribuiu com a primeira ideia de *chatbot*, ao sugerir que o diálogo fosse feito através de troca de texto, devido a limitações tecnológicas para a época. Entretanto, a primeira concepção formal para um *chatbot* surgiu com ELIZA por volta de 1966 segundo Pérez, Daradoumis e Puig (2020). A tecnologia foi criada por Joseph Weizenbaum no *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* com o intuito de ser uma psicóloga. Pérez, Daradoumis e Puig (2020) relatam que Eliza foi uma proposta criada para o estudo de *Natural Language Processing (NLP)* e o incentivo da comunicação entre homem e máquina.

Mesmo adotando tecnologias como *Artificial Intelligence Mark-up Language (AIML)*, definido como um framework voltado ao desenvolvimento de *chatterbots* por Barros e Tedesco (2016). Na mesma linha, Al-Zubaide e Issa (2011) definem *AIML* como uma linguagem de programação baseada em marcação de texto semelhante a *Extensible Markup Language (XML)*, com o intuito de criar estímulos de respostas em *chatterbots*. Apesar de Eliza não ter alcançado a aprovação no teste, por Barros e Tedesco (2016) relatam que o projeto abriu portas para outros projetos utilizados até os dias atuais. Pérez, Daradoumis e Puig (2020) afirmam que um *chatbot* chamado Eugene Goostman foi um dos primeiros a passar no “Teste de Turing” provando que existiam tecnologias melhores do que *AIML*.

Casas *et al.* (2020) definem *chatbot* como “...um software projetado para conduzir uma conversa (via voz, bate-papo textual ou ambos) com um usuário humano.”. O formato de comunicação com os assistentes virtuais evoluiu nos últimos anos, de acordo com Luo *et al.* (2020) e, os *chatterbots* deixaram de processar somente texto e agregaram atualmente mídias como áudio e vídeo. Luo *et al.* (2020) listam seis arquiteturas utilizadas para o desenvolvimento e defendem que a “...estrutura é apresentada em forma de componentes e o relacionamento entre eles.”<sup>1</sup> (Luo *et al.*, 2020). As arquiteturas identificadas pelos autores são:

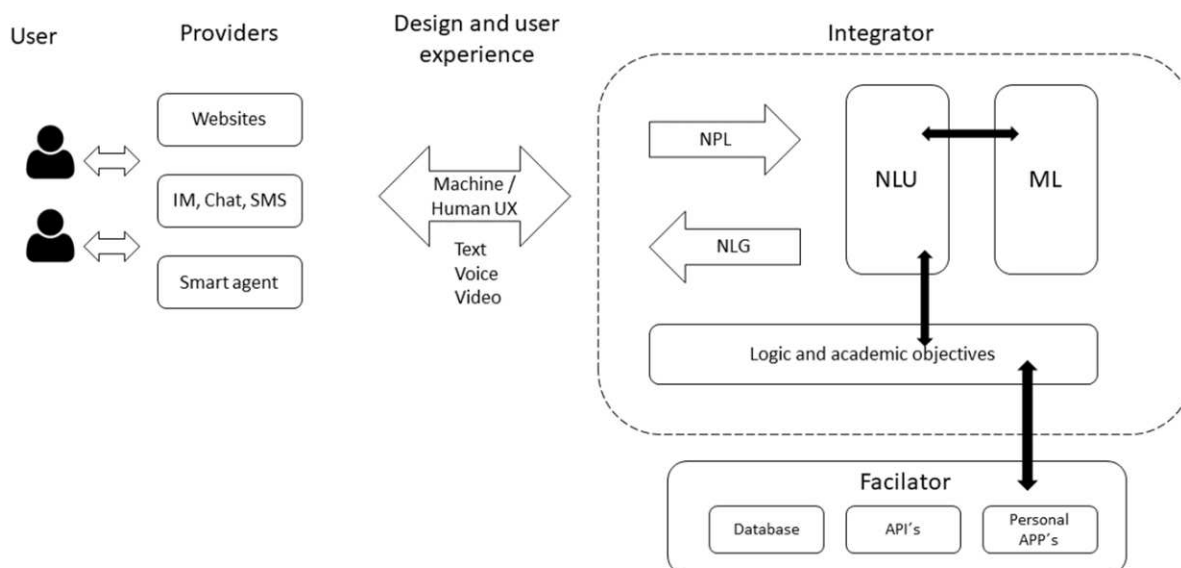
---

<sup>1</sup> “structure is presented in the form of components and the relationships between them. (Luo e col., 2020).”



- **Chatbots baseados em modelos** – Nos quais utilizam-se da atribuição de técnicas de Inteligência Artificial (IA) para retornar uma resposta predefinida de acordo com padrões de similaridade da pergunta feita pelo usuário;
- **Chatbots baseados em corpus** – Extrai atributos e valores da pergunta e efetua uma consulta SQL que retorna a resposta pronta em linguagem natural para o usuário. O condicionamento das respostas no banco de dados é feito através de web semântica ou ontologia;
- **Chatbots baseados em intenções** – São modelos que adotam o uso de técnicas de Inteligência Artificial (IA) e similaridade para identificar o objetivo da consulta feita pelo usuário;
- **Chatbots baseados em Rede Neural Recorrente** – Com base em *Deep Learning* este modelo de *chatbot* faz a comparação de perguntas feitas pelo usuário com pares de perguntas e respostas predefinidas na base de dados;
- **Chatbots baseados em aprendizagem por reforço** – Efetua uma comparação de similaridade por contexto baseado no modelo matemático de Markov. Quando este modelo possui uma vasta base de diálogo, consegue selecionar as respostas mais adequadas de acordo com o histórico;
- **Chatbots com abordagens híbridas** – Consiste na combinação de técnicas diferentes para melhorar a qualidade da resposta fornecida ao usuário.

Villegas-Ch *et al.* (2021) refinam o conceito de *chatbot* baseado em intenções mencionado por Luo *et al.* (2020). O modelo é adotado por grande parte dos *chatbots* atuais e representado no exemplo de Villegas-Ch *et al.* (2021) na Figura 3. O paradigma consiste em uma divisão de módulos partindo da interação do usuário contido na camada *User* com uma página web, chat, ou agente inteligente em uma camada chamada *Provider*, que representa a plataforma que viabiliza a comunicação, ou seja, o site ou aplicativo em que o *chatbot* está inserido para interagir com o usuário. A camada *Design and user experience* é uma interface responsável pela comunicação por vídeo, texto ou voz e é aqui que começa de fato o *chatbot*. Toda a interface de relação com o usuário fica neste módulo. A lógica do *chatbot* fica no módulo *Integrator*, é nesta camada que estão contidos os processos de identificação da intenção do usuário no momento da interação. *Facilitator* por fim, é o módulo responsável pela interação do bloco *Integrator* com dados contidos em bancos de dados, ou bibliotecas e aplicativos externos para armazenamento e recuperação da informação conforme a necessidade.

Figura 3 - Modelo de *chatbot*

Fonte: Villegas-Ch *et al.* (2021).

O módulo *Integrator* além de cuidar do processamento das requisições do usuário (texto, áudio ou vídeo) para compreender a necessidade do utilizador, também é responsável pelo acondicionamento da lógica que será aplicada para fornecer uma resposta que adequadamente atenda essa requisição. É nesta etapa que são aplicadas técnicas de Inteligência Artificial (AI) como *Natural Language Processing (NLP)*, *Natural Language Understanding (NLU)* e *Natural Language Generation (NLG)*. Suhaili *et al.* (2021) relatam que a detecção das intenções (*Intents*) é um dos componentes mais utilizados em *NLU* e apenas identificar a intenção de um usuário pode não ser o suficiente para fornecer uma resposta adequada, existem situações que requerem a extração de entidades (*Slot filling ou Slots*) servindo como argumentos em uma intenção.

Em seu artigo Herrera e Piedra (2020), apresentam uma lista mais robusta das principais classes e propriedades que formam uma ontologia aplicada em um *chatbot*. São elas:

- **Agente** - Representando o propósito do *chatbot*, quais são os objetivos a cumprir e a lista de intenções que propõe solução;
- **Intenção** – Representando o domínio de conhecimento que visa esclarecer, cada intenção possui uma finalidade diferente e cada finalidade é composta por uma sequência de questões atreladas ao mesmo domínio as quais são utilizadas no treinamento do *chatbot* e visam ser utilizadas como parâmetro de comparação às perguntas feitas pelo usuário;

- **Entidades** – Existem perguntas nas quais algumas propriedades precisam ser preenchidas para que se possa identificar a resposta adequada, para tal, o *chatbot* faz perguntas aos usuários (perguntas de resolução) com o objetivo de preencher essas propriedades, e retornar a resposta correta da intenção identificada. Uma intenção pode ter diversas entidades;
- **Resposta** – Corresponde a resposta adequada de acordo com a identificação da intenção e o correto preenchimento das entidades da intenção;
- **Recurso** – Os recursos podem ser documentos, links ou demais materiais disponibilizados como complemento de uma resposta;
- **Perguntas de resolução** – São perguntas feitas pelo *chatbot* ao usuário com a intenção de preencher entidades não identificadas em uma intenção;
- **Opções** – São exemplos que o *chatbot* apresenta ao usuário com o objetivo de preencher as entidades de uma intenção. As opções sempre são apresentadas na sequência após a apresentação de uma pergunta de resolução.

Uma vez compreendidos os requisitos para a criação e funcionamento do *chatbot*, a lógica varia de acordo com o domínio de conhecimento que deve ser aplicado, ou seja, cada domínio de conhecimento terá suas próprias intenções e respectivas perguntas, perguntas de resolução para as entidades, e assim por diante. A proposta de Assistente Virtual objetiva solucionar dúvidas atreladas ao cotidiano dos alunos e comunidade em geral, dessa forma, foi desenvolvido um modelo baseado em ontologia para ser aplicado ao desenho proposto por Herrera e Piedra (2020).

## 2.5 AVALIAÇÃO DE CHATBOTS

Peras (2018) apresenta em sua revisão, diversas métricas que podem ser aplicadas na avaliação de sistemas de *chatbot*, que variam de acordo com a perspectiva que se deseja analisar como:

- **Perspectiva da Experiência do usuário:** Avalia usabilidade, performance, afeto e satisfação para definir se a tarefa solicitada ao *chatbot*, exigiu muito esforço e tempo do usuário. Afere também a integridade da informação e a experiência do usuário com a interação com o *chatbot*. A autora sugere questionário *survey* respeitando a confidencialidade do usuário aplicado na avaliação da experiência

do usuário. A satisfação visa compreender o nível de contentamento do usuário com relação a sua expectativa e a entrega do *chatbot*;

- Perspectiva da Recuperação da informação: Avalia a precisão entre a tarefa atribuída por parte do usuário e a resposta fornecida pelo *chatbot*, além das habilidades de fornecer a informação apropriada sem exigir muitos recursos;
- Perspectiva Linguística: Avalia o nível da acurácia linguística e a habilidade de retornar respostas apropriadas. A autora sugere a escala *Likert*, a qual oferece opções de respostas, geralmente com escala de 1 a 5 a serem escolhidas pelo usuário.
- Perspectiva tecnológica: Sugere a utilização do teste de Turing com o intuito de avaliar a capacidade humana do *chatbot*, e aplica os resultados subjetivos em seu aprimoramento.
- Perspectiva de mercado: Busca identificar o custo-benefício de um *chatbot* através das categorias de efetividade e custo. A efetividade mede a quantidade de usuários; duração das interações; e número de conversas. Já o custo é medido através do número de usuários; duração da conversa; número de interações sem sucesso; número de respostas inadequadas; e número de perguntas repetidas.

Lucchesi et al. (2018) descrevem a avaliação do *chatbot* sob um viés pedagógico, aplicado a atividades de educação à distância. A pesquisa envolveu a análise das interações e o desenvolvimento de categorias, a partir de questionário *online*, modelado com base na escala *Likert*, São elas:

- Categoria aprendizagem: Objetiva avaliar a aprendizagem do aluno a partir da interação com o *chatbot*;
- Categoria confiabilidade: Avalia a confiabilidade do material fornecido ao aluno;
- Categoria relações: Classifica se o *chatbot* conseguiu desenvolver um diálogo próximo a linguagem natural.
- Categoria engajamento: Avalia a continuidade do diálogo e se o *chatbot* mostrou-se amigável durante a interação;
- Categoria visão geral: Está atrelada a experiência do usuário e a possibilidade de utilizá-lo novamente.

## 2.6 ONTOLOGIAS

Segundo Hebeche ontologia deriva das palavras “onto” que significa “ente”, e a palavra “logia” definida por estudo ou investigação, culminando em aquilo que determina o seu ser. “Isso quer dizer que a ontologia pergunta pelo “que” das coisas. Isto é, pelo “que” faz com que as coisas sejam o que são” (Hebeche, 2012, p.12).

Na perspectiva de Isotani e Bittencourt (2015), a abordagem de ontologia aplicada no campo da Ciência da Computação corresponde a representação formal de como as pessoas interpretam as relações e conceitos sobre um determinado domínio de conhecimento. Para Nazir *et al.* (2019) “...Ontologia é uma descrição formal e explícita de conceitos em um domínio.”<sup>2</sup> (NAZIR *et al.* 2019 *apud* Noy e McGuinness, 2001), em complemento, Wang (2018) afirma que “Ontologias fornecem informações sobre as relações entre os conceitos.”<sup>3</sup> (Wang, 2018). Semelhante a essa afirmação, Herrera e Piedra (2020) sustentam que ontologias são utilizadas na descrição de conceitos e suas respectivas relações. Os autores Al-Zubaide e Issa. (2011) defendem que uma ontologia é expressa em linguagem semântica e são importantes para aplicações por viabilizarem a compreensão comum de dados entre sistemas, facilitando também a comunicação entre sistemas e humanos.

Hussain *et al.* (2019) defendem o uso de ontologias de domínio em *chatbots* com o intuito de tornar o conhecimento de domínio artesanal em conhecimento de domínio formal. Embora o uso de ontologias seja um tanto quanto pequeno, existe a viabilidade do *chatbot* criar novos conceitos a partir de relações entre os conceitos existentes e as conversas criadas.

Em sua obra Isotani e Bittencourt (2015), delinea a composição de uma ontologia através de dois tópicos principais: Um conjunto de conceitos essenciais a respeito de um domínio específico e um corpo de conhecimento composto por hierarquia com classe e subclasse, conjunto de relações e axiomatização de restrições entre conceitos e relações. Em outras palavras o autor define que para desenvolver uma boa ontologia é preciso clareza na formalização dos conceitos básicos sobre o domínio de conhecimento e organização na hierarquia das relações e conceitos identificados.

---

<sup>2</sup> “Ontology is a formal, explicit description of concepts in a domain. (NAZIR e col. 2019 *apud* Noy e McGuinness, 2001)”.

<sup>3</sup> “Ontologies provide information about the relationships between concepts. (Wang, 2018)”.

Segundo os autores, para representar o conhecimento é preciso unificar o significado do vocabulário utilizado, através da escolha correta do conjunto de termos, evitando assim problemas de ambiguidade. Em seu estudo eles estabelecem que a estruturação de uma ontologia é composta por um vocabulário especializado contendo uma coleção de conceitos fundamentais sobre um domínio, além de um corpo de conhecimento que é responsável pela descrição deste domínio. Esse corpo de conhecimento por sua vez, é subdividido em três partes:

- Hierarquia de classes e subclasses obtidas através das relações entre estes conceitos denominados “*is-a*”, que poderia ser definido como “é um tipo de”;
- Conjunto de relações entre conceitos definidos como “*part-of*”, podendo ser associado como “faz parte de”. Os autores relatam que é muito importante a identificação adequada das relações “*is-a*” e “*part-of*” na criação de uma ontologia;
- Axiomatização composta por restrições semânticas entre os conceitos e relações.

Com o esclarecimento das partes que compõem uma ontologia relatados por Isotani e Bittencourt (2015), Nazir *et al.* (2019) explicitam que processo de criação de uma ontologia é dividido em seis etapas, são elas:

- **Preparação do conjunto de dados** – A coleta do conjunto de dados pode ser feita de várias formas como questionários, mineração de dados em páginas web através de *web-scraping*, entre outros. O montante de dados levantados geralmente não está organizado de uma forma estruturada, portanto, é necessário condicioná-los para que possam ser utilizados;
- **Questões de competência** – As questões de competência são as questões que a ontologia deve responder. Essas questões são vitais para que se defina o domínio da ontologia e se identifique as classes e subclasses que a compõe;
- **Conceitos e Classes** – As classes e subclasses formam um conjunto de conceitos e entidades, mas não conseguem representar o relacionamento entre si, dessa forma aplica-se o conceito do próximo tópico Propriedades, Atributos ou Predicados;
- **Propriedades, Atributos ou Predicados** – Formam o conjunto de regras que representa o relacionamento entre as classes e são subdivididos em dois grupos:

- Propriedades de Objetos que representam o relacionamento entre duas classes tais como funcional, inverso funcional, transitiva, simétrica, assimétrica, entre outros;
- Propriedades de Dados que representam o tipo e valor de um dado que pertence a uma classe.
- **Instâncias** – Assim como em linguagens de programação, uma instância é um objeto determinado de uma classe;
- **Axiomas** – São princípios básicos que não necessitam de justificção adicional no contexto da ontologia.

Embora utilizem nomenclaturas levemente diferentes, Isotani e Bittencourt (2015), Guizzardi (2005) e Guarino (1998) reúnem conceitos semelhantes relacionados aos tipos de ontologia. Guizzardi (2005) e Guarino (1998) definem a composição de uma ontologia em Ontologia de Alto Nível, Ontologia de Domínio, Ontologia de Tarefa e Ontologia de Aplicação. Já Isotani e Bittencourt (2015) nomeiam o conjunto como Ontologias Leves, Ontologia de Domínio, Ontologia de Tarefa e Ontologia Pesada.

