

**INSTITUTO
FEDERAL**
Paraíba

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

Campus João Pessoa

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Informação

Nível Mestrado Profissional

VICTON MALCOLM RODRIGUES DOS SANTOS

ALFA - UM CHATBOT DO TIPO PERGUNTAS E RESPOSTAS COMO ASSISTENTE VIRTUAL NO AVA

MOODLE

**JOÃO PESSOA – PB
Fevereiro 2023**

VICTON MALCOLM RODRIGUES DOS SANTOS

Alfa - Um Chatbot do tipo Perguntas e Respostas como Assistente

Virtual no AVA Moodle

Dissertação de Mestrado apresentada como requisito
para obtenção do título de Mestre em Tecnologia da
Informação pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia
da Informação do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Paraíba – IFPB.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Petrônio Alencar de Medeiros

Coorientadoras: Prof. Dra. Heremita Brasileiro Lira e Prof.
Dra. Nadja da Nóbrega Rodrigues

**JOÃO PESSOA – PB
Fevereiro-2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Nilo Peçanha do IFPB, *campus João Pessoa*

S237a Santos, Victon Malcolm Rodrigues dos.
Alfa – um chatbot do tipo perguntas e respostas como assistente virtual no AVA Moodle / Victon Malcolm Rodrigues dos Santos. - 2023.
113 f. : il.
Dissertação (Mestrado -Tecnologia da Informação) - Instituto Federal de Educação da Paraíba / Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Informação (PPGTI), 2023.
Orientação : Profº. D.r Francisco Petrônio Alencar de Medeiros.
Coorientação : Profª D.ra Heremita Brasileiro Lira e Profª D.ra Nadja da Nóbrega Rodrigues.
1.Chatbot educacional. 2. Educação a distância. 3. Ambiente virtual de aprendizagem. 4. Análise de competidores e interações. 5. Plataforma Moodle. I. Título.
CDU 004.775:37.018.43(043)

Lucrecia Camilo de Lima
Bibliotecária – CRB 15/132



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO**

VICTON MALCOLM RODRIGUES DOS SANTOS

**ALFA - UM CHATBOT DO TIPO PERGUNTAS E RESPOSTAS COMO ASSISTENTE VIRTUAL NO
AVA MOODLE**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Tecnologia da Informação, pelo Programa de Pós- Graduação em Tecnologia da Informação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB - Campus João Pessoa.

Aprovado em 28 de Fevereiro de 2023

Membros da Banca Examinadora:

Dr. Francisco Petronio Alencar de Medeiros

IFPB - PPGTI

Dra. Heremita Brasileiro Lira

IFPB - PPGTI

Dra. Nadja da Nóbrega Rodrigues

IFPB

Dr. Diego Ernesto Rosa Pessoa

IFPB – PPGTI

Dr. Rodrigo Lins Rodrigues

UFRPE– PPGTEG

João Pessoa/2023

Documento assinado eletronicamente por:

- **Francisco Petronio Alencar de Medeiros**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 10/03/2023 09:28:29.
- **Diego Ernesto Rosa Pessoa**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 10/03/2023 10:00:01.
- **Heremita Brasileiro Lira**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 10/03/2023 11:12:01.
- **Nadja da Nobrega Rodrigues**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 11/03/2023 05:23:15.
- **Rodrigo Lins Rodrigues**, PROFESSOR DE ENSINO SUPERIOR NA ÁREA DE ORIENTAÇÃO EDUCACIONAL, em 18/04/2023 11:20:31.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 07/03/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/autenticar> e forneça os dados abaixo:

Código: 399394
Verificador: 6310b5a5f1
Código de Autenticação:



*Dedico este trabalho às milhares de vítimas da COVID-19,
principalmente a amigos e conhecidos que, infelizmente,
não estão mais neste mundo.*

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer, principalmente, a minha companheira Paula Gabriela Fernandes Agostinho, que esteve do meu lado durante toda esta jornada, a meus pais e familiares, que, sem eles, não teria chegado até aqui, aos meus orientadores, que em muito me ajudaram neste projeto, a Dataprev por possibilitar que eu realizasse o curso, ao Instituto Federal da Paraíba (IFPB) por disponibilizar este curso em minha localidade, ao meu cachorro, Flóki, que me forneceu ânimo para continuar, e a tudo e todos que, direta ou indiretamente possibilitaram a construção deste trabalho.

RESUMO

A fim de apoiar o processo de Educação a Distância (EAD), a criação dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) proporcionou várias possibilidades de interações entre os envolvidos no processo de ensino aprendizagem online por meio de ferramentas de colaboração síncronas e assíncronas. As interações nessas ferramentas têm implicações no engajamento, envolvimento, satisfação e desempenho dos estudantes. Para alcançar um grau satisfatório, tanto de comunicação quanto de pertencimento social e emocional pelos estudantes, o professor precisa organizar suas ações pedagógicas de forma a evitar ou minimizar o sentimento de isolamento dos estudantes, promovendo a colaboração e o suporte necessário para que sejam alcançados os objetivos de aprendizagem, sendo um dos desafios mais intensos e exaustivos enfrentados na EAD. Considerando o aumento do volume de cursos na modalidade EAD e híbrido, com turmas cada vez maiores, e sem o apoio adequado de tutores, espera-se que algum suporte automático seja oferecido pelas TICs aos professores no acompanhamento das atividades e interações com os estudantes nos AVAs. O uso de tecnologias que apliquem técnicas de Inteligência Artificial (IA), como os agentes conversacionais do tipo *chatbot*, além de diminuir o esforço relacionado a gestão e acompanhamento por parte dos professores e tutores, podem proporcionar melhorias dos cursos remotos ofertados, oferecendo um novo modo de interação e fornecendo métricas e indicadores para que os cursos evoluam, tornando-se cada vez melhores para aqueles que compõem este modelo de ensino. Esta pesquisa teve como objetivo geral investigar e analisar o contexto da EAD, e desenvolver um *chatbot* educacional do tipo perguntas e respostas, no formato de um plugin do AVA Moodle, para auxiliar professores e tutores como um primeiro apoio às dúvidas e busca de informações dos estudantes. O processo metodológico técnico-científico foi composto por seis etapas, a saber: realização de um levantamento bibliográfico para oferecer *insights* do problema de pesquisa, objetivos e trabalhos relacionados; a criação de um *survey* com professores e tutores visando coletar e analisar a percepção de professores e tutores em relação ao acompanhamento das interações e atividades nos AVAs e quanto ao uso de *Chatbots* como apoio ao professor na EAD; o desenvolvimento de uma análise de competidores, com a aplicação da metodologia de *benchmark*, para selecionar o melhor framework de desenvolvimento com base no contexto de aplicação; uma análise indireta de interações no ambiente do IFPB visando obter informações para definir o escopo o *chatbot* quanto a criação de ações e intenções contextualizadas, além de treinar modelos de entendimento de linguagem natural (NLU); especificação e codificação do *chatbot* do tipo perguntas e respostas em um processo iterativo e incremental; e por fim, a aplicação testes e validação da acurácia e da percepção do usuário para com o *chatbot* desenvolvido em um ambiente Moodle. Como contribuições primárias do trabalho destacam-se: (i) o resultado do *benchmark*, que comparando quarenta e três frameworks, plataformas e *engines* para desenvolvimento de chatbots de propósito geral ou específico, apontou o framework Rasa NLU como o mais adequado para o desenvolvimento de chatbots no contexto da aprendizagem online em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. O resultado do benchmark proporcionou a tomada de decisão na escolha do framework para o desenvolvimento do chatbot Alfa; (ii) o *chatbot* Alfa, que considerou a análise indireta de interações sobre dados de alguns cursos do IFPB para elaboração do escopo e para o treinamento do modelo, obtendo bons resultados nos testes realizados, obtendo acurácia no modelo com 0,92 para entidades e 0,70 para intenções, assim como na validação com os usuários, aplicando questionário baseado no modelo *Technology Acceptance Model* (TAM), com elevado nível de aceitação.

Palavras-chaves: chatbots educacionais; educação a distância; ambientes virtuais de aprendizagem; análise de competidores; análise de interações; RASA NLU; Moodle.

ABSTRACT

In order to support the Distance Education (EAD) process, the creation of Virtual Learning Environments (VLE) provided several possibilities for interactions between those involved in the online teaching-learning process through synchronous and asynchronous collaboration tools. Interactions with these tools affect student engagement, involvement, satisfaction, and performance. In order to achieve a satisfactory degree of both communication and social and emotional belonging by students, teachers need to organize their pedagogical actions in such a way as to avoid or minimize students' feelings of isolation, promoting collaboration and the necessary support to achieve them. It is one of the most intense and exhausting challenges faced in distance learning. Considering the increase in the volume of distance learning and hybrid courses, with increasingly larger classes, and without adequate support from tutors, it is expected that ICTs will offer some automatic support to teachers in monitoring activities and interactions with students in AVAs. Using technologies that apply Artificial Intelligence (AI) techniques, such as chatbot-type conversational agents, beyond reducing the effort related to management and monitoring on the part of teachers and tutors, can offer a new mode of interaction, providing metrics and indicators for the courses to evolve, becoming better and better for those who make up this teaching model. The general objective of this research was to investigate and analyze the distance learning context and to develop an educational chatbot of the question and answer type, in the format of a VLE Moodle plugin, to help teachers and tutors as first support to doubts and search for information from students. The technical-scientific methodological process consisted of six steps, namely: carrying out a bibliographic survey to provide insights into the research problem, objectives and related works; the creation of a survey with teachers and tutors in order to collect and analyze the perception of teachers and tutors in relation to the monitoring of interactions and activities in the VLEs and regarding the use of Chatbots to support teachers in distance learning; the development of a competitor analysis, with the application of the benchmark methodology, to select the best development framework based on the application context; an indirect analysis of interactions in the IFPB environment in order to obtain information to define the scope of the chatbot regarding the creation of contextualized actions and intentions, in addition to training models of natural language understanding (NLU); specification and coding of the Q&A chatbot in an iterative and incremental process; and finally, the application of tests and validation of accuracy and user perception for the chatbot developed in a Moodle environment with fictitious data. As primary contributions of the work stand out: (i) the result of the benchmark, which compares forty-three frameworks, platforms and engines for the development of general or specific purpose chatbots, revealed the Rasa NLU framework as the most suitable for the development of chatbots in the context of online learning in Virtual Learning Environments. The benchmark result gave the decision to choose the framework for the development of the Alfa chatbot; (ii) the Alfa chatbot, which considered the indirect analysis comfortable on data from some IFPB courses for scope elaboration and model training, obtaining good results in the tests performed, obtaining accuracy in the model with 0.92 for entities and 0.70 for intentions, as well as validation with users, applying a test based on the Technology Acceptance Model (TAM).

Keywords: educational chatbots; e-learning; virtual learning environments; competitor analysis; interaction analysis; interaction effort; benchmark; rasa nlu; moodle.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxo Metodológico	17
Figura 2. Modos de Interação em Educação a Distância (Adaptado de ANDERSON; GARRISSON apud MEDEIROS, 2013)	23
Figura 3. Arquitetura do EvaTalk (ANDRADE et al., 2020).	27
Figura 4. Distribuição Regional dos Professores / Tutores participantes da pesquisa.	30
Figura 5. Experiência de Professores / Tutores Participantes da Pesquisa.	31
Figura 6. AVAs mais usados atualmente.	31
Figura 7. Áreas de atuação dos cursos que mais utilizam a EAD.	32
Figura 8. Análise de interação versus esforço em fóruns de discussão em AVAs. a) Facilidade de interação; b) Esforço de acompanhamento.	32
Figura 9. Análise de interação versus esforço em mensagens diretas em AVAs. a) Facilidade de interação; b) Esforço de acompanhamento.	33
Figura 10. Análise da interação versus o esforço no bate-papo em AVAs. a) Facilidade de interação; b) Esforço de acompanhamento.	33
Figura 11. Análise do <i>chatbot</i> no AVA. a) Conhecimento sobre <i>chatbot</i> em AVAs; b) Utilização de <i>chatbots</i> em AVAs que possuam funcionalidade.	34
Figura 12. Análise dos problemas relatados que o <i>chatbot</i> poderia agir.	34
Figura 13. Análise de opinião sobre o uso de <i>chatbots</i> . a) Opinião sobre como deve ser o suporte do <i>chatbot</i> ; b) Melhor forma de interagir com o <i>chatbot</i> .	35
Figura 14. Análise das Mensagens. a) Distribuição da Massa; b) Tamanho das Mensagens, com relação aos tipos de usuário.	48
Figura 15. Nuvem de Palavras da Análise de Mensagens da Plataforma Moodle.	49
Figura 16. Pesquisa das palavras-chave "disciplina" e "conteúdo" no AnswerThePublic.	50
Figura 17. Diagrama de Fluxo Durante uma Interação com o Alfa.	52
Figura 18. Diagrama de componentes dos ambientes, e suas integrações.	59
Figura 19. Arquitetura da Engine Rasa (RASA, 2021).	59
Figura 20. Arquitetura do Projeto do <i>Chatbot</i> Alfa	60
Figura 21. <i>Plugin</i> do Alfa Inserido e Configurado no Moodle via "HTML Adicional", Apresentando-se Disponível Assim que Salva as Mudanças.	61
Figura 22. <i>Chatbot</i> Alfa Integrado ao Moodle.	62
Figura 23. <i>Chatbot</i> Alfa Apresentando Respostas com Links.	62
Figura 24. Exemplo de frase utilizada no treinamento do Alfa para a intenção "prova_calendario"	63
Figura 25. Ciclo de Vida dos Componentes para o Treinamento (RASA, 2021)	67
Figura 26. Configuração do <i>Pipeline</i> do <i>Chatbot</i> Alfa.	69
Figura 27. Modelo Conceitual do Banco de Dados do <i>Chatbot</i> Alfa	70
Figura 28. Modelo Lógico do Banco de Dados do <i>Chatbot</i> Alfa	71
Figura 29. Análise Comparativa entre Configurações de <i>Pipelines</i> , utilizando WhitespaceTokenizer (vermelho) e SpacyTokenizer (azul).	73
Figura 30. Distribuição de Confiança da Previsão das Entidades.	74
Figura 31. Matriz de Confusão das Entidades.	74
Figura 32. Distribuição de Confiança da Previsão de Intenções.	75
Figura 33. Matriz de Confusão das Intenções.	76
Figura 34. Resultados do Questionário Aplicado aos Usuários Utilizando a Metodologia TAM.	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise descritiva do Tempo de Experiência em relação à Região e à Área de Atuação.	32
Tabela 2. Levantamento de cenários de desenvolvimento para construção de <i>chatbots</i>	39
Tabela 3. Características dos <i>chatbots</i>	41
Tabela 4. Identificação das classes mais significativas no contexto do problema	42
Tabela 5. Detalhamento do problema com relação às classes estabelecidas	44
Tabela 6. Análise por pontos e comparação dos candidatos selecionados	45
Tabela 7. Quantidade de Registros Disponibilizados em cada Curso.	50
Tabela 8: Foco de Atuação do Alfa.	51
Tabela 9. Requisitos Funcionais do Projeto Alfa.	53
Tabela 10. Relação entre as intenções do Alfa e os Requisitos.	64
Tabela 11. Entidades utilizadas no projeto Alfa.	64
Tabela 12. Descrição da Regra Relacional entre Intenção e Ação do <i>Chatbot</i> Alfa.	65
Tabela 13. Comandos utilizados para análise das tabelas do banco de dados do AVA Moodle	69
Tabela 14. Lista de Tabelas do Moodle Utilizadas em Consultas pelo <i>Chatbot</i> Alfa	70
Tabela 15. Resultado Geral do Teste de Validação Cruzada.	73
Tabela 16. Resultado dos Testes Funcionais da Validação	77

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. Justificativa.....	13
1.2. Motivação e Definição do Problema.....	15
1.3. Objetivos.....	16
1.4. Metodologia.....	17
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	21
2.1. EAD - Educação a Distância.....	21
2.2. <i>Chatbot</i>	23
2.3. Trabalhos Relacionados.....	26
3. UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA DA PERCEPÇÃO DE PROFESSORES E TUTORES SOBRE O MONITORAMENTO DE INTERAÇÕES E ATIVIDADES NAS FERRAMENTAS COLABORATIVAS DE AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM.....	29
3.1. Procedimentos e Respondentes.....	29
3.2. Análise dos Resultados.....	30
3.3. Reflexões dos Resultados.....	35
4. APlicaÇÃO DE BENCHMARK PARA ANÁLISE DE CENÁRIOS NO DESENVOLVIMENTO DE CHATBOTS EDUCACIONAIS.....	37
4.1. Aplicação do <i>Benchmark</i>	38
4.2. Resultados do <i>Benchmark</i>	44
4.3. Reflexões dos Resultados.....	45
5. ANÁLISE INDIRETA DAS INTERAÇÕES E LEVANTAMENTO DE REQUISITOS DO PROJETO DO <i>CHATBOT</i>	47
5.1. Análise Indireta das Interações.....	47
5.2. Requisitos do Sistema e Modelagem.....	51
6. ALFA – CHATBOT PARA AUXÍLIO DOS USUÁRIOS DA PLATAFORMA MOODLE.....	58
6.1. Arquitetura.....	58
6.2. Camada de Interface.....	61
6.3. Camada do <i>Chatbot</i>	63
6.4. Camada do BD (Banco de Dados).....	69
6.5. Testes e Validação com Usuários.....	72
7. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS.....	80
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
APÊNDICES.....	87
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DO SURVEY.....	88
APÊNDICE B – SOLICITAÇÃO PARA ANÁLISE INDIRETA DAS INTERAÇÕES SOCIAIS NO MOODLE IFPB.....	94
APÊNDICE C – ESPECIFICAÇÃO: DIAGRAMAS DE SEQUÊNCIA.....	95
APÊNDICE D – PLANO DE TESTES.....	100
APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DE VALIDAÇÃO.....	109

1. INTRODUÇÃO

A forma com que o conhecimento vem sendo construído entre o professor e o estudante ao longo do tempo tem mudado conforme as tecnologias avançam, expandindo o que antes se resumia ao espaço físico limitado da uma sala de aula ou de uma escola. Como as formas de aprendizado também estão relacionadas às necessidades de cada indivíduo, a educação a distância tem ganhado cada vez mais adeptos, sendo um processo aprimorado continuamente. Apesar disso, tanto professores quanto estudantes precisam superar os desafios advindos com esta nova forma de construção de conhecimento, sejam tanto relacionados à adaptação tecnológica quanto à disciplina necessária nos estudos e acompanhamento presencial.

A Teoria de Aprendizagem Colaborativa Online trata da construção do conhecimento e uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) para mediar o processo de educação online. Essa teoria provê um modelo de aprendizagem em que os estudantes são encorajados a estudar, trabalhar e se engajar em grupo para criar e transformar o conhecimento, sendo suportada pela teoria sócio-construtivista, que elenca dois aspectos chaves para construção do conhecimento: o discurso e a colaboração. Essa teoria, a exemplo do sócio-construtivismo, define a aprendizagem como um processo social alicerçado pela linguagem, pela conversação e pelo *scaffold*, sendo este último o suporte oferecido aos estudantes na construção do conhecimento (HARASIM, 2012).

Com base nisso, a Educação a Distância (EAD) é uma modalidade que tem ganhado cada vez mais espaço nos meios acadêmicos e na vida das pessoas, seja pelo pouco tempo disponível em horários convencionais ou pela distância física o qual os cursos presenciais se encontram. Num mundo cada vez mais tecnológico, a facilidade de acesso a internet transformou o EAD em uma ferramenta que proporciona ao estudante a comodidade de ingressar em cursos sem sair de casa, garantindo também a flexibilidade de horários, permitindo que o estudo seja conciliado com outras atividades.

A fim de apoiar o processo de EAD, foram desenvolvidos os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs), que são plataformas projetadas para atuar como ambientes acadêmicos virtuais, proporcionando várias possibilidades de interação entre os seus participantes. Tais plataformas foram desenvolvidas de modo a oferecer um suporte ao processo de educação a distância, mas nos últimos anos, também têm sido largamente utilizadas na modalidade de ensino híbrido, se tratando de um modelo que mescla o ensino presencial com o EAD, que, apesar da existência de encontros presenciais, necessitam do apoio de ferramentas online para viabilizar a comunicação de forma adequada. De acordo com Anderson (2003), as interações entre os estudantes e o professor têm implicações no engajamento e na colaboração nos AVAs, enquanto Oncu e Cakir (2011) associam a colaboração online como complemento ao ensino presencial e com a melhora no volume e na qualidade do envolvimento, satisfação e engajamento dos estudantes.

Os AVAs proporcionam a criação de situações preconizadas pela Teoria de Aprendizagem Colaborativa Online, na medida em que oferecem aos usuários, professores e estudantes, o suporte a conversação, à discussão online e ao trabalho colaborativo, o que inclui o desenvolvimento de projetos em times, acompanhamento, compartilhamento de experiências e várias outras atividades em grupo. Muitas plataformas, que começaram a surgir na academia e no mercado na década de 90,

evoluíram no sentido de incorporar um maior suporte pedagógico em termos de características e recursos mais explícitos que facilitam a construção do conhecimento e a aprendizagem colaborativa. As diferentes possibilidades de colaboração oferecidas pelos AVAs através de um número cada vez maior de recursos síncronos e assíncronos, indicam que as interações entre os estudantes, professores, conteúdos, e ferramentas, se destacam como elementos basilares nesse processo de aprendizagem (BRITO et al., 2020).

O uso de *chatbots* como assistentes virtuais em plataformas de EAD tem aumentado conforme o crescimento da modalidade, a fim de proporcionar um maior engajamento entre os usuários. Para oferecer meios de integração, utilizando recursos textuais, visuais e sonoros, além de apoiar professores e estudantes, essas ferramentas cada vez mais incorporado novas abordagens de comunicação e colaboração, oferecendo meios e recursos para o desenvolvimento da aprendizagem interativa (MACIEL et al., 2014).

1.1. Justificativa

A expansão dos cursos na modalidade EAD e o crescimento de adesões por parte dos estudantes, proporcionou um aumento na oferta por diversas instituições de educação. No mercado educacional, a busca por mais estudantes e a retenção de matrículas favoreceu a expansão do EAD, fazendo com que muitas instituições alterassem suas estratégias comerciais e pedagógicas a fim de ofertar novos cursos, plataformas e tecnologias de aprendizagem (LOPES, 2016), ou de ressignificar suas atividades a partir do uso das TICs. A pandemia por COVID-19 acelerou esta demanda, ampliando o escopo da necessidade de adaptação ao ensino online ou híbrido por parte dos professores de cursos presenciais, do ensino infantil até a pós-graduação (PENTEADO; COSTA, 2021).

As tarefas inerentes aos professores que atuam online transcendem a simples reação à demanda dos estudantes, necessitando de uma postura mais ativa dos mesmos como mediadores deste processo, que é altamente colaborativo e rico do ponto de vista do compartilhamento de conhecimento (NETO et al., 2020a). A prática docente no contexto da aprendizagem online no que tange a mediação de grupos, com pouco ou nenhum contato face a face, requer a ampliação das interações que ocorrem nas ferramentas colaborativas do AVA, de forma que o professor possa intervir e auxiliar nas experiências dos estudantes, direcionando-os às atividades realizadas e proporcionando interações sociais entre todos os atores que compõem o processo de ensino aprendizagem (MEDEIROS, 2013).