Uma Ontologia Leve ou Ontologia de Alto Nível para Guizzardi (2005) e Guarino (1998), realizam a definição da taxonomia da relação de hierarquia entre os conceitos, sem se preocupar com os problemas de cada domínio que representam. Com relação as Ontologias de Domínio e de Tarefas, a responsabilidade está voltada a conceitualizar genericamente o domínio, sobre o qual as os processos definidos por uma tarefa serão trabalhados, ou seja, a Ontologia de Domínio se preocupa em descrever o conhecimento a respeito de um assunto, enquanto a Ontologia de Tarefas define os procedimentos necessários para solucionar o problema proposto. Por fim, a Ontologia pesada ou Ontologia de Aplicação define detalhadamente a definição de cada conceito sobre um domínio em questão, não somente atrelado a taxonomia, mas também considerando de forma clara a semântica entre eles.

A representação de uma ontologia se dá por duas formas segundo Isotani e Bittencourt (2015). Para que as máquinas entendam, são utilizadas técnicas de representação formal, focadas em descrever a ontologia através da lógica, utilizando linguagens como *Resource Description Framework (RDF)*, *Resource Description Framework Schema (RDF-S)* e *Web Ontology Language (OWL)*, entretanto, os autores ressaltam que não são linguagens de programação, mas as denomina como linguagem declarativa, que utilizam atributos de lógica para descrever o conhecimento que a ontologia representa. Existe também a representação

gráfica de uma ontologia, organizada de tal forma que humanos entendam, por intermédio de vários tipos de gráficos. Segundo Isotani e Bittencourt (2015), Grafos, *Unified Modeling Language (UML)* e Estruturas de Árvore são as mais comuns. Cozman, Plonski e Neri (2021) ressaltam que Grafos de Conhecimento são capazes de representar uma ontologia e responder a perguntas de forma automática. “Um agente que deseja adquirir conhecimento precisa entender (pelo menos parcialmente) a ambígua e confusa linguagem que os seres humanos usam.” (RUSSELL e NORVIG, 2013).

## 2.7 RESOURCE DESCRIPTION FRAMEWORK (RDF)

No entendimento de Isotani e Bittencourt (2015), pelo fato da internet ser um ambiente que contém informações que precisam ser representadas, o modelo *RDF* foi criado especificamente para a descrição de entidades ou descrição de relação entre entidades, que possam ser arranjadas em formatos de triplas, compostas por Sujeito, Predicado e Objeto. Também são identificadas através de *Uniform Resource Identifier (URI)*, que os autores definem como um identificador único global, utilizado para diferenciar endereços na *WEB* entre cliente e servidor, possibilitando a descrição de um recurso sem ambiguidades. Em seu estudo os autores também afirmam que o modelo *RDF* tem a capacidade de descrever sintaticamente e semanticamente os recursos na *WEB*, viabilizando não somente a descrição do recurso, mas possibilita a descrição da relação e os significados destes.

O armazenamento de uma ontologia pode se dar por diversas formas como em um banco relacional, objeto ou de objeto-relacional, e embora armazenar em bancos de dados relacionais o acesso seja menos direto por conta da herança, apresenta melhores resultados sobre bancos de objetos ou objetos-relacionais por alguns fatores como confiabilidade, maturidade, disponibilidade, robustez e desempenho (Al-Zubaide e Issa, 2011). Os autores Nazir *et al.* (2019) estabelecem o uso do *Protégé* como ferramenta utilizada para a exportação de ontologias diferentes formatos como *Resource Description Framework (RDF)* e *Web Ontology Language (OWL)*. *OWL* é um padrão adequado a apresentação de uma ontologia em um modelo web, já o formato *RDF* “...constitui-se em uma arquitetura genérica de metadados que permite representar informações sobre recursos na *World Wide Web (WWW ou WEB)* ...” (LIMA e CARVALHO, 2005). Os autores declaram que o modelo *RDF* considera representar qualquer informação na qual possua atributos e/ou relacionamentos com valores associados, que necessitam ser processados por sistemas.



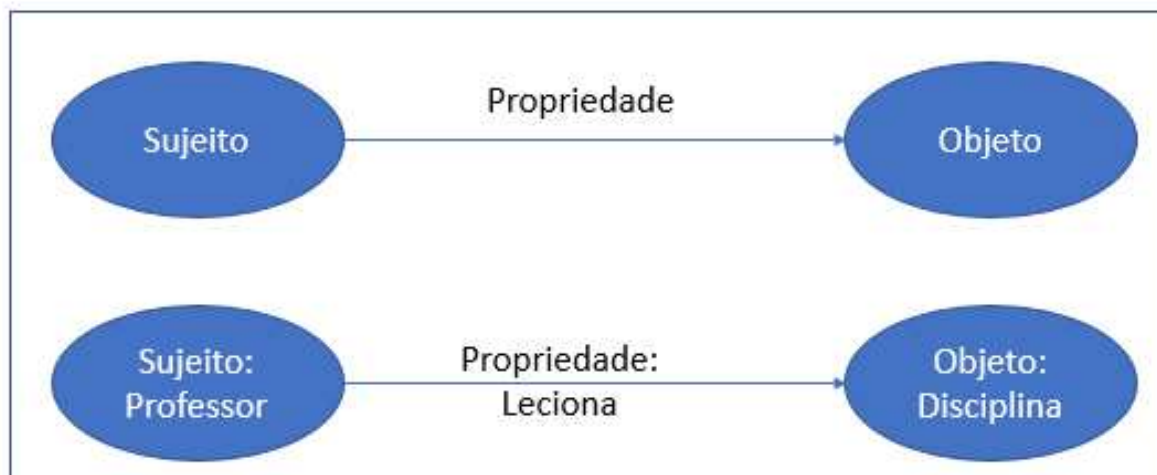
Ao descrever os componentes de uma tripla *RDF*, Lima e Carvalho (2005), definem o Sujeito como o elemento da declaração, ou seja, o que identifica o recurso em questão. A propriedade compete identificar um atributo que pertence ao recurso, ou seja, uma característica associada ao recurso, e por fim, pertence ao Objeto a função de identificar o valor atribuído ao atributo do recurso. Em suma pode-se afirmar que um Sujeito possui atributos que podem representar relações ou características associadas a determinados valores.

Prado (2017) defende que a representação mais comum do formato *RDF* em uma base relacional é a inserção das triplas de sujeito, propriedade e objeto em uma única tabela, embora aponte que a recuperação de dados nesse formato se torne mais custosa. Outra forma de armazenamento de dados *RDF* em bancos relacionais é apresentada por Ramanujam *et al.* (2009), os autores utilizam um mapeamento aplicado às triplas *RDF* diluídas em mais de uma tabela. As possibilidades de armazenamento apresentadas por Prado (2017) e Ramanujam *et al.* (2009), torna o modelo *RDF* interessante para a utilização de ontologias aplicadas a sistemas de *chatbots*.

### **2.7.1 Modelo de representação RDF**

Um modelo de nó RDF é apresentado na Figura 4, na parte superior enquanto na parte inferior é exemplificada a relação, que tem um Professor (Sujeito), com uma Disciplina (Objeto).

Figura 4 - Representação RDF



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Seguindo o modelo notificado por Prado (2017) em que o armazenamento de dados *RDF* pode ser representado por uma tabela, o grafo apresentado na Figura 4 é exibido no formato de tabela de um banco de dados relacional, conforme Tabela 1. Como apresentado na tabela, as classes identificadas são Professor e Disciplina, nas linhas 1 e 2, são apresentadas as relações entre a classe Professor e a classe Disciplina denominadas Propriedades de Objeto (NAZIR *et al.*, 2019), como exemplo: “André” “leciona” “Marketing” e “Daniel” “leciona” “Contabilidade”. Por fim, na última linha é apresentada uma Propriedade de Dados (NAZIR *et al.*, 2019) exemplificada por “Contabilidade” “tem horário” “Das 08:00 às 12:00”.

Tabela 1 - Dados RDF armazenados em tabela de banco de dados

Sujeito	Propriedade	Objeto
André	leciona	Marketing
Daniel	leciona	Contabilidade
Contabilidade	tem horário	Das 08:00 às 12:00

Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

### 2.7.2 Ontologia armazenada em RDF

Um domínio de conhecimento representado através de uma ontologia, pode ser armazenado em um banco de dados relacional, utilizando-se o modelo *RDF*. A partir dos conceitos analisados, um *chatbot* no papel de Assistente Virtual, torna-se acessível não apenas pela agilidade na consulta, uma vez que envolvem apenas 3 variáveis sendo 2 conhecidas e 1 incógnita, mas pela possibilidade de se obter uma resposta formatada em linguagem natural,

eliminando assim, a necessidade de passar por um processo de *NLG* apontado na figura 2 (VILLEGAS-CH *et al.*, 2021). Como exemplo, ao se fazer a pergunta “Qual é o horário da disciplina de contabilidade?” ao Assistente Virtual, são identificadas e extraídas as variáveis que compõem a tripla *RDF*, em que o “Sujeito” recebe o valor de “contabilidade”, a “Propriedade” é identificada com o termo “tem horário” e o “Objeto” se torna a incógnita. É preparada a query para uma consulta no banco de dados e é retornada a resposta “Das 08:00 às 12:00” para o usuário já em formato de linguagem natural.

## 2.8 TRABALHOS RELACIONADOS

A gama de *chatbots* disponibilizados para uso abrangem diversos domínios de conhecimento.

Pérez, Daradoumis e Puig (2020) apresentam uma variedade de assistentes virtuais aplicados a área da educação e Arias-Navarrete *et al.* (2020), identificam um *chatbot* aplicado a um sistema de gestão da aprendizagem.

Villegas-Ch *et al.* (2021), focam na arquitetura, componentes e evolução dos *chatbots*. Al-Zubaide e Issa (2011) e Herrera e Piedra (2020), evidenciam ontologias alienadas a camada lógica dos *chatbots* com a finalidade de agregar conhecimento.

Prado (2017) e Ramanujam *et al.* (2009), apresentam o uso de *Resource Description Framework (RDF)* atuando como ferramenta para armazenar e recuperar conhecimento em bases relacionais.

Segundo Pérez, Daradoumis e Puig (2020), “*chatbots* são ferramentas com base em Inteligência Artificial (IA) e Processamento de Linguagem Natural (PLN) ou outra tecnologia que objetiva a interação até certo nível de conversação com um humano interlocutor através de texto ou voz”. Em sua revisão os autores apresentam uma lista dos *chatbots* utilizados no ambiente educacional, aos quais os critérios para a escolha foram baseados em considerações éticas, diversidade cultural e estudantes com necessidades especiais. São eles:

- Lola da *University of Murcia*, Dina da *Dian N Semarang University*, CourseQ da *Cornell University*, Differ da *Norwegian Business Scholl*, LTKABot aplicado por *Students of Computer Science and Electrical Engineering*, CEUBot da *Cardenal Herrera University*, FITEBot da *Science University Vietnam*, Whatsapp Bot da *Telkom University* e NDLTutor da *University*

*Students*, todos focados em serviços para atendimento a estudantes acima dos 18 anos;

- AutoTutor da *High School*, Chatbot por “*Dale acceptar*” contest, CSIEC da *University, Middle School Beijing*, para estudantes acima de 12 anos focados em ensino;
- NerdyBot, Study Buddy, Smarter Child e Duolingo utilizados na web, sem restrição de idade, aplicados no ensino;
- SeratchThAI por *Thailand Students* focado no ensino de crianças e adolescentes.

Dentre os assistentes virtuais mais comuns da área acadêmica estão LISA que ajuda novos alunos da instituição a desenvolver sua vida universitária, UCM3 atuando no papel de bibliotecário com conhecimento especificamente na área da ciência da computação, e por fim *FITEBot* que contribui com a alta demanda de dúvidas atreladas ao setor administrativo da instituição (PÉREZ, DARADOUMIS e PUIG, 2020).

### 3 DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA

Alicerçado nos conceitos previamente apresentados, esta pesquisa apresenta base tecnológica de natureza aplicada ou de ordem prática, com a finalidade de gerar resultados que facilitam o cotidiano de profissionais, defendida por Dresch, Lacerda e Júnior (2015).

No desenvolvimento de um Assistente Virtual aplicado ao ambiente acadêmico, a metodologia *DSR* com base no modelo apresentado por Dresch, Lacerda e Júnior (2015), mostrou-se como a escolha mais robusta e adequada, por estar associada a métodos científicos e métodos de pesquisa que comportam tanto a elucidação do conhecimento prático e científico com rigor e robustez, quanto o desenvolvimento de artefatos, que “... permitam transformar situações, alterando suas condições para estados melhores ou desejáveis.” (DRESCH, LACERDA e JÚNIOR, 2015). O Quadro 6 detalha as etapas percorridas para a elaboração da pesquisa proposta.

Quadro 6 - Descrição das etapas para a construção da proposta

<b>Etapas <i>DSR</i></b>	<b>Medida adotada</b>
Identificação do problema	Como a formalização do conhecimento contribui no desenvolvimento de um Assistente Virtual para atender demandas de informações administrativas de alunos de um curso de pós-graduação?
Conscientização do problema	Efetuar a revisão de literatura em bases científicas que possuem relevância, em busca de artigos relacionados a <i>chatbots</i> no papel de Assistente Virtual voltados ao meio acadêmico, para compreender os conceitos e arquiteturas de <i>chatbots</i> ;
Revisão sistemática da literatura	Identificar os requisitos de funcionamento dos <i>chatbots</i> como plataformas, bancos de dados, linguagens de programação, tais como idiomas, personalização e domínio ao qual pertence (proprietário ou livre); Compreensão dos dados disponibilizados para a elaboração da pesquisa, como formato de armazenamento, disponibilidade e forma de acesso.
Identificação dos artefatos e configuração das classes de problemas	Elencar os <i>chatbots</i> e respectivas arquiteturas com maior relevância e com aplicação viabilizada para o experimento, que solucionem problemas semelhantes voltados ao ambiente acadêmico.
Proposição de artefatos para resolver o problema específico	Identificar e justificar o <i>chatbot</i> e arquitetura adotada, além das adaptações necessárias para ser aplicado na pesquisa.
Projeto do artefato selecionado	Apresentação das ferramentas e das técnicas adotadas, que viabilizaram o desenvolvimento do <i>chatbot</i> ; Modelo de avaliação do <i>chatbot</i> .
Desenvolvimento do artefato	Trabalho de desenvolvimento e implementação do <i>chatbot</i> ;
Avaliação do artefato	Modelo de avaliação e quantificação dos resultados obtidos, equiparando-os com os resultados esperados.
Explicitação das aprendizagens	Descrição das principais descobertas e desafios encontrados durante o processo de desenvolvimento do Assistente Virtual, contribuindo para com o conhecimento acadêmico.
Conclusões	Explicitar o grau de satisfação atingido com os resultados apresentados Assistente Virtual e sugerir trabalhos futuros como a implementação do Assistente Virtual 100% em nuvem <i>AWS</i> .
Generalização para uma classe de problemas	Por ser baseado em um modelo ontológico interagindo com uma API, o Assistente Virtual poderá facilmente atender a outros campos de estudo, podendo facilmente ser adaptado para atender outras classes de problemas.
Comunicação dos resultados	Publicação dos resultados parciais do estudo através de artigo apresentado no congresso CIKI 2022. Apresentação desta defesa em banca.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Em vista das evidências empíricas identificadas sobre a temática *Smart Campus* e com ênfase no modelo apresentado, o processo de identificação do problema foi iniciado a partir de uma revisão integrativa sobre o tema citado, a qual evidenciou barreiras de comunicação no ambiente acadêmico, que resultaram no aumento da evasão dos alunos de cursos de pós-

graduação. Em seguida, foi efetuada uma revisão sistemática em busca das ferramentas e soluções relevantes propostas pela literatura, aplicadas a resolução do problema, atendendo aos tópicos de conscientização do problema e revisão sistemática da literatura, sugeridos pela metodologia que sejam efetuados em conjunto por complementarem-se.

Atendendo a etapa que visa identificar os artefatos e configurar as classes de problemas, os assistentes virtuais desenvolvidos a partir do modelo de *chatbots* baseados em intenções apresentado por Luo *et al.* (2020) e Villegas-Ch *et al.* (2021) na Figura 3, foram os mais evidenciados na literatura. Já com relação aos domínios de aplicação houve a identificação de duas classes no ramo da educação representadas pela aplicação voltada a serviço e aplicação voltada ao ensino.

Na proposição de artefatos aplicada a solução do problema específico, foram elencados os serviços de *chatbot* em nuvem disponibilizados pela *Google*, *Amazon* e *Microsoft*, sendo adotados os serviços da *Amazon* pelo custo-benefício envolvendo especificidades como preço, tipo de serviços disponibilizados, e principalmente pelo modelo de serviço de *chatbot* ser baseado em intenções, o que viabilizou a adequação da ontologia elaborada.

Dentre as principais ferramentas e técnicas utilizadas nas etapas de projeto e de desenvolvimento do artefato, estão a modelagem da ontologia, envolvendo o processo descrito por Isotani e Bittencourt (2015) e Nazir *et al.* (2019) no capítulo de revisão do tema, modelo que também serviu como base para o desenvolvimento de uma *Application Programming Interface (API)*, voltada a consultas feitas pelo Assistente Virtual, em busca da resposta correta para fornecer ao usuário. Algumas ferramentas aplicadas ao desenvolvimento englobam *Software Development Kit (SDK)* e *Application Programming Interface (API)*, desenvolvidas e disponibilizadas gratuitamente pela *Amazon*, com o intuito de interagir programaticamente com os serviços oferecidos pela plataforma, além do uso de editores de código como *Visual Studio Code* incorporados com compiladores e suporte a diversas linguagens de programação.

Após o desenvolvimento, o Assistente Virtual foi submetido a testes por um aluno de doutorado da instituição, aos quais possibilitaram o levantamento de mais intenções que permitiram o aprimoramento do Assistente Virtual, além da publicação dos resultados preliminares em congresso, viabilizando um *feedback* da pesquisa.

### 3.1 REVISÃO DA LITERATURA E CONSCIENTIZAÇÃO DO PROBLEMA

O processo de revisão da literatura foi iniciado a partir de uma revisão integrativa de caráter exploratório, defendida por Gil (2007) como um tipo de pesquisa que não requer muito rigor e tem como objetivo o esclarecimento do assunto a ser estudado, visando elaborar mais precisamente um problema, sendo assim, considerado apenas uma etapa inicial de uma pesquisa que requer um maior aprofundamento. A revisão bibliográfica preliminar a respeito do tema *Smart Campus*, possibilitou a delimitação clara da área da pesquisa e a formulação do problema a ser resolvido conforme Gil (2017).

Definido o tema da pesquisa, efetuou-se uma revisão sistemática da literatura no dia 06/03/2022, no portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), a qual é uma organização mantida pelo Ministério da Educação (MEC) centrada na expansão e consolidação nos cursos de Mestrado e Doutorado no Brasil (CAPES, 2022). Com o objetivo de afunilar a pesquisa, foram considerados artigos atrelados a *smart campus* e *virtual assistant*, sendo identificados 18 artigos e selecionados 6, respeitando os seguintes critérios:

- **Inclusão:** Artigos que utilizam chatbots atuando no papel de Assistente Virtual;
- **Exclusão:** Artigos não relacionados com campus universitário e disseminação de conhecimento, e artigos com mais de 5 anos.

Ao decorrer da pesquisa, também foram considerados outras publicações que contribuíram diretamente para com o tema, provindos de indicações via orientação, além da busca de publicações que foram aplicadas no embasamento conceitual dos demais tópicos abordados que englobaram o estudo.

### 3.2 IDENTIFICAÇÃO DOS ARTEFATOS E CONFIGURAÇÃO DAS CLASSES DE PROBLEMAS

A revisão da literatura efetuada, possibilitou a compreensão dos modelos de assistentes virtuais desenvolvidos, assim como o entendimento das aplicações empregadas, permitindo a respectiva classificação conforme a aplicação. Com alta relevância, o estudo efetuado por Pérez, Daradoumis e Puig (2020) classificou os *chatbots* educacionais como orientados a serviços e orientados ao ensino, permitindo dessa forma categorizar o Assistente Virtual proposto nesta dissertação como orientado a serviços, pelo foco no atendimento a dúvidas



relacionadas a administração acadêmica do aluno, não interferindo assim em questões atreladas ao aprendizado como dúvidas a respeito de conteúdo acadêmico.

A categorização dos serviços prestados é composta por *chatbots* focados em atender a dúvidas a respeito da admissão e registro em cursos de graduação, suporte para cursos, inclusão do aluno na vida acadêmica, perguntas frequentes, serviços de biblioteca e serviço de psicologia.

Com relação as arquiteturas listadas por Luo *et al.* (2020), foi adotado o modelo de intenções, também explicitado na pesquisa de Pérez, Daradoumis e Puig (2020), através do *FITEBot*, que objetivou a redução de demandas ao administrativo atendendo a dúvidas frequentes de alunos, o que vai de encontro a proposta deste estudo.

### 3.3 PROPOSIÇÃO, PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO

#### 3.3.1 Conhecimento necessário para fornecer as informações demandadas

Através de uma reunião virtual inicial com a secretaria acadêmica da instituição, gravada no dia 29/11/2021 com a utilização da plataforma *Google Meet*, a qual permite efetuar videochamadas e com a devida autorização dos participantes, possibilitou-se fazer um levantamento inicial das principais dúvidas que os alunos relatam para a secretaria. Foi possível identificar as principais dificuldades que os alunos enfrentam em busca de informações específicas relacionadas a seu próprio percurso acadêmico, as quais estão dispostas na plataforma disponibilizada pela instituição, tanto quanto informações genéricas disponíveis na página *web* do programa de pós-graduação. Além das necessidades identificadas, também foi possível discutir o valor agregado que um Assistente Virtual poderia contribuir como suporte a secretaria.

Respeitando as limitações da pesquisa, foi feita a classificação das dúvidas com caráter genérico e posteriormente foi elaborado um levantamento das possíveis respostas na página da instituição, em que foi possível constatar que estavam organizadas tanto em documentos quanto em trechos de textos incorporados na página *web*. Através desta apuração, o procedimento de coleta de dados apresentou natureza do tipo qualitativa, por encaixarem-se nas definições apontadas por Creswell (2010), ao explicitar que os procedimentos de coleta de dados qualitativos envolvem observação, entrevistas por meio da escolha intencional dos participantes (secretaria), documentos públicos ou privados, e materiais audiovisuais.

Após o primeiro contato com a secretaria, foi possível levantar mais informações a partir do material encontrado na página da instituição, por apresentarem a vantagem de acesso sem limitações, serem informações pertinentes devido a dados criteriosos, além de possibilitar a compreensão por parte dos pesquisadores por coloca-los a par da linguagem textual utilizada para comunicação entre a instituição e as partes interessadas (CRESWELL, 2010). Esse último ressalta uma informação diferenciada visto que explicita uma possível forma de abordagem para ser aplicada no Assistente Virtual.

Contatos posteriores com a secretaria através de e-mail e uma chamada de vídeo dia 29/11/2022 para mais levantamento de informações, não apresentaram um rendimento significativo já previsto por Dresch, Lacerda e Júnior (2015), ao relatar as desvantagens na adoção de entrevistas como técnica de coleta de dados, declarando que a técnica pode apresentar dificuldades de comunicação e interpretação entre entrevistador e entrevistado. Devido ao caráter dinâmico das respostas que precisam ser fornecidas corretamente pelo Assistente Virtual, trimestralmente foram efetuadas triagens dos dados, enfatizando assuntos que envolvem datas como calendário acadêmico e processo seletivo por exemplo. Ao relatar essa necessidade na reunião, notou-se certa resistência por parte da secretaria quanto a atualização trimestral desses dados.

### **3.3.2 Etapa de análise, levantamento de requisitos e casos de uso**

Com base na etapa de coleta de dados foi possível aprofundar a análise, identificando as oportunidades de aperfeiçoamento, além do levantamento dos diversos tipos de requisitos do sistema conforme Dennis, Wixom e Roth (2014). Os autores defendem que a fase de análise consiste na divisão do problema em pequenos processos para compreender a natureza e o relacionamento entre si, e ressaltam que antes do programa ser construído é muito importante fazer o levantamento das ferramentas e técnicas disponíveis, para podermos compreender o que o sistema deve realmente fazer. Já o levantamento de requisitos foca em declarar as funções ou características compreendidas pelo sistema. Delineados pelos autores estão 4 tipos de levantamento de requisitos:

- **Requisitos de negócio** – Visam atender os objetivos gerais do sistema e respectivas contribuições para a organização. Neste caso o Assistente Virtual deverá atender a dúvidas cotidianas dos alunos como calendário acadêmico, processo seletivo, disciplinas, linhas de pesquisa, entre outros, aos quais receberão aprimoramento constante não somente durante o desenvolvimento,

mas posteriormente durante sua utilização, de acordo com o surgimento novas dúvidas que remetem a atualização da ontologia;

- **Requisitos dos usuários** – Consistem em descrever o que os usuários precisam fazer no sistema. Como requisito de usuário, os alunos precisam efetuar perguntas ao Assistente Virtual e avaliá-las para seu aprimoramento. Por parte da secretaria, será necessária a atualização das respostas fornecidas pelo Assistente Virtual, para que sempre estejam de acordo com as informações disponibilizadas na plataforma da instituição, além de periodicamente avaliar perguntas recebidas pelo Assistente Virtual, as quais não tiveram resposta definida, possibilitando a identificação de novos domínios de conhecimento a serem abordados;
- **Requisitos funcionais** – Define o que o sistema (Assistente Virtual) precisa fazer para atender as necessidades do usuário. Para atender ao usuário o Assistente Virtual precisará identificar a intenção da pergunta recebida e pesquisar a resposta adequada em sua base, jamais deixando o usuário sem resposta. Para isso o Assistente Virtual efetuará perguntas ao usuário focando na identificação das premissas (*Slots*) necessárias que revelam a intenção da pergunta. É importante que o Assistente Virtual solicite ao usuário uma avaliação objetiva sobre a assertividade da resposta fornecida;
- **Requisitos não-funcionais** – Compreende a forma com que o Assistente Virtual irá interagir com o usuário. São abordados aspectos como interface, comportamento, e arquitetura básica do sistema. Atendendo a este requisito o Assistente Virtual terá uma interface de fácil implementação em plataformas *web*, que facilite a interação com o usuário e que possua o idioma português do Brasil.

Os requisitos identificados permitiram compreender as entidades que englobam o sistema, tanto quanto apresentar suas necessidades e obrigações de forma individual, além de elucidar os processos que envolvem suas atividades no sistema. Levantados os processos, Dennis, Wixom e Roth (2014) sugerem a adoção de técnicas de casos de uso como forma de representar essas atividades em forma de eventos a serem tratados pelo sistema, ou seja, cada interação do usuário com o Assistente Virtual gera um tipo de evento que pode ser representado através de modelos de caso de uso.

Os autores atrelam os casos de uso aos requisitos funcionais do sistema e apresentam um modelo como exemplo, embora ressaltem que o modelo adotado deve variar de acordo com as informações necessárias para cada projeto. As principais atividades identificadas para o Assistente Virtual são exibidas no Quadro 7, categorizadas de acordo com a entidade, onde cada atividade foi transformada em um caso de uso.

Quadro 7 - Relação de entidades e atividades

Entidade	Atividade(s)
Usuário (Aluno, Professor, comunidade em geral)	Efetua a pergunta ao Assistente Virtual. Avalia o Assistente Virtual.
Secretaria	Mantém as informações do sistema como propriedades de dados, propriedades de objetos, classes, entidades e respectivas relações, além dos ajustes periódicos nas respectivas respostas a serem fornecidas pelo Assistente Virtual.
Assistente Virtual	Classifica a pergunta feita pelo usuário. Efetua uma consulta a API. Fornece uma resposta. Efetua perguntas ao usuário com o intuito de identificar a intenção da pergunta recebida.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Quadro 8 - Caso de uso: Efetua uma pergunta

<b>Nome do caso de uso:</b> Efetua uma pergunta.	<b>ID:</b> UC-1	<b>Prioridade:</b> Alta
<b>Ator:</b> Usuário.		
<b>Descrição:</b> O usuário do sistema seja ele um aluno, professor ou uma pessoa pertencente a comunidade em geral efetua uma pergunta ao Assistente Virtual com o intuito de sanar uma dúvida.		
<b>Deflagrador:</b> O usuário que faz a pergunta.		
<b>Tipo:</b> Externo por ser um evento originado pelo usuário e não pelo sistema		
<b>Condições prévias:</b> O evento pode ser gerado nas seguintes condições: 1 - Após o Assistente Virtual se apresentar ao início de um diálogo. 2 - Ao fornecer uma resposta ao usuário. 3 - Após efetuar a avaliação da qualidade da resposta fornecida pelo Assistente Virtual.		
<b>Caminho normal:</b> 1 - O usuário faz uma pergunta para o Assistente Virtual 2 - O Assistente Virtual avalia a pergunta. a - Se a intenção da pergunta for identificada por completo o Assistente Virtual retorna a resposta condizente. b - Se a intenção da pergunta for identificada, mas ainda faltam informações (Slots) complementares o Assistente Virtual retorna uma caixa de diálogo apresentando as opções disponíveis para a pergunta efetuada. c - Se não for identificada a intenção da pergunta o Assistente Virtual armazena a pergunta para análise futura e comunica o usuário sobre a atitude tomada, fornecendo o contato da secretaria.		
<b>Condições posteriores:</b> O Assistente Virtual solicita uma avaliação da resposta fornecida ao usuário.		
<b>Exceções:</b> 1 - O usuário pode interromper o diálogo com nova pergunta. 2 - O usuário pode interromper o diálogo com a intenção de acabar com a conversa.		

Fonte: Adaptado de Dennis, Wixom e Roth (2014).

Como esclarecido, o Quadro 8 representa apenas um dos casos de uso identificados na análise do sistema, o qual delinea o processo que ocorre quando o usuário faz uma pergunta ao Assistente Virtual. O mesmo modelo foi adotado e aplicado às demais atividades identificadas no Quadro 7. O modelo foi o mais simples apresentado por Dennis, Wixom e Roth (2014), que definem que o nome do caso de uso deve ser o mais descritivo possível, contendo um identificador do caso de uso seguido de um índice de prioridade. A descrição visa detalhar o que se espera do processo, o deflagrador pode ser classificado como externo no caso de ser ativado por uma entidade externa como um usuário ou uma requisição provinda de outro sistema, ou pode ter origem temporal caso o próprio sistema gere essa necessidade em decorrência do tempo.

As condições prévias definem o estado ideal que o Assistente Virtual deve estar para que seja possível ativar o caso de uso, o caminho normal é uma descrição do processo quando o tudo ocorre normalmente. Para as condições posteriores é descrito o estado em que o Assistente Virtual estará situado ao terminar o processo em fluxo normal. Por fim, as exceções correspondem a situações eventuais que podem ocorrer durante a execução do processo.

### 3.3.3 Arquitetura e serviços de nuvem

Herrera e Piedra (2020) desenvolveram um modelo de gestão de intenções baseado em ontologia, no qual pode ser aplicado a diversas plataformas de *chatbot* não explicitando a aplicação em *bot* em específico. Al-Zubaide e Issa (2011) adotam *AliceBot* como *front-end*, a qual utiliza *AIML* na modelagem da ontologia, já definido por Pérez, Daradoumis e Puig (2020) como uma prática ultrapassada. Em meio as opções de arquiteturas identificadas, as soluções baseadas em intenções apresentadas pelos autores apresentaram uma boa adaptação com o emprego de ontologias, indo de encontro com o modelo de *chatbot*, baseado em intenções disponibilizado pela *AWS*.

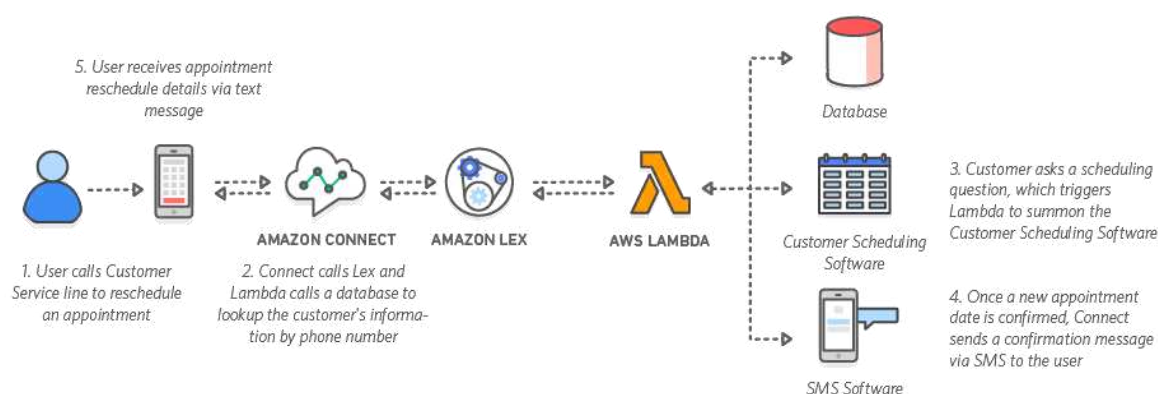
O levantamento dos serviços em nuvem, consideraram as infraestruturas disponibilizadas pela *Google Cloud*, *Amazon Web Services (AWS)* e *Azure* da *Microsoft*. Embora ambos tenham propostas semelhantes, foi optada pela utilização da *AWS* por sua liderança de mercado, custo-benefício, e por ter apresentado maior viabilidade para a adequação do *chatbot* aos requisitos do projeto.

O serviço de *chatbot* disponibilizado pela *AWS* chama-se *Lex*, possui uma interface amigável contendo diversas possibilidades de configuração, além de disponibilizar *Software*

*Development Kit (SDK)* e *Application Programming Interface (API)*, ferramentas que facilitam a integração entre várias plataformas de desenvolvimento e os serviços disponibilizados pela *AWS*. Podemos considerar o modelo disponibilizado pela *Amazon*, apresentado na Figura 5, como o fluxo de interação entre o usuário e o Assistente Virtual.

- A primeira camada de interação é o *front-end*. É nesta camada que fica o aplicativo, sistema web ou qualquer outra plataforma ou software desenvolvido por terceiros, que o usuário vai interagir. O *front-end* contém um script que interage com a ferramenta *SDK* fornecida pela *Amazon*, representada pela camada *Amazon Connect*, que por sua vez, dá acesso aos serviços do *Amazon Lex*;
- O *Amazon Lex* é baseado no modelo de intenções descrito por Luo *et al.* (2020) e detalhado por Herrera e Piedra (2020), possui interface própria para a criação de *chatbots*, e em uma visão abstraída representa o tópico Agente (Herrera e Piedra, 2020), pois é dentro do *Amazon Lex* que ficam armazenadas todas as demais classes e propriedades necessárias para a criação do *chatbot*. O *Amazon Lex* concentra a lógica do Assistente Virtual e é análogo a camada Integrador (VILLEGAS-CH *et al.*, 2021);
- Na camada *AWS Lambda*, está armazenado o script responsável pela interação com a *API*, similar a camada Facilitador (VILLEGAS-CH *et al.*, 2021). As camadas Integrador e Facilitador são exibidas na Figura 3;
- A *API* é uma interface que processa as requisições feitas pela *AWS Lambda*, e efetua a consulta na base de dados retornando uma resposta para a requisição efetuada.

Figura 5 - Fluxo de conversa e interação entre as ferramentas AWS e o usuário



Fonte: <https://aws.amazon.com/pt/connect/connect-lexchatbot/>.

Agregada ao modelo de *chatbot* baseado em intenções, foi considerada uma abordagem baseada em análise de conteúdo focada no significado da mensagem (DRESCH, LACERDA e JÚNIOR (2015) *apud* Bardin, 1993). Os autores afirmam que a análise de conteúdo pode elaborar indicadores qualitativos e quantitativos atenuando a subjetividade comumente encontrada em pesquisas qualitativas, auxiliando assim, o pesquisador nas mensagens comunicadas (DRESCH, LACERDA e JÚNIOR (2015) *apud* CAPELLE, MELO, GONÇALVES, 2003).

### 3.3.4 Amazon Lex

O mecanismo responsável pelo processamento das requisições do usuário tanto em *Automatic Speech Recognition (ASR)* quanto *Natural Language Processing (NLP)* é o *Amazon Lex*, e para que o Assistente Virtual funcione corretamente, é importante a compreensão de suas terminologias, assim como, a respectiva configuração no ambiente de desenvolvimento quando necessário. Por se tratar de um padrão que reflete o modelo apresentado por Herrera e Piedra (2020), o Quadro 9 apresenta um comparativo entre ambos e uma descrição de cada tópico.