Para alcançar um grau satisfatório de presença, o professor precisa organizar as suas ações pedagógicas, acompanhando e mediando as interações no AVA de forma a evitar ou minimizar o sentimento de isolamento dos estudantes, situações de abandono, conflitos internos em grupos e a desorientação no espaço de ensino, promovendo a colaboração e o suporte necessário para que sejam alcançados os objetivos de aprendizagem (BRITO et al., 2020). Os AVA normalmente fornecem ferramentas que promovem a interação, como: *chat*, fórum de discussão, postagem de materiais, web conferência; que viabilizam a comunicação entre professores, tutores e estudantes envolvidos nos cursos de EAD, mas são poucas, apesar de crescentes, as ferramentas mais autônomas nos AVA, como assistentes virtuais e *chatbots*, que poderiam auxiliar aos usuários (MACIEL et al., 2014).

Acompanhar as atividades e interações na modalidade de EAD e híbrido oferecendo o suporte adequado e em tempo real aos estudantes de modo a promover uma boa experiência de aprendizagem, com uma quantidade cada vez maior de ferramentas de comunicação síncronas e assíncronas que, muitas vezes, estende os limites do AVA, é um dos desafios mais intensos e exaustivos enfrentados pelos professores (MEDEIROS, 2013). Nesse sentido, à medida que o tamanho das turmas aumenta, há a necessidade de um apoio de professor e tutores no processo de mediação dos estudantes. Professores e tutores têm que se atualizar e se aperfeiçoar rotineiramente, adquirindo diferentes competências para atuar no EAD, além de estarem disponíveis por mais tempo visando atender às necessidades dos estudantes (LOPES apud SANTOS et al., 2021a).

Já era grande a demanda por novos colaboradores nos últimos anos, visando suprir a necessidade do aumento dos cursos de EAD, tanto na questão tecnológica quanto no acompanhamento das atividades e interações nos AVAs. Lopes (2016) aponta que mesmo com o aumento da média anual de matrículas, a contratação de novos tutores não vinha acompanhando a demanda, sobrecarregando o trabalho de todos os colaboradores. Com a recente alta na demanda do ensino remoto e híbrido, houve dificuldade na contratação de novos tutores, ou mesmo o treinamento de professores em um curto espaço de tempo (PENTEADO; COSTA, 2021), o que pode prejudicar a experiência de diversos estudantes que estão vivenciando pela primeira vez o cenário de aulas a distância.

Além disso, a capacitação dos novos tutores, tanto nos conteúdos das disciplinas quanto nas ferramentas tecnológicas e processos de EAD, é de fundamental importância para que esse profissional possa ser multifuncional e atenda as necessidades de forma satisfatória (LOPES, 2016). Considerando esse aumento do volume de cursos na modalidade EAD e híbrido, com turmas cada vez maiores, e com a alta carga de trabalho de professores e tutores, espera-se que algum suporte automático seja oferecido pelas TICs, aos professores, no acompanhamento das atividades e interações com os estudantes nos AVAs.

O uso de tecnologias que aplicuem técnicas de IA, além de possibilitar a diminuição do esforço relacionado a gestão e acompanhamento por parte dos professores e tutores, podem proporcionar, se bem aplicadas, ganhos para cursos remotos ofertados, oferecendo um novo modo de interação, disponibilidade imediata e fornecendo métricas, e indicadores, para que os cursos evoluam, se tornando cada vez melhores para aqueles que compõem este modelo de ensino.

Dadas as especificidades e desafios dos cursos a distância ou híbridos já apontados, é de fundamental importância prover aos estudantes um acompanhamento adequado do processo de ensino aprendizagem, além de ferramentas que forneçam opções que melhorem a experiência do usuário, visando satisfazer aos anseios de todos quanto às suas expectativas. A qualidade dos cursos é um dos diversos fatores que impactam com a permanência dos estudantes, que por sua vez está ligada à qualidade do acompanhamento realizado pelos professores e tutores, fazendo com que a questão da proporcionalidade seja um fator chave para o sucesso de cursos EAD (LOPES, 2016). Visando evitar a desmotivação do estudante, independente do meio de comunicação, respostas fornecidas rapidamente às perguntas permitem um melhor acompanhamento do mesmo, além de reduzir o número de evasões (MADEIRA, 2016).

Um dos pontos que podem ser melhor trabalhados está na relação de perguntas e respostas por parte dos atores neste cenário, sendo eles: estudantes e os professores/tutores. O estudante necessita da resposta aos seus questionamentos de uma forma célere, mas nem sempre isso é possível, muito por causa da quantidade de estudantes dos cursos que o professor e tutor precisam gerenciar. Os professores e tutores, por vezes, não conseguem atender prontamente a demanda, além disso têm a responsabilidade de responder a cada um dos estudantes, no caso da ferramenta de mensagem direta, tendo que atender as mesmas dúvidas diversas vezes, o que pode ser muito desgastante. Medeiros (2013) coloca que uma forma de sanar este problema seria maximizar o uso de mecanismos que promovam a interação entre todos os estudantes, professor e tutor, por meio de ferramentas de interação como fóruns de discussão, mas essa estratégia nem sempre é seguida.

Para confirmar a percepção de professores e tutores quanto ao acompanhamento das interações e atividades nas ferramentas colaborativas do AVA, bem como quanto a importância de um apoio automático e inteligente que ajude o professor e o tutor nesse processo, Santos et al. (2021) conduziram uma pesquisa que demonstrou tanto a dificuldade no acompanhamento das interações e atividades pelos estudantes quanto a importância de um apoio tecnológico para esse acompanhamento por meio do uso de *chatbots*.

Desta maneira, sugere-se que fornecer um auxílio nas interações, seja analisando as perguntas realizadas, direcionando para a melhor resposta, sugerir material de forma simplificada, uma data ou mesmo um *link* do fórum, possibilita diminuir o esforço por parte dos professores e tutores otimizando o tempo de resposta ao estudante (SANTOS et al., 2021a).

1.2. Motivação e Definição do Problema

Atualmente, a modalidade de educação a distância se tornou uma possibilidade para a continuidade do ano letivo de milhares de estudantes em diversos países, que enfrentam a maior pandemia do século XXI, registrada até o momento, a COVID-19. Com a chegada da pandemia, o processo de ensino aprendizagem foi drasticamente afetado, devido à necessidade de paralisação total ou parcial das atividades presenciais e até mesmo fechamento de diversas instituições de ensino, ocasionando o aumento da evasão e da desigualdade social (CASTAMAN, 2020). No Brasil, segundo o Globo (2020a), apesar de todos os estados terem adotado o ensino remoto em algum nível, existe uma baixa adesão dos estudantes.

Esta modalidade educacional geralmente proporciona dificuldades iniciais para o estudante, sendo a principal delas a capacidade adaptativa à nova forma de ensino, que depende muito da maturidade em estudar pela internet e motivação do mesmo para que consiga concluir o curso (IDOETA, 2020). Outro grande problema são as cobranças excessivas aos professores e tutores, pelas instituições e principalmente pelos estudantes (BORGES, 2020), que por terem a flexibilidade no horário de estudo, ao se depararem com dúvidas, procuram respostas nos mais diversos horários através de diferentes ferramentas dos AVAs, seja pelo chat, fóruns de discussão, e-mails ou grupos de aplicativos de trocas de mensagens, sobrecregando os professores, que além do preparo das aulas remotas, ainda precisam dedicar seu tempo auxiliando o aprendizado dos estudantes, de modo a mantê-los motivados e assim diminuir as chances de evasão escolar.

O número de desistências têm uma relação direta com o acompanhamento e a atenção que os estudantes recebem, indicando que aumentar essas interações e melhorar a qualidade das mesmas podem impactar positivamente na assistência aos estudantes, diminuindo a evasão (LOPES, 2016). Esta pesquisa visou apoiar os processos de interação entre estudantes e colaboradores (professores e tutores), analisando o contexto educacional atual do EAD, propondo a construção de recursos que fortaleçam esse tipo de assistência, a partir da utilização de tecnologias interativas que fazem uso de Inteligência Artificial (IA), como os *Chatbots*, que são agentes inteligentes conversacionais que utilizam linguagem natural para agir como seres humanos nos mais diversos propósitos, analisando as melhores *engines* e *frameworks* disponíveis para o desenvolvimento com base no contexto e realizando uma análise indireta de interações de um ambiente real para agregar conhecimento e gerar modelos mais precisos.

1.3. Objetivos

1.3.1 Geral

O objetivo geral desta pesquisa foi investigar o contexto EAD quanto às dificuldades de professores e tutores no acompanhamento dos alunos dentro dos AVAs que atuam, além de verificar a possível adesão destes profissionais ao *chatbot* como forma de facilitar o acompanhamento, e desenvolver um *chatbot* educacional do tipo perguntas e respostas, voltado para o AVA indicado como o mais utilizado da pesquisa, para auxiliar professores e tutores como um primeiro apoio às dúvidas e busca de informações dos estudantes.

1.3.2. Específicos

Quanto aos objetivos específicos, buscou-se:

1. Estabelecer padrões que, através de análise de linguagem natural e métodos de aprendizagem de máquina, apresentem informações relevantes à aprendizagem do *bot*, possibilitando a realização de ações e escolhas mais refinadas.
2. Investigar *frameworks* e *engines* para desenvolvimento de *chatbots* considerando as características de cada um, com base no contexto educacional no qual o projeto será aplicado, como: entendimento de linguagem comum/nativa; possibilitar inserção de novas respostas e evoluir com o tempo; ter disponibilidade a todo momento e atendimento individualizado; identificar o contexto da pergunta e apresentação de possíveis respostas; disponibilizar um ambiente escalável; que envie notificações para os professores, caso ele não encontrem uma resposta satisfatória; possibilite o fornecimento de serviços extras dentro o AVA sempre que disponibilizados; possibilite a interação por texto; possibilite o envio de imagens ou links dentro do AVA; e viabilize a coleta de informações, visando melhoria do curso.
3. Coletar e analisar indiretamente, de forma a preservar informações pessoais e sensíveis de modo geral, dados de cursos EAD do IFPB de modo a compreender cenários e interações dos estudantes no AVA, obtendo contextos e cenários, assim como fazer uso em treinamento de modelos de aprendizado de máquina.
4. Validar o *Chatbot* quanto à acurácia das respostas fornecidas em um ambiente de testes.

1.4. Metodologia

O processo metodológico científico-tecnológico foi dividido em seis etapas: levantamento bibliográfico, *survey*, com professores e tutores, visando o acompanhamento das atividades e interações nos AVAs, análise de competidores, análise indireta de interações no AVA do IFPB, codificação do *chatbot* em um processo iterativo e incremental, validação da acurácia, conforme apresentado na Figura 0 abaixo, além da produção textual com a solicitação de registro do *chatbot* junto ao INPI, ao final.

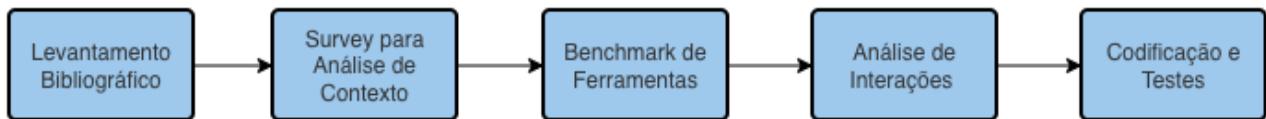


Figura 1. Fluxo Metodológico

1.4.1. Levantamento Bibliográfico

Esta etapa consistiu no levantamento bibliográfico e estado da arte, no qual publicações referentes ao tema foram buscadas, consultadas e selecionadas para compor a base de conhecimento para esta pesquisa. Durante todo o processo foi conduzida, de maneira rotineira, uma revisão do material coletado visando manter o melhor embasamento possível para as decisões tomadas. Para obter artigos científicos relacionados ao trabalho, publicações referentes à temática de *Chatbots*, Assistentes Virtuais, EAD, AVA, entre outros, foram selecionadas por meio de *strings* de busca. Por ser uma área de pesquisa ainda não muito explorada, poucos trabalhos foram encontrados, aumentando assim a motivação para a realização deste projeto.

Para este levantamento, foram utilizadas palavras-chaves tanto em português quanto em inglês, objetivando aumentar a abrangência da pesquisa, e possibilitando filtrar o conteúdo pesquisado no sentido de obter os trabalhos mais significativos. Diversas combinações de palavras-chave foram utilizadas para que trabalhos com algum tipo de problema de indexação não fossem deixados de lado na análise. As palavras chave utilizadas foram:

- *chatbot; chatterbot; bot; nlp; natural language processor; virtual assistant; ava; ambiente de aprendizagem virtual; ambiente de aprendizagem virtual; ai-nlp; processamento de linguagem natural; ead; moodle; machine-learning; aprendizado de máquina; deep-learning; sistemas de recomendação; data-mining*

Optou-se por pesquisar no indexador *Google Scholar*, complementado com buscas no Congresso Brasileiro de Informática em Educação (CBIE), *Association for Computing Machinery* (ACM) e o *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE). Poucos artigos foram encontrados contendo todas as palavras chaves, sendo necessário aumentar a granularidade utilizando combinações dos termos. Com isso, pouco mais de 50 artigos foram selecionados para compor a base de conhecimento necessária no desenvolvimento deste trabalho, suficientes para oferecer os *insights* do problema de pesquisa, objetivo e trabalhos relacionados.

1.4.2. Survey com Professores da EAD quanto ao Acompanhamento das Atividades e Interações dos Estudantes em AVAs

Foi conduzido um *survey* para coletar a percepção de professores e tutores em relação ao Acompanhamento das Interações e Atividades nos AVAs de diversas Instituições do país quanto ao uso de AVAs e quanto à aplicação de *Chatbot* no auxílio da EAD (SANTOS et al., 2021a). Por meio de um questionário (Apêndice A), foram realizadas perguntas acerca da temática visando obter o máximo de informações sobre a experiência dos participantes e seus principais problemas relacionados à rotina de trabalho em AVAs.

Objetivou-se, através deste *survey*, identificar o perfil dos professores e tutores, além de seus anseios quanto a um melhor acompanhamento das atividades e interações dentro do AVA, quais assuntos merecem uma maior atenção, bem como as associações das respostas dos professores e tutores (HODA et al., 2012), sendo possível, também, fazer associações de como é feito o acompanhamento do estudante atualmente. Com a aplicação desta pesquisa, foram observadas as necessidades dos professores e tutores, assim como suas principais dificuldades (SANTOS et al., 2021a). O *survey* e seus resultados são apresentados no Capítulo 3.

1.4.3. Análise de Competidores - Benchmark

Nesta etapa foi desenvolvido de um *benchmark* visando analisar as plataformas disponíveis para construção do *chatbot* e qual se encaixava melhor no contexto do problema proposto. A metodologia de *Benchmark* foi utilizada devido à sua capacidade de expor as características de cada objeto analisado e compará-los, possibilitando levar em consideração também o contexto de aplicação, favorecendo uma melhor escolha (ALMEIDA, 2013).

Neste *benchmark* foram considerados diversos *frameworks*, de diversas linguagens e formas de desenvolvimento, assim como o levantamento das características que todo *framework* de *chatbot* poderia ter e analisá-las com base no contexto, para utilizar como métrica na comparação. Ao final, foi possível selecionar a ferramenta mais adequada com base na maior pontuação geral da análise comparativa (SANTOS et al., 2021b). Todas as informações e procedimentos sobre o *benchmark* conduzido estão presentes no Capítulo 4.

1.4.4. Análise Indireta das Interações no Ambiente Real do Moodle do IFPB e Modelagem

Nesta etapa foi realizada uma análise indireta das interações sociais, do tipo perguntas e respostas, em ambiente real do Moodle do IFPB, visando complementar as informações para o desenvolvimento do *chatbot*. Foi enviada uma solicitação de acesso aos dados (Apêndice B) do histórico das interações sociais de algumas disciplinas de diferentes cursos a distância do IFPB no AVA Moodle com o objetivo de analisar os tipos e os termos mais frequentes de perguntas dos estudantes, e como são realizadas, nas ferramentas de mensagem direta, fórum de discussão e outras ferramentas colaborativas assíncronas, a fim de moldar a base de conhecimento do agente conversacional a ser desenvolvido.

Foi sugerido o acesso aos dados das disciplinas dos cursos de Letras, Administração Pública, Licenciatura em Computação, por se tratarem de cursos com natureza ou perfis distintos, possibilitando uma maior abrangência e diferentes tipos de resposta. O acesso foi fornecido através do portal do Moodle, por meio de uma conta com acesso aos cursos. O acesso ocorreu de forma manual e remoto, analisando as interações e registrando os tipos e termos utilizados nas perguntas e

respostas obtidas. Como a análise foi qualitativa, e sem qualquer interesse em dados de estudantes, professores ou tutores, nenhum dado que possa identificar a autoria do usuário foi utilizado. Com a análise das iterações realizadas, foi possível obter o escopo do projeto e definir seus requisitos, facilitando o estabelecimento das funcionalidades e modelagem das estruturas que compõem o projeto. Todas as análises das mensagens, escopo e diagramas estão presentes no Capítulo 5.

1.4.5. Codificação e Testes do Alfa

Esta etapa consistiu no desenvolvimento do *Chatbot* (Assistente Virtual) Alfa, abrangendo um processo que se iniciou pelo estudo do *framework* Rasa (selecionado a partir do *benchmark*), passando pelo desenvolvimento utilizando a linguagem Python, testes, até a integração com ambiente alvo do projeto, o Moodle.

Inicialmente foi realizado a modelagem e arquitetura do *chatbot*, através dos resultados do levantamento da etapa 1.4.4, relacionada a Análise Indireta de Interações e Modelagem, obtendo um direcionamento no escopo do *chatbot* no que diz respeito a criação de ações e intenções do *chatbot*. O principal ponto de atuação do *chatbot* foi o fornecimento de informações relevantes quanto ao curso, como calendário, materiais de aula, notas e busca por assuntos nos fóruns, salvando as conversas realizadas para a construção de uma base de conhecimento, visando o treinamento de conversação, para aprimorar a interação com o usuário. A obtenção dos dados viabiliza também o aprendizado baseado em NLP (*Natural Language Processor*) por parte do *chatbot*, possibilitando o retorno com respostas mais assertivas.

Também foi adotado um mecanismo de direcionamento, como o encaminhamento para envio de mensagens diretas, para que o aluno possa contatar diretamente o professor pelo AVA Moodle, caso não sejam encontradas respostas que satisfaçam as dúvidas informadas ao *chatbot*. O *chatbot* passou por testes que analisaram sua acurácia, tanto relacionados às escolhas da configuração do *pipeline* de treinamento, quanto ao descobrimento de entidades e intenções utilizando Validação Cruzada, na qual a divisão dos dados de teste e treinamento foi dividida em proporção de 80/20 em 5 etapas, além de testes unitários e funcionais relacionados a suas funcionalidades. Foi criado, também, mecanismos de resposta a problemas, visando não deixar o usuário sem um *feedback* adequado, caso algum problema ocorra.

Baseado no que foi apresentado por Neto et al. (2020b), o assistente virtual (*chatbot*) foi analisado e validado através da aplicação de perguntas utilizando linguagem natural, sobre diferentes temas e informações relacionadas ao escopo, objetivando verificar a acurácia das respostas e o nível de coesão com o contexto. Foi realizada também, uma análise de aceitação e utilidade, aplicando a metodologia TAM (*Technology Acceptance Model*).

Dito isto, para este projeto de *chatbot*, foram realizados testes funcionais utilizando 6 usuários reais, de graduação ou pós graduação, com experiência em algum AVA, aplicando perguntas sobre diferentes contextos, sendo realizadas de forma manual. Ao final dos testes funcionais, através da aplicação de um questionário visando obter informações sobre as impressões do usuário, também foram coletados dados relacionados a utilidade, a efetividade e satisfação do usuário, quanto ao uso do *chatbot*. Todo o processo de desenvolvimento, testes e validação do projeto do *chatbot* pode ser visualizado no Capítulo 6. As conclusões do trabalho, abordando as impressões e os resultados, assim como os trabalhos futuros de melhorias e complementação, estão disponíveis no Capítulo 7.

Em nenhuma das etapas metodológicas deste trabalho houve a coleta direta ou indireta de dados junto a seres humanos que necessitem de apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). As coletas realizadas nesta pesquisa se encaixam nos itens: “V. pesquisa com bancos de dados, cujas informações são agregadas, sem possibilidade de identificação individual” e, “VII. pesquisa que objetiva o aprofundamento teórico de situações que emergem espontânea e contingencialmente na prática profissional, desde que não revelem dados que possam identificar o sujeito”, do Parágrafo único do artigo 1º da Resolução 510/2016 do CNS¹ informa que são dispensados de apreciação do CEP.

¹ <http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf>

2. REVISÃO DA LITERATURA

A Educação a Distância, principalmente através dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem, possibilitou que a tecnologia fizesse parte do dia a dia no ensino de diversas pessoas, ampliando as formas de interagir visando ajudando a difundir o conhecimento. Para que o *chatbot* obtenha êxito, é necessário o conhecimento das diversas áreas e temas que compõem o problema, de forma a fundamentar as escolhas e garantir que todo o cenário seja levado em consideração no desenvolvimento da pesquisa e do *chatbot*.

2.1. EAD - Educação a Distância

O EAD se tornou uma das modalidades de ensino que mais cresce nos últimos anos. Oliveira e Santos (2020) descrevem EAD como um sistema tecnológico de comunicação bidirecional, com capacidade de abrangência coletiva de interlocutores, que se consolida como proposta alternativa de substituir a interação pessoal na sala de aula entre professor e estudante como meio preferencial de ensino pela ação sistemática e conjunta de diversos recursos didáticos, com apoio de uma organização e tutoria que propiciem uma aprendizagem independente e flexível.

A Educação a Distância se caracteriza por uma educação mediada por tecnologias, e pode ser definido como sendo um espaço de construção do conhecimento por meio do desenvolvimento de atividades educativas, mediadas pelo uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), valorizando a interação e o trabalho colaborativo (MARTINS et al., 2016). Existem diversos modelos que promovem o ensino remoto, mas todos possuem o mesmo objetivo, que é o de promover a transmissão de conhecimento através da tecnologia e facilitar o acompanhamento por meio de interações colaborativas e *feedbacks*, reduzindo as limitações de tempo e local de ensino (MEDEIROS, 2013). Modelos de EAD apresentam o propósito de promover a flexibilização e o fácil acesso ao aprendizado para um maior quantitativo de pessoas, privilegiando o compartilhamento de conhecimento e diversificando as formas de interação entre os envolvidos (OLIVEIRA; SANTOS, 2020).

O EAD possibilita o compartilhamento do conhecimento para o aprendizado daqueles que não podem realizar o curso em uma instituição de ensino de forma presencial, transpondo barreiras geotemporais, possibilitando que o aprendizado possa ser aplicado em qualquer lugar e a qualquer momento (OLIVEIRA; SANTOS, 2020). Mas, apesar do contexto de aplicação ser distinto, o processo de gestão da modalidade é o que mais distingue este modelo do presencial. A principal diferença entre a EAD e o ensino presencial está na independência de supervisão contínua do educador (OLIVEIRA; SANTOS, 2020), que atualmente se realiza através de ferramentas ou plataformas virtuais.

2.1.1. Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs)

Martins et al., (2016) definem AVA como sendo "um espaço de construção do conhecimento por meio do desenvolvimento de atividades educativas, mediadas pelo uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), valorizando a interação e o trabalho colaborativo". Sendo o meio tecnológico mais comumente utilizado pelas instituições de ensino atualmente, os AVAs são plataformas que fornecem mecanismos para que o conhecimento seja compartilhado, seja pelo

armazenamento e disponibilização de material de aula e atividades, ou pela transmissão de conteúdo através de mídias. Costa (apud RABELLO, 2020) ainda coloca que o EAD atualmente foca em uma educação mediada por meio da tecnologia, seguindo os princípios do ensino presencial.