Quadro 9 - Comparativo da nomenclatura entre Amazon Lex e Herrera e Piedra (2020)

<i>Amazon Lex</i>	Herrera e Piedra (2020)	Descrição
<i>Intents</i>	Intenção	Representa o domínio de conhecimento que visa esclarecer.
<i>Utterances</i>	Intenção	Perguntas amostras que os usuários fazem com uma determinada intenção e são utilizadas para treinamento do Assistente Virtual.
<i>Slots</i>	Entidades	São propriedades que precisam ser identificadas dentro de uma pergunta.
<i>Prompt</i>	Perguntas de resolução	São perguntas feitas pelo Assistente Virtual ao usuário afim de identificar as entidades.
<i>Slots (subcategoria)</i>	Opções	São opções que o <i>chatbot</i> disponibiliza para que o usuário selecione uma, identificando assim, as entidades.
<i>Message</i>	Resposta	Resposta dada ao usuário de acordo com a intenção identificada na pergunta.
<i>Message (subcategoria)</i>	Recurso	São links para documentos ou demais materiais que complementam uma resposta.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Em sua plataforma de configuração, o *Amazon Lex* possibilita o cadastro das intenções levantadas através do desenvolvimento da ontologia, e permite que se configure a origem da resposta a ser fornecida para o usuário. A resposta pode ser processada e automatizada pela própria plataforma, mediante a um conjunto de frases previamente cadastradas para cada intenção, e selecionadas aleatoriamente de acordo com a intenção identificada.

Outra opção possível de ser configurada em cada intenção, corresponde a integração do *Amazon Lex* com a função *Lambda* criada, que por sua vez efetua a requisição a *API* desenvolvida, retornando a resposta prevista para a intenção identificada pelo *Amazon Lex*. Com esta desacoplagem fica mais fácil e seguro alterar tanto a lógica empregada na *API*, quanto o conteúdo que servirá de resposta do Assistente Virtual para o usuário, inclusive deixando a resposta mais humanizada.

### 3.3.5 Função lambda

Quando uma intenção e respectivas entidades (Herrera e Piedra 2020) são identificadas pelo *Amazon Lex*, e avaliada a necessidade de integração com a *API*, a tarefa seguinte compete a ferramenta *AWS Lambda*. Nela existe uma função que recebe como argumento dois dos três componentes que formam a consulta *RDF*. Feito isso a função padroniza a requisição e faz a chamada a *API* de consulta a ontologia, normalizando a resposta recebida, de acordo com o



padrão de entrada requerido pelo *Amazon Lex* para que a resposta seja exibida ao usuário. Fornecida a resposta, o *Amazon Lex* solicita ao usuário uma breve avaliação para entender se a resposta fornecida equivale a pergunta efetuada. O resultado da avaliação é armazenado juntamente com a pergunta efetuada para aprimoramento do Assistente Virtual.

Existem situações nas quais o Assistente Virtual não identifica uma resposta adequada a pergunta efetuada pelo usuário, neste caso a função *Lambda* também armazena o enunciado, isso é útil para avaliação e levantamento de novas intenções a serem atendidas pelo Assistente Virtual.

### 3.3.6 API

O provedor de hospedagem web da *Hostinger* foi adotado para alocar os serviços de hospedagem da *API*, criada para consultas da ontologia armazenada em base de dados relacional. As ferramentas disponibilizadas e utilizadas pelo provedor foram servidor Apache versão 2.0, com linguagem interpretada *PHP* em sua versão 7.4.30, aplicados no desenvolvimento das funções de consulta da *API* e a base de dados relacional *MySQL* com a interface *phpMyAdmin* versão 5.1.1, responsável pelo armazenamento das instâncias da ontologia no formato *n-triplas*. O *front-end* foi inicialmente utilizado o *Kommunicate trial* versão web que é o primeiro contato que o usuário tem com o *chatbot* propriamente dito, mas posteriormente foi adotado o modelo fornecido pela própria *AWS*, no qual foi passível de personalização como cores, título, links, entre outros.

A *API* contempla toda a lógica de pesquisa da informação requerida pelo usuário, e é dividida em duas camadas cujo a primeira é composta por funções que contemplam todo o processo de consulta e persistência de dados, e a segunda camada é composta por um banco de dados relacional que armazena instâncias da ontologia composta por uma única tabela e organizada no formato de *n-Triplas*.

### 3.3.7 Plataforma de manutenção da API

Ainda no provedor de hospedagem da *Hostinger* foi desenvolvida e implementada em linguagem PHP, uma plataforma de manutenção da *API* (Figura 6). Através da interface da plataforma, é possível criar e instanciar novas classes, entidades, propriedades de dados e propriedades de objetos, aos quais imediatamente ficam à disposição para uso na *API*. Também é possível efetuar qualquer tipo de ajuste nas frases e/ou *URL* que o Assistente Virtual disponibiliza para o usuário, a partir de caixas de seleção que permitem filtrar o Sujeito da

ontologia pela de sua instância, resultando em uma lista de relações atreladas ao mesmo (Figura 7).

Figura 6 - Interface de manutenção da API

The image displays a web interface for API maintenance, organized into several distinct sections:

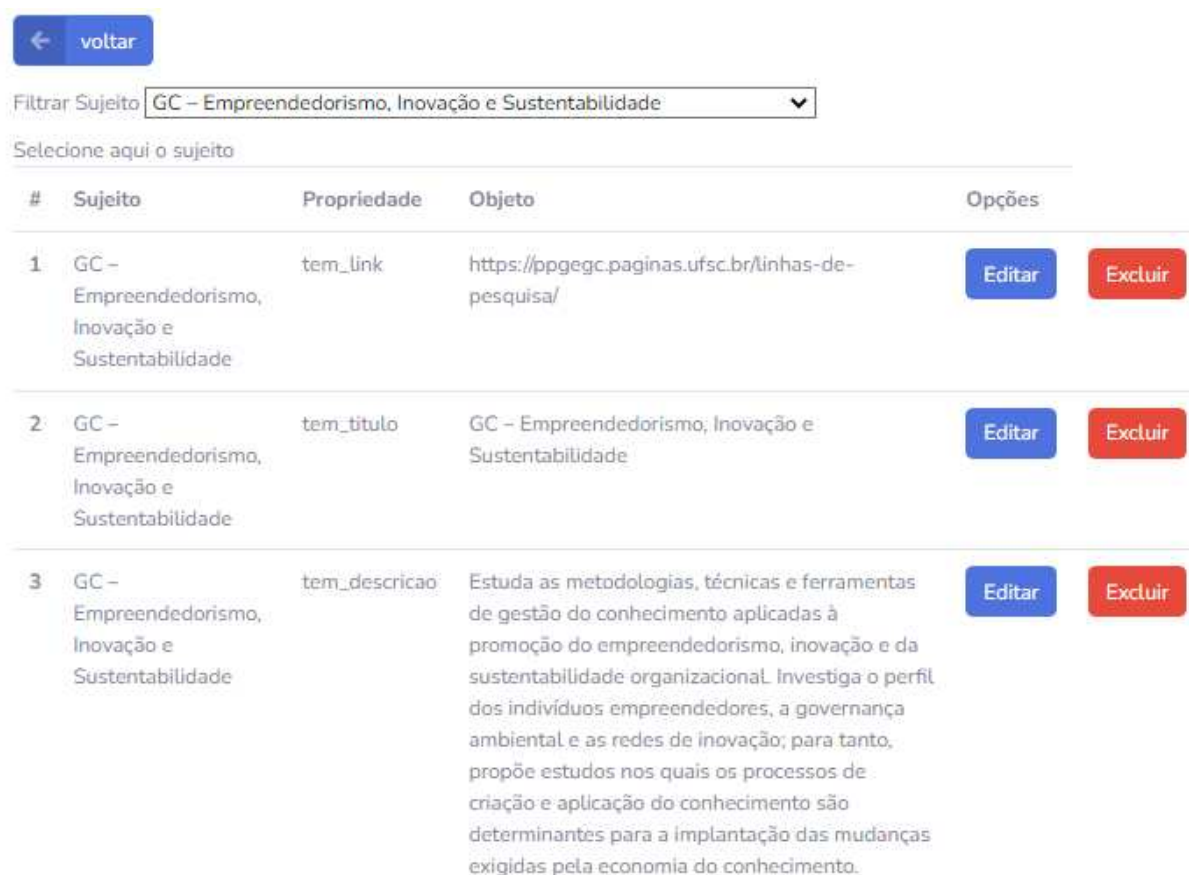
- Cadastrar classe:** Includes fields for 'Classe' and 'Descrição', followed by a 'Salvar classe' button.
- Cadastrar entidade:** Includes fields for 'Entidade' and 'Descrição', a dropdown menu for 'Classe', and a 'Salvar entidade' button.
- Cadastrar propriedade de dados:** Includes fields for 'Nome' and 'Tipo', followed by a 'Salvar dados' button.
- Cadastrar propriedade de objeto e propriedade inversa de objeto:** Includes fields for 'Propriedade de objeto' and 'Propriedade inversa de objeto', followed by a 'Salvar objeto' button.
- Propriedade de objeto:** Features three dropdown menus for 'Selecionar qual o objeto', 'Selecionar qual a propriedade', and 'Selecionar qual o objeto', followed by a 'Salvar' button.
- Propriedade de dados:** Features three dropdown menus for 'Selecionar qual o objeto', 'Selecionar qual a propriedade', and 'Selecionar qual o objeto', followed by a 'Salvar' button.

At the bottom of the interface, there are three expandable menu items:

- Listar entidades e relacionamentos cadastrados
- Listar instâncias cadastradas
- Listar instâncias dos usuários

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 7 - Lista de propriedades e objetos por Sujeito da ontologia



← voltar

Filtrar Sujeito

Selecione aqui o sujeito

#	Sujeito	Propriedade	Objeto	Opções
1	GC – Empreendedorismo, Inovação e Sustentabilidade	tem_link	<a href="https://ppgegc.paginas.ufsc.br/linhas-de-pesquisa/">https://ppgegc.paginas.ufsc.br/linhas-de-pesquisa/</a>	<button>Editar</button> <button>Excluir</button>
2	GC – Empreendedorismo, Inovação e Sustentabilidade	tem_titulo	GC – Empreendedorismo, Inovação e Sustentabilidade	<button>Editar</button> <button>Excluir</button>
3	GC – Empreendedorismo, Inovação e Sustentabilidade	tem_descricao	Estuda as metodologias, técnicas e ferramentas de gestão do conhecimento aplicadas à promoção do empreendedorismo, inovação e da sustentabilidade organizacional. Investiga o perfil dos indivíduos empreendedores, a governança ambiental e as redes de inovação; para tanto, propõe estudos nos quais os processos de criação e aplicação do conhecimento são determinantes para a implantação das mudanças exigidas pela economia do conhecimento.	<button>Editar</button> <button>Excluir</button>

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

### 3.3.8 Aplicação da Ferramenta SDK

Dentre os diversos benefícios provindos da utilização da *Software Development Kit* (*SDK*) está o suporte a variadas linguagens de programação. A utilização da ferramenta *SDK* com suporte à linguagem *javascript* por se tratar de aplicação *web*, foi aplicada na interação com o serviço *AWS Lambda* (2022), responsável pela execução de códigos em servidor e pelas requisições feitas a *API*.

Para o desenvolvimento do *front-end*, a *Amazon Lex v2* (2022) disponibiliza um ambiente virtual de desenvolvimento próprio, que permite toda a personalização e configuração do *chatbot*, incluindo a criação de novas intenções com respectivos slots e suporte multilíngue, ou seja, existe a possibilidade do desenvolvimento do Assistente Virtual em diversos idiomas, mas apresenta a desvantagem de que para cada idioma é necessário modelar todo o processo de intenções.

### 3.3.9 Modelagem do conhecimento

O conhecimento sobre o programa de pós-graduação que o Assistente Virtual precisa para responder os questionamentos dos usuários, foi modelado numa ontologia. A ontologia reflete as intenções ao procurar informações a respeito de um domínio de conhecimento, podendo ser incorporada ao *Amazon Lex*, onde cada intenção corresponde a uma Classe com sua respectiva Propriedade de Objeto ou Propriedade de Dados (NAZIR *et al.*, 2019), dessa forma sempre que for identificada uma intenção, automaticamente a Classe respectivas Propriedades de Dados ou de Objetos serão identificadas, possibilitando a consulta do valor via *API*, nas instancias da ontologia.

Nazir *et al.* (2019), categorizam o desenvolvimento de uma ontologia em etapas são elas: preparação do conjunto de dados; questões de competência; conceitos e classes; propriedades, atributos ou predicados. O conjunto de dados foi obtido em pesquisa na página da instituição e foi categorizado como Objeto na base de dados que armazena a ontologia.

As questões de competência inicialmente foram levantadas a partir do conjunto de dados obtido. Dessa forma foram identificadas a quantia de 109 questões de competência dos mais diversos domínios como:

- Quais são as áreas de concentração?;
- O que aborda a área de concentração de X?;
- Quem leciona a disciplina Y?;
- Quando abrem as inscrições para o mestrado?;
- Quais disciplinas o professor Z leciona?;
- Quem coordena o EGC?.

O procedimento seguinte viabilizou a identificação das Classes e Entidades, dentre elas algumas atuam em certos instantes como Classe e em outros momentos como Entidade, de acordo com a interação entre si, formando os componentes Sujeito e Objeto utilizados na pesquisa a *API* da ontologia. O Quadro 10 exemplifica a relação de Classes e Entidades. As Entidades correspondem aos tipos de Slots identificados para serem utilizados na configuração do *Amazon Lex*. Já as Classes ainda em um formato abstraído representam as *Intents* ou Intenções (Herrera e Piedra 2020), que deverão ser cadastradas e posteriormente identificadas pela plataforma.

Quadro 10 - Relação de Classes e Entidades

<b>Classe</b>	<b>Entidade</b>
Área de Concentração	Uma das áreas de concentração do EGC: Engenharia do Conhecimento, Mídia do Conhecimento ou Gestão do Conhecimento
Categoria da Disciplina	Identifica se a disciplina no trimestre vigente é Optativa ou Obrigatória
Categoria da Pós-Graduação	Mestrado, doutorado ou qualificação
Disciplina	Uma das disciplinas cadastradas
PPGEGC	Aguarda uma frase que contenha EGC, PPGEGC ou similar
Linha de Pesquisa	Uma das linhas de Pesquisas do PPGEGC
Processo Seletivo	Processo seletivo vigente
Trimestre Vigente	Variáveis atreladas a 1º, 2º, 3º; primeiro, segundo, terceiro; 1º trimestre, 2º trimestre, 3º trimestre;

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Como já mencionado, as Classes identificadas podem relacionar-se com outras Classes considerado Propriedades de Objetos, e/ou possuir Propriedades de Dados que são atributos pertencentes a uma Classe. Para refinar a identificação das intenções e tornar o Assistente Virtual mais objetivo, ao invés de apenas utilizar a Classe genérica para ser considerada uma intenção, foi utilizada a Classe e seu respectivo atributo, seja ele Propriedade de Dados ou Propriedade de Objeto. Com esse ajuste, foi possível reduzir a quantidade de diálogo necessário para que o Assistente Virtual consiga reunir todos os componentes que formam a consulta a *API* da ontologia, evitando que o assistente faça muitas perguntas ao usuário, e chegando dessa forma, a uma conclusão com maior agilidade.

Apresentadas no Quadro 11, estão todas as classes elucidadas a partir das questões de competência, a descrição das demandas que se dispõe a atender, além do tipo de processo aplicado para se obter a resposta que deverá ser fornecida ao usuário.

Quadro 11 - Classe, descrição e origem da resposta

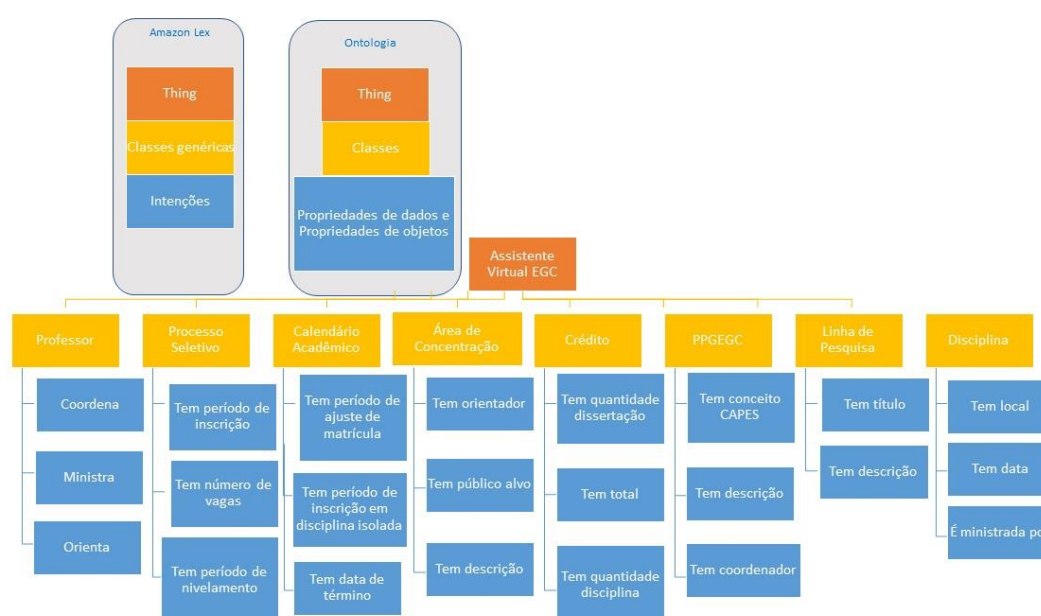
Classe	Descrição	Origem da resposta
Área de Concentração	Visa atender a demandas das áreas de concentração da Gestão, Engenharia e Mídia do Conhecimento.	Efetua consulta na <i>API</i> e retorna o texto correspondente.
Calendário Acadêmico	Visa atender a demandas atreladas ao calendário acadêmico vigente.	
Cancelar	Visa atender a necessidade da avaliação do Assistente Virtual, e do encerramento do diálogo, apresentada pelo usuário ao digitar a palavra "sair".	
Crédito	Visa atender a demandas de créditos no contexto de disciplinas, atividades acadêmicas e conclusão de mestrado e doutorado.	
Disciplina	Visa atender a demandas atreladas a disciplina como horários, local, professor, etc...	
PPGEGC	Visa atender a questionamentos gerais sobre o Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento.	
Fallback	Atende a demandas as quais o <i>Amazon Lex</i> não conseguiu identificar uma intenção adequada.	
Linha de Pesquisa	Atende a demandas atreladas às linhas de pesquisa do PPGEGC, de acordo com uma das áreas de concentração.	
Processo Seletivo	Atende a demandas atreladas ao processo seletivo vigente.	
Professor	Atende a demandas relacionadas aos professores como relação de disciplinas que o mesmo ministra ou orienta.	
Valida Resposta Usuário (Slots)	Intenção de validação dos Slots, ou seja, valida a resposta do usuário quando ele faz uma pergunta incompleta, que requer complemento para facilitar a identificação da intenção.	
Agradecimento	Atende a questões básicas de agradecimento no diálogo.	
Cumprimento	Atende a cumprimentos como bom dia, olá, boa tarde, entre outros.	
Critica	Seu objetivo é orientar o usuário com relação a insultos	
Elogio	Atende a questões básicas de elogio no diálogo.	

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Como pode ser observado, as classes são apresentadas em duas categorias definidas na coluna “Origem da resposta”. O conjunto de classes que necessita a integração com a *API* e o conjunto cujo a resposta é processada pela própria plataforma *Amazon Lex*.

Parte da ontologia criada é apresentada na Figura 8, e detalhada individualmente por Classe a partir dos anexos A até I, no primeiro nível (em vermelho) está o escopo, referindo-se ao domínio para o qual será desenvolvida a ontologia. Logo abaixo na cor amarela, são apresentadas as Classes (Intenções) genéricas identificadas, as folhas de cada Classe, em azul, representam as Propriedades de Dados e Propriedades de Objetos, essas sim, são utilizadas como Intenção no *Amazon Lex*. Dessa forma, em uma pergunta como “Quando abrem as inscrições para o mestrado?” é possível identificar a intenção como Processo Seletivo tem período de inscrição, nomeando a intenção no *Amazon Lex* como “ProcessoSeletivo\_tem\_periodo\_inscricao\_intent”.

Figura 8 – Ontologia aplicada ao *Amazon Lex*



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Além das intenções e slots levantados, o *Amazon Lex* possui uma intenção padrão chamada *FallbackIntent* (ANEXO A – MAPA MENTAL DO ASSISTENTE VIRTUAL EGC) que tem a finalidade de processar perguntas que a ferramenta não identificou uma intenção correspondente. Para esta intenção foi cadastrada uma mensagem de aviso informando ao usuário que sua pergunta foi armazenada para análise e aprimoramento do Assistente Virtual, fornecendo também o e-mail da secretaria para um contato direto.

Com o intuito de deixar o Assistente Virtual mais humanizado, foi adicionada a intenção *CancelIntent*, já padronizada pela *Amazon Lex* com comandos atrelados a mensagens como “sair”, “até mais”, etc., acarretando uma mensagem de avaliação do Assistente Virtual

por parte do usuário, além de uma resposta condizente com a despedida. Outras intenções adicionadas (ANEXO A – MAPA MENTAL DO ASSISTENTE VIRTUAL EGC) foram CumprimentoIntent, ElogioIntent, AgradecimentoIntent e CriticaIntent, com o objetivo de possuir respostas adequadas quando o Assistente Virtual for cumprimentado, elogiado, receber um agradecimento ou até mesmo uma crítica.



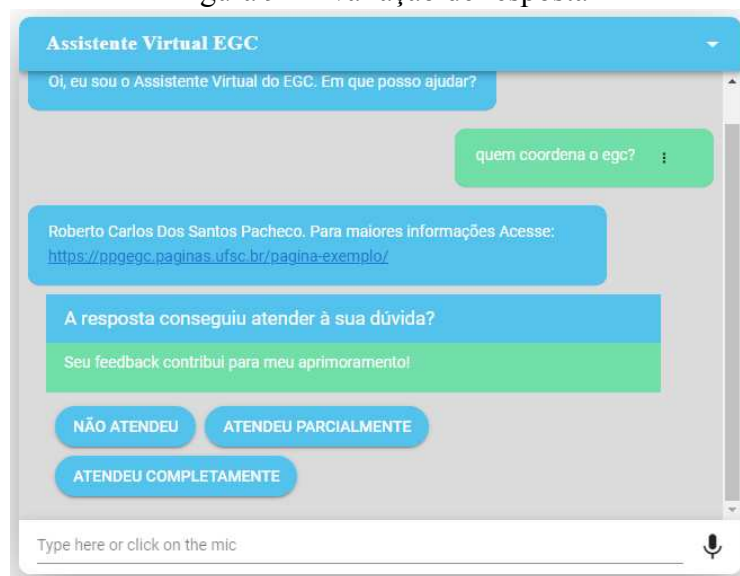
## 4 AVALIAÇÃO DO ASSISTENTE VIRTUAL

### 4.1 CRITÉRIOS CONSIDERADOS

Os critérios considerados para a avaliação foram pautados nos estudos de Peras (2018), sendo adotada a perspectiva da recuperação da informação, a qual analisa a precisão da resposta do Assistente Virtual equiparada a pergunta efetuada pelo aluno, agregada à escala *Likert* apresentada no estudo de Lucchesi et al. (2018), a qual faz uso de unidades qualitativas para avaliar o nível de satisfação categorizadas como concordância, frequência, importância e probabilidade, o que viabiliza a demonstração de percepções a respeito do elemento pesquisado.

Cada resposta fornecida pelo Assistente Virtual acompanha três opções em formato de botão para ser selecionado pelo aluno, que após selecionado representará a sua percepção da qualidade da resposta recebida. Apresentado na Figura 99, com valor menos significativo está o botão “NÃO ATENDEU” representando o valor 1, em seguida com o valor 2 a opção “ATENDEU PARCIALMENTE”, e por fim, “ATENDEU COMPLETAMENTE” contendo o valor 3.

Figura 9 - Avaliação de resposta



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Além das opções fornecidas em formato de botão, também é exibido um texto que esclarece a possibilidade de o usuário digitar a palavra “sair” (Figura 1010), para seguir para uma última etapa que é a avaliação do Assistente Virtual propriamente dito. Dessa forma, o aluno pode efetuar ‘n’ perguntas ficando em formato de *looping*, e ao desejar finalizar a conversa, digitando a palavra “sair”, o diálogo é direcionado para a etapa final, constituída pela

avaliação do Assistente Virtual, apresentado na Figura 11, que por fim, se despede e finaliza o atendimento (Figura 12).

Figura 10 - Apresentação da opção “sair”



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 11 - Avaliação do Assistente Virtual



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 12 - Encerramento da conversa



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

As opções disponibilizadas para a avaliação do Assistente Virtual compreendem os valores de 6 a 10 para “MUITO INSATISFEITO(A)”, “INSATISFEITO(A), INDIFERENTE, SATISFEITO(A) e “MUITO SATISFEITO(A). Mesmo após o encerramento do diálogo, o aluno ainda poderá interagir com o Assistente Virtual, entretanto, o diálogo será considerado como uma nova interação. Nesta circunstância o Assistente Virtual torna a se apresentar e ficar no aguardo de novo ciclo de perguntas.

## 4.2 TESTES E AJUSTES

### 4.2.1 Descrição do teste

Uma vez desenvolvido o *Minimum Viable Product (MVP)*, foi elaborada um teste preliminar do artefato, sendo disponibilizando para um aluno de Doutorado do curso de pós-graduação. O aluno efetuou perguntas sobre diversos aspectos da instituição e respectivos cursos, evidenciando novos formatos de pergunta sobre os domínios já cadastrados, permitindo o aprimoramento do Assistente Virtual com relação a identificação das intenções existentes, além de identificar novos domínios de conhecimento. Embora identificadas as necessidades de aprimoramento por conta de domínios de conhecimento ainda não compreendidos pelo Assistente Virtual, um fator relevante para o teste é que o Assistente Virtual já previa situações

às quais não fossem identificadas a intenção da pergunta, dessa forma, o Assistente Virtual armazenou a pergunta efetuada e comunicou ao aluno.

Um dos principais desafios superados foi relacionado a adequação da ontologia criada ao modelo de intenções utilizado pela *Amazon Lex*. Para tal, o processo de desenvolvimento e teste preliminar apontou que o melhor resultado consistiu em vincular as propriedades de dados e de objetos da ontologia a cada intenção existente no Assistente Virtual.

Após realizados os testes preliminares, já foi possível compreender a versatilidade apresentada pelo Assistente Virtual por viabilizar a incorporação de novas intenções, a partir do aprimoramento da ontologia criada, mesmo requerendo aprimoramento da qualidade nas respostas, para tornar o Assistente Virtual mais humanizado. Isso permite que o modelo elaborado possa ser generalizado a qualquer domínio de conhecimento a partir de uma ontologia preliminar, seja para órgãos públicos ou privados. Os resultados prévios foram apresentados no formato não presencial (*online*) no *Congreso Internacional de Conocimiento e Innovación (CIKI)*, ocorrido em Monterrey no México nos dias 7, 8 e 9 de novembro de 2022.

#### 4.2.2 Resultados e refinamento

Os testes preliminares realizados no Assistente Virtual foram executados através de 8 perguntas nas quais resultaram em 3 acertos (37,5%), dentre as 5 perguntas as quais não houve acerto, todas apresentaram a necessidade de adicionar novas intenções, são elas:

- **AreaDeConcentração\_tem\_professor\_intent:** Apresenta a lista de professores por área de concentração;
- **AnoLetivo\_tem\_recesso\_intent:** Apresenta o período de recesso do ano letivo;
- **Publicacao\_tem\_creditos\_intent:** Apresenta a quantidade de créditos necessários para defender o mestrado ou o doutorado.
- **EstagioDeDocencia\_tem\_creditos\_intent:** Apresenta o total de créditos recebidos em estágio de docência de acordo com a categoria mestrado ou doutorado;
- **ProcessoSeletivo\_tem\_requisitos\_intent:** Apresenta os requisitos necessários são aceitos de acordo com cada processo seletivo.

Mesmo não acertando algumas respostas, em todos os casos o Assistente Virtual identificou alguma similaridade entre a pergunta efetuada e alguma resposta cadastrada na

ontologia, resultando positivamente uma vez que não utilizou a intenção *FallbackIntent*, a qual direciona o usuário a entrar em contato com a secretaria quando não identifica uma resposta adequada para a pergunta efetuada.

Com relação ao comportamento, o Assistente Virtual apontou a necessidade de aprimoramentos no fluxo de conversação e na qualidade de respostas da ontologia, para que apresente um diálogo mais humanizado. Foi identificada também a necessidade da adição de mais opções de respostas para o usuário, com base na escala *Likert* sugerido por Peras (2018), no momento que o aluno avalia se a resposta recebida se alinha ou não com suas expectativas. A adição dessas opções, possibilitará coletar com maior precisão, a assertividade das respostas fornecidas para o usuário.

#### 4.3 PROCESSO DE AVALIAÇÃO

Para avaliação do assistente desenvolvido foi executada no período de 09/05/2023 à 23/05/2023, uma vez efetuadas as alterações sugeridas no teste preliminar.

O procedimento adotado consistiu no envio de e-mail para a secretaria e mensagens em grupos no aplicativo *WhatsApp*, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento (PPGEGC), com o intuito de divulgar a pesquisa para a comunidade acadêmica. O e-mail enviado continha uma mensagem solicitando a colaboração dos interessados para com o teste, o link de acesso ao Assistente Virtual, e um agradecimento pela colaboração.

Na plataforma acessada pelo participante através do link enviado, foi apresentada a orientação para o teste, enfatizando que o Assistente Virtual respondia somente a questões administrativas, e automaticamente era exibida a interface para a interação.

#### 4.4 COLETA DE DADOS

Para cada pergunta efetuada, o Assistente Virtual disponibilizou as opções para a avaliação da resposta como apresentado Figura 9, podendo serem efetuadas N perguntas mesmo sem avaliar nenhuma sequer, proporcionando total liberdade de fluxo na conversa. O Assistente Virtual também oferecia a cada questão a opção de o aluno encerrar e avaliar o diálogo demonstrado na

Figura 12, sendo possível também o aluno simplesmente encerrar sem avaliar.

Cada ciclo de diálogo foi classificado como sessão, através de um identificador fornecido pelo *Amazon Lex* chamado *SessionId*. Uma sessão é composta por um conjunto de perguntas as quais foram denominadas interação, que por sua vez engloba seu respectivo horário. Dessa forma, foi possível determinar o período de uma sessão a partir do horário da primeira interação até o horário da última interação, às quais possuíam o mesmo *SessionId*, permitindo assim, identificar mais de uma sessão feita pelo mesmo usuário em períodos diferentes e mantendo sua confidencialidade.

Após o período disponibilizado para o teste, foram identificadas no total 60 sessões e 130 interações. Dentre as sessões foram descartadas 5 por conterem apenas uma linha, sendo assim, impossível compreender um diálogo, e 3 por serem compostas de uma única pergunta incompleta e/ou fora de contexto como “o que” por exemplo, ou por conter um comentário ao invés de uma pergunta, restando 52 sessões aptas para análise. Também foram identificados 3 *SessionId* que apresentaram recorrência de acesso em períodos diferentes, demonstrando que houve usuários que acessaram com o Assistente Virtual mais de uma vez, representando 6% no total.

Relacionado a avaliação do Assistente Virtual, 36 das 52 sessões se abstiveram da dessa opção, enquanto 16 avaliaram o serviço disponibilizado. Detalhados na Tabela 2 estão os detalhados os valores correspondentes a avaliação. Considerando as 130 interações identificadas, 47 não foram avaliadas, enquanto 83 sofreram avaliação por parte do usuário e são detalhes na Tabela 3.

Tabela 2 – Avaliações do Assistente Virtual

Quantidade de avaliações	Categoria
3	MUITO SATISFEITO(A)
5	SATISFEITO(A)
3	INDIFERENTE
4	INSATISFEITO(A)
1	MUITO INSATISFEITO(A)

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Tabela 3 - Avaliações das respostas

Quantidade de avaliações	Categoria
32	NÃO ATENDEU
21	ATENDEU PARCIALMENTE
30	ATENDEU COMPLETAMENTE

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

#### 4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir das perguntas que compõem cada interação das sessões, foi possível identificar e classificar novas intenções e melhorias de intenções já existentes, geradas a partir de perguntas que foram classificadas pelo Assistente Virtual como “*FallbackIntent*”, ou seja, perguntas feitas pelo usuário às quais o Assistente Virtual não conseguiu identificar uma intenção adequada, explicado no capítulo 3.3.4 - Modelagem do conhecimento. No total foram registradas 28 questões nessa categoria, sendo 22 classificadas como “Nova intenção”, assim gerando um novo domínio de conhecimento a ser abordado, e 6 consideradas como “Nova pergunta”, ou seja, uma nova forma de perguntar a respeito de uma das intenções que já estavam cadastradas no Assistente Virtual.

Além da categoria “*FallbackIntent*”, também foram identificadas 5 interações cujo a pergunta efetuada foi considerada como a categoria “Nova pergunta”, mas o Assistente Virtual identificou como uma das intenções cadastradas, resultando no erro da resposta fornecida ao usuário.

Após avaliadas individualmente as questões geradas pelas interações, foram removidas intenções identificadas em duplicidade, entretanto, foram consideradas e armazenadas as perguntas efetuadas, que ajudarão no treinamento do Assistente Virtual no trabalho de identificação dessas intenções. Foi possível identificar 19 novas intenções listadas no Quadro 12, além de suas respectivas Classes e propriedades de dados, elucidado no capítulo 3.3.4 - Modelagem do conhecimento como uma intenção em formato genérico.

Quadro 12 - Intenções e Classes identificadas

Classe	Intenção	Classe já cadastrada
Proficiência	Proficiencia tem descricao intent	Não
Atividade Acadêmica	AtividadeAcademica tem artigos {categoria pos}	Não
	AtividadeAcademica tem banca {categoria pos}	
	AtividadeAcademica tem descricao intent	
	AtividadeAcademica tem quantidade intent	
Pós-Graduação	PosGraduacao tem bolsa intent {categoria pos}	Não
	PosGraduacao tem defesas {ano}	
	PosGraduacao tem troca orientador intent	
	PosGraduacao tem matricula intent {categoria pos}	
	PosGraduacao tem requisitos trancamento intent	
	PosGraduacao tem descricao intent	
	PosGraduacao tem prorrogacao intent	
Área de concentração	AreaDeConcentracao tem descricao intent {area de concentracao}	Sim
Calendário Acadêmico	CalendarioAcademico possui intent {ano}	Sim
	CalendarioAcademico tem descrição intent	
	CalendarioAcademico tem periodo rematricula intent	
Processo Seletivo	ProcessoSeletivo tem descricao intent {ano}	Sim
Defesa	Defesa tem descricao intent	Não
FalarComHumanoIntent	Desenvolver a opção de falar com atendente	Não

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Além das classes e intenções listadas, também foi adicionada a coluna “classe já cadastrada” que corresponde aos domínios de conhecimento que o Assistente Virtual já abordava, e que precisarão sofrer ajustes como adição de novas questões de treinamento, devido a forma a qual foi efetuada a pergunta, e/ou melhorias na forma de resposta.

Apenas por hipótese e a fins de demonstração admitindo que as magnitudes da escala *Likert* consideradas iguais para todos os componentes.

Efetuada a normalização dos dados para a mineração no *Orange*, é apresentada na Figura 133 uma classificação utilizando a ferramenta *K-means*, relacionando a Classe identificada pelo Assistente Virtual com a nota atribuída pelo usuário. No eixo X do gráfico estão alocados os valores<sup>4</sup> de 1 a 3 condizentes com as notas dadas às respostas fornecidas pelo

<sup>4</sup> Valores de avaliação das respostas: 1 – Não atendeu, 2 – Atendeu parcialmente, 3 – Atendeu completamente.