Os AVAs fornecem mecanismos para o compartilhamento do conhecimento, seja pelo armazenamento e disponibilização de material de aula, ou pela transmissão de conteúdo através de mídias, sendo o meio tecnológico mais comumente utilizado no contexto da educação a distância e híbrida (ALVES et al., 2020). Os AVAs possibilitam também o compartilhamento de conhecimento por meio da ampliação do alcance do ensino aprendizagem, independente de sua localidade, além de ser uma fonte de conhecimento devido às diversas possibilidades de interações nas plataformas (OLIVEIRA e SANTOS, 2020).

Ambientes Virtuais de Aprendizagem como o Moodle, Amadeus LMS e Google Classroom, vêm evoluindo e fornecendo meios mais robustos para a realização do ensino remoto. Devido ao ambiente do ensino remoto ser, ligeiramente, diferente do utilizado no ensino presencial, a utilização de diferentes técnicas e tecnologias são necessárias, visando disponibilizar os cursos propostos de forma eficaz (CASTAMAN; RODRIGUES, 2020).

Devido à necessidade de dar suporte a um modelo educacional significativo, algumas características relacionadas ao ensino presencial são implementadas através de recursos técnicos encontrados nessas plataformas. A ausência de um controle presencial no processo de ensino remoto fez com que o gerenciamento e o fornecimento de assistência aos profissionais de ensino em plataformas virtuais se tornassem cada vez mais necessárias, possibilitando um melhor engajamento entre professores e estudantes, utilizando uma comunicação bidirecional (OLIVEIRA; SANTOS, 2020).

Os AVAs ampliaram o compartilhamento de conhecimento, expandindo o alcance do ensino, independente de sua localidade, além de ser uma fonte de conhecimento, devido às diversas possibilidades de interações nas plataformas. Santos (2006) destaca que os AVAs superam diversos limites impostos pelo ambiente físico, fomentando o surgimento de comunidades virtuais com foco na troca de conhecimento.

2.1.2. Interações em AVAs

Por serem ferramentas que promovem a educação de maneira que todos os envolvidos não precisam estar fisicamente presentes, os AVAs necessitam disponibilizar formas de interação que compensem esta característica. A interação é parte do desenvolvimento cognitivo humano e, quando analisadas nos AVAs, apresenta-se como fundamental para que o aprendizado ocorra de forma efetiva, pois é através da comunicação, dos *feedbacks* e do acompanhamento, feito pelo professor/tutor, que o estudante consegue maximizar a absorção do conhecimento (MEDEIROS apud ALVES et al., 2020a).

Os modos de interação de cada entidade, seja com outras entidades ou com elas mesmas, criam um ciclo que possibilita uma melhor difusão do conhecimento e uma boa comunicação entre todos pode facilitar com que a informação seja apresentada, discutida e absorvida da melhor maneira possível (MEDEIROS, 2013). Anderson e Garrison (apud MEDEIROS, 2013) apresentam de forma simplificada os modos de interação em educação a distância, conforme apresentado na Figura 2.

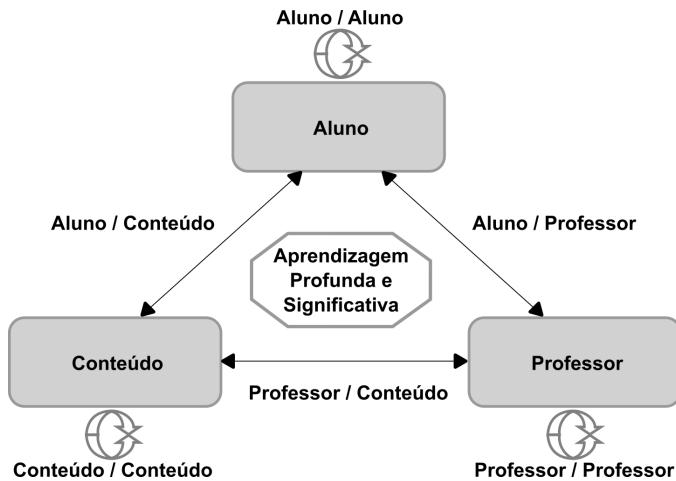


Figura 2. Modos de Interação em Educação a Distância (Adaptado de ANDERSON; GARRISON apud MEDEIROS, 2013)

Existem diferentes naturezas e formas de interação voltadas para educação a distância, mas todas estão vinculadas à forma com que o estudante, professor, o conteúdo e o ambiente estão se relacionando entre si (MEDEIROS, 2013). Fornecer mecanismos de interação cada vez mais eficazes, por parte dos AVAs, também podem também favorecer a diminuição da evasão escolar, pois manter a interação e o acompanhamento contínuo favorece o engajamento dos estudantes (LOPES, 2016). Com base nisso, foi elaborado um *survey* visando obter mais informações dos modos de interação utilizados por professores e tutores, assim como suas opiniões sobre as dificuldades de cada uma das funcionalidades disponíveis, identificando também qual informação precisa de mais suporte, o que corroborou com o desenvolvimento deste projeto de pesquisa.

2.2. Chatbot

Com o crescente uso de assistentes virtuais de aprendizagem, é possível observar o aumento da afetividade das aplicações de educação, podendo ser empregados em diversas formas de interação (MACIEL et al., 2014). Apesar de *Chatbots*, ou *chatterbot*, serem bastante difundidos e estarem presentes no dia a dia de cada um, sua definição vem sofrendo algumas alterações e refinamento conforme a tecnologia tem evoluído. Uma boa definição foi dada por Marciel (2019) quando coloca que "são programas que interagem com o ser humano através de conversa na linguagem humana", ou seja, sistemas são capazes de compreender a linguagem natural e elaborar uma resposta semanticamente compatível, simulando uma conversa.

Sansonnet (apud CAHN et al., 2017) descreve aspectos importantes que devem ser apresentados pelos atuais *Chatbots*:

- **Agente Dialógico:** todo *Chatbot* deve entender o usuário, independente da entrada (texto ou voz) e gerar respostas apropriadas, através de Processamento de Linguagem Natural;
- **Agente Racional:** o *Chatbot* deve ter conexão com base externa e de senso comum, de forma a possibilitar a identificação de competências e contextos, podendo armazená-las;
- **Agente Incorporado:** o *Chatbot* deve "fornecer a função de presença", recebendo nomes comuns e atuando de forma a dar a impressão de ser um humano interagindo.

2.2.1. Entendimento da Linguagem Natural (em inglês, NLU), Intenções e Ações

Aprimorar a interação humano-computador é um dos grandes desafios para ferramentas e aplicações de conversação, já que a interpretação das informações proporciona experiências que definirão o sucesso ou o fracasso de um projeto. A evolução da NLU utilizando mapeamento de palavras-chave com o uso de heurísticas, proporcionou a aplicação de abordagens mais modernas que trabalham com probabilidade nas análises (LÜER, 2020).

Para essa abordagem funcionar, é necessário que seja criado um modelo treinado através do Processamento de Linguagem Natural (em inglês, NLP), no qual os dados são tratados e processados para viabilizar o NLU, tendo como base dados do contexto em que a aplicação irá atuar. A qualidade dos dados do treinamento, assim como sua utilidade, visando o domínio de aplicação do *Chatbot* podem proporcionar melhores desempenhos e respostas mais assertivas (LÜER, 2020).

Com isso, através do NLP foi possível criar modelos mais precisos, identificando Intenções através da análise de contexto, palavras e associações. A precisão que os serviços de NLU proporcionaram quanto à abstração de Intenção é um dos fatores mais importantes que fizeram deste um serviço fundamental na construção de Assistentes Virtuais (LÜER, 2020). Detectando de forma eficiente a Intenção, favorece a aplicação quanto a escolha da melhor Ação diante do que foi colocado pelo usuário, podendo ser desde respostas simples até redirecionamento para páginas, links ou documentos.

Dito isso, ter um NLP nativo é uma das principais características que uma ferramenta precisa disponibilizar, pois possibilita também capturar nuances textuais, favorecendo a análise de satisfação do usuário (HATZIJORDANOU et al., 2019).

2.2.2. Plataformas e Engines para Desenvolvimento de Chatbots

Atualmente existem diversas plataformas e *engines* de desenvolvimento com NLP nativo que possibilitam a criação de *Chatbots* através de análise de intenções. Para realizar a melhor escolha do *framework* tendo como base o contexto educacional que o *chatbot* irá atuar, foi realizada uma análise de competidores utilizando a metodologia de *benchmark* para, a partir da análise, detalhamento e comparação das características e funcionalidades disponíveis em cada um deles, escolher qual o mais adequado. Diversos *frameworks* foram considerados na análise, dentre eles os mais conhecidos são:

A Amazon Lex (2020) possibilita a criação de *bots* tanto por voz, utilizando reconhecimento automático de fala e conversão, quanto por texto, através de NLP. Possuindo a tecnologia de aprendizagem profunda, que pode ser encontrada no Assistente Virtual Alexa, viabiliza a criação e o aprendizado rápido de *bots*. Possuindo serviços gerenciados e plataforma proprietária, disponibiliza pagamento mediante uso.

O Dialogflow (2020), da Google, por sua vez, possui mecanismos que facilitam o desenvolvimento, design e a interação com o usuário. Podendo ser integrado em diversos ambientes, como mobile ou web, disponibiliza uma NLP capaz de analisar entrada, assim como responder, por texto e voz. Os planos disponibilizados, dentre os quais possui um gratuito, variam de acordo com o tipo de uso e dos recursos desejados.

A plataforma Watson Assistant (2020) da IBM, que é uma plataforma de IA de conversão e fornece um ambiente simples para criação de um *chatbot*, além de possuir um gerenciamento robusto quanto a carga de usuários. Também podendo ser integrado a diversos ambientes, promete ser mais que um *bot*, viabilizando a análise de situações para tomar a melhor decisão possível. Possuindo plano gratuito, a plataforma proprietária realiza cobranças caso sejam requisitados serviços extras, como uso de recursos e componentes.

O Rasa (2020) se apresenta como uma solução *open source* para os desenvolvedores, possuindo NLP nativa e podendo ser programada através da linguagem de programação Python. Possibilitando também a interação por texto e por voz, o Rasa oferece a liberdade de configuração e construção de *Chatbots* com alto desempenho e resilientes, além de poder ser integrado a diversas outras plataformas, como por exemplo o Dialogflow e Lex. Possui também um plano pago, para questões de suporte e análise estatística.

Outra solução *open source* é o Wit.Ai (2020), do Facebook. Apesar de diversas plataformas poderem criar um *bot* para o Facebook, construir da melhor maneira possível pode requerer o uso completo de componentes, e devido a isso o Facebook mantém o Wit.Ai aberto. Possuindo uma NLP bastante robusta, a precisão das análises é um dos seus principais pontos fortes, além de poder ser implementado em quatro linguagens diferentes, como Python, Ruby, Go e Javascript (Node.js). Ao utilizar a plataforma para criar um *chatbot*, tanto o *chatbot* quanto os dados utilizados ficam agregados a plataforma do Facebook, e suscetível aos seus termos de uso. Para uso externo, o *chatbot* fica disponível através de API por conexão HTTP.

Não é novidade o uso de *Chatbots* como Assistente Virtual, automatizando tarefas, e sua aplicação em diferentes contextos, o que deixou a conversação para segundo plano durante algum tempo, porém com a evolução do NLP, os *Chatbots* voltaram a ter destaque devido à ampliação das possibilidades (OLIVEIRA, 2020). Quando bem utilizado, o *Chatbot* possibilita alcançar a total disponibilidade no atendimento, além da possibilidade de utilizá-lo como Assistente Virtual, sendo capaz de realizar algumas atividades de rotina. No contexto do EAD, o uso de *Chatbots* viabilizou o amadurecimento do modelo educacional possibilitando o uso da internet como forma de aquisição de conhecimento e acompanhamento (CLEMENTE, 2016).

2.2.3. *Chatbot na Educação*

Houve um crescente aumento de *Chatbots* em plataformas de *e-learning*, visando promover um maior apoio ao estudante, proporcionando ao estudante uma aprendizagem mais interativa, preenchendo mais essa lacuna entre a tecnologia e a educação (CLARIZIA apud OKONKWO e ADE-IBIJOLA, 2021). Apesar disso, ainda são poucas as aplicações que atuam diretamente em cursos ou disciplinas, sendo a maioria voltada a questões mais limitadas, como em funções administrativas e respostas de perguntas frequentes (FAQs). Isso se deve a um dos maiores desafios enfrentados por *Chatbots* atualmente: a capacidade de entender e responder adequadamente a um questionamento. Uma das tarefas mais desafiadoras no desenvolvimento de um *Chatbot* eficaz está relacionada à emulação de diálogos, que envolve atualmente o NLP (CLARIZIA et al., 2018).

Para aprimorar a capacidade de dialogar dos *Chatbots* é necessário que dados, tratados e contextualizados, sejam utilizados no treinamento, visando classificar melhor cada interação (perguntas) e direcionar para as melhores respostas possíveis. A possibilidade de rápida adaptação

social, associada a conexão com fontes de informação e conteúdo de ensino, podem proporcionar ao estudante um aprendizado ajustado para cada indivíduo (CLARIZIA apud OKONKWO e ADE-IBIJOLA, 2021). Contudo, nem todos os AVAs retém em seus *logs* informações relevantes, ou mesmo de fácil compreensão ou com boa organização lógica, fora o fato de parte das interações ocorrerem fora dos AVAs, o que pode dificultar bastante a coleta dos dados para qualquer finalidade (MEDEIROS apud BRITO et al., 2019).

2.3. Trabalhos Relacionados

Com base no levantamento de trabalho relacionados realizado, observou-se que há na literatura algumas propostas de agregar *chatbots* à educação, entretanto, todos diferem em alguns pontos (como no contexto ou na metodologia, entre outros) em relação ao que este trabalho propõe.

Rodrigues (2009), apresenta em seu trabalho a modelagem de um *chatbot* voltado para área educacional que utiliza linguagem natural para interagir com os usuários. Tendo como propósito principal servir como um assistente para estudos, o *chatbot* realiza tarefas secundárias, como o monitoramento da navegação do usuário e a recomendação de conteúdos. Alencar et al. (2010) demonstra em seu trabalho a iniciativa da construção do CyberPoty, um *chatbot* 3D criado para interação em portais de EAD, ao qual possibilitou a diminuição da carga de trabalho dos profissionais de atendimento externo para questões administrativas da instituição.

Maciel et al. (2014) trás em seu trabalho a concepção, desenvolvimento e avaliação de um plugin chatbot para o Moodle de nome Avatar da Educação, para suporte de aprendizado online. Trazendo o uso de um assistente virtual animado, se propõe a promoção de interatividade através da aplicação de recursos afetivos audiovisuais, com processamento de áudio e computação gráfica. Clemente (2016) aborda em seu projeto a construção de um *chatbot* com evolução dinâmica e voltado ao desenvolvimento de arquiteturas pedagógicas, onde ele poderia interagir com o usuário e aprender com ele. O projeto pode ser integrado em projetos de aprendizagem e foi disponibilizado para web e mobile. Maciel (2019) trata em seu trabalho do levantamento de perguntas e dúvidas de estudantes de uma instituição de ensino para criação de um *chatbot* que possa respondê-las. Dando seu próprio nome ao *chatbot*, Maciel foi pensado com o propósito de ser um assistente institucional, auxiliando os estudantes com questionamentos mais acadêmicos.

Neto et al. (2020b), apresenta em seu trabalho o desenvolvimento de um Catálogo de Cursos da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica e de um *chatbot* visando facilitar o acesso às informações desses cursos. Por meio de *chatbot*, e fazendo uso de processamento de linguagem natural, os autores obtém respostas a partir dos dados contidos em uma ontologia, proposta neste mesmo trabalho, que é a base de conhecimento do *chatbot* criado. Bulhões et al. (2020), propõe em seu trabalho o desenvolvimento de um agente de conversação digital, denominado Professora Vitória, para auxiliar no ensino da leitura. Faz uso da técnica de Leitura Protocolada, que consiste em uma atividade interativa no qual envolve o professor, o aluno e o texto, utilizada geralmente de forma presencial com a finalidade de desenvolver habilidades de predição e produção de inferências.

Oliveira (2020), apresenta em seu trabalho a construção de um *chatbot* para atuar como assistente virtual no AVA da Universidade Federal do Rio Grande - FURG. Desenvolvido utilizando a plataforma do Watson *Assistant*, e fazendo uso de NLP e Redes Neurais Recorrentes, o

chatbot foi integrado ao AVA da instituição, sendo analisado e validado através de questionários com os usuários. Andrade et al. (2020) trazem em seu trabalho o desenvolvimento do EvaTalk, que é uma solução para a plataforma da Escola Virtual do Governo Brasileiro, visando servir como um assistente de atendimento ao cliente. Utilizado Rasa NLU, foi pensado para atender demandas administrativas da instituição.

Todos os trabalhos listados como estado da arte possuem boas práticas e análises que foram consideradas nesta pesquisa, contudo utilizam abordagens diferentes, com exceção de Oliveira (2020) e Andrade et al. (2020), cujos conceitos se aproximam dos pretendidos neste trabalho, principalmente com relação ao processo e ao objetivo final da aplicação. O uso de tecnologia proprietária do Watson, feito por Oliveira (2020), também é um fator que difere desta proposta devido a questão do uso de informações da instituição e dos estudantes por parte de terceiros, além do objetivo geral do trabalho diferir da desta proposta devido ao foco de aplicação, no qual é voltada para responder dúvidas frequentes, enquanto o projeto de *chatbot* desta pesquisa se concentra no conteúdo e interações dos cursos. A diferença quanto ao trabalho de Andrade et al. (2020) pode ser fixada na finalidade, referindo-se ao foco da aplicação do *chatbot*, no qual o autor destina uso a atividades administrativas, enquanto este é voltado ao auxílio de alunos, fornecendo assim um suporte a professores/tutores no acompanhamento.

Contudo, Andrade et al. (2020) propõe uma arquitetura de um *chatbot* completo utilizando a tecnologia selecionada em Santos (2021), conforme apresentado na Figura 3. Deste modo, o trabalho de Andrade et al. (2020) serviu como referência para este projeto, sendo sua arquitetura aproveitada em partes, se adequando aos objetivos definidos por esta pesquisa.

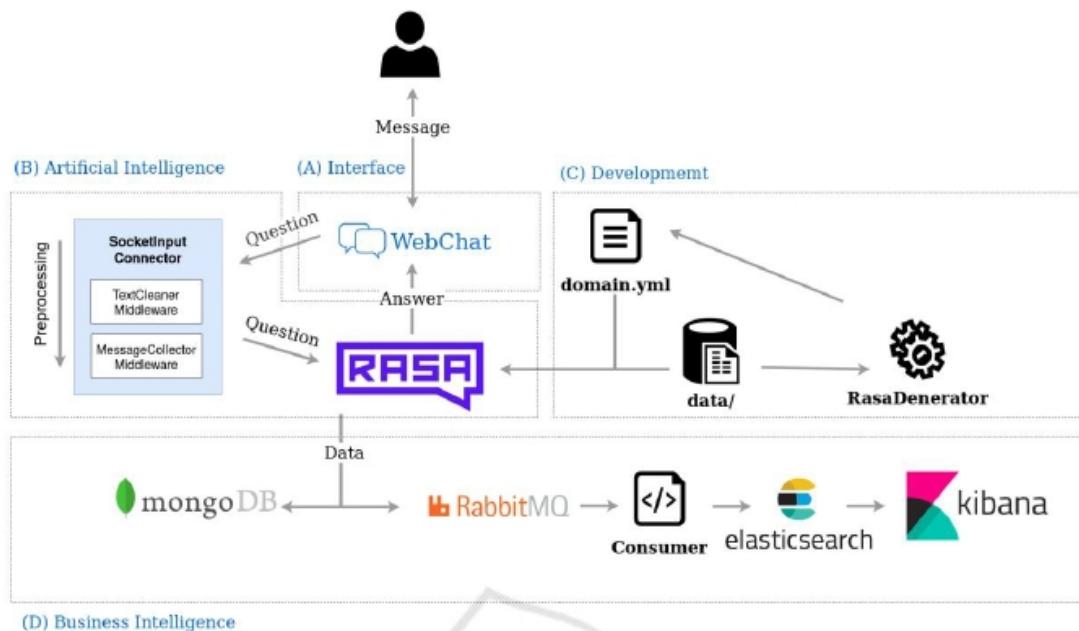


Figura 3. Arquitetura do EvaTalk (ANDRADE et al., 2020).

Outro ponto que esta dissertação difere das abordagens apresentadas está do fato de que se pretende, neste projeto, além de promover um melhor engajamento com os usuários, fornecendo uma primeira assistência para diversos contextos e com disponibilidade imediata, agregando ainda mais valor ao *chatbot*, transformando-o em um assistente virtual para plataformas de ensino. O

processo metodológico será conduzido com base no AVA Moodle do Instituto Federal da Paraíba (IFPB), visando considerar coletas e análises em um ambiente mais próximo ao real no contexto proposto.

3. UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA DA PERCEPÇÃO DE PROFESSORES E TUTORES SOBRE O MONITORAMENTO DE INTERAÇÕES E ATIVIDADES NAS FERRAMENTAS COLABORATIVAS DE AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

Com a hipótese da construção de um Chatbot que desse algum suporte aos professores e tutores em Ambientes Virtuais de Aprendizagem, algumas questões precisavam de respostas, sendo estas vistas como insumos essenciais ao processo de idealização: "Qual área de ensino está mais presente no *e-learning*? Qual é o AVA mais utilizado? Quanto esforço é necessário para monitorar o aluno nas ferramentas de interação atualmente disponíveis nos AVAs? Se um *chatbot* for disponibilizado, qual contexto deveria ter prioridade? Qual é a forma preferida de interação para os entrevistados?" Com o objetivo de levantar subsídios para orientar este projeto do *chatbot*, esta pesquisa teve como objetivo compreender a percepção de professores e tutores de cursos a distância sobre o seu dia a dia. Também busca ouvir sobre suas limitações no acompanhamento, monitorar interações e atividades em diferentes ferramentas, e entender o quanto abertos eles eram sobre a existência de um assistente virtual inteligente ajudando-os em algumas tarefas mais repetitivas.

Para tanto, foi realizada uma ampla investigação com professores e tutores com experiência em educação a distância no Brasil, em todas as regiões e de diferentes áreas do conhecimento, através da aplicação de um questionário online. Os resultados aqui apresentados contribuem para auxiliar pesquisadores e praticantes na tomada de decisões estratégicas ou mesmo servir de base para pesquisas futuras e aprofundadas sobre o tema, que é o exemplo da segunda etapa da pesquisa em andamento.

Os pesquisadores elaboraram e forneceram uma pesquisa para coletar e analisar as percepções de professores e tutores do Ensino Superior e Profissional sobre o monitoramento de interações e atividades em ferramentas colaborativas de Ambientes Virtuais de Aprendizagem. A pesquisa, que pode ser encontrada no Apêndice A, foi compartilhada por meio de grupos de discussão e e-mail, com profissionais atuantes na modalidade EAD entre 17/11/2020 e 15/12/2020. Foram definidos alguns critérios para exclusão de respostas, tais como: a) cadastro informando endereços de e-mail inválidos (formatação não padronizada); b) cadastro com informações incorretas ou ausentes sobre a instituição em que atuam; e c) registros com e-mails duplicados.

3.1. Procedimentos e Respondentes

A pesquisa² foi dividida em quatro sessões, sendo: a) a primeira relacionada ao consentimento para uso das informações fornecidas para a pesquisa; b) a segunda, à experiência dos entrevistados, contendo quatro questões; c) a terceira, a interação com os AVAs, contendo 11 questões; d) e a última relacionada à utilização de *chatbots* nos AVAs utilizados por cada participante, contendo

² <https://forms.gle/zkftbB493XHtM4kXA>

cinco questões. A pesquisa contém múltiplas escolhas e questões abertas, algumas delas baseadas na escala Likert.

Para identificar possíveis problemas de interpretação das perguntas, questões terminológicas e outros pontos adversos que pudessem interferir no bom preenchimento da pesquisa, foi realizada uma fase de pré-teste com três professores escolhidos. Todos os três participantes responderam à pesquisa e não apontaram dúvidas ou sugestões que surgiram durante o processo de preenchimento da pesquisa, marcando o fim da fase de pré-teste e o início da fase de convite a outras instituições. No período em que a pesquisa esteve aberta, foram obtidas 133 respostas, sendo apenas duas respostas descartadas por se enquadarem nos critérios de exclusão (que foram e-mails informados inválidos e mais de uma resposta do mesmo respondente), totalizando 131 respostas válidas.

3.1.1. Processamento de dados

Devido à diversidade de tipos de questões, foi necessário tratar os dados para questões abertas e de múltipla escolha, com a normalização de dados multivalorados e com formatação diferenciada (como "moodle", "Moodle" e "AVA MOODLE"). Além disso, os pesquisadores auditam as respostas abertas de mesma equivalência (como "Não sei" e "Não sei informar"), tornando os resultados e análises mais confiáveis na apresentação da realidade relatada. A partir das respostas abertas disponibilizadas, foi possível definir algumas categorias para agrupar os resultados de forma simplificada, a saber: Região, Área de ocupação, Tipo de Apoio do *Chatbot*.

3.2. Análise dos Resultados

Com a análise dos dados fornecidos pelas respostas obtidas no aplicativo *survey*, foi possível abstrair algumas informações sobre as experiências e desejos dos entrevistados, como a utilização de AVAs e *chatbots* como ferramenta de auxílio. Como os participantes eram de diferentes instituições distribuídas em todo o território brasileiro, e para melhor agrupar as respostas obtidas, os pesquisadores forneceram uma categorização por regiões do Brasil: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste, Sul e Distrito Federal, conforme apresentado na Figura 4. As instituições informadas como “Abertas”, indicando aquelas que possuíam vários centros de aprendizagem espalhados pelo país ou com centros de aprendizagem no exterior, foram indicadas como “Outras (Abertas)”.

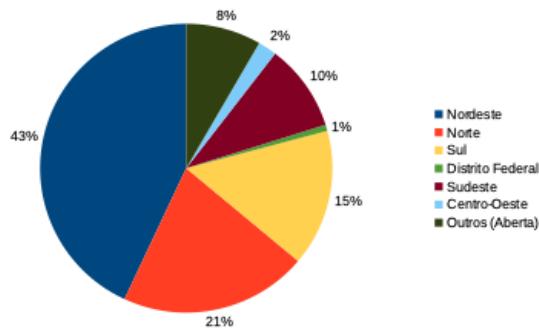


Figura 4. Distribuição Regional dos Professores / Tutores participantes da pesquisa.

Mesmo com o crescimento da modalidade a distância nos últimos anos (LOPES et al., 2016), observou-se que 63,2% dos participantes possuem mais de dois anos de experiência, conforme

mostra a Figura 5. Porém, no grupo dos respondentes, em relação à pandemia COVID-19 (GLOBO, 2020a), pode-se perceber o reflexo do crescimento do setor a partir do cenário pandêmico, representando 36,8% dos entrevistados.

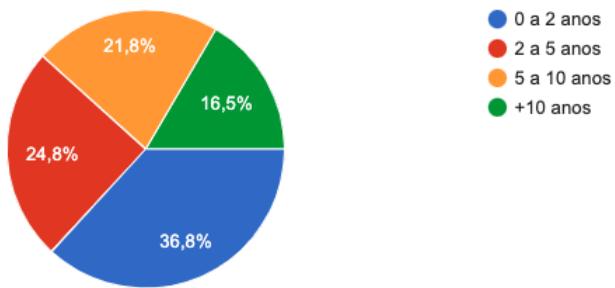


Figura 5. Experiência de Professores / Tutores Participantes da Pesquisa.

Na pesquisa , o Moodle aparece como sendo o mais utilizado, relatado nominalmente por 112 participantes (84,2%), conforme mostrado na Figura 6. O Moodle é o AVA oficial da Universidade Aberta do Brasil. Vale ressaltar que alguns dos entrevistados relataram ferramentas não-AVA, o que pode indicar que nem todas as instituições de ensino se adaptaram rapidamente à educação à distância diante da pandemia do COVID-19.

Alguns participantes também não souberam informar o AVA que estavam utilizando, fornecendo a resposta "AVA" para a questão, o que sugere que esse termo genérico possivelmente esteja relacionado a ambientes desenvolvidos/adaptados por terceiros ou pela própria instituição. Devido à possibilidade da resposta do participante conter mais de um ambiente, a soma dos valores é superior a 100%.

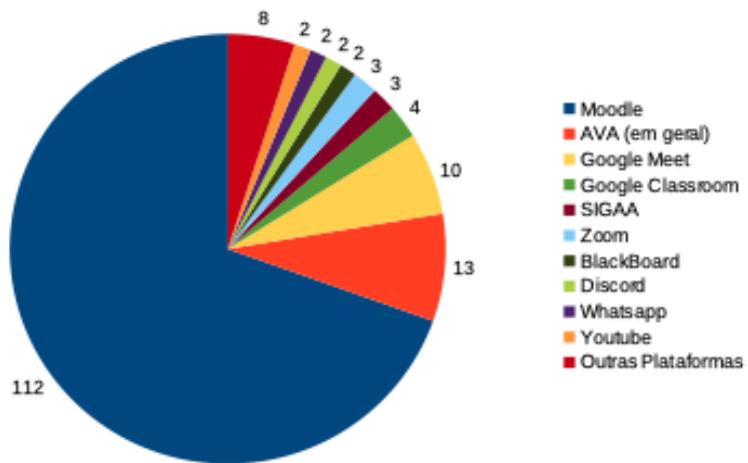


Figura 6. AVAs mais usados atualmente.

Por meio de uma macroanálise que buscou relacionar as experiências dos entrevistados com áreas de atuação (classificadas como Ciências Humanas, Ciências Exatas e Ciências da Saúde), foi percebida uma experiência mais significativa em AVAs por profissionais que atuam em cursos da área de Ciências Humanas. Além disso, houve aumento de professores e tutores na Região Norte (N), sendo o Nordeste (NE) a região com maior percentual de profissionais com experiência superior a dois anos, conforme pode ser observado na Tabela 1. Em termos gerais, conforme mostrado na Figura 7, o EAD tem sido mais aplicado nas áreas de Ciências Humanas e Exatas, respondendo a uma das questões levantadas pela pesquisa.

Tabela 1. Análise descritiva do Tempo de Experiência em relação à Região e à Área de Atuação.

Tempo de Experiência	Região			Área de Atuação				
	count	unique	top	freq	count	unique	top	freq
+10 anos	21	9	NE	7	21	3	Humanas	11
0 a 2 anos	48	9	N	18	48	8	Exatas	21
2 a 5 anos	33	10	NE	14	33	5	Humanas	15
5 a 10 anos	29	4	NE	24	29	3	Humanas	21

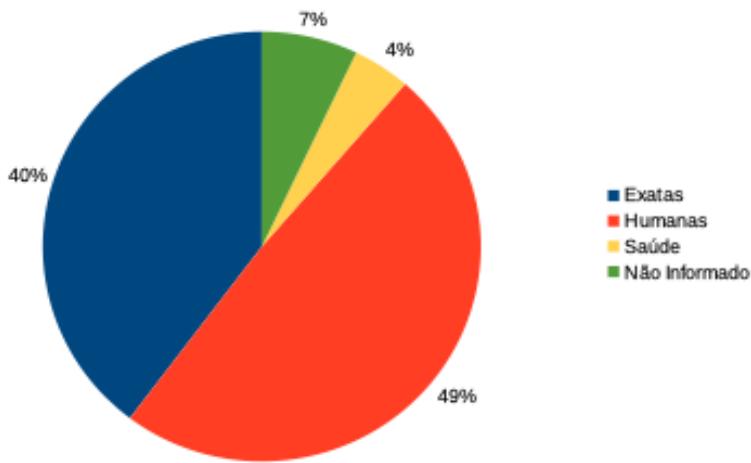


Figura 7. Áreas de atuação dos cursos que mais utilizam a EAD.

Para responder à questão do esforço, também é necessário saber o quanto fácil é utilizar cada ferramenta de interação presente nos AVAs. Quanto ao problema de monitoramento por fóruns de discussão, os resultados mostram que, embora 85% dos entrevistados considerem a interação com o fórum de discussão "Fácil" ou "Muito Fácil" (Figura 8a), por outro lado, cerca de 79,7% dos entrevistados consideram o esforço de acompanhamento dos alunos, dentro dos fóruns de discussão, "Grande" ou "Muito Grande", conforme mostra a Figura 8b, confirmando que a consciência dos professores quanto à interação em fóruns de discussão é um problema que precisa ser enfrentado. É possível interpretar que esses resultados indicam que o esforço de monitoramento é pequeno para um aluno. Quando os professores aplicam essa atividade em uma sala de aula com muitos alunos, o esforço cresce na proporção do número de alunos que precisam de auxílio, explicando os resultados apresentados.

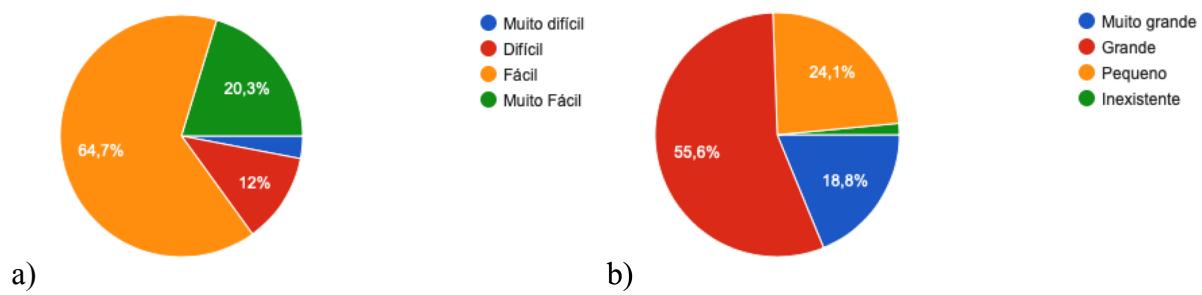


Figura 8. Análise de interação versus esforço em fóruns de discussão em AVAs. a) Facilidade de interação; b) Esforço de acompanhamento.

No que se refere ao monitoramento por meio de mensagens diretas, fazendo o paralelo entre facilidade de interação e esforço, a análise apresenta informações relevantes para o monitoramento do aluno. 85,7% dos entrevistados responderam que consideraram a interação por meio dessa funcionalidade "Fácil" ou "Muito Fácil" (Figura 9a). Porém, houve divisão entre aqueles que encontraram "Grande" (40,6%) e "Pequeno" (45,1%) esforço para acompanhar essas mensagens, conforme mostra a Figura 9b.

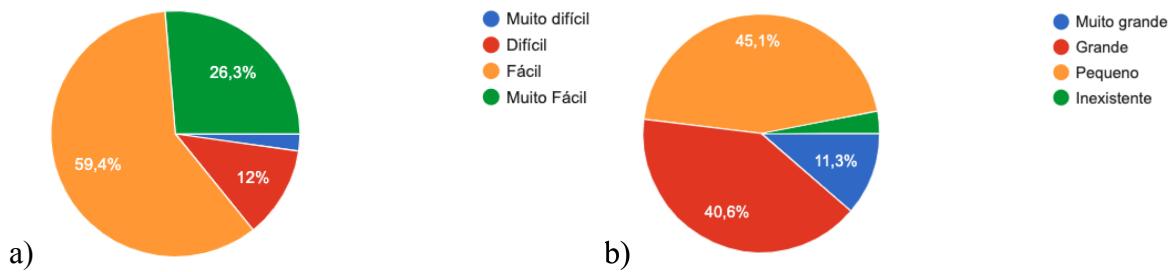


Figura 9. Análise de interação versus esforço em mensagens diretas em AVAs. a) Facilidade de interação; b) Esforço de acompanhamento.

O comportamento acima é semelhante ao que acontece quando se utiliza a ferramenta de chat dentro dos AVAs, onde 78,1% dos entrevistados responderam que acharam a interação por meio dessa funcionalidade "Fácil" ou "Muito Fácil" (Figura 10a). Além disso, houve uma divisão entre aqueles que consideraram "Grande" (42,1%) e "Pequeno" (35,3%) no esforço de monitorar as conversas nesses ambientes, conforme mostra a Figura 10b.

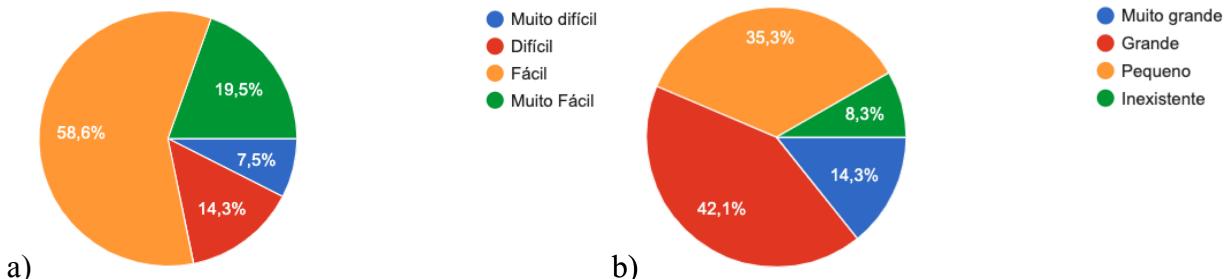


Figura 10. Análise da interação versus o esforço no bate-papo em AVAs. a) Facilidade de interação; b) Esforço de acompanhamento.

A pesquisa questionou aos participantes sobre o uso de *chatbots* nos AVAs que eles atuam. A maioria (54,9%) desconhece a disposição da funcionalidade ou afirma que o AVA que atuam não possuem (31,6%) essa opção de interação, conforme apresentado na Figura 11a. Dos 13,5% que relataram ter a opção do *chatbot* nos AVAs que utilizam, apenas 22,5% disseram que já o usaram, conforme mostra a Figura 11b.

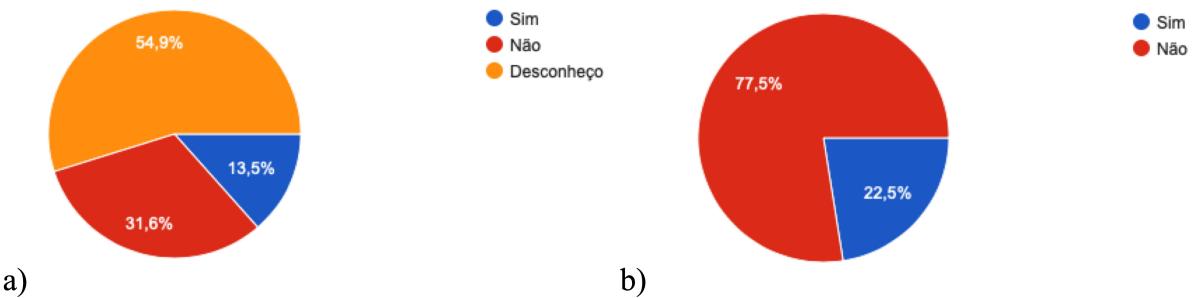


Figura 11. Análise do *chatbot* no AVA. a) Conhecimento sobre *chatbot* em AVAs; b) Utilização de *chatbots* em AVAs que possuam funcionalidade.

Outras questões que esta pesquisa se propôs a responder estavam relacionadas ao problema que um *chatbot* poderia ajudar a resolver na visão dos participantes. Em uma questão aberta, os entrevistados puderam relatar todos os cenários em que o *chatbot* poderia auxiliar os profissionais, sejam professores ou tutores, a diminuir o esforço despendido. As respostas informadas podem estar relacionadas a 6 categorias: Ajuda nas Dúvidas (responder a dúvidas dos alunos sobre o conteúdo das aulas); Melhorar a interação (disponibilidade de atendimento, *feedback* e dúvidas); Auxílio no Processo (auxílio no processo ensino-aprendizagem, como construção de aulas, acompanhamento do curso, calendário e links para conteúdos); Auxílio às Atividades (ajuda na explicação das atividades, ajuda com materiais de estudo); e Outros (uso pontual e especializado, com Dúvidas Freqüentes - FAQ, Glossários e uso da Libras - Língua Brasileira de Sinais).

A pesquisa pergunta como os *chatbots* poderiam apoiar o professor/tutor no monitoramento das demandas dos alunos no AVA. Após um processo de análise aberta sobre as respostas discursivas, os pesquisadores as organizaram em seis categorias. 30% dos respondentes responderam que preferiam a atuação do *chatbot* na Ajuda nas Dúvidas, cenário esse sendo seguido por aqueles que propõem Melhoria na Interação (25%) e Ajuda no Processo (21%), como pode ser visto na Figura 12. Alguns entrevistados responderam que preferiam não ter essa modalidade de interação, também representada na análise por meio da categoria "Não gostaria".

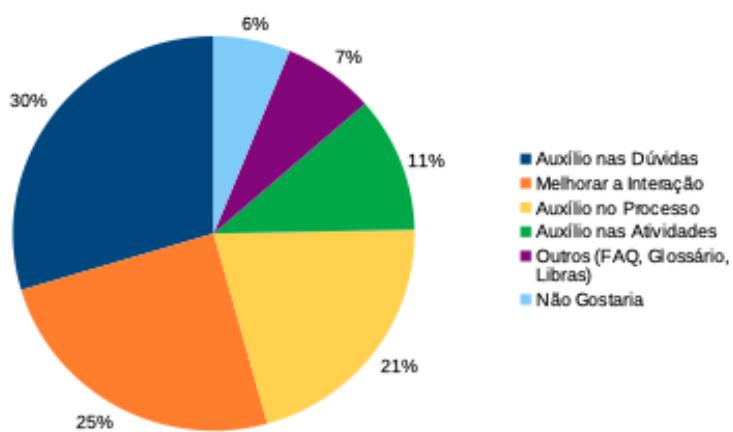


Figura 12. Análise dos problemas relatados que o *chatbot* poderia agir.

Dos participantes que consideraram fundamental o apoio dos *chatbots* no acompanhamento dos alunos, 104 participantes (78,2%) responderam que preferem que a funcionalidade seja integrada e

disponibilizada nos AVAs. Como a questão poderia ter mais de uma resposta, os resultados foram superiores a 100%, conforme mostrado na Figura 13a.

Por fim, para obter subsídios para a análise dos concorrentes, os entrevistados responderam sobre sua preferência quanto à natureza da interação com o *chatbot*, seja por voz (63,9%) ou por texto (72,1%). Os tipos apresentados são bem aceitos, conforme mostra a Figura 13b, respondendo à última questão desta pesquisa.

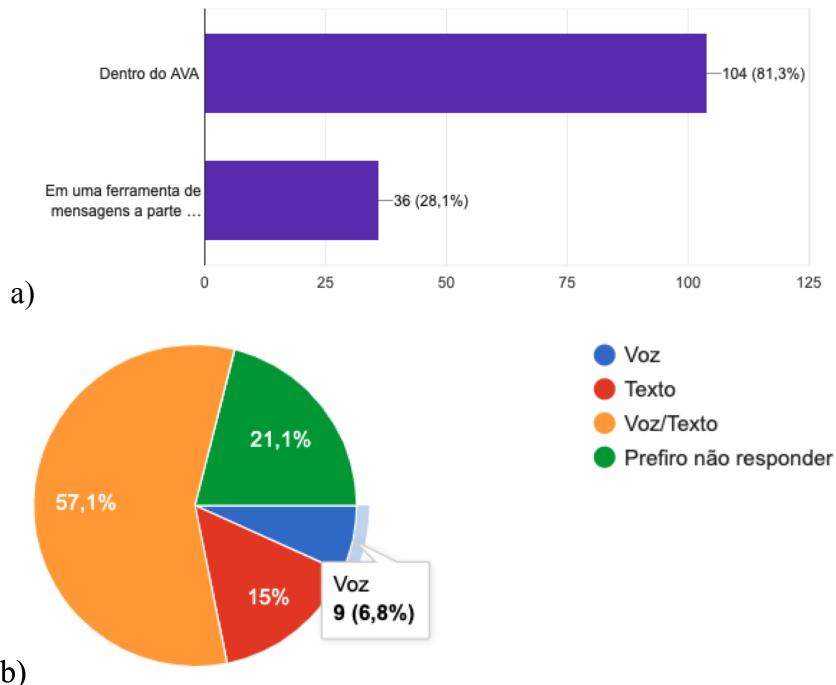


Figura 13. Análise de opinião sobre o uso de *chatbots*. a) Opinião sobre como deve ser o suporte do *chatbot*; b) Melhor forma de interagir com o *chatbot*.

3.3. Reflexões dos Resultados

A Educação a Distância, por meio de Ambientes Virtuais de Aprendizagem, possibilita a disseminação do conhecimento em qualquer lugar e a qualquer hora. Com o advento do COVID-19, esse modelo remoto se tornou a principal forma de aprendizagem, mas nem todas as instituições se adaptaram rapidamente às novas formas de interação. O uso de *chatbot* pode ser uma alternativa para facilitar as interações entre os participantes da educação a distância. Porém, para justificar uma proposta de solução desse problema, tornou-se necessário entender melhor o cenário e as dificuldades relacionadas à interação dentro dos AVAs, por meio do método de pesquisa Survey, e verificar se um *chatbot* pode ser útil para apoiar a prática docente.

A análise do Survey revelou que a área de aprendizagem mais presente é a área de Humanas, seguida de perto pela área de Exatas, e o AVA mais utilizado pelas instituições é o Moodle. Quanto ao esforço empregado no acompanhamento do aluno dentro dos AVAs, cada ferramenta de interação tem suas particularidades e, em geral, todas se mostraram fáceis de usar. Porém, não são muito eficientes no que diz respeito ao acompanhamento dos alunos, principalmente em turmas maiores.

Quanto à utilização de *chatbots*, o principal problema relatado, que os *chatbots* poderiam ajudar a solucionar, está relacionado a dúvidas, esclarecimento de dúvidas relacionadas ao conteúdo dos materiais, facilitando a interação com os alunos e reduzindo o esforço de professores e tutores. Em relação ao tipo de interação, os entrevistados apontaram que preferem texto e voz, tendo o formato textual uma pequena vantagem na análise isolada. Os entrevistados também destacaram que preferem que o *chatbot* se limite ao AVA em que atuam, não estando disponível em aplicativos separados de mensagens instantâneas.

Passada a pandemia, e com o aprimoramento dos AVAs devido ao crescimento da educação a distância, os resultados desse cenário podem mudar devido às melhorias feitas para atender à grande demanda nas plataformas. No entanto, a pesquisa foi bem-sucedida em seu propósito, fornecendo subsídios para melhorar o desenvolvimento do projeto em torno desta pesquisa. As respostas fornecidas e as análises realizadas servirão de suporte ao projeto de construção do *chatbot*.

4. APLICAÇÃO DE *BENCHMARK* PARA ANÁLISE DE CENÁRIOS NO DESENVOLVIMENTO DE *CHATBOTS EDUCACIONAIS*

O uso de tecnologias para fins educacionais que apliquem técnicas de Inteligência Artificial, podem, além de diminuir o esforço relacionado a gestão e acompanhamento dos estudantes por parte dos professores e tutores, proporcionar melhorias dos cursos remotos ofertados, oferecendo um novo modo de interação e fornecendo métricas e indicadores para que os cursos evoluam, tornando-se cada vez mais suficientes para aqueles os que compõem este modelo de ensino (BRITO et al., 2019). Entre as tecnologias que podem apoiar os professores e tutores no acompanhamento das atividades e interações nos AVAs estão os *chatbots*, que segundo Mansilla et al. (2017), são programas que interagem com o ser humano por meio de conversa na linguagem humana, ou seja, sistemas que são capazes de compreender a linguagem natural e elaborar uma resposta semanticamente compatível, simulando uma conversa.