Assistente Virtual, já no eixo Y estão as notas<sup>5</sup> de 1 a 5 condizentes a avaliação do Assistente Virtual, assim.

Foram considerados os valores com tendências positivas de avaliação do Assistente Virtual como 4 e 5, e valores 2 e 3 com tendências positivas atreladas às avaliações das respostas, e valores 1 como tendência desfavorável relacionadas às avaliações das respostas, e 1 a 3 com relação a avaliação do Assistente Virtual avaliadas como neutras a desfavoráveis.

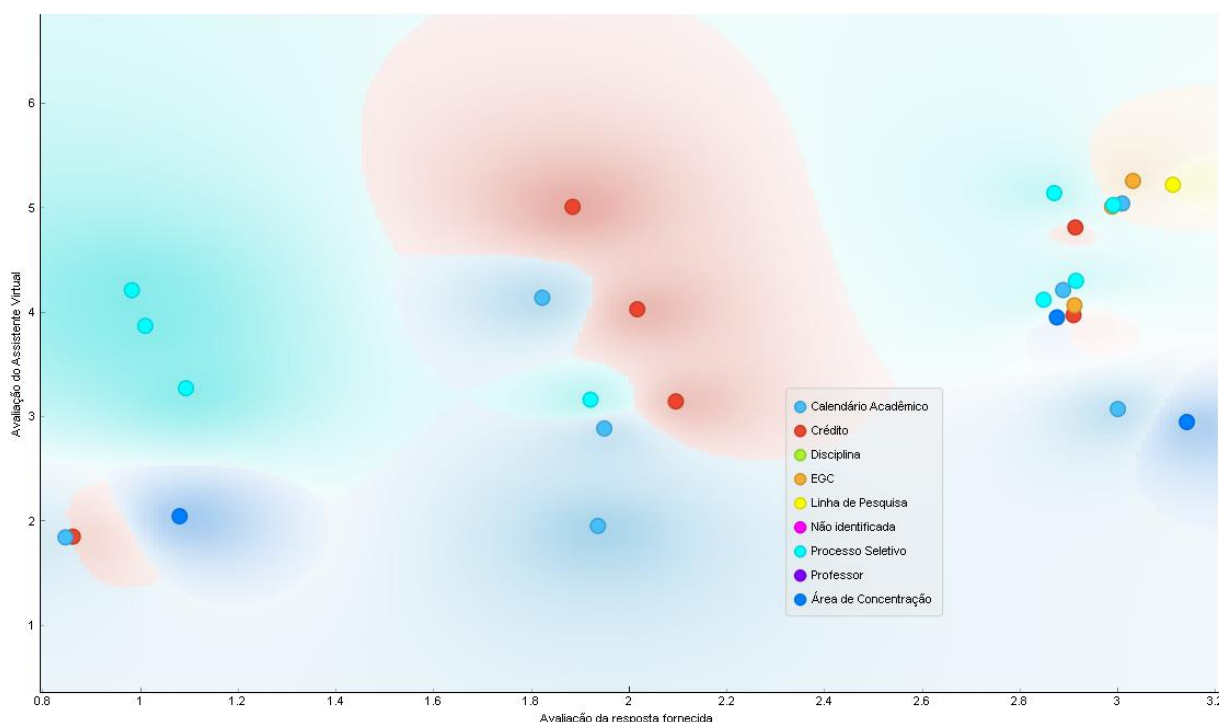
O valor zero de ambos os eixos são de sessões que não avaliaram as respostas recebidas e não avaliaram o Assistente Virtual, sendo, portanto, desconsideradas, as demais avaliações estão pulverizadas pelo gráfico por conta de uma função disponibilizada pela ferramenta *Orange* chamada *Jittering*, a qual extrapola os valores para melhor visualização gráfica dos mesmos. Desconsideradas as sessões que não avaliaram simultaneamente o Assistente Virtual e as respostas fornecidas, restaram 29 amostras.

Foi possível constatar que as maiores avaliações atribuídas ao Assistente Virtual e as respostas fornecidas por ele, estiveram atreladas fundamentalmente às Classes “Processo Seletivo”, “Crédito” e “EGC”, ou seja, as respostas consideradas mais adequadas estão baseadas em perguntas feitas sobre esses assuntos, em seguida também é possível identificar demais classes com as mesmas características de avaliação como “Linha de pesquisa”, e “Calendário acadêmico”.

---

<sup>5</sup> Valores de avaliação do Assistente Virtual: 1 – Muito insatisfeito(a), 2 – Insatisfeito(a), 3 – Indiferente, 4 - Satisfeito(a), 5 – Muito satisfeito(a).

Figura 13 - Notas atribuídas por classe



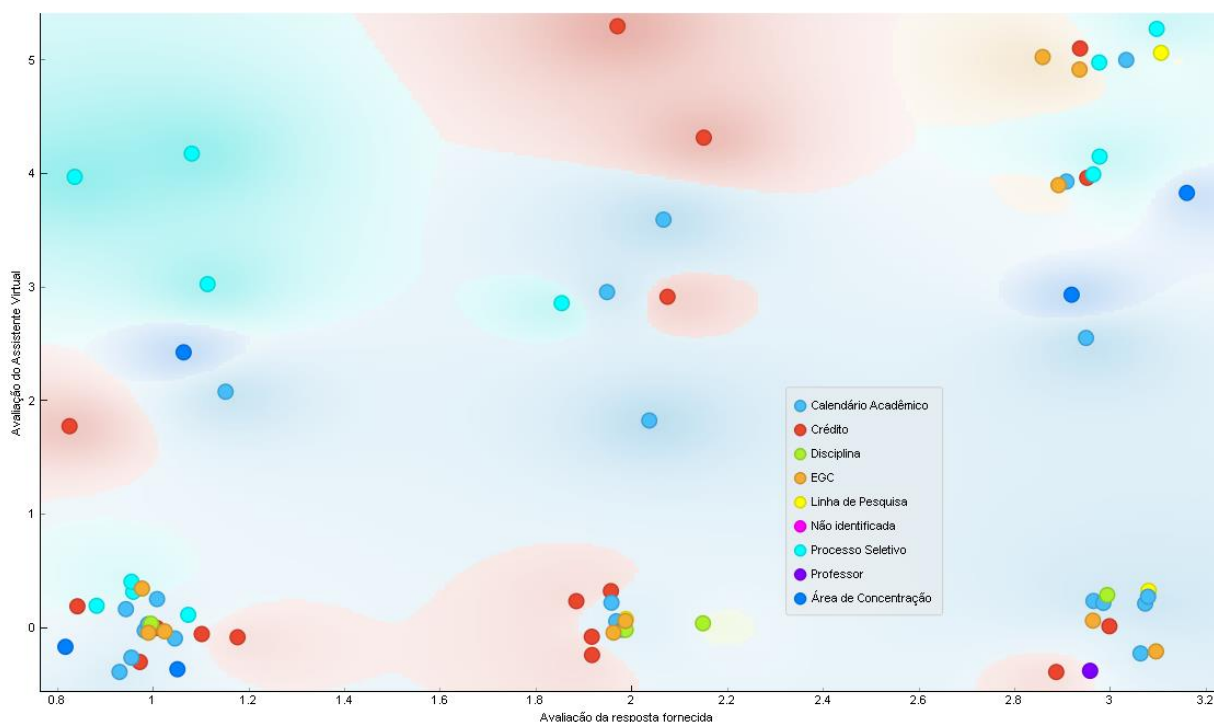
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Apenas as avaliações apresentadas no canto inferior esquerdo, representadas pelas classes “Calendário acadêmico”, “Crédito” e “Área de concentração” receberam menor avaliação geral. Mesmo assim é observável que mesmo a avaliação das respostas sendo consideradas como “Não atendeu”, nenhum desses valores relacionados a avaliação do Assistente Virtual foi categorizada como “Muito insatisfeito(a)”, fortalecendo o nível de satisfação do usuário quanto ao Assistente Virtual.

A Classe “Crédito” é identificada nos pontos em que são avaliadas com as melhores e as piores avaliações, mas a concentração mais significativa de avaliações está alocada com parâmetros positivos, demonstrando uma boa qualidade da performance do Assistente Virtual relacionada a classe.

Ao focarmos apenas as amostras que efetuaram as avaliações das respostas, desconsiderando as amostras que tenham ou não avaliado o Assistente Virtual, o número de amostras torna-se 77. A Figura 14 é apresentada com os mesmos critérios de extrapolação de *Jittering*.

Figura 14 - Classes por avaliação das respostas fornecidas

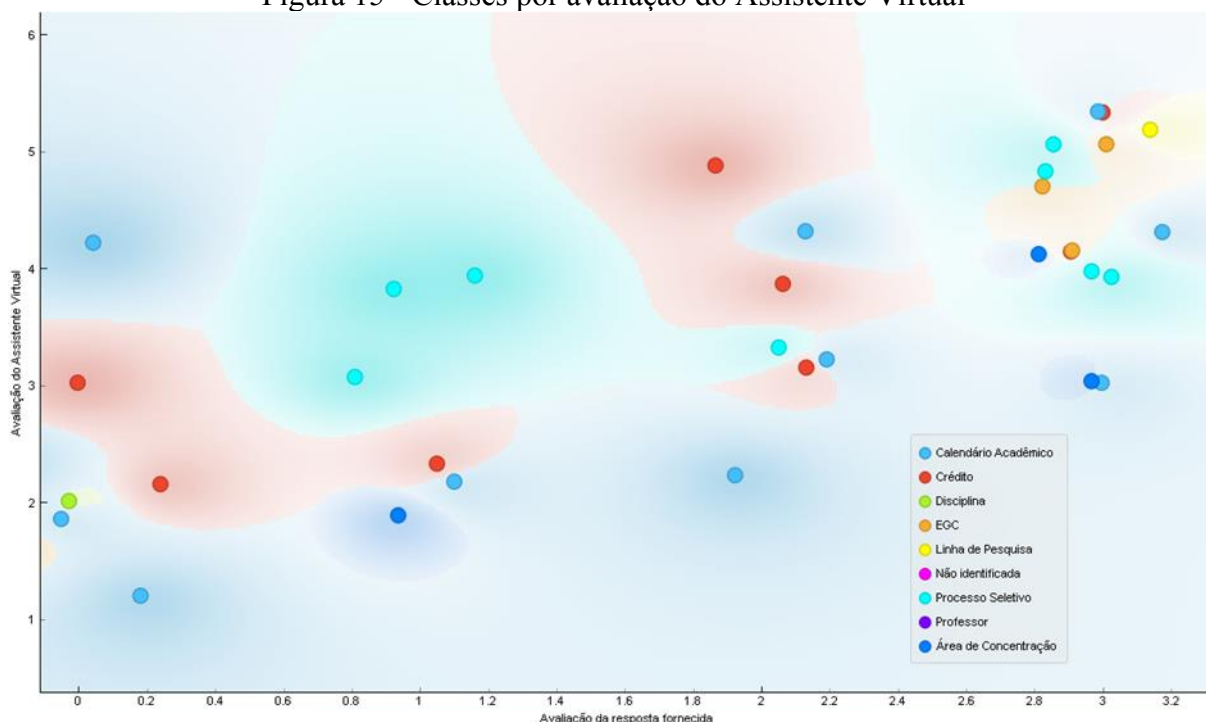


Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Foi observado que independente dos valores de nota atribuídos a avaliação do Assistente Virtual, a maioria das respostas avaliadas estão concentradas entre o centro e o lado direito do gráfico, demonstrando tendências satisfatórias nas respostas recebidas e mantendo as mesmas características de avaliação das classes “Crédito” e “EGC”, que permanecem em maioria mesmo com o aumento da amostra, e uma redução no nível da avaliação para as respostas atreladas a classe “Processo Seletivo”, sendo ultrapassada pelas respostas da classe “Calendário acadêmico” nos níveis de boas avaliações.

Da mesma forma a Figura 15 apresenta as avaliações do Assistente Virtual independente da avaliação das respostas fornecidas. Como afirmado anteriormente que nenhuma das avaliações havia tendido ao critério “Muito insatisfeito(a)”, nesta circunstância a realidade foi alterada por uma das sessões avaliadas, a qual foi avaliada com tal critério. É observável no gráfico que as amostras estão bem propagadas, entretanto, respeitando os critérios de *Jittering* e valores considerados positivos para as avaliações do Assistente Virtual, as amostras apresentaram em sua maioria tendências entre os critérios “Satisfeito(a)” e “Muito satisfeito(a)”, considerando que o critério “Indiferente” não exerce tendência na avaliação.

Figura 15 - Classes por avaliação do Assistente Virtual



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Uma pergunta em especial acarretou a oportunidade do desenvolvimento de uma intenção denominada “FalarComHumanoIntent”, intenção a qual possibilitará ao usuário falar com um atendente disponível no momento. Outra oportunidade de aprimoramento surgiu a partir de um e-mail trazendo a sugestão de campo de comentários ao final da avaliação, para que se possa capturar recomendações de melhorias e opiniões por parte dos usuários. Foi constatada também, a importância de se criar uma intenção genérica com caráter descritivo para cada classe, e assim, identificar facilmente a intenção quando a pergunta for mais direta como por exemplo “O que é EGC” ou simplesmente “EGC” ou “PPGEGC”. Em situações como esta, a intenção descritiva como “egc\_tem\_descricao\_intent” fará com que o Assistente Virtual retorne um conteúdo resumindo o programa de pós graduação, seguido de um link direto para a página do PPGEGC.

## 5 CONCLUSÃO

Atualmente muito se discute sobre a importância da tecnologia nos mais diversos campos de estudo. Com o distanciamento social decorrente da pandemia, a necessidade de sistemas que atendam a demandas acadêmicas se intensificou, antecipando o período da crescente evolução dos sistemas implementados nas instituições de ensino. Diante das dificuldades encontradas por alunos de cursos de pós-graduação no acesso a informações administrativas da instituição, foi desenvolvido um Assistente Virtual baseado em conhecimento modelado através de uma ontologia.

Com base em técnicas de inteligência artificial, a literatura apresenta diversos modelos de agentes baseados em sistemas de *chatbots* aplicados a comunidade acadêmica. Esses agentes possuem diversas finalidades que variam de acordo com o domínio de conhecimento que contemplam, e trabalham em conjunto com sistemas de *chatbots* que também adotam tipos de processamento diversificados conforme a aplicação.

A modelagem do conhecimento foi baseada em uma ontologia criada a partir da plataforma do curso de pós-graduação e das entrevistas com os membros da secretaria, sendo peça fundamental para a escolha do agente e *chatbot* mais adequados que formaram o Assistente Virtual.

Para guiar o este estudo foi adotado o método *DSR* que apresentou boa adequação a finalidade proposta, por contemplar o levantamento teórico como a conscientização do problema e revisão da literatura, e principalmente por envolver o processo de desenvolvimento de protótipo funcional partindo do projeto até a avaliação do artefato.

A pesquisa permitiu identificar os benefícios proporcionados por um Assistente Virtual, aos quais não limitam-se apenas a instituições de ensino mas também podem ser aplicados a diversas organizações uma vez que contribuem com a elucidação de conhecimento que pode surgir com a interação com clientes internos ou externos a organização, e que pode ser aplicado no aprimoramento de processos de diversos setores como acadêmico, administrativo, marketing, produção, entre outros.

Além de benefícios voltados ao mercado, a pesquisa para o desenvolvimento possibilitou a descoberta de novos modelos voltados a análise e modelagem, além de ferramentas aplicadas a mineração de dados com o uso de técnicas de inteligência artificial.

Os testes efetuados apontaram um bom desempenho na interação do usuário para com o Assistente Virtual, e na assertividade das respostas fornecidas pelo Assistente Virtual para o usuário. Com a frequência da utilização será possível e necessário aprimorá-lo, diversificando a gama de assuntos abordados, e possibilitando dessa forma, que o efetivo da secretaria concentre seu foco em atividades que demandem maior atenção, liberando a equipe de tarefas repetitivas atreladas ao atendimento a usuários. É importante e aprimorar o fluxo de diálogo e refinar a qualidade das respostas cadastradas na base de dados *RDF*, para que a interação com o usuário se torne ainda mais humanizada e as respostas fornecidas tornem-se cada vez mais assertivas.

Futuros estudos podem ser voltados a adequação dos serviços fornecidos pela *API* desenvolvida, ao modelo de serviços disponibilizados pela *AWS*, possibilitando a centralização das informações, suporte multilíngue, padronização da linguagem de programação e o estudo de um novo modelo de persistência e recuperação ontologias acondicionadas em formato de dados *RDF*. Outra vertente de estudo pode focar no desenvolvimento de uma interface mais simplificada, que interaja com o *SDK* fornecido pela *AWS* contendo apenas as funções inerentes ao cadastro de novas intenções para o Assistente Virtual, inclusive adicionando uma opção de falar com a secretaria através do próprio chat do Assistente Virtual.

Outra vertente para o aprimoramento do Assistente Virtual está em automatizar o processo de aquisição das respostas fornecidas pelo Assistente Virtual através de técnicas de coleta de dados na *Web* conhecida como de *Webscraping* na plataforma do PPGEGC, e técnicas de mineração de textos aplicadas a documentos como o calendário acadêmico para se obter as datas, horários e demais detalhes de disciplinas de acordo com o trimestre vigente, além do aprimoramentos de segurança através da atribuição de umas estrutura que sirva como base para aplicações *web* denominada *framework* como *Laravel*, que é adequado para a linguagem *PHP*.

Os maiores desafios identificados durante o processo foi a adequação da ontologia ao modelo de *chatbot* disponibilizado pela *Amazon Lex*, ao qual foi solucionado através da especialização das tarefas de cada domínio de conhecimento abordado pela ontologia, também o projeto e desenvolvimento da plataforma de manutenção da *API*, por conta dos diversos detalhes contidos nos requisitos e relações pertinentes na ontologia.