Cahn et al. (2017) descrevem características básicas que todo *chatbot* moderno deve ter: *Agente Dialógico*, no qual trata que todo *chatbot* deve entender o usuário, independentemente da entrada (texto ou voz) e gerar respostas apropriadas, através de Processamento de Linguagem Natural (NLP); *Agente Racional*, no qual o *chatbot* deve ter conexão com base externa e de senso comum, de forma a possibilitar a identificação de competências e contextos, podendo armazená-las; e *Agente Incorporado*, que explica que o *chatbot* deve fornecer a função de presença, recebendo nomes comuns e atuando de forma a dar a impressão de ser um humano interagindo.

O uso de *chatbots* para diversas tarefas do dia-a-dia tem se tornado comum, e assim, estes recursos técnicos vêm sendo amplamente adotados por empresas e instituições acadêmicas, seja para entretenimento ou para automatizar alguns serviços e tarefas. Com o crescimento da educação a distância foi possível observar circunstâncias em que um *chatbot* poderia auxiliar também no âmbito acadêmico, apoiando professores e alunos e proporcionando uma melhor experiência quanto ao ensino a distância, assim como ampliar os espaços de interação nos ambientes virtuais de aprendizagem (SANTOS et al., 2021a).

Santos et al. (2021) conduziram um *Survey* com 131 professores e tutores de todas as regiões do Brasil analisando as suas percepções sobre o acompanhamento de interações e atividades nas ferramentas colaborativas de AVAs e sobre o uso de *Chatbots* como suporte a esse monitoramento. Os autores concluíram que embora os professores e tutores pesquisados tenham reportado facilidade no uso das ferramentas colaborativas dos AVAs, a quase totalidade aponta o acompanhamento dos estudantes nos Fóruns, Chats e Mensagens Diretas como um dos trabalhos mais exaustivos dos professores na educação a distância e híbrida.

Ao mesmo tempo, dos aproximadamente 70% professores pesquisados que conhecem ou já utilizaram um *Chatbot*, aproximadamente 80% (105 de 131) o consideram uma alternativa de apoio aos estudantes nos AVAs nas tarefas de: melhorar a interação (26%), dar suporte no processo de aprendizagem (21%), responder dúvidas (15%), assistência discente no geral (11%) e perguntas e respostas (7%).

Atualmente existem diversas plataformas e *engines*, também chamadas de *frameworks*, que possibilitam a criação de um *chatbot* para as mais diversas necessidades dos usuários, porém o contexto da aplicação pode favorecer a tomada de decisão de quais tecnologias utilizar, sempre visando desenvolver a solução mais adequada (ZHANG et al., 2021). Deve-se levar em consideração as características de como e onde o *chatbot* será aplicado e qual o propósito da sua existência, características determinantes para o sucesso do projeto (NETO et al., 2020). Este capítulo apresenta uma análise de cenários candidatos para o desenvolvimento de *chatbots* educacionais por meio de uma análise comparativa utilizando a metodologia científica *Benchmark*.

Liu et al. (2019) analisaram plataformas para construção de agentes conversacionais com capacidade de implementação NLU (*Natural Language Understanding*). Os autores analisaram as plataformas Rasa, *IBM Watson*, *Microsoft LUIS* e *Google Diagflow*, apontando características positivas e negativas de cada uma das plataformas quanto a classificação da intenção do usuário, performance e precisão. Wang et al. (2019) conduziram um *benchmark* sobre nove tarefas NLU com foco no entendimento de sentenças na língua inglesa para construção de agentes conversacionais de propósito geral.

Wardhana et al. (2021) publicaram uma revisão sistemática onde analisaram vinte trabalhos relacionados ao desenvolvimento e aprimoramento de *chatbots* com características emocionais. Os autores concluíram que os três modelos mais usados no desenvolvimento de *chatbots* são o modelo híbrido, com 13% dos trabalhos, o modelo de recuperação, com 27% dos trabalhos e o modelo gerador, com 60% dos trabalhos analisados. Os trabalhos analisados no mapeamento diferem deste artigo à medida que limitam o alcance das tecnologias de desenvolvimento de *chatbots* comparadas e por apresentarem uma análise de competidores de plataformas para construção de *chatbots* de propósito geral.

4.1. Aplicação do *Benchmark*

Benchmarks são processos contínuos e sistemáticos de avaliação de produtos, serviços e processos de trabalho com a finalidade de melhoria organizacional, podendo ser analisados por meio do desempenho e do aprendizado. Inspirados pelas abordagens de Melhoria Contínua da Qualidade (MCQ), pesquisadores da área de Ciência da Computação vêm desenvolvendo *benchmarks* para os mais diversos tipos de aplicações, tendo como objetivo analisar características e medir o desempenho de uma solução como base em uma ou mais soluções concorrentes (ALMEIDA, 2014).

Segundo Almeida (2014), um *benchmark* operacionaliza um paradigma científico. Isso significa dizer que um *benchmark* é capaz de incorporar, organizar e tornar manipulável o conhecimento que rege um determinado domínio do conhecimento, fazendo-o avançar por meio de análises comparativas, facilitando tomadas de decisão. O *benchmark* é caracterizado por cinco etapas, a saber: Levantamento de Competidores; Definição de Classes; Análise de Problema; Detalhamento das Classes do Problema; Análise e Comparação.

Este *benchmark* utilizou as etapas preconizadas no trabalho de Almeida (2014), onde foram estabelecidos alguns critérios para a fase de Comparação, tais quais: atribuição de pontos para características presentes nas plataformas e *engines* exigidas no contexto de aplicação do projeto, e em caso de empate na pontuação final entre os competidores, definição de pesos com base no grau de importância da característica para o projeto. Nas subseções A, B, C e D será apresentada a

condução das etapas do processo de *benchmark* de plataformas e *engines* para construção de *chatbots* no contexto educacional.

4.1.1. Levantamento de Competidores

Na primeira etapa foram realizadas buscas de plataformas e *engines* que viabilizassem a criação de *chatbots* para diversas finalidades, através de artigos e sites de busca de maneira não automatizada. Nesta busca, algumas características analisadas foram: local de desenvolvimento, ano de lançamento, características das tecnologias quanto à instanciação para criação de *chatbots*, característica da interface com o usuário, meio de interação que o *chatbot* pode proporcionar e idioma.

Esses itens foram coletados visando classificar melhor os competidores. Neste levantamento foram obtidas 43 (quarenta e três) plataformas e *engines* para construção de *chatbots*, conforme podem ser observadas na Tabela 2. Algumas plataformas foram selecionadas no Mapeamento Sistemático realizado, especialmente as publicadas em artigos científicos, outras são plataformas ou *engines* com inserção no mercado ou adquiridas por grandes empresas de tecnologia.

Tabela 2. Levantamento de cenários de desenvolvimento para construção de *chatbots*

Nome	Local	Ano	Características	UX	Comunicação	Linguagem
Amplify.ai	EUA	2016	Chatbot Platform	GUI	Text	Multilingual
Beep Boop	EUA	2015	Chatbot Platform	GUI	Text	Multilingual
Botsify	Paquistão	2017	Chatbot Platform	GUI	Text	Multilingual
Bottr	EUA	2015	Chatbot Platform	GUI	Text	Multilingual
Chatfuel	EUA	2015	Chatbot Platform	GUI	Text	Multilingual
Chatkoo	Indonésia	2017	Chatbot Platform	GUI	Text	Multilingual
ChatScript	N/A	N/A	NLP Engine	Programmable	Text	Multilingual
ChatterBot	N/A	N/A	NLP Engine	Programmable	Text	Multilingual
ChattyPeople	India	2017	Chatbot Platform	GUI	Text	Multilingual
Clustaar	France	2018	Chatbot Platform	GUI	Text	Multilingual
Cognigy	Germany	2016	Chatbot Platform	GUI	Voice / Text	Multilingual
Conversable	EUA	2016	Chatbot Platform	GUI	Text	English
Destygo	France	2016	Chatbot Platform	GUI	Text	Multilingual
Engati	India	2017	Chatbot Platform	Programmable	Text	-
Enterprise Bot	Switzerland	2016	NLP Engine	Programmable	Text	English
FloatBot	India	2017	Chatbot Platform	Programmable	Text	Multilingual
Flow XO	UK	2014	Chatbot Platform	GUI	Text	Multilingual
Google Dialogflow (previously Api.ai)	EUA	2010	NLP Engine	Programmable	Voice / Text	Multilingual
Gubshup	EUA	2014	Chatbot Platform	GUI	Text	English, Hindi
IBM Watson Conversation Service	EUA	2014	NLP Engine	Programmable	Voice / Text	English, Japanese
It's Alive	France	2016	Chatbot Platform	GUI	Text	English
KITT.AI (acquired by Baidu)	EUA	2014	Chatbot Platform	GUI	Text	English
ManyChat	EUA	2015	Chatbot Platform	GUI	Text	English

Meya.ai	Canada	2015	Chatbot Platform	Programmable	Text	Multilingual
Microsoft Bot Framework	EUA	N/A	NLP Engine	Programmable	Voice / Text	Multilingual
Microsoft Language Understanding Intelligent Service (LUIS)	EUA	N/A	NLP Engine	Programmable	Voice / Text	Multilingual
Mindmeld (acquired by Cisco)	EUA	2011	Chatbot Platform	Programmable	Voice / Text	English
Morph.ai	India	2016	Chatbot Platform	Programmable	Text	Multilingual
motion.ai (acquired by HubSpot)	EUA	2015	Chatbot Platform	GUI	Text	-
Octane.ai	EUA	2016	Chatbot Platform	GUI	Text	English
Pandorabots	EUA	2008	Chatbot Platform	Programmable	Text	Multilingual
Pypestream	EUA	2015	Chatbot Platform	Programmable	Text	English
Rasa NLU	Germany	2015	NLP Engine	Programmable	Text / Voice	English, German
Rebot.me	N/A	2014	Chatbot Platform	GUI	Text	Multilingual
Recast.AI (acquired by SAP)	France	2015	Chatbot Platform	Programmable	Text	Multilingual
Recime	EUA	2017	Chatbot Platform	GUI	Text	Multilingual
Reply.ai	EUA	2016	Chatbot Platform	Programmable	Text	English
Semantic Machines	EUA	2014	NLP Engine	Programmable	Text	Multilingual
Sor'un	Turkey	2014	Chatbot Platform	GUI	Text	Turkish
Twyla	Germany	2015	Chatbot Platform	GUI	Text	English
wit.ai (acquired by Facebook)	EUA	2013	NLP Engine	Programmable	Voice / Text	Multilingual
Yekaliva.ai	EUA	N/A	Chatbot Platform	GUI	Text	English

Com base no levantamento, foi possível dividir as ferramentas em duas categorias, Plataformas de *Chatbot* e *Engines* NLP. Todas as *engines* são passíveis de serem programadas, o que facilita a customização, isso não ocorre com a maioria das plataformas, que embora possuam interfaces mais amigáveis, são limitadas quanto a customizações. Mesmo as plataformas que possibilitam alguma customização, possuem restrições, o que não as coloca na categoria de *engine* ou *framework*.

Um outro ponto observado está no modo de interação possível para os *chatbots* criados em cada *engine* ou plataforma, sendo a comunicação por texto a forma mais básica relatada para todos os concorrentes pesquisados, ficando o diferencial para o modo de comunicação por voz, presente em todas as *engines* e em algumas poucas plataformas. O último ponto coletado está relacionado ao idioma das ferramentas, uma vez que este aspecto pode facilitar a busca de documentação e conteúdo de suporte ao desenvolvimento, podendo ou não diminuir a curva de aprendizagem e, possivelmente, influenciar uma possível tomada de decisão.

4.1.2. Definição das Classes

Para analisar as plataformas e *engines* candidatas, fez-se necessário realizar um levantamento das principais características que *chatbots* de propósito geral apresentam. Essas características representam as classes a serem consideradas na implementação do *benchmark*, servindo como

métricas a serem avaliadas para a escolha dos competidores. As vinte e nove características foram baseadas no guia Pat Research (2020) conforme Tabela 3.

Tabela 3. Características dos *chatbots*

Característica	Descrição
Processamento de Linguagem Natural	Capacidade de compreender a linguagem natural e as deformações da linguagem (gírias, erros de digitação, regionalismos ...), interpretar e interagir de maneira natural humana.
Contexto e Coerência	Capacidade de acompanhar longas conversas.
Aprendizagem de Máquina	Aprendizagem em tempo real, fazendo uso de dicionários, realizando análise de padrões e possuindo evolução constante.
Previsão	Capacidade de sugerir respostas com base em interações anteriores com outros clientes em situações em que não há informações solicitadas.
Gerenciamento de Contas	Desenho, teste e implantação da IA conversacional e coordenação abrangente do projeto.
Treinamento de Modelo Colaborativo	Oferece treinamento personalizado e prepara equipes de engenharia com IA de conversação e habilidades de aprendizado de máquina.
Nível Empresarial	Fornece infraestrutura confiável com escopo de casos de uso característicos.
Agente Virtual	Experiência de autoatendimento intelectual e conversacional.
Chat Ao Vivo	Permite conversas individuais com clientes.
Sequências Automatizadas	Conversas superiores e marketing automatizado no Messenger.
Broadcast	Habilita o envio de mensagens para clientes e assinantes.
API de Solicitação de Pagamento	Fornece as informações necessárias de pagamento, envio e contato do usuário.
Expansível e Adaptável	Descreva o conteúdo e entregue-o aos clientes.
Application Insights	Dados de nível de serviço e instrumentação com relatórios de nível de conversa.
Modelos de Intenção e Tom	Capacidade de adaptar mensagens a um contexto em tempo real.
Teste A / B	Empresa / Ação do cliente e incentivo ao engajamento.
Poder de Análise	Fornece painéis para monitorar e medir KPI e ROI.
Retorno de Resposta	Retorna a resposta à entrada – console, API, síntese de voz.
Visualização API	Permite a comunicação com seus bots de seu aplicativo da web.
Role Based Access Control (RBAC)	Restringe o acesso ao sistema apenas para usuários autorizados.
Relatórios Avançados	Acesso fácil às informações necessárias. Dados críticos reunidos em um só lugar.
Internacionalização	Permite fácil adaptação aos diversos idiomas e regiões sem a necessidade de alterações no sistema.
Fluxo de Conversação	Analisa as conversas dos usuários com maiores taxas de engajamento e cria chatbots simples e não confusos.
Atribuição de Revendedor	Autorização do usuário para revenda e gerenciamento do progresso interno do negócio.
Trilha de Auditoria	Rastreia e localiza comunicações e cooperação recebidas e enviadas.
Aprendizagem Reforçada	Desenvolver a procedência do sistema em tempo real.
Aprendizado Profundo	Fornece análises semânticas avançadas e implementa computação conversacional.
Suporte a Gatilhos	Envia mensagens pop-up / gatilhos aos usuários e os redireciona a um site relevante.
Armazenamento baseado em Nuvem	Armazenamento automático para anexos e arquivos para referência imediata.

Devido à natureza do projeto do *chatbot*, sentiu-se a necessidade de levar em consideração um ponto adicional na análise, totalizando trinta características, sendo este último referente aos custos

de uso e liberação de dados às empresas detentoras dos direitos das ferramentas, possibilitando considerar, no estudo, eventuais custos e os tipos de dados a serem utilizados. A característica adicionada foi "Tecnologia Acessível", que é descrita como o custo no uso de tecnologia e manutenção, e controle dos dados pelo próprio utilizador e por terceiros.

4.1.3. Análise do Problema

Também conhecida como Identificação da Classe do Problema, após a busca dos candidatos e as classes a serem analisadas, esta etapa analisa o problema visando obter as informações necessárias no cenário ao qual o *benchmark* é aplicado, identificando as classes mais relevantes para o contexto ao qual o *chatbot* está inserido. Cada característica sobre o ambiente e sobre o contexto, relacionado a atuação do *chatbot*, podem influenciar diretamente na definição da escolha da ferramenta.

Nesta fase foi necessária a definição da tarefa de desenvolvimento do *chatbot*, fornecendo informações gerais sobre os objetivos do projeto. Para isso, algumas informações devem ser bem especificadas, tais como: Utilidade do Projeto; Descrição Abstrata do Problema; Requisitos Básicos; Comportamento Esperado; Abrangência Tecnológica; Escala Almejada; e Classes do Problema Identificadas. Com isso, foi possível descrever o problema conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4. Identificação das classes mais significativas no contexto do problema

Identificação da Classe do Problema	
Tarefa	Criação de chatbot educacional baseado em perguntas e respostas (QA)
Utilidade	Apoiar professores e tutores no suporte aos estudantes em ambientes virtuais de aprendizagem.
Descrição Abstrata do Problema	O chatbot é uma ferramenta integrada a um Ambiente Virtual de Aprendizagem dentro do contexto da Educação a Distância ou Híbrida. Sendo um chatbot de perguntas e respostas, o bot deve compreender o que é perguntado com base nos tópicos do curso oferecido, nas descrições dos conteúdos e das atividades e em interações nas diversas ferramentas síncronas e assíncronas de colaboração. O chatbot deve se comportar como um primeiro suporte ao professor ou tutor, respondendo às perguntas gerais ou indicando os conteúdos, atividades e discussões onde o estudante possa obter a resposta.
Requisitos	O aluno pergunta ao chatbot, e se ele souber uma resposta, ele responde. Se ele não souber, ele contacta o professor.
Comportamento	Entendimento da pergunta; Verificação de respostas possíveis; Analisa a melhor resposta para a pergunta; Indica conteúdo, atividade ou discussão relacionada à pergunta; Direciona ao professor, caso não saiba ou a resposta não seja satisfatória;
Abrangência	Inteligência Artificial; Machine Learning; EAD; Chatbot
Escalável	Principal: Independente de Disciplina e Assunto, realimentado automaticamente sempre que mais dados sejam armazenados na base de dados do AVA; Secundário: Possibilidade de utilizar como chatops, realizando atividades de busca de material de aula e funcionalidades diversas na plataforma; Possibilitar a coleta de dados por parte da instituição; Possibilitar a disponibilidade em mais de uma plataforma.
Classes do Problema Identificadas	

Entendimento de Linguagem Comum/Nativa	Processamento de Linguagem Natural
Possibilitar inserção de novas respostas e evoluir com o tempo	Aprendizagem de Máquina
Disponibilidade a todo momento e atendimento individualizado	Chat ao vivo
Identificação do contexto da pergunta e apresentação de possíveis respostas	Contexto e Coerência
Ambiente que diminua os custos totais, de tecnologia, manutenção e dados	Tecnologias Acessível
Envia mensagens para o Professor, caso ele não encontre uma resposta satisfatória.	Broadcast
Possibilidade de fornecer serviços extras dentro o AVA sempre que disponibilizados	Expansão e Adaptabilidade
Possibilidade de interação por voz ou texto	Retorno de Respostas
Possibilitar envio de imagens ou links dentro do AVA	Suporte a gatilhos
Viabilizar a coleta de informações, visando melhoria do curso.	Relatórios avançados

Analisado o contexto do problema, foi possível identificar a relação direta com dez das classes analisadas, ordenadas pela sua importância e impacto, estabelecendo-se assim as métricas a serem avaliadas no processo do *benchmark*. As demais métricas, apesar de importantes no contexto geral, teriam menor relevância para o problema, sendo descartadas nesta análise.

4.1.4. Detalhamento das Classes Problema

Obtidas as classes mais relevantes ao problema, é realizada a etapa de Detalhamento do Problema com relação às métricas estabelecidas, visando obter o grau de significância e impacto de cada uma para o problema. Neste ponto, toda e qualquer informação relevante ao problema frente a classe, assim como suas limitações, deve ser exposta. A Tabela IV apresenta o resultado desta fase.

Como limitações, observou-se que o ambiente educacional trás de informações sensíveis de todos que compõe esse ambiente (aluno, professores, entre outros), além de geralmente possuir recursos limitados, tornando a adoção de ferramentas voltadas a educação a distância, como os AVAs, um desafio, pois há um esforço substancial, tanto para manter essas ferramentas quanto para garantir a qualidade do acompanhamento, das interações e da transmissão de conhecimento (OLALEYE et al., 2020).

Considerando o detalhamento do problema com relação às classes estabelecidas, foi identificado que apenas as ferramentas descritas com a característica de *Engines NLP* poderiam apresentar todas as classes possíveis e serem flexíveis o suficiente para viabilizar o desenvolvimento, além de possuírem um bom nível de documentação. Deste modo, de todas as plataformas analisadas, dez *engines/frameworks* se apresentaram como candidatas a serem analisadas, conforme pode ser visto na Tabela 5.

Tabela 5. Detalhamento do problema com relação às classes estabelecidas

		Detalhamento das Classes do Problema
Classes Identificadas		Detalhamento conforme o problema
1	Processamento de Linguagem Natural	O aluno poderá interagir com o chatbot de maneira direta, dialogando com ele para sanar suas dúvidas. A forma com que ele interage com o chatbot pode dificultar na obtenção do contexto da pergunta e de respostas satisfatórias, seja pela pergunta não ser direta, ou pelo regionalismo no vocabulário, ou gírias que, por ventura, ele venha a utilizar.
2	Aprendizagem de Máquina	O chatbot deve ser capaz de responder as perguntas feitas, baseadas em respostas fornecidas nos fóruns de discussão, e com isso, a identificação quais os posts do fórum são perguntas, respostas e outros tipos de comentários é uma das tarefas de seleção que o bot deve ser capaz de fazer. O bot deve ser capaz de identificar o contexto dos posts, que é pergunta e resposta, classificá-las de maneira a estarem disponíveis para serem apresentadas quando uma pergunta relacionada for feita.
3	Chat ao vivo	Um dos principais motivos para este projeto está no fato de que o aluno de EAD nem sempre consegue respostas rápidas para suas dúvidas, e o professor pode se sobrecarregar, respondendo individualmente a um aluno uma pergunta já feita anteriormente. A disponibilidade de uma ferramenta em tempo integral e de atendimento individualizado é uma das motivações.
4	Contexto e Coerência	Como cada pergunta pode ter vários contextos ou temas, o chatbot deve ser capaz de entender o contexto das perguntas e o tema o qual a pergunta está relacionada. Isso possibilita um atendimento direcionado ao problema e respostas coerentes. Quanto mais assertivas forem as respostas, mais o aluno irá utilizar o bot para sanar suas dúvidas.
5	Tecnologias Acessível	Devido ao fato do ambiente educacional estar em âmbito público, o custo relacionado ao produto é um fator impactante. Buscar soluções que possibilitem o menor custo e o maior benefício é uma meta de qualquer projeto de instituições públicas. Unido a isso, o uso de tecnologias privadas podem reter dados sensíveis em terceiros, o que pode aumentar a burocracia diante do cenário de solicitação de uso dos dados por parte dos alunos, professores, instituições, entre outros.
6	Broadcast	Uma das funcionalidades propostas para o projeto está relacionada na comunicação com o professor/tutor, caso o bot não encontre uma resposta satisfatória para dar ao aluno. O professor é contatado pelo bot sobre a pergunta e a resposta fornecida passarão a fazer parte do aprendizado do chatbot.
7	Expansão e Adaptabilidade	Como funcionalidades secundárias, prevê-se o uso do bot para outros serviços, como o envio de atividades, por exemplo. Aumentar a quantidade de tarefas que ele pode fazer, aumenta sua utilidade, podendo chegar ao nível de interação de um tutor. Planeja-se também que o uso do chatbot vá além dos AVAs, visando facilitar a comunicação entre os atores (professor e aluno), podendo ser integrado a aplicativos de mensagens.
8	Retorno de Respostas	Seja por texto ou voz, o chatbot deve ser capaz de entender o que está sendo solicitado. Com o foco inicialmente em entradas de texto, a possibilidade de evoluir o produto, visando a inclusão e adaptabilidade, não pode ser descartada.
9	Supporte a gatilhos	As funcionalidades secundárias prevêem o envio de atividades, em formato de arquivos, ou mesmo o envio de links para redirecionamento. Visando o cenário que o aluno não saiba onde encontrar uma determinada atividade, o bot poderá fornecer um link de acesso direto.
10	Relatórios avançados	O produto deve ser configurável e que permita a possibilidade de coleta de informações por parte da instituição. Essas informações possibilitam um melhor acompanhamento do aluno, assim como podem evidenciar fatores de melhorias dos cursos/aulas, possibilitando a evolução do ensino a distância por parte da instituição.

4.2. Resultados do Benchmark

Conduziu-se o cruzamento de informações visando identificar se cada ferramenta possuía a característica analisada, com base nas classes do problema selecionadas. As pontuações atribuídas a cada característica foram 2 se a *engine* dá suporte à classe (SIM), 1 se limitado (LMT), seja por licença ou por disponibilização parcial (versão beta), e 0 em caso negativo de oferta da classe (NÃO), adotado também para caso a informação não fosse localizada. Após a atribuição de todas as

classes para todas as *engines*, no caso de empate na soma dos pontos, seria realizada a aplicação de pesos para cada característica, no qual a escala de prioridades estava diretamente relacionada com a ordem apresentada na Tabela 5.

Realizando o cruzamento de informações, baseado em informações dos mantenedores das *engines*, em documentações de uso e em artigos técnico-científicos, obteve-se o resultado conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6. Análise por pontos e comparação dos candidatos selecionados

Ferramentas	Classes										Pontos
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ChatScript	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	18
ChatterBot	NÃO	SIM	NÃO	16							
Enterprise Bot	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	16
Google Dialogflow (previously Api.ai)	SIM	SIM	SIM	SIM	LMT	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	19
IBM Watson Conversation Service	SIM	SIM	SIM	SIM	LMT	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	19
Microsoft Bot Framework (Azure Bot Service)	SIM	SIM	SIM	SIM	LMT	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	19
Microsoft Language Understanding Intelligent Service (LUIS)	SIM	SIM	NÃO	NÃO	LMT	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	SIM	9
rasa NLU	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	20
Semantic Machines (acquired by Microsoft)***	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
wit.ai (acquired by Facebook)	SIM	SIM	SIM	SIM	LMT	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	19

As ferramentas *Google Dialogflow*, *IBM Watson Conversation Service*, *Microsoft Bot Framework* e *Wit.ai* apresentaram apenas uma limitação, relacionada às licenças de uso, que eram pagas ou que, em troca dos serviços e suporte, coletavam informações para as empresas mantenedoras. A *Semantic Machines* (em vermelho) foi removida da pesquisa devido a ferramenta ter sido vendida e descontinuada, não fornecendo mais suporte e atualizações para a *engine*. Ao final, a ferramenta Rasa NLU (em verde) foi a que obteve pontuação máxima, por se enquadrar adequadamente nas características almejadas. Não houve a necessidade de aplicação dos pesos.

4.3. Reflexões dos Resultados

A aplicação do método de *benchmark* se mostrou eficaz no seu propósito, permitindo a realização da análise de plataformas e *engines* para construção de *chatbots*, bem como possibilitando a identificação daquela que melhor se adequaria às características da classe do problema e contexto educacional. Essa pesquisa foi motivada pela necessidade de uma tomada de decisão na escolha de uma plataforma ou *engine* para construção de um *chatbot* de propósito específico, dada a grande variedade de plataformas e *engines* disponíveis no mercado e na literatura. A primeira alternativa considerada foi pesquisar na literatura uma análise de competidores que ajudasse os pesquisadores na tomada de decisão, como apresentada na seção de trabalhos relacionados deste artigo, onde não se obteve êxito.

Este *benchmark*, publicado como “*Benchmark Application for Scenario Analysis in the Educational Chatbots Development*”, contribui para a comunidade de pesquisadores e praticantes da área de Informática na Educação e Tecnologias Educacionais à medida que recomenda, por meio de um processo metodológico, uma plataforma ou *engine* para construção de *chatbots* no contexto educacional, mais especificamente de aprendizagem online ou híbrida através de Ambientes Virtuais de Aprendizagem. O *benchmark* considerou e analisou um universo de 43 plataformas e foi

direcionado com base no detalhamento da classe problema. Foi possível concluir, portanto, que esta etapa do trabalho ofereceu a possibilidade de uma tomada de decisão mais assertiva, expondo as características almejadas para um *chatbot* e as analisando de forma contextualizada com relação ao problema no qual o projeto será aplicado.

5. ANÁLISE INDIRETA DAS INTERAÇÕES E LEVANTAMENTO DE REQUISITOS DO PROJETO DO CHATBOT

Para possibilitar o desenvolvimento de um *chatbot* visando obter uma prova de conceito, era necessário analisar o cenário de atuação do *chatbot* a fim de ajustar o escopo do projeto ao contexto com relação ao seu uso e as necessidades dos atores que atuam nele. Com isso, seria possível projetar possíveis cenários e formas de interação que atendessem aos usuários do AVA de forma satisfatória. Somente assim, a partir destas análises e criação de modelos, tornou-se viabilizado o desenvolvimento de um *chatbot* ajustado ao contexto.

5.1. Análise Indireta das Interações

Solicitou-se o acesso aos dados do histórico das interações sociais de algumas disciplinas de diferentes cursos a distância do IFPB no AVA Moodle (Apêndice B) com o objetivo de analisar os tipos mais frequentes de perguntas dos estudantes, e como são realizadas, nas ferramentas de mensagem direta, fórum de discussão e outras ferramentas colaborativas assíncronas, com o objetivo de mapear diferentes perguntas realizadas e demandas gerais a fim de moldar a base de conhecimento do agente conversacional a ser desenvolvido.

Foi fornecido o acesso aos dados das disciplinas de Fundamentos da Educação a Distância, Gestão de Operações e Logística, Introdução à Linguística, Matemática Discreta, Orçamento Público e Programação Orientada a Objetos, presentes nos cursos de Licenciatura em Letras, Bacharelado em Administração Pública e Licenciatura em Computação, que, apesar de serem poucos, por se tratarem de disciplinas de cursos com natureza ou perfis distintos, possibilitaram uma maior abrangência e diferentes tipos de perguntas e respostas. O acesso foi fornecido através do portal do Moodle, por meio de uma conta criada contendo acesso aos cursos. A coleta foi realizada de forma manual, analisando as interações e registrando os tipos de perguntas mais frequentes e relevantes. Como a análise possuía cunho qualitativo, e sem qualquer interesse em dados de estudantes, professores ou tutores, nenhum dado que poderia identificar a autoria do usuário foi disponibilizado ou coletado, sendo devidamente desprezado, visando manter o sigilo e a integridade dos envolvidos.

As interações dos usuários são importantes para agregar aos dados aspectos da linguagem natural no contexto empregado, orientando mudanças nos fluxos conversacionais, principalmente quando os usuários não reagem bem às respostas ou apresentam dificuldades em seguir o fluxo projetado (ANDRADE et al., 2020). O volume de dados disponibilizados para análise não foi muito abrangente, sendo contabilizadas cerca de 223 interações nos cursos solicitados da plataforma AVA Moodle do Instituto Federal da Paraíba (IFPB), conforme apresentado na Tabela 2. Visando prover, ao projeto do *chatbot*, flexibilidade suficiente para atender os diversos cursos de maneira satisfatória, foi realizada uma análise dos dados, mapeamento das palavras mais utilizadas, possíveis expressões e perguntas mais genéricas, a serem utilizadas como dados de treinamento do modelo do *chatbot*.

Os dados fornecidos na amostra coletada, conforme pode ser visto na Figura 14a, se apresentam de forma equivalente entre interações realizadas por alunos e por professores ou tutores, sendo 51,2% das mensagens provenientes de alunos e 48,8% de professores e tutores. A análise do tamanho das mensagens também apresentou um resultado equivalente, apresentando um padrão semelhante para todos os autores, com a maioria das mensagens possuindo menos de 500 caracteres, como apresentado na Figura 14b.

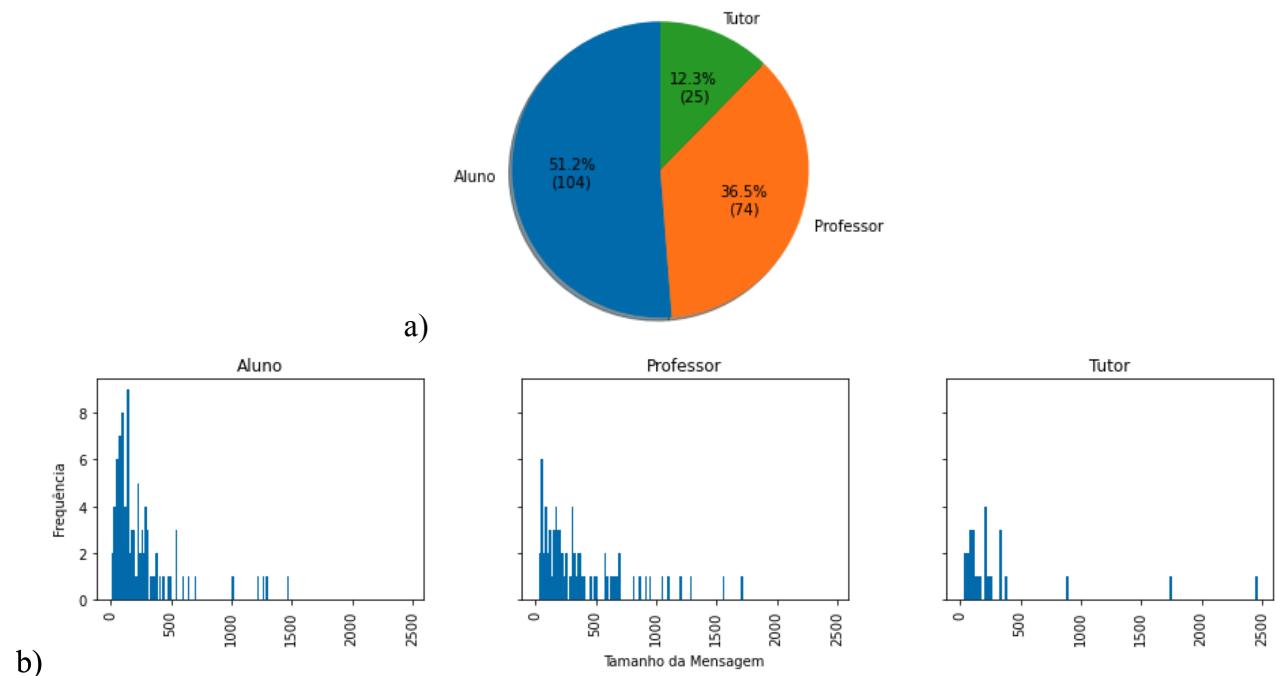


Figura 14. Análise das Mensagens. a) Distribuição da Massa; b) Tamanho das Mensagens, com relação aos tipos de usuário.

Apesar do Moodle possuir uma quantidade de funcionalidades já conhecidas, e visando corroborar a definição de um contexto para o projeto do *chatbot* quanto ao seu escopo e planejamento de funcionalidades, foi realizada uma análise, na amostra obtida dos cursos disponibilizados, das palavras ou termos mais utilizados dada a amostra obtida, com objetivo de obter uma referência sobre quais os assuntos mais tratados e comentados na plataforma, por professores, tutores e alunos. Foi realizado, em uma primeira análise, um tratamento nos dados para viabilizar essa análise, na qual foi realizado o processamento do texto, aplicando a remoção de pontuação e de *stopwords*, além de padronizar todas as palavras em caixa baixa, gerando tokens da amostra ao final do processamento. Os resultados obtidos já apresentaram a palavra "atividade" como a mais utilizada na amostra. Porém, verificando de forma mais abrangente, muitos dos termos apresentados no ranking das 30 palavras mais utilizadas eram adjetivos, verbos, advérbios, entre outros, além de não contabilizar de forma distinta palavras no singular e plural.

Em uma segunda análise, além do tratamento aplicado anteriormente, foi aplicado o NLP do Spacy, aplicando o modelo "pt_core_news_md", utilizando uma análise contextual para obter o POS³ (marcação de parte do discurso), que se trata de um processo de marcar palavras no texto relacionadas a uma parte específica do discurso, com base em seu contexto e definição, identificando palavras como substantivos, pronomes, verbos, adjetivos, entre outros, além de

³<https://spacy.io/usage/linguistic-features>

fornecer o LEMMA, que retorna palavras na sua forma base, tratando os termos no plural. Para esta segunda análise, foram removidos tokens classificados como verbos, advérbios, adjetivos, pronomes, auxiliares, pontuações, nomes próprios, números e outros (não identificados), obtendo resultados mais precisos, conforme apresentado na Figura 15.

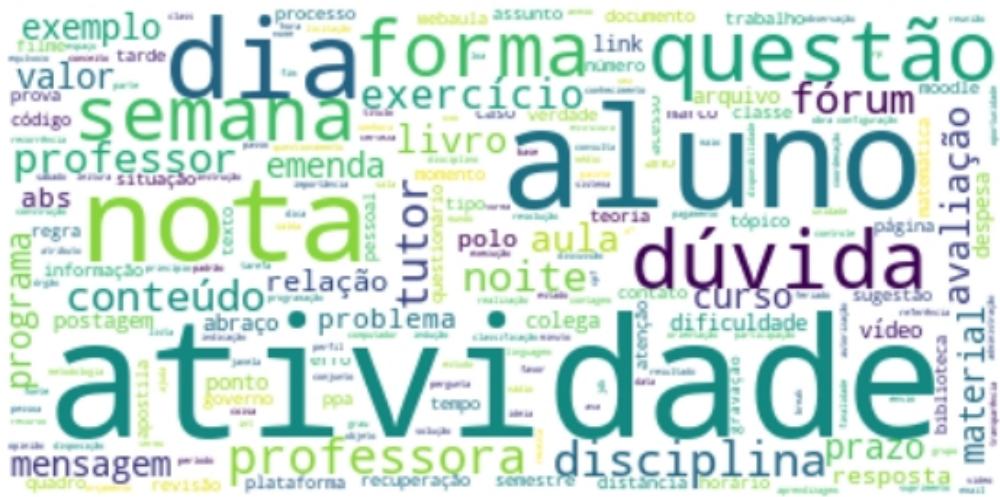


Figura 15. Nuvem de Palavras da Análise de Mensagens da Plataforma Moodle.

A palavra "atividade" novamente apresentou a maior quantidade de menções, com um quantitativo superior ao da primeira análise, devido ao tratamento realizado. Foi possível perceber que a busca por "nota", "dúvida" e "questão" são bastante relevantes no contexto, além de muitas palavras de cunho temporal estarem presentes, como "dia", "tarde", "noite" e "semana", podendo relacioná-las a uma única funcionalidade do Moodle, o Calendário. Palavras como "disciplina", "fórum", "aula", "material", "avaliação", "conteúdo", "exercício" e "mensagem" também são bastante mencionadas, porém com menor ênfase que as primeiras. Palavras como "aluno", "professor" e "professora", apesar de estarem presentes com ênfase na nuvem de palavras, não foram diretamente consideradas na análise por se tratar dos atores que compõem o cenário. Com essa análise, foi possível obter insumos para definição do escopo do *chatbot* quanto às suas áreas de atuação, sendo eles: Provas e Atividades; Aulas; Arquivos e Material; Gravações; Fórum; Disciplinas e Mensagem Direta.

Para o treinamento do *chatbot*, conforme indicado por Rasa (2021), selecionado a partir da realização do *benchmark* (SANTOS et al., 2021b), prevê-se a criação de um modelo de classificação, no qual entradas são fornecidas e entidades e intenções, relacionadas a conversação, são obtidas, visando direcionar a pergunta para o fluxo correto da interação. Com isso, visando a obtenção de uma massa de dados para o treinamento do modelo, e devido a quantidade de mensagens coletadas por curso não se apresentarem de forma equivalente (Tabela 7), foi realizada uma seleção, obtidas dos cursos disponibilizados, de mensagens contendo um contexto mais geral, objetivando atender ao maior número de cenários possível.

Após a análise das mensagens coletadas, com base na nuvem de palavras obtida, apenas cerca de 30% dos registros foram considerados relevantes para o treinamento, por possuírem uma abordagem mais geral com relação à conversação, servindo assim para a maioria dos casos. A maior parte dos dados disponibilizados apresentaram uma grande quantidade de informação com contextos mais específicos: não relacionado diretamente aos cursos, contendo conversas de temas

diversos ou comentários de apoio, como sugestões de leitura e filmes, por exemplo; ou conteúdo muito específico das áreas coletadas, como solucionar um código fonte defeituoso e dúvidas sobre valores e cálculos matemáticos, que apesar de serem relevantes, são se adequaram ao propósito mais generalista do projeto daquele momento, porém podendo servir como base em futuras versões.

Tabela 7. Quantidade de Registros Disponibilizados em cada Curso.

Cursos	Quantidade de Interações
FUNDAMENTOS DA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA-LIC.	1
GESTÃO DE OPERAÇÕES E LOGÍSTICA I	11
INTRODUÇÃO À LINGÜÍSTICA-LIC.	33
MATEMÁTICA DISCRETA - COMP	57
ORÇAMENTO PÚBLICO - BAP	64
PROGRAMAÇÃO ORIENTADA A OBJETOS I - COMP	57

Objetivando aumentar a quantidade de registros a serem utilizados como base de treino, foi utilizada uma ferramenta para a geração de perguntas mais gerais e aleatórias: o AnswerThePublic⁴, no qual algumas palavras-chave, as quais eram relacionadas ao contexto de atuação do *chatbot*, são informadas na ferramenta e perguntas genéricas, relacionadas aos temas informados, são formuladas utilizando como base algoritmo de buscas, gerando gráficos e planilhas, auxiliando assim na criação do *dataset* a ser utilizada no treinamento e testes dos modelos do projeto do *chatbot*, conforme apresentado na Figura 16. Com relação aos assuntos mais específicos, eles são tratados de forma dinâmica, levando o *chatbot* a se aperfeiçoar conforme o crescimento de sua utilização.

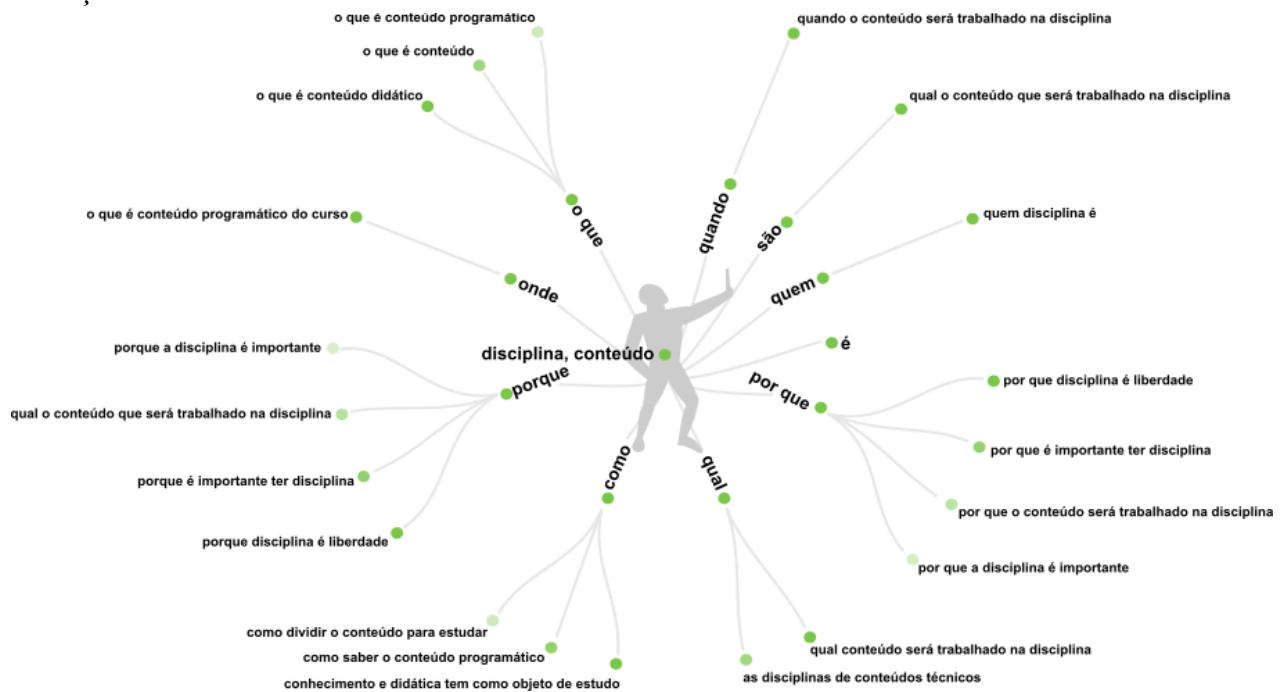


Figura 16. Pesquisa das palavras-chave "disciplina" e "conteúdo" no AnswerThePublic.

Ao final de todas as etapas anteriores, adaptando as frases obtidas através do AnswerThePublic de forma a se adequar melhor ao contexto do projeto do *chatbot*, foi possível produzir 115 registros

4<https://answerthepublic.com/>

para base de treinamento, abrangendo os diversos contextos estabelecidos inicialmente como sendo requisitos no desenvolvimento do *chatbot*.

Após a limpeza dos dados, os registros passaram por um tratamento, adequando os registros à formatação especificada para os dados de treinamento do Rasa, viabilizando seu uso posteriormente no projeto do *chatbot*. Os dados foram normalizados com relação à acentuação, tabulação, caracteres especiais e uso de minúsculas e maiúsculas, além da realização de agrupamentos. Com base no escopo obtido nesta análise, a criação dos requisitos e modelagem para o projeto do *chatbot* foi viabilizada, e através do tratamento dos dados, possibilitou a criação de modelos de NLP a serem utilizados em requisitos.

5.2. Requisitos do Sistema e Modelagem

Os usuários esperam que *chatbots* comportem-se como humanos, contudo é importante deixar evidenciado, para esses usuários, seus recursos e suas limitações (ANDRADE et al., 2020). Desta forma, este projeto pretende prover uma conversação dinâmica com o usuário, mas fornecendo suas capacidades quando for conveniente em uma conversa. Devido às diversas formas de conversação existentes no ambiente digital, como uso de erros ortográficos propositais, abreviações e siglas (ANDRADE et al., 2020), o projeto deve ser capaz de se comunicar na língua nativa do território brasileiro, o Português, e suas variações.

Com relação ao escopo, obtido com base no *survey* do Capítulo 3 e nos tópicos mais abordados obtidos na Análise indireta de interações, que será foco de atuação do projeto do *chatbot*, a Tabela 8 apresenta o foco e os principais tópicos considerados. Ao final do projeto, o *chatbot* deve ser capaz de atender aos assuntos listados, assim como disponibilizado de forma integrada ao AVA Moodle, sendo este o ambiente virtual de aprendizagem em destaque também no estudo de Santos (2020), devendo ser capaz de responder sobre o conteúdo presente dentro do AVA, relacionado ao usuário que estiver interagindo com o mesmo. A identidade visual do *chatbot* possui um conceito neutro, mas compatível com a apresentada pelo AVA. Foi verificada, também, a necessidade de guardar um histórico de conversação, a fim de identificar eventuais problemas e erros, possibilitando o aprimoramento dos modelos gerados.