## REFERÊNCIAS

- Abdrabbah, S. B., Ayachi, R., Amor, N. B., (2018). Social Activities Recommendation System for Students in Smart Campus. International Conference on Intelligent Interactive Multimedia Systems and Services. (pp.461-470). DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-59480-4\\_46](https://doi.org/10.1007/978-3-319-59480-4_46).
- Aken, J. V., Chandrasekaran, A., Halman, J. (2016). Conducting and publishing design science research Inaugural essay of the design science department of the Journal of Operations Management. Journal of Operations Management (pp.47-48). DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jom.2016.06.004>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1016/j.jom.2016.06.004>. Acesso em: 01 nov. 2022.
- Al-Zubaide, H., Issa, A. A., (2011). OntBot: Ontology based ChatBot. Integración de un chatbot a un LMS como asistente para la gestión del aprendizaje. Fourth International Symposium on Innovation in Information & Communication Technology. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6149594>. Acesso em: 07 jul. 2022.
- Amazon Lex. Versão 2. Amazon Web Services, jun, 2022. Disponível em: <https://aws.amazon.com/pt/lex/> >. Acesso em: 20 jul. 2022.
- Arias-Navarrete, A. S., Palacios-Pacheco, X. I., Villegas-Ch, W., (2020). Integración de un chatbot a un LMS como asistente para la gestión del aprendizaje. RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação. Ed. 32. (pp. 164-175). Disponível em: <https://search.proquest.com/openview/63deba1836c13b0fc2c6382fff0aee0/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1006393>. Acesso em: 07 jul. 2022.
- AWS Lambda. Versão Node.js 16. Amazon Web Services, mai, 2022. Disponível em: [https://docs.aws.amazon.com/pt\\_br/lambda/latest/dg/lambda-releases.html](https://docs.aws.amazon.com/pt_br/lambda/latest/dg/lambda-releases.html). Acesso em: 20 jul. 2022.
- AWS SDK for JavaScript. Versão 3. Amazon Web Services, jun, 2022. Disponível em: [https://docs.aws.amazon.com/pt\\_br/sdk-for-javascript/v3/developer-guide/welcome.html](https://docs.aws.amazon.com/pt_br/sdk-for-javascript/v3/developer-guide/welcome.html). Acesso em: 20 jul. 2022.
- Barros, F. A., Tedesco, P. A. (2016). Agentes Inteligentes Conversacionais: Conceitos Básicos e Desenvolvimento. In book: 35º JAI - Jornada de Atualização em Informática (pp.169-218). 1 ed. Cap 4. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/315113128\\_Agentes\\_Inteligentes\\_Conversacionais\\_Conceitos\\_Basicos\\_e\\_Developolvimento](https://www.researchgate.net/publication/315113128_Agentes_Inteligentes_Conversacionais_Conceitos_Basicos_e_Developolvimento). Acesso em: 23 nov. 2022.

- Bellman, R. E. (1978). *An Introduction to Artificial Intelligence: Can Computers Think?* Boyd & Fraser Publishing Company.
- Bortoli, M., Furini, M., Mirri, Montangero, M., Prandi, C. (2020). *Conversational Interfaces for a Smart Campus: A Case Study*. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3399715.3399914>. Acesso em: 15 out. 2022.
- Burrell, J., (2016). How the machine ‘thinks’: Understanding opacity in machine learning algorithms. *Big Data & Society*. (pp. 1-12). DOI: 10.1177/2053951715622512. Disponível em: <https://journals-sagepub-com.ez46.periodicos.capes.gov.br/doi/epub/10.1177/2053951715622512>. Acesso em: 03 nov. 2022.
- Casas, J. Tricot, M. O., Khaled, O. A., Mugellini, E., Cudré-Mauroux, P., (2020). Herrera, A., J., Piedra, N. (2020). *Trends & Methods in Chatbot Evaluation*. Companion Publication of the 2020 International Conference on Multimodal Interaction (ICMI '20 Companion), October 25–29, 2020, Virtual event, Netherlands. ACM, New York, NY, USA, 7 pages. <https://doi.org/10.1145/3395035.3425319>.
- CAPES. Portal de Periódicos da CAPES, mar, 2022. Disponível em: <https://bases.bu.ufsc.br/portal-de-periodicos-da-capes/#:~:text=Biblioteca%20virtual%20que%20re%C3%BAne%20mais,conte%C3%BAdos%20cient%C3%ADficos%20de%20acesso%20livre>. Acesso em: 06 mar. 2022.
- Charniak, E. and McDermott, D. (1985). *Introduction to Artificial Intelligence*. Addison-Wesley.
- Chinnamgari, S. K. *R machine learning projects supervised unsupervised reinforcement learning techniques using R 3.5*. Pakt Publishing Ltd. Vol. 1, (pp. 1-307). ISBN: 978-1-78980-794-3. Mumbai, 2019.
- Cozman, F. G., Plonski, G. A., Neri, H. (2021). *Inteligência Artificial: Avanços e Tendências*, Instituto de Estudos Avançados, São Paulo. DOI 10.11606/9786587773131.
- Creswell, J. W. *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- Damerau, F. J., Indurkha, N. (2010). *Handbook of Natural Language Processing*. Taylor and Francis Group, Vol. 2, (pp. 1–676). ISBN: 978-1-4200-8593-8.



- Dennis, A., Wixom, B. H., Roth, R. M. (2014). *Análise e Projeto de Sistemas*. 5 ed. Rio de Janeiro. LTC – Livros Técnicos e Científicos Ltda. 536 p.
- Dresch, A., Lacerda, D. P., Antunes Júnior, J. A. V., (2015). *Design Science Research: Método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia*. 1 ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. 181 p.
- Faceli, K., Lorena, A. C., Gama, J., Carvalho, A. C. P. L. F. (2011). *Inteligência Artificial: Uma Abordagem de Aprendizagem de Máquina*. LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda, Rio de Janeiro.
- Farinelli, F., Elkin, P. L. (2017). *Construção de ontologia na prática: um estudo de caso aplicado ao domínio obstétrico*. *Ci.Inf.*, Brasília, DF, v.46 n.1, p.123-141, jan./abr. 2017.
- Garofalo, J. C., Salazar, J. V, Guevara, C. S., Chisag, Á. R. (2020). *Inteligencia artificial, sistemas inteligentes, agentes inteligentes*. *RECIMUNDO*, 4(2), 16-30.  
doi:10.26820/recimundo/4.(2). Disponível em:  
<https://recimundo.com/index.php/es/article/view/819>. Acesso em: 23 de nov. 2022.
- Gil, A. C. (2017). *Como elaborar projetos de pesquisa*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017. ISBN 978-85-97-01292-7.
- Gil, A. C. (2007). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1994. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- Guarino, N. (1998). *Formal Ontology and Information Systems*. *Formal Ontology in Information Systems, Proceedings of the International Conference on Formal Ontology and Information Systems (FOIS)*, Trento, Italy. pp. 3-15.
- Guizzardi, G. (2005). *Ontological foundations for structural conceptual models*. PhD Thesis, Enschede: CTIT, Centre for Telematics and Information Technology.
- Hebeche, L., A. (2012). *Ontologia I*. 2ed. 151p Florianópolis. ISBN: 978-85-61484-24-8.  
Disponível em: <https://hebeche.paginas.ufsc.br/files/2016/03/OntologiaI.pdf>. Acesso em: 07 set. 2022.
- Herrera, A., J., Piedra, N. (2020). *Ontology design proposal to formalize knowledge and manage responses in a conversational interface of the Open Campus Initiative*. 2020 XV Conferencia Latinoamericana de Tecnologias de Aprendizaje. Disponível em:

<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9381131>. Acesso em: 07 jul. 2022.

Haugeland, J. (Ed.). (1985). *Artificial Intelligence: The Very Idea*. MIT Press.

Hussain, S., Sianaki, O. A., Ababneh, N., (2019). *A Survey on Conversational Agents/Chatbots Classification and Design Techniques*. Springer Nature Switzerland. (pp.946-956). DOI: 10.1007/978-3-030-15035-8\_93 Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/331746678\\_A\\_Survey\\_on\\_Conversational\\_AgentsChatbots\\_Classification\\_and\\_Design\\_Techniques](https://www.researchgate.net/publication/331746678_A_Survey_on_Conversational_AgentsChatbots_Classification_and_Design_Techniques). Acesso em: 08 jul. 2022.

Isotani, S. Bittencourt, L. I. (2015) *Dados abertos conectados*. Novatec Editora, São Paulo, 177p. ISBN 978-85-7522-449-6. Disponível em: <https://ceweb.br/livros/dados-abertos-conectados>. Acesso em: 07 set. 2022.

Kurzweil, R. (1990). *The Age of Intelligent Machines*. MIT Press.

Lima, J. C., Carvalho, C. L., (2005). *Resource Description Framework (RDF)*. Instituto de Informática da Universidade Federal de Goiás. Disponível em: [https://ww2.inf.ufg.br/sites/default/files/uploads/relatorios-tecnicos/RT-INF\\_003-05.pdf](https://ww2.inf.ufg.br/sites/default/files/uploads/relatorios-tecnicos/RT-INF_003-05.pdf). Acesso em: 12 jul. 2022.

Liu, M., LI, L., (2018). *The construction of Smart Campus in universities and the practical innovation of student work*. Association for Computing Machinery. (pp.154–157) DOI: <https://doi.org/10.1145/3277139.3278307>. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3277139.3278307>. Acesso em: 15 out. 2022.

Lucchesi I. L., Silva, A. R., Abreu, C., Tarouco, L. M. R. (2018). *Avaliação de um chatbot no contexto educacional: um relato de experiência com metis*. Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (CINTED), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), V. 16 N° 1, dezembro, 2018.

Luo, B., Lau, R. Y. K., Li, C., Si, Y., (2020). *A critical review of state-of-the-art chatbot designs and applications*. WIREs Data Mining Knowl Discov. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/widm.1434>. Acesso em: 19 jul. 2022.

Maimon, O., Rokach, L. (2010). *Data Mining and Knowledge Discovery Handbook*. Springer Science+Business Media. 2nd ed. DOI 10.1007/978-0-387-09823-4\_1. Disponível em: [https://protege.stanford.edu/publications/ontology\\_development/ontology101.pdf](https://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf). Acesso em: 08 jul. 2022.

- Mekni, M., Baani, Z., Sueliman, D., (2020). A Smart Virtual Assistant for Students. Association for Computing Machinery. No. 15 (pp 1-6). Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3378184.3378199>. Acesso em: 18 out. 2022.
- Microsoft Visual Studio Code. Versão 1.69.1. Microsoft Corporation, jun, 2022. Disponível em: <https://code.visualstudio.com>. Acesso em: 20 jul. 2022.
- Ministério da Educação - Universidade Federal Recôncavo da Bahia. Campus Inteligente. Disponível em: <https://ufrb.edu.br/portal/campusinteligente>. Acesso em: 07 jul. 2022.
- Moroney, L. , (2020). AI and Machine Learning for Coders: A Programmer's Guide to Artificial Intelligence, First Ediction, O'Reilly Media,2020.
- Muhyidin, A., Setiawan, M. A. F., Nurkhamid., (2020). Developing UNYSA Chatbot as Information Services about Yogyakarta State University. Journal of Physics: Conference Series Vol. 1737. DOI: 10.1088/1742-6596/1737/1/012038 Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1737/1/012038/meta>. Acesso em: 17 out 2022.
- Nazir, A., Yaseen, M., Ahmed, T., Jami, S. I., Wasi, S., (2019). A Novel Approach for Ontology-Driven Information Retrieving Chatbot for Fashion Brands Aisha. International Journal of Advanced Computer Science and Applications. Vol. 10, No. 9.
- Nilsson, N. J. (1998). Artificial Intelligence: A New Synthesis. Morgan Kaufmann.
- Noy, N. F., McGuinness, D. L. (2001). Ontology development 101: A guide to creating your first ontology. Stanford University, Stanford, CA, 94305. Disponível em: [https://protege.stanford.edu/publications/ontology\\_development/ontology101.pdf](https://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf). Acesso em: 08 jul. 2022.
- Peras, D. (2018). Chatbot evaluation metrics: review paper. 36th International Scientific Conference on Economic and Social Development. Faculty of Organization and Informatics Pavlinska. December 2018.
- Peppers, K. et al. A design science research methodology for information systems research. Journal of management information systems, v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007. ISSN 0742-1222.
- Pérez, J. Q., Daradoumis, T., Puig, J. M. M. (2020). Rediscovering the use of chatbots in education: A systematic literature review. Computer Applications in Engineering

Education. DOI: 10.1002/cae.22326. Disponível em:  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cae.22326>. Acesso em: 07 jul. 2022.

Prado, R. L., (2017). Armazenamento Otimizado de Dados RDF em um SGBD Relacional. Dissertação – Universidade Federal do Paraná. Disponível em:  
<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/59443#:~:text=O%20Armazenamento%20Otimizado%20de%20Dados,SPO%20oriundas%20da%20abordagem%20direta>. Acesso em: 12 jul. 2022.

Poole, D., Mackworth, A. K., and Goebel, R. (1998). Computational intelligence: A logical approach. Oxford University Press.

Ramanujam, S., Gupta, A., Khran, L., Seida, S., Thuraisingham, B., (2009). R2D: Extracting Relational Structure from RDF Stores. International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology - Workshops. Disponível em:  
<https://ieeexplore.ieee.org/document/5286047>. Acesso em: 12 jul. 2022.

Rich, E. and Knight, K. (1991). Artificial Intelligence (second edition). McGraw-Hill.

Rochadel, W., Souza, J. A. Dandolini, G. A., (2017) Ontology And E-Government In The Context Of Knowledge Engineering. 13th International Conference On Information Systems & Technology Management - Contecs. DOI: 10.5748/9788599693124-13CONTECSI/RF-4018. Disponível em:  
<http://www.contecsi.tecsi.org/index.php/contecsi/13CONTECSI/paper/viewFile/4018/2605>. Acesso em: 26 out. 2022.

Russell, S., Norvig, P. (2013). Inteligência Artificial. Tradução da Terceira edição. Rio de Janeiro: Elsevier.

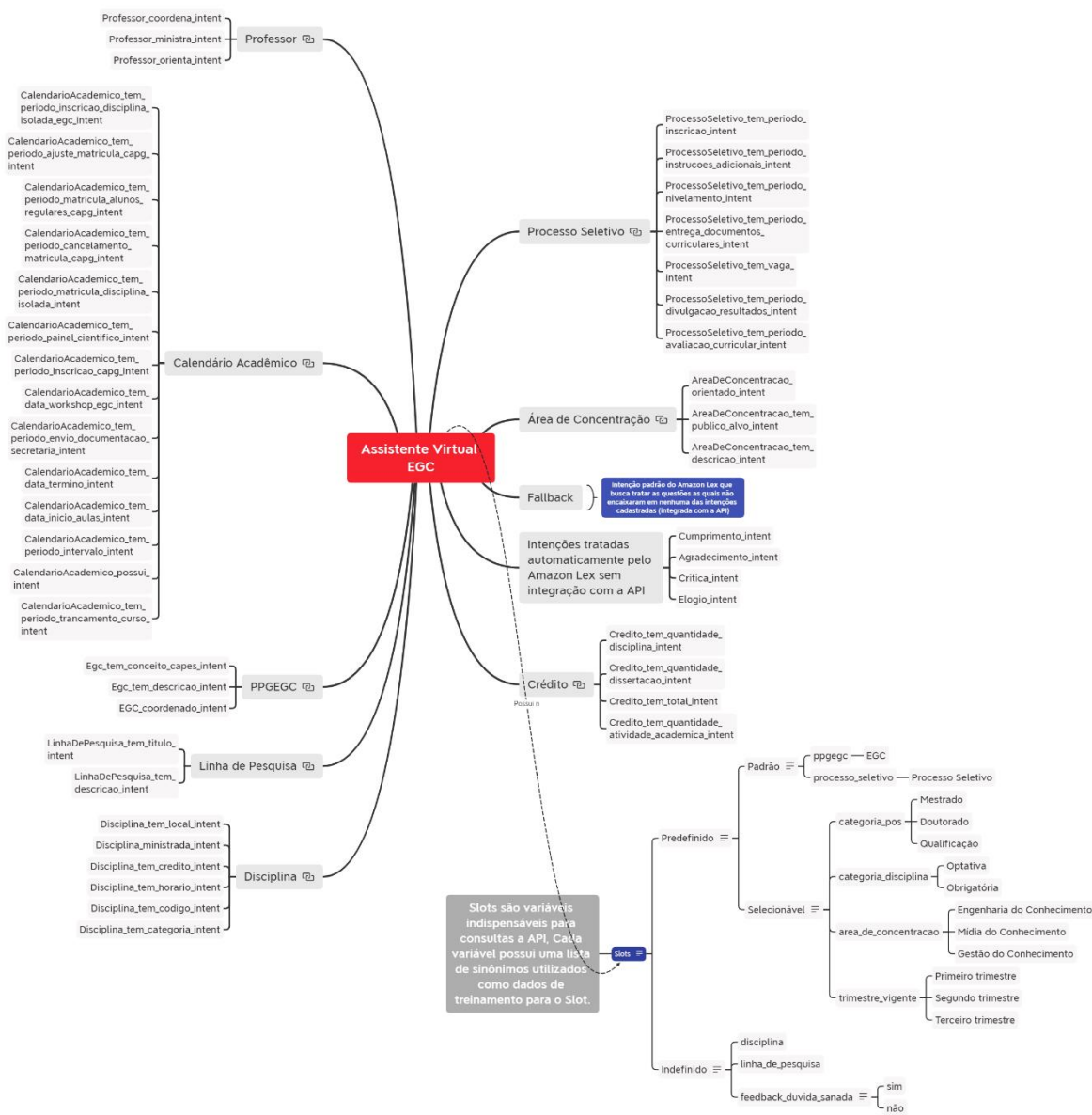
Sah, S. (2020). Machine Learning: A Review of Learning Types. Preprints. DOI: doi:10.20944/preprints202007.0230.v1. Disponível em:  
<https://doi.org/10.20944/preprints202007.0230.v1>. Acesso em: 15 nov. 2022.

Shalev-Shwartz, S., Ben-David, S. (2014). Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms. Cambridge University Press, (p. 449). ISBN 978-1-107-05713-5.