Tabela 8: Foco de Atuação do Chatbot.

Foco	Tópicos
Provas e Atividades	Conteúdo das Provas ou Atividades Data das Provas ou Atividades Nota das Provas ou Atividades
Aulas	Assunto da Aula Data da Aula Busca por Conteúdo da Aula
Arquivos/Material	Arquivos Disponíveis Conteúdos Relacionado ao Arquivos Links Relacionados a Arquivos
Gravações	Links Relacionados Download da Gravação Conteúdo Relacionado a Descrição da Gravação
Fórum	Assuntos e Conteúdos
Disciplinas	Informações das Disciplinas e Matrícula
Mensagem Direta	Indicar Mensagem Direta ao Professor/Tutor

Como a proposta do *chatbot* é fornecer uma primeira assistência ao usuário, fornecendo um auxílio a buscas mais gerais dentro do Moodle, relacionadas aos cursos no qual o usuário está vinculado, os focos listados abrangem as principais atividades relacionadas ao AVA.

Para realizar o levantamento dos requisitos que atendessem ao escopo levantado, foi necessário que algumas perguntas fossem definidas antes de iniciar a modelagem: Que tipo de pergunta vou receber e qual o contexto? Como será a interação? Como serão as funcionalidades que o *chatbot* deve fornecer? Através da Análise de Interações, foi possível responder a primeira pergunta, a qual identifica os tipos de perguntas que são realizadas através do AVA Moodle, assim como o contexto no qual essas perguntas estavam aplicadas. Contudo, a forma de interação com o *chatbot* ainda precisava de uma definição clara, assim como a definição dos requisitos funcionais a serem desenvolvidas no projeto.

Para responder a segunda pergunta, através do *survey* (Capítulo 3) foi observado que o formato de conversação preferido dos entrevistados seria através do formato textual, e juntamente com a diversidade de formas das perguntas coletadas, identificada através da Análise Indireta, foi estabelecido que a forma de interação teria um fluxo aberto de conversação, no qual o usuário tem a liberdade de digitar, cabendo ao *chatbot* interpretar o que o usuário digitou e responder de acordo com a intenção compreendida.

Visando estabelecer o possível comportamento que o *chatbot* deveria apresentar em uma conversação fluida, foi elaborado um fluxograma no qual representasse, de forma geral, o passo a passo do fluxo de tarefas que seriam realizadas pelo *chatbot* durante a interação com o usuário, como pode ser visto na Figura 17.

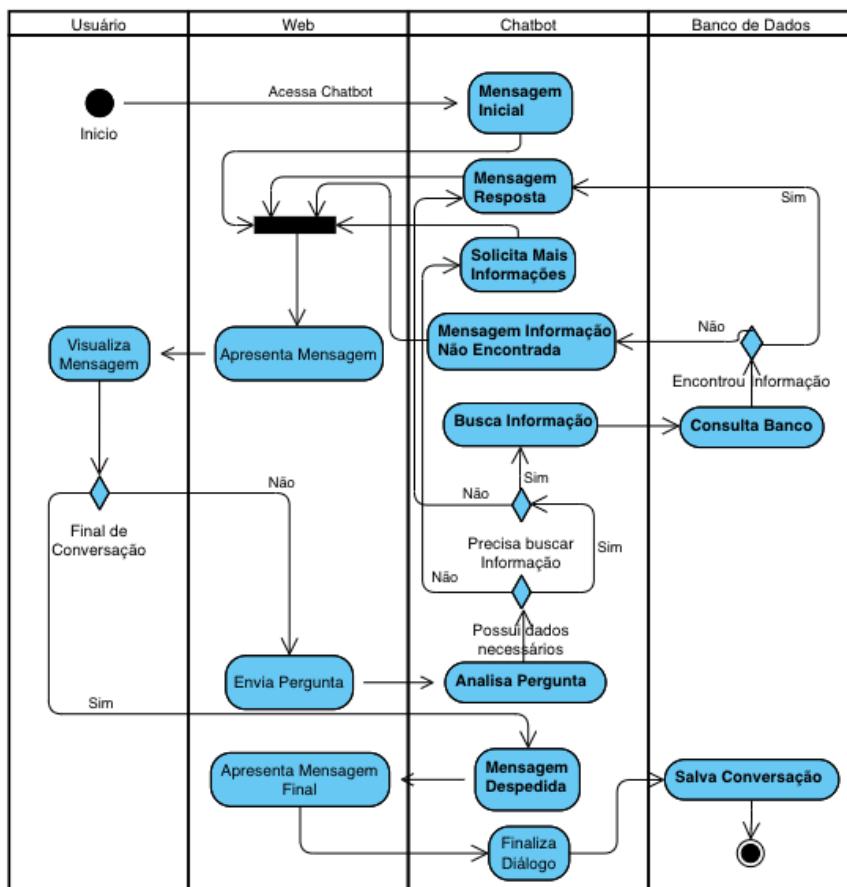


Figura 17. Diagrama de Fluxo Durante uma Interação com o *Chatbot*.

O fluxo esperado do *chatbot* foi definido como: assim que a interação for iniciada, como ao abrir a interface de conversação, por exemplo, o *chatbot* inicia a interação com uma mensagem inicial padrão, incentivando o diálogo. Caso o usuário interaja, o *chatbot* irá analisar a pergunta, verificar as informações enviadas, caso seja necessário, através de consultas ao banco de dados, retornando respostas ao usuário com base na pergunta realizada, seja a resposta positiva ou negativa. Se o *chatbot* necessitar de dados complementares às informações recebidas, será apresentada uma mensagem solicitando-os ao usuário. Caso não haja interação ou o usuário informe que não precisa mais da ajuda do *chatbot*, ele retornará uma mensagem de encerramento da conversação, encerrando e salvando a interação, finalizando o fluxo.

Para responder a última pergunta, com base no escopo e foco de atuação do projeto, e também levando em conta o diagrama do fluxo de interação desenvolvido apresentado, foram estabelecidos os Requisitos Funcionais (RF) a serem abordados no escopo de desenvolvimento do *chatbot*, os quais são apresentados na Tabela 9.

Os requisitos estabelecidos através da criação dos cenários de interação e, consequentemente, do desenvolvimento dos casos de uso e diagramas de atividade, favoreceram no entendimento do funcionamento das estruturas e o estabelecimento do escopo, realizado no projeto de forma iterativa e incremental. Os requisitos destacados em cinza não representam um fluxo estabelecido através do escopo obtido na Análise de Indireta das Interações, contudo possuem um papel fundamental para manter a conversação fluida e possibilitam o funcionamento correto do *chatbot*.

Tabela 9. Requisitos Funcionais do Projeto do *Chatbot*.

Req.	Nome	Cenário de Interação	Caso de Uso
RF1	Boas vindas	O usuário, ao abrir a janela do chatbot, receberá uma mensagem de “saudação”, visando iniciar a conversação.	<pre> graph LR Usuário((Usuário)) --> AcessaChat([Acessa Chat]) AcessaChat --> RetornaBoasVindas([Retorna Boas Vindas]) </pre>
RF2	Consulta Disciplinas	<ul style="list-style-type: none"> - O usuário realiza uma pergunta sobre a(s) disciplina(s) que está matriculado. - O chatbot pede para aguardar, enquanto realiza a consulta. - O chatbot responde com informações, contendo links, dos cursos que o usuário está matriculado. - O chatbot pergunta se o usuário deseja algo mais. 	<pre> graph TD Usuário((Usuário)) --> SolicitaDisciplinas([Solicita Disciplinas]) SolicitaDisciplinas --> RespondePergunta([Responde Pergunta]) RespondePergunta --> AnalisaPergunta([Analisa Pergunta]) AnalisaPergunta --> BuscaMatriculas([Busca Matrículas]) BuscaMatriculas -.-> RespondePergunta </pre> <p>Diagrama de Caso de Uso para RF2:</p> <pre> graph TD Usuário((Usuário)) --> SolicitaDisciplinas([Solicita Disciplinas]) SolicitaDisciplinas --> RespondePergunta([Responde Pergunta]) RespondePergunta --> AnalisaPergunta([Analisa Pergunta]) AnalisaPergunta --> BuscaMatriculas([Busca Matrículas]) BuscaMatriculas -.-> RespondePergunta </pre>

RF3	Consulta Notas de alguma Disciplina de um Curso	<ul style="list-style-type: none"> - O usuário realiza uma pergunta sobre a(s) nota(s) relacionada a alguma atividade/prova de alguma disciplina de um curso, que o usuário esteja matriculado. - O chatbot pede para aguardar, enquanto realiza a consulta. - O chatbot responde com informações das atividades que já apresentam notas na plataforma, contendo links, dos cursos que o usuário solicitou. O chatbot pergunta se o usuário deseja algo mais. 	<pre> sequenceDiagram participant Usuário participant SolicitaNota participant RetornaInformação participant AnalisaPergunta participant BuscaNota Usuário->>SolicitaNota: activate SolicitaNota SolicitaNota->>RetornaInformação: activate RetornaInformação RetornaInformação-->>AnalisaPergunta: activate AnalisaPergunta AnalisaPergunta-->>BuscaNota: activate BuscaNota BuscaNota-->>RetornaInformação: deactivate BuscaNota deactivate AnalisaPergunta RetornaInformação-->>Usuário: deactivate RetornaInformação </pre> <p>The diagram shows a sequence of interactions between a User (Actor) and several system objects. The User initiates a 'Solicita Nota' (Request Note) message to the system. This triggers a 'Retorna Informação' (Returns Information) message from the system to the User. Simultaneously, the system sends an 'Analisa Pergunta' (Analyzes Question) message to the User. The User then sends a 'Busca Nota' (Search Note) message back to the system. Finally, the system returns the search results to the User.</p>
RF4	Consulta Data de alguma Atividade /Prova de alguma Disciplina de um Curso	<ul style="list-style-type: none"> - O usuário realiza uma pergunta sobre a(s) data(s) relacionada a alguma atividade/prova de alguma disciplina de um curso, que o usuário esteja matriculado. - O chatbot pede para aguardar, enquanto realiza a consulta. - O chatbot responde com informações das atividades/provas que apresentam a data solicitada na plataforma, contendo links, dos cursos que o usuário solicitou. - O chatbot pergunta se o usuário deseja algo mais. 	<pre> sequenceDiagram participant Usuário participant SolicitaCalendarioAtividade participant RetornaInformação participant AnalisaPergunta participant BuscaCalendarioAtividade Usuário->>SolicitaCalendarioAtividade: activate SolicitaCalendarioAtividade SolicitaCalendarioAtividade->>RetornaInformação: activate RetornaInformação RetornaInformação-->>AnalisaPergunta: activate AnalisaPergunta AnalisaPergunta-->>BuscaCalendarioAtividade: activate BuscaCalendarioAtividade BuscaCalendarioAtividade-->>RetornaInformação: deactivate BuscaCalendarioAtividade deactivate AnalisaPergunta RetornaInformação-->>Usuário: deactivate RetornaInformação </pre> <p>The diagram shows a sequence of interactions between a User (Actor) and several system objects. The User initiates a 'Solicita Calendário Atividade' (Request Activity Calendar) message to the system. This triggers a 'Retorna Informação' (Returns Information) message from the system to the User. Simultaneously, the system sends an 'Analisa Pergunta' (Analyzes Question) message to the User. The User then sends a 'Busca Calendário Atividade' (Search Activity Calendar) message back to the system. Finally, the system returns the search results to the User.</p>
RF5	Consulta Data de alguma Aula de alguma Disciplina de um Curso	<ul style="list-style-type: none"> - O usuário realiza uma pergunta sobre a(s) data(s) relacionada a alguma aula de alguma disciplina de um curso, que o usuário esteja matriculado. - O chatbot pede para aguardar, enquanto realiza a consulta. - O chatbot responde com informações das aulas, contendo links, dos cursos que o usuário solicitou. - O chatbot pergunta se o usuário deseja algo mais. 	<pre> sequenceDiagram participant Usuário participant SolicitaCalendarioAula participant RetornaInformação participant AnalisaPergunta participant BuscaCalendarioAula Usuário->>SolicitaCalendarioAula: activate SolicitaCalendarioAula SolicitaCalendarioAula->>RetornaInformação: activate RetornaInformação RetornaInformação-->>AnalisaPergunta: activate AnalisaPergunta AnalisaPergunta-->>BuscaCalendarioAula: activate BuscaCalendarioAula BuscaCalendarioAula-->>RetornaInformação: deactivate BuscaCalendarioAula deactivate AnalisaPergunta RetornaInformação-->>Usuário: deactivate RetornaInformação </pre> <p>The diagram shows a sequence of interactions between a User (Actor) and several system objects. The User initiates a 'Solicita Calendário Aula' (Request Class Calendar) message to the system. This triggers a 'Retorna Informação' (Returns Information) message from the system to the User. Simultaneously, the system sends an 'Analisa Pergunta' (Analyzes Question) message to the User. The User then sends a 'Busca Calendário Aula' (Search Class Calendar) message back to the system. Finally, the system returns the search results to the User.</p>

RF6	Consulta Arquivos /Links contendo algum assunto de alguma Disciplina de um Curso	<ul style="list-style-type: none"> - O usuário realiza uma pergunta sobre arquivo(s) ou link(s) contendo assunto(s), de alguma disciplina de um curso, que o usuário esteja matriculado. - O chatbot pede para aguardar, enquanto realiza a consulta. - O chatbot responde com informações dos materiais que já apresentam o assunto solicitado na plataforma, contendo links, dos cursos que o usuário solicitou. - O chatbot pergunta se o usuário deseja algo mais. 	<pre> sequenceDiagram participant Usuário participant SolicitaMaterial participant RespondePergunta participant AnalisaPergunta participant BuscaMaterial Usuário->>SolicitaMaterial: SolicitaMaterial->>RespondePergunta: RespondePergunta->>AnalisaPergunta: activate AnalisaPergunta Note over AnalisaPergunta: <<Include>> Note over AnalisaPergunta: V AnalisaPergunta-->>BuscaMaterial: BuscaMaterial-->>RespondePergunta: deactivate AnalisaPergunta RespondePergunta-->>Usuário: </pre> <p>The diagram illustrates the process flow for RF6. It starts with a User (Usuário) sending a 'Solicita Material' message to the System. The System then sends a 'Responde Pergunta' message to the User. This is followed by an 'Analisa Pergunta' message from the System to itself. A note indicates an include relationship with a vertical connector pointing down to the 'Busca Material' step. Finally, the System sends a 'Busca Material' message back to the User, who then receives a response.</p>
RF7	Consulta Assunto de alguma Atividade /Prova de alguma Disciplina de um Curso	<ul style="list-style-type: none"> - O usuário realiza uma pergunta sobre o(s) assunto(s) relacionada a alguma atividade/prova de alguma disciplina de um curso, que o usuário esteja matriculado. - O chatbot pede para aguardar, enquanto realiza a consulta. - O chatbot responde com informações das atividades disponibilizadas com o assunto solicitado na plataforma, contendo links, dos cursos que o usuário solicitou. - O chatbot pergunta se o usuário deseja algo mais. 	<pre> sequenceDiagram participant Usuário participant SolicitaAtividade participant RespondePergunta participant AnalisaPergunta participant BuscaAtividade Usuário->>SolicitaAtividade: SolicitaAtividade->>RespondePergunta: RespondePergunta->>AnalisaPergunta: activate AnalisaPergunta Note over AnalisaPergunta: <<Include>> Note over AnalisaPergunta: V AnalisaPergunta-->>BuscaAtividade: BuscaAtividade-->>RespondePergunta: deactivate AnalisaPergunta RespondePergunta-->>Usuário: </pre> <p>The diagram illustrates the process flow for RF7. It starts with a User (Usuário) sending a 'Solicita Atividade' message to the System. The System then sends a 'Responde Pergunta' message to the User. This is followed by an 'Analisa Pergunta' message from the System to itself. A note indicates an include relationship with a vertical connector pointing down to the 'Busca Atividade' step. Finally, the System sends a 'Busca Atividade' message back to the User, who then receives a response.</p>
RF8	Consulta qualquer Assunto de alguma Disciplina de um Curso	<ul style="list-style-type: none"> - O usuário realiza uma pergunta sobre o(s) assunto(s) em alguma disciplina de um curso, que o usuário esteja matriculado. - O chatbot pede para aguardar, enquanto realiza a consulta. - O chatbot responde com informações das links, discussões do fórum, aulas e materiais com o assunto solicitado na plataforma, contendo links, dos cursos que o usuário solicitou. - O chatbot pergunta se o usuário deseja algo mais. 	<pre> sequenceDiagram participant Usuário participant SolicitaAssunto participant RetornaInformação participant AnalisaPergunta participant BuscaAssunto Usuário->>SolicitaAssunto: SolicitaAssunto->>RetornaInformação: RetornaInformação->>AnalisaPergunta: activate AnalisaPergunta Note over AnalisaPergunta: <<Include>> Note over AnalisaPergunta: V AnalisaPergunta-->>BuscaAssunto: BuscaAssunto-->>RetornaInformação: deactivate AnalisaPergunta RetornaInformação-->>Usuário: </pre> <p>The diagram illustrates the process flow for RF8. It starts with a User (Usuário) sending a 'Solicita Assunto' message to the System. The System then sends a 'Retorna Informação' message to the User. This is followed by an 'Analisa Pergunta' message from the System to itself. A note indicates an include relationship with a vertical connector pointing down to the 'Busca Assunto' step. Finally, the System sends a 'Busca Assunto' message back to the User, who then receives a response.</p>

RF9	Continua conversa	<ul style="list-style-type: none"> O chatbot pergunta se o usuário deseja algo mais, após realizar uma consulta qualquer. O usuário expressa sua vontade de perguntar algo mais. O chatbot apresenta uma mensagem de continuação. 	<pre> sequenceDiagram participant Usuario participant Chatbot Usuario->>Chatbot: Solicita Continuar Chatbot->>Usuario: Retorna Mensagem Continuacao </pre>
RF10	Finaliza conversa	<ul style="list-style-type: none"> O chatbot pergunta se o usuário deseja algo mais, após realizar uma consulta qualquer. O usuário expressa sua vontade de não perguntar algo mais. O chatbot apresenta uma mensagem de despedida, finalizando a conversa. 	<pre> sequenceDiagram participant Usuario participant Chatbot Usuario->>Chatbot: Solicita Finalizar Chatbot->>Usuario: Retorna Mensagem Encerramento Note over Chatbot: Salva Conversa </pre>
RF11	Informa Insatisfação	<ul style="list-style-type: none"> O chatbot pergunta se o usuário deseja algo mais, após realizar uma consulta qualquer. O usuário expressa sua insatisfação com a resposta recebida. O chatbot apresenta mensagem para entrar em contato com professor/tutor. 	<pre> sequenceDiagram participant Aluno participant Chatbot Aluno->>Chatbot: Informa Insatisfacao Chatbot->>Aluno: Retorna Mensagem Direta Note over Chatbot: Analisa Pergunta Note over Chatbot: Salva Conversa </pre>
RF12	Solicita Ajuda	<ul style="list-style-type: none"> O usuário solicita ajuda com uma mensagem genérica O chatbot apresenta mensagem se apresentando e informando como ele pode ajudar 	<pre> sequenceDiagram participant Usuario participant Chatbot Usuario->>Chatbot: Solicita Ajuda Chatbot->>Usuario: Retorna Mensagem Ajuda </pre>
RF13	Pergunta se é robô	<ul style="list-style-type: none"> O usuário pergunta se o chatbot é um robô O chatbot apresenta mensagem se apresentando. 	<pre> sequenceDiagram participant Usuario participant Chatbot Usuario->>Chatbot: Pergunta se Robo Chatbot->>Usuario: Retorna Info Chatbot </pre>

RF14	Utiliza Palavrão	<ul style="list-style-type: none"> - O usuário, em qualquer consulta, utiliza palavras não recomendadas na língua nativa. - O chatbot apresenta uma mensagem de repúdio ao linguajar utilizado. 	<pre> sequenceDiagram participant User participant Bot User->>Bot: Pergunta com palavrão Bot-->>User: Retorna Mensagem Repúdio </pre>
RF15	Realiza pergunta sem sentido	<ul style="list-style-type: none"> - O usuário, a qualquer momento, realiza uma pergunta sem sentido ou com palavras erradas. - O chatbot apresenta uma mensagem informando que não entendeu a pergunta. 	<pre> sequenceDiagram participant User participant Bot User->>Bot: Solicitação Fora do Contexto Bot-->>User: Retorna Solicitando Repetição </pre>
RF16	Recuperação de problemas	<ul style="list-style-type: none"> - O usuário, a qualquer momento, realiza uma pergunta. - O chatbot apresenta uma mensagem informando que no momento não pode ajudar. 	<pre> sequenceDiagram participant User participant Bot User->>Bot: Solicita Informação Bot-->>User: Retorna Mensagem Indisponibilidade Bot-->>User: Falha na Análise </pre>

Foram criados também, com base no diagrama de fluxo e nos requisitos definidos, Diagramas de Sequência para cada um dos RFs do escopo, os quais são apresentados no Apêndice C. Definidos o escopo e os requisitos, foi possível iniciar as atividades de desenvolvimento do Chatbot.

6. ALFA – CHATBOT PARA AUXÍLIO DOS USUÁRIOS DA PLATAFORMA MOODLE

Com base no *survey* realizado e apresentado no Capítulo 3, foram observadas as necessidades dos professores e tutores, assim como suas principais dificuldades, além de seus anseios quanto a um melhor acompanhamento das atividades e interações dentro do AVA, quais assuntos merecem uma maior atenção (SANTOS et al., 2021a). Com base nisso, e através da análise indireta das interações, apresentado no Capítulo 5, foi possível corroborar e estabelecer o escopo e os requisitos para implementar este projeto de *chatbot*, intitulado Alfa.

O desenvolvimento passou por quatro etapas integradas e complementares, relacionadas diretamente com a arquitetura proposta para este *chatbot*: A implementação da Interface, tratando de integrar ao AVA Moodle uma estrutura simplificada para interação entre o *chatbot* e o usuário da plataforma; A implementação do *chatbot* Alfa, utilizando a *engine* do Rasa, definida através do estudo apresentado no Capítulo 4, e atuando como serviço no *backend*, passando pelas etapas de criação do modelo, mapeamento das possíveis respostas e armazenamentos das informações referentes ao contexto, sendo disponibilizado para o usuário dentro do AVA Moodle; A implementação do Banco de Dados, voltado na obtenção de informações e armazenamento das interações; E a etapa de Testes e Validação, nas quais foram realizados testes de acurácia dos modelos, testes funcionais e, ao final, uma aplicação de questionário com usuários reais, visando validar também a impressão do usuário quanto a solução disponibilizada.

6.1. Arquitetura

Para um *chatbot* conversacional, são necessárias duas estruturas visando prover o suporte a interação: um processador NLU, responsável por tratar e processar mensagens do usuário para padrões legível pela máquina, e um sistema de gestão do diálogo, que recebe a saída do processador NLU e produz uma resposta, com base no contexto ou regra de negócio (ANDRADE et al., 2020). No desenvolvimento do Alfa, foi estabelecido através do estudo realizado no Capítulo 4, sobre qual seria a melhor plataforma de desenvolvimento de um *chatbot* com base no contexto de aplicação, que a *engine* a ser utilizada seria o Rasa.

Na montagem do ambiente de desenvolvimento, foi necessária a disponibilidade de um ambiente básico do AVA Moodle, juntamente com seu banco de dados, no qual tivesse fácil configuração e disponibilização do ambiente. Para isso, foi utilizada a conteinerização do ambiente através do Docker⁵ por meio do "docker-compose", utilizando as imagens dos ambientes do Moodle e do MariaDB pré-configuradas pela Bitnami⁶, no qual possui uma boa documentação e fácil configuração, onde possibilita disponibilizar o ambiente de forma funcional em poucos minutos. A disposição dos ambientes de desenvolvimento pode ser melhor visualizada na Figura 18.