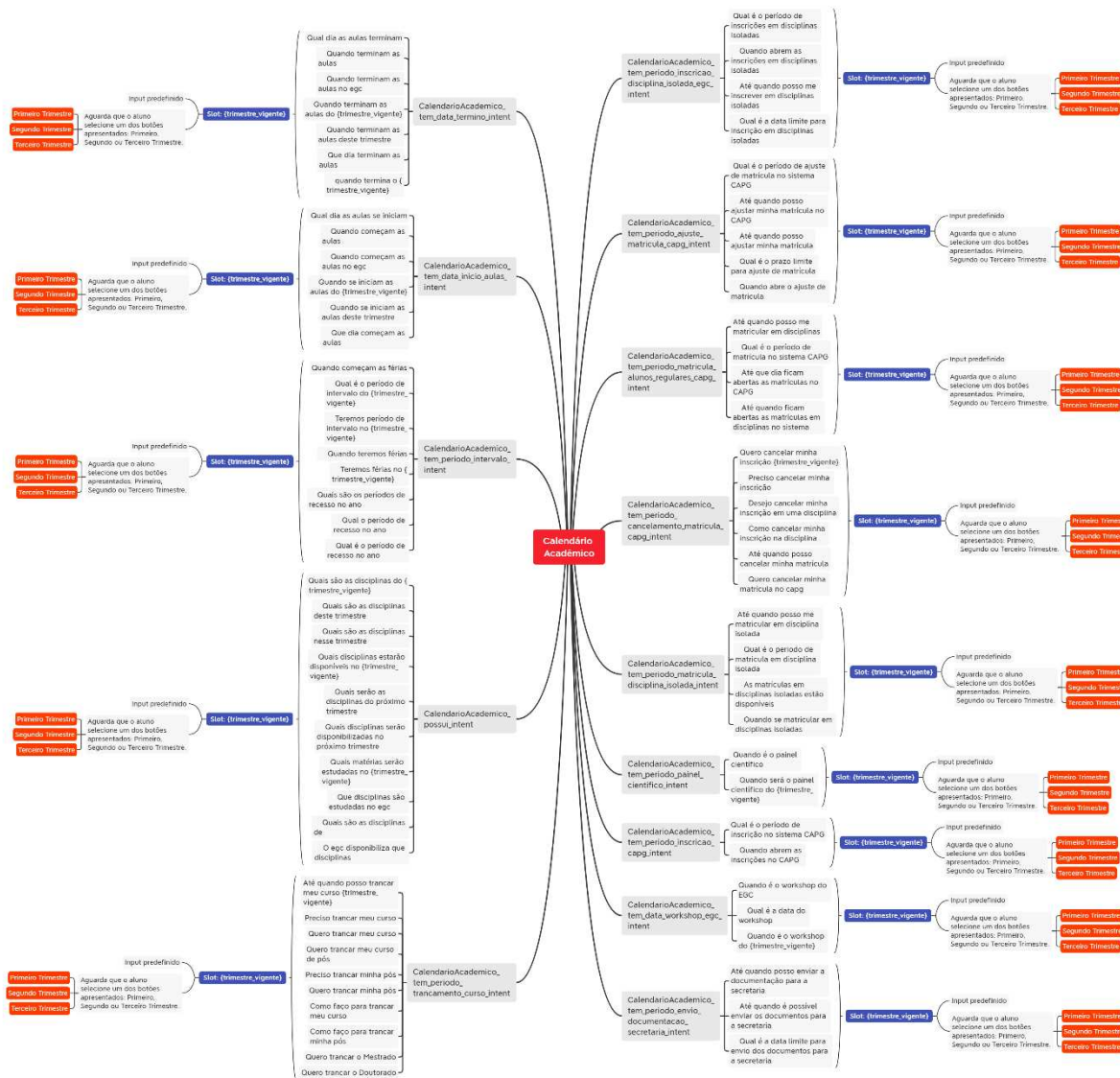
Suhaili, S. M., Salim, N., Mohamad, N. J., (2021). Service chatbots: A systematic review. Future Internet (pp. 13-97). Disponível em:  
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.115461>. Acesso em: 07 jul. 2022.

- Turing, A. M., (1950). Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, Volume LIX, Issue 236, (pp. 433-460). Disponível em: <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>. Acesso em: 02 nov. 2022.
- Ur-Rahman, N. (2017). Textual Data Mining For Knowledge Discovery and Data Classification: A Comparative Study. *European Scientific Journal*, ESJ, vol. 13, nro. 21, (pp. 1-25). Disponível em: <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n21p4>. Acesso em: 22 set. 2022.
- Villegas-Ch, W., Arias-Navarrete, A. S., Palacios-Pacheco, X. I., (2020). Proposal of an Architecture for the Integration of a Chatbot with Artificial Intelligence in a Smart Campus for the Improvement of Learning. *Sustainability*. Vol. 12. Doi:10.3390/su12041500). Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/4/1500>. Acesso em: 15 ago. 2022.
- Villegas-Ch, W., García-Ortiz, J., Mullo-Ca, K., Sánchez-Viteri, S. & Roman-Cañizares. M. (2021). Implementation of a Virtual Assistant for the Academic Management of a University with the Use of Artificial Intelligence. *Expert Systems With Applications* (pp. 184). Disponível em: <https://doi.org/10.3390/esi13040097>. Acesso em: 07 jul. 2022.
- Wang, K. C., (2018). Standard Lexicons, Coding Systems and Ontologies for Interoperability and Semantic Computation in Imaging. *Journal of Digital Imaging* (pp. 353-360). Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10278-018-0069-8>. Acesso em: 08 jul. 2022.
- Winston, P. H. (1992). *Artificial Intelligence (Third edition)*. Addison-Wesley.

# ANEXO A – MAPA MENTAL DO ASSISTENTE VIRTUAL EGC



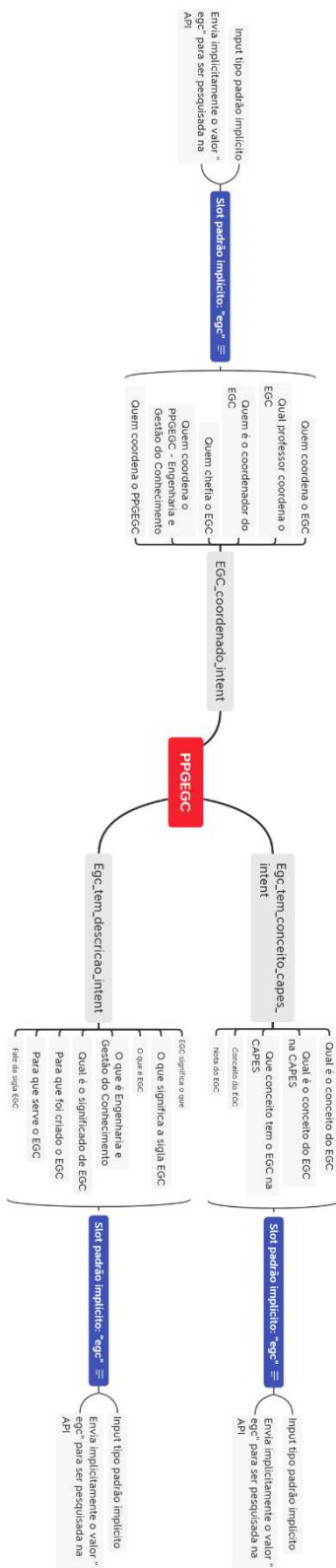
# ANEXO B – MAPA MENTAL DA CLASSE CALENDÁRIO ACADÊMICO



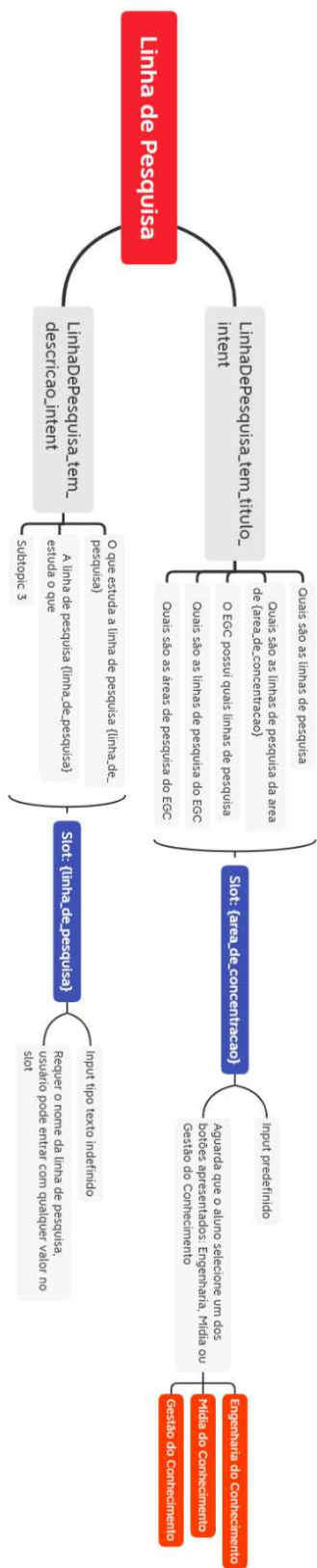




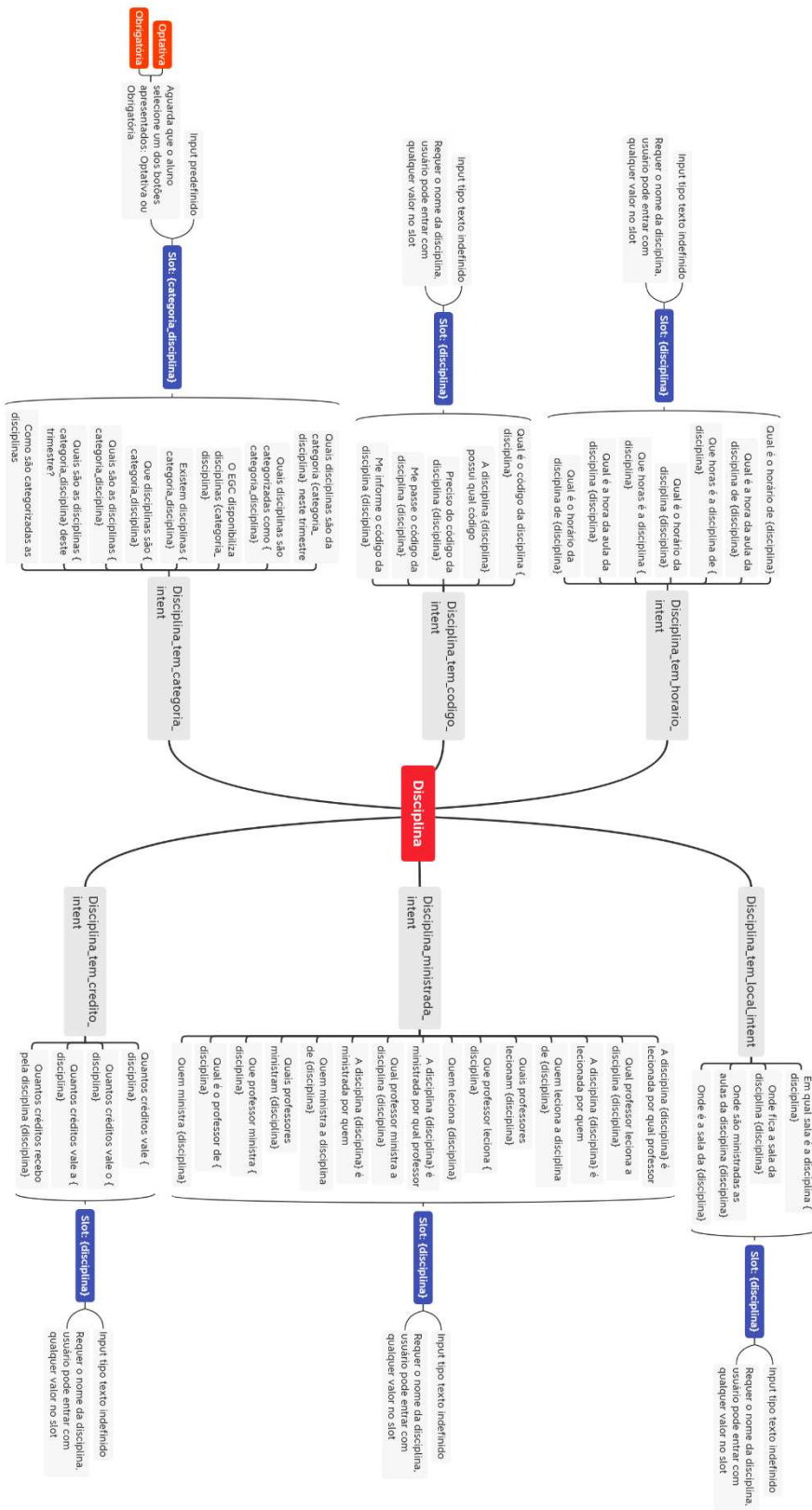
ANEXO D – MAPA MENTAL DA CLASSE PPGEGC



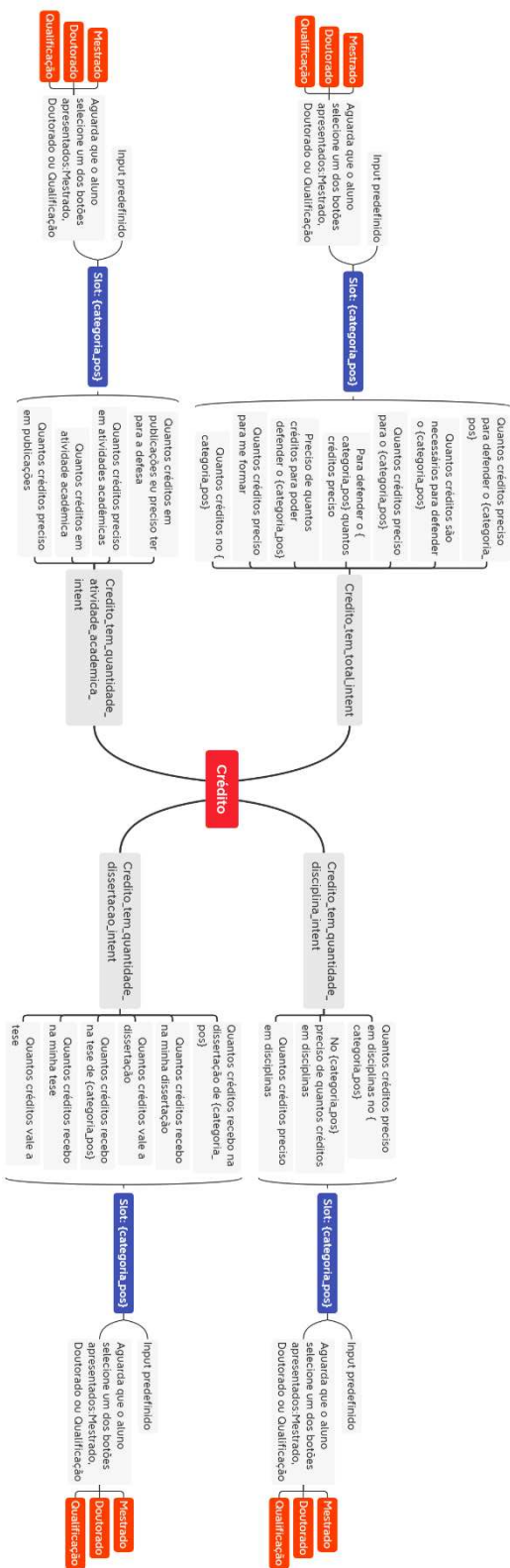
## ANEXO E – MAPA MENTAL DA CLASSE LINHA DE PESQUISA



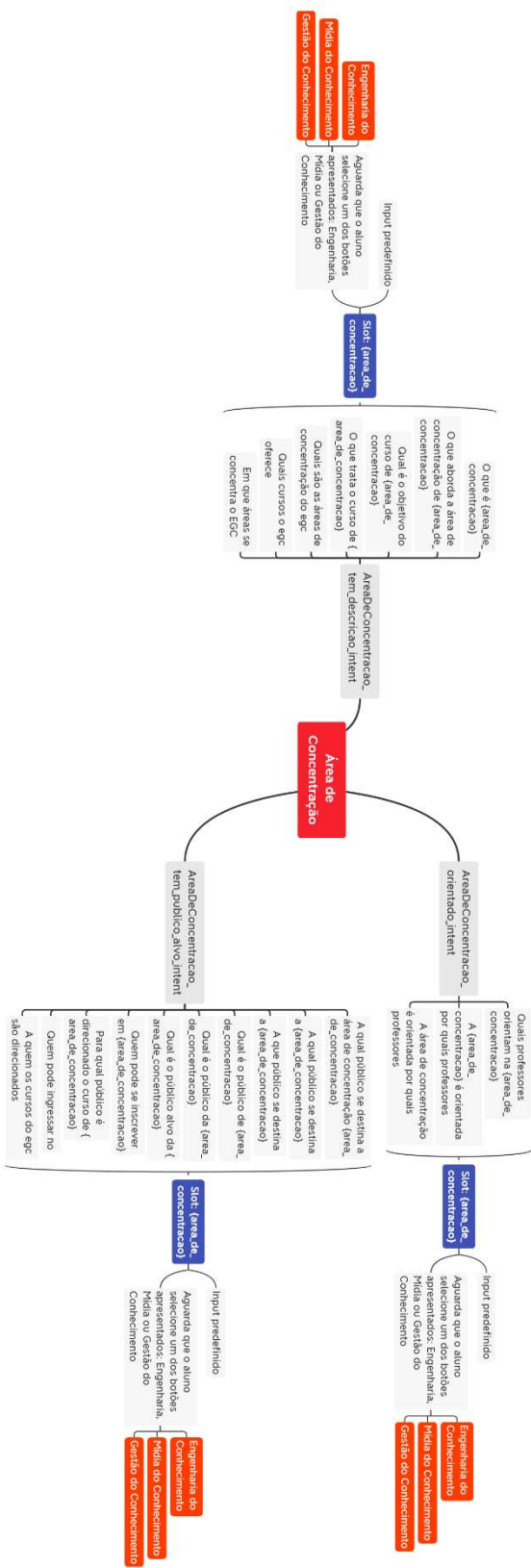
ANEXO F – MAPA MENTAL DA CLASSE DISCIPLINA



## ANEXO G – MAPA MENTAL DA CLASSE CRÉDITO



## ANEXO H – MAPA MENTAL DA CLASSE ÁREA DE CONCENTRAÇÃO



# ANEXO I – MAPA MENTAL DA CLASSE PROCESSO SELETIVO