⁵<https://www.docker.com/>

⁶<https://hub.docker.com/r/bitnami/moodle>

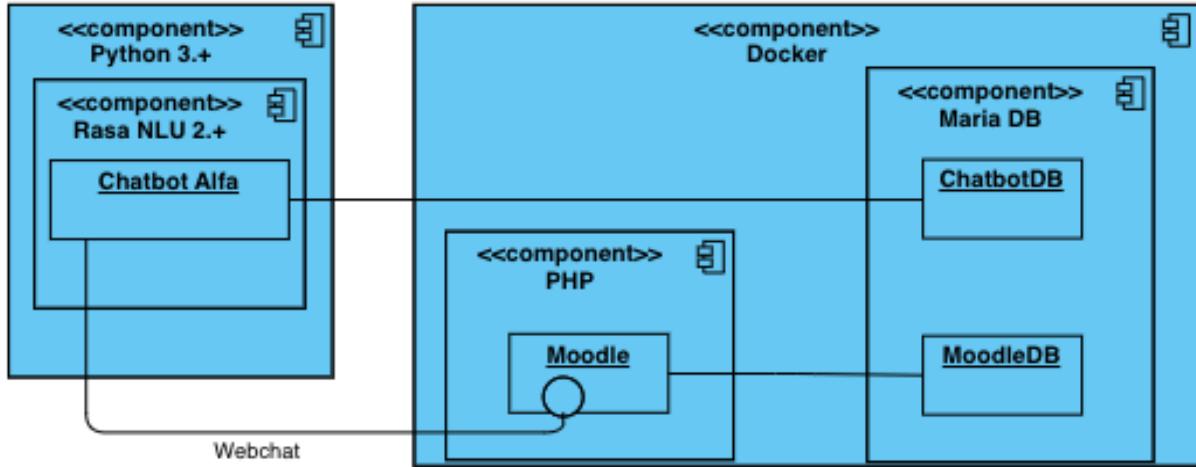


Figura 18. Diagrama de componentes dos ambientes, e suas integrações.

A *engine Rasa*, conforme apresentado na Figura 19, através de uma arquitetura⁷ que integra o Rasa SDK e Rasa *Open Source* utilizando a linguagem Python, possibilita o desenvolvimento de um *chatbot* flexível e robusto com baixa curva de aprendizagem, possuindo vasta documentação e uma comunidade bastante ativa, que ajuda com eventuais problemas e a tirar dúvidas.

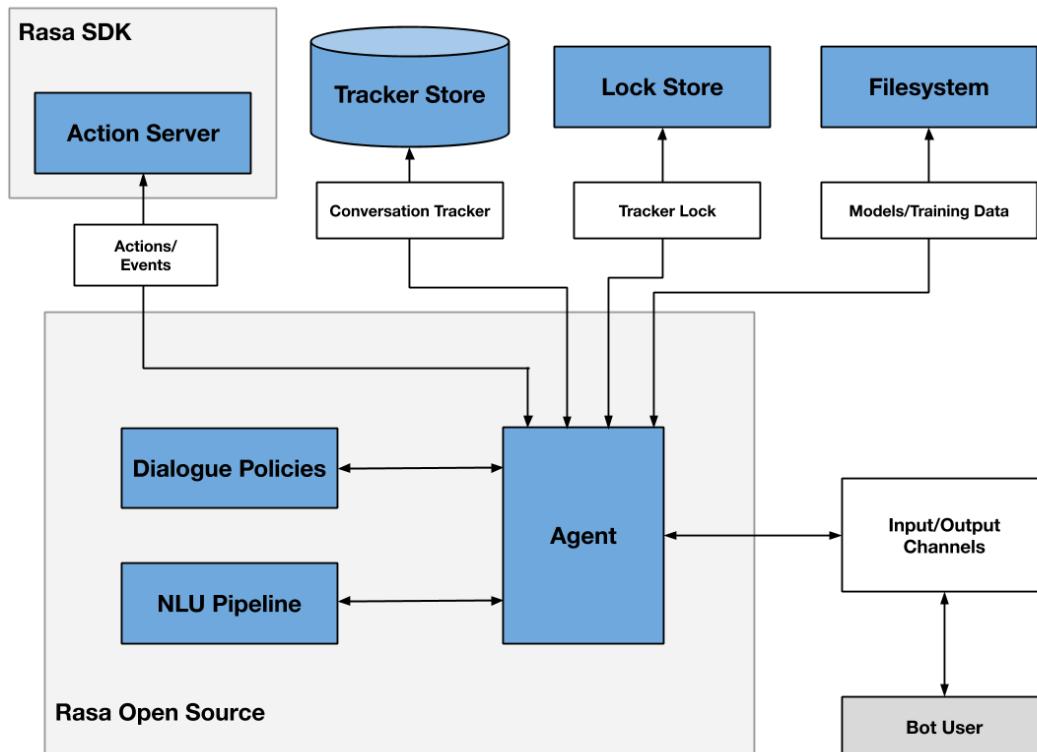


Figura 19. Arquitetura da Engine Rasa (RASA, 2021).

No projeto do *chatbot* Alfa foi utilizado o Rasa na versão 2.8, por ser a última versão disponível no início dos estudos. Posteriormente, foi publicada a versão 3.x do Rasa, porém optou-se por

⁷<https://rasa.com/docs/rasa/arch-overview/>

continuar o desenvolvimento utilizando a versão previamente escolhida, visando evitar possíveis problemas de compatibilidade, evitando assim a refatoração do código já criado.

O projeto previa que a solução atuasse de forma integrada ao AVA Moodle, no qual disponibilizará uma interface de entrada para a interação com o Alfa. As camadas foram distribuídas de forma simples, contendo Interface, *Chatbot* e BD (Banco de Dados), definindo assim a arquitetura conforme é apresentado no esquema da Figura 20.

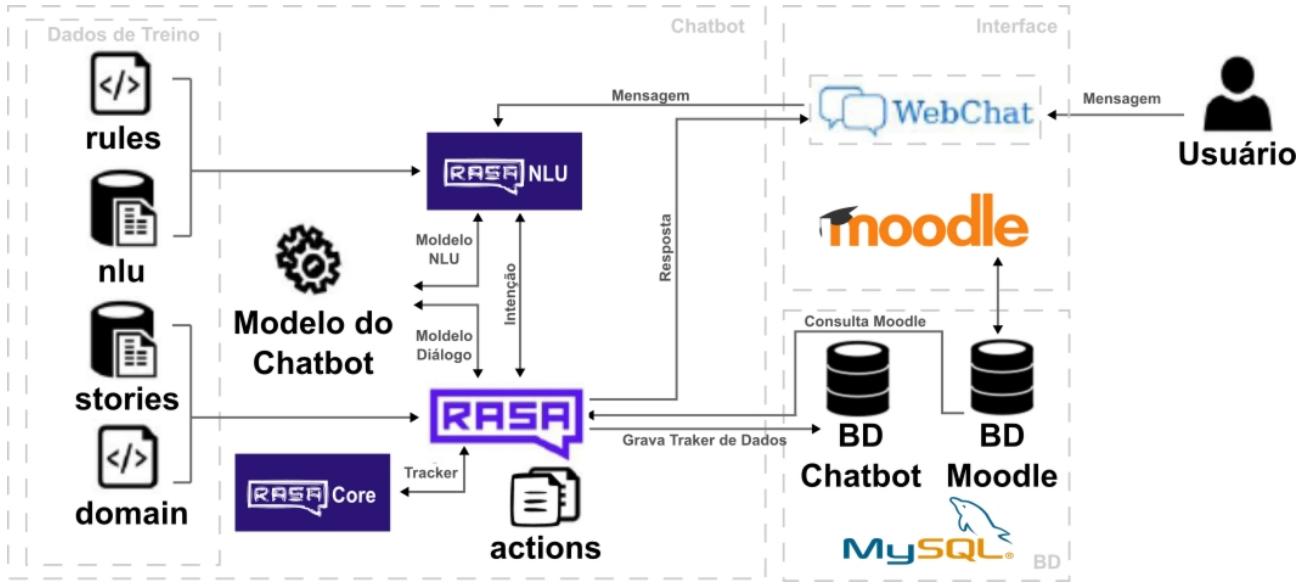


Figura 20. Arquitetura do Projeto do *Chatbot* Alfa

Na camada de Interface, o usuário perceberá, ao se autenticar na plataforma de ensino, a disponibilidade do serviço do *chatbot* Alfa para interação, no qual as mensagens enviadas através da camada de Interface, disponível no Moodle, serão recebidas na camada de *Chatbot*. Nesta camada, as mensagens do usuário serão pré-processadas, analisadas, abstraindo uma intenção, e respondidas de acordo com análise da inteligência conversacional, retornando uma mensagem a camada de Interface, contendo a informação que o Alfa considera a mais adequada, considerando a mensagem recebida. Dependendo da intenção abstruída, a camada do *Chatbot* fará acesso a camada de BD, realizando consultas às bases de dados do AVA. Contudo, independente da mensagem, toda a interação realizada será salva no banco de dados do *chatbot* ao final da conversação. Todo o processo ocorre em tempo de execução, exceto a criação do Modelo do *Chatbot*, que é pré-gerado a fim de fornecer uma base inicial de conhecimento para a aplicação, sendo aperfeiçoado conforme é utilizado.

O Rasa já apresenta algumas opções para auxiliar no desenvolvimento, sendo possível realizar treinamentos e gerar de modelos NLP, criar arquivos de configuração, estrutura de pastas de novos projetos contendo regras, histórias e arquivos NLU, ativar serviços, realizar testes, promover migrações, conversões, entre outros. Possibilita também a criação de novas histórias a partir de exemplos para geração de modelos, visando o treinamento, ou para testar e analisar os modelos já criados.

6.2. Camada de Interface

Uma das partes mais importantes de um *chatbot* é a sua interface, pois é através dela que o usuário realiza interações diretas com a aplicação. A forma que uma interface se apresenta ao usuário pode definir se o usuário irá utilizá-la ou não, podendo estar relacionada diretamente com o sucesso ou fracasso de um projeto. Alguns projetos disponibilizam mais de um *endpoint* para interação com o mesmo *chatbot* ao mesmo tempo (ANDRADE et al., 2020), contudo, este *chatbot* possui o foco de manter apenas a disponibilidade de acesso através do AVA Moodle.

Algumas formas de implementação foram analisadas, visando prover uma melhor integração entre o Alfa e o AVA Moodle, como a implementação direta no código fonte do AVA e o uso de *widgets*⁸, no qual informações da sessão eram coletadas da própria página e enviadas ao serviço do *chatbot*. Pensando em adaptar o Alfa junto ao AVA Moodle da maneira mais simplificada possível, a implementação de um *plugin* na plataforma se mostrou mais intuitiva e eficaz, por se tratar de uma solução pronta para o uso, gratuita e de código aberto.

Além de sua aplicação na plataforma ser rápida e simples, não necessitando de edições no código fonte do Moodle, fez-se uso da funcionalidade disponível no Moodle chamada de "HTML Adicional"⁹ para incorporar o *plugin* à plataforma, como pode ser visto na Figura 21.

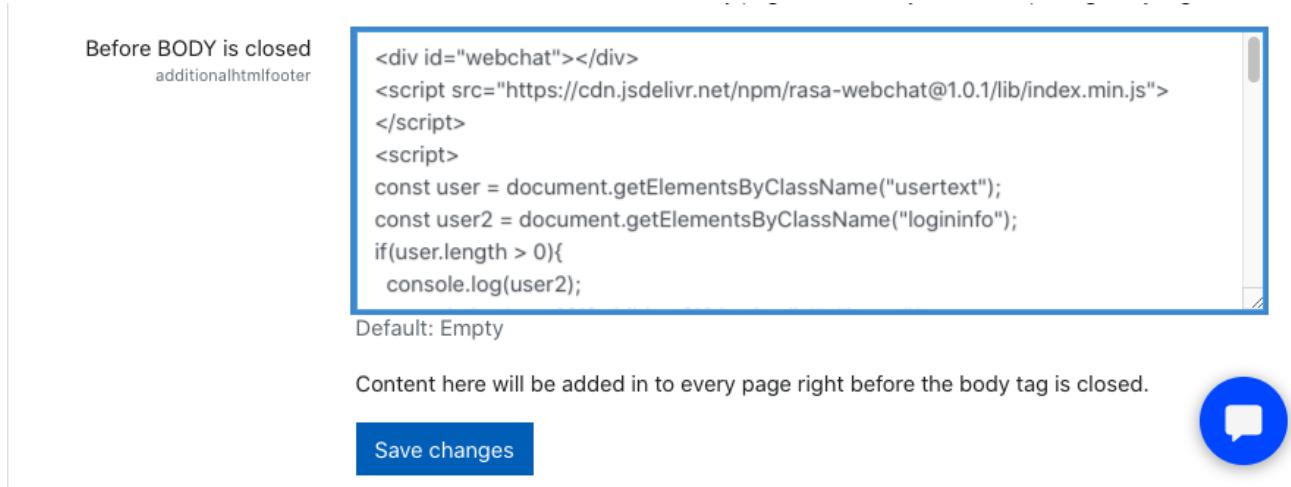


Figura 21. *Plugin* do Alfa Inserido e Configurado no Moodle via "HTML Adicional", Apresentando-se Disponível Assim que Salva as Mudanças.

O *plugin* escolhido para fazer esta ponte entre o usuário do Moodle com o Alfa foi o Webchat¹⁰, que além de ser facilmente adaptável, apresenta uma implementação e configuração simples de ser aplicada no AVA Moodle, possuindo também um bom suporte na comunidade do Rasa quanto ao seu uso, possíveis configurações e resoluções de problemas, sendo um dos mais utilizados como *frontend* de páginas web. A aplicação do WebChat, através de um código HTML adicional do Moodle, facilitou até mesmo a verificação dos resultados de forma mais rápida, devido aos efeitos de sua inserção serem imediatos, iniciando seu funcionamento imediatamente após aplicado, conforme apresentado na Figura 22.

8^{https://rasa.com/docs/rasa/connectors/your-own-website/#chat-widget}

9^{https://docs.moodle.org/311/en/Header_and_footer}

10^{https://github.com/botfront/rasa-webchat}

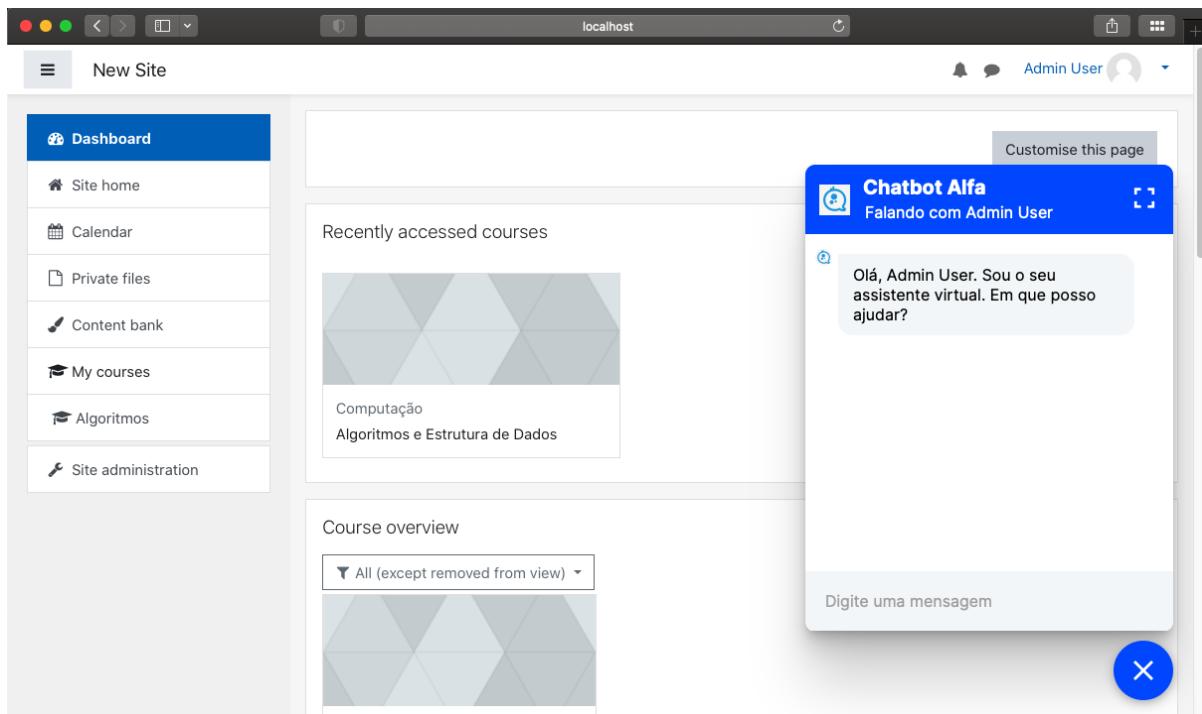


Figura 22. *Chatbot Alfa Integrado ao Moodle.*

O WebChat foi alocado de forma a facilitar sua visualização e não atrapalhar o uso do AVA, não destoando da plataforma Moodle, tendo assim fácil adaptação ao ambiente do AVA e se integrando de forma orgânica no ambiente o qual foi aplicado, além de fornecer recursos de expansão da janela do *chatbot* para modo “tela cheia” e *links* de acesso rápido nas respostas, conforme a apresentados na Figura 23.



Figura 23. *Chatbot Alfa Apresentando Respostas com Links.*

Esta camada, apesar de ser muito importante para o projeto por se tratar da porta de entrada do Alfa, o qual ele é apresentado e disponibilizado ao usuário final, foi a última parte a ser implementada. Por se tratar de um *plugin*, era necessário a pré-existência de um(a) *backend/conexão* disponível, tendo como base que toda e qualquer configuração realizada só seria verificada caso o serviço do *chatbot* estivesse ativo.

O Alfa foi disponibilizado como uma funcionalidade acessível após o login do usuário no AVA Moodle, de forma que informações básicas do mesmo, como o nome e o número de identificação na plataforma, só estão disponíveis quando o mesmo está autenticado, sendo enviadas ao *chatbot*, através de parâmetros na comunicação entre o *plugin* e o serviço, de forma a identificar o usuário com o objetivo de prover uma interação personalizada.

6.3. Camada do *Chatbot*

A Engine Rasa possui uma estrutura bem definida de desenvolvimento, no qual o desenvolvimento é guiado, de forma simplificada, através da configuração das estruturas que compõem o *pipeline*, a definição de entidades e intenções, e a implementação de ações, sendo todas informadas e organizadas em um domínio (RASA, 2021). Existem também outras estruturas que podem ser disponibilizadas no projeto, relacionadas às regras e histórias para treinamento do modelo, além de estruturas contendo configurações relacionadas a disponibilização dos serviços.

Com os dados disponibilizados na etapa de Análise das Interações, foi possível definir uma base inicial para o treinamento do *chatbot*. Os dados de treinamento do NLU consistem em exemplos de enunciados do usuário categorizados por Intenção, podendo incluir Entidades, que são informações estruturadas extraídas da mensagem de um usuário (RASA, 2021). Visando gerenciar melhor o conteúdo do *chatbot*, o desenvolvedor deve configurar e manipular arquivos contendo os modelos de resposta, exemplos de conversas ou dados de treinamento utilizados no processamento NLU (ANDRADE et al., 2020).

Os dados referentes a essas perguntas tiveram que passar por uma transformação para se adequar a estrutura de análise do Rasa NLU, no qual deve-se informar, nos dados de treinamento, as palavras-chave a serem consideradas no processamento, a fim de criar um modelo de classificação adequado diante das perguntas fornecidas, conforme exemplo apresentado na Figura 24.

```
## intent:prova_calendario
- Terá [prova](categoria) [semana que vem](chave)?
```

Figura 24. Exemplo de frase utilizada no treinamento do Alfa para a intenção "prova_calendario".

Na intenção "prova_calendario", a palavra "prova" foi mapeada para a entidade "categoria" e a expressão "semana que vem" foi mapeada para a entidade "chave" como sendo uma relação temporal, sendo esta estrutura de construção aplicada para as demais relações entre as intenções e entidades nas orações utilizadas no NLU do projeto.

As Entidades são indicadas nos exemplos de treinamento com o nome da entidade, a qual pode-se associar também sinônimos, funções ou grupos (RASA, 2021). Foi realizado também um pequeno levantamento dos sinônimos e variações das palavras e expressões mapeadas nos registros utilizados no treinamento, objetivando tornar o modelo de NLU utilizado pelo Alfa mais flexível para as diversas formas de escrita que o usuário poderá utilizar.

As Intenções criadas para o Alfa foram definidas de acordo com os requisitos propostos na Tabela 8, apresentada anteriormente no Capítulo 5, somadas a algumas intenções que visam tornar a conversa mais fluida (Tabela 9), sendo consideradas neste projeto como intenções "Padrão" do *chatbot*, conforme apresentadas na Tabela 10.

Tabela 10. Relação entre as intenções do Alfa e os Requisitos.

Intenção	Foco
saudacao	Padrão
finalizando	Padrão
continuar	Padrão
desafio_robo	Padrão
ajuda	Padrão
mais_informacoes	-
identifica_palavrao	-
prova_calendario	Provas e Atividades
aula_calendario	Aulas
assunto_aula_prova	Provas e Atividades / Aulas / Fórum
material_aula	Arquivos / Fórum
gravacao_aula	Arquivos / Fórum / Gravações
disciplinas_semestre	Disciplinas
nota_avaliacao_disciplina	Provas e Atividades / Disciplinas
atividades_curso	Provas e Atividades / Fórum
avalia_resposta_negativa	Mensagem Direta

Das Intenções que não possuem um requisito diretamente relacionado, apenas as intenções "mais_informacoes" e "identifica_palavrao" possuem ações mais específicas que as "Padrão", sendo a primeira acionada quando o *chatbot* precisa de mais informações para realizar uma consulta, e a segunda, conforme o nome sugere, identifica o que são conhecidas como "expressões profanas" no texto enviado pelo usuário, analisando e comparando os termos utilizados com uma lista de *badwords*, respondendo de forma adequada caso seja identificado.

A escolha das Entidade, que é uma definição do Rasa para tipos de entradas-chave a serem consideradas no NLU, foi realizada analisando de dois pontos: a necessidade de haver entidades representativas, que seriam responsáveis por agregar as informações necessárias para possibilitar a conversação, sendo utilizadas diretamente no fluxo da interação, sendo elas as entidades de "categoria", "chave", "disciplina" e "curso"; e a necessidade de entidades de suporte, que podem ser utilizadas em diversos momentos da conversação, que são as de "usuario", "id_usuario", "host", "profane_word" e "form_question_required". Todas as entidades do Alfa podem ser visualizadas na Tabela 11.

Tabela 11. Entidades utilizadas no projeto Alfa.

Entidade	Descrição
usuario	Nome do usuário
id_usuario	Identificador do usuário no Moodle
host	Host Moodle
categoria	Referente ao ponto principal (foco) da pergunta
profane_word	Palavra profana identificada
curso	Curso(s) que o usuário está direcionando a pergunta
disciplina	Disciplina(s) que o usuário direcionando a pergunta
chave	Referente ao que se busca da categoria informada
form_question_required	Verificador da necessidade de complementação da informação fornecida

Dentre as Entidades representativas na Tabela 11, as consideradas fundamentais para a criação do modelo e, consequentemente, funcionamento correto do *chatbot* são as entidades de palavras-

chave "chave" e "categoria", onde a relação entre as duas possibilita definir os caminhos para o qual o Alfa irá trilhar, visando responder corretamente a pergunta realizada. As demais entidades representativas, "disciplina" e "curso", são analisadas ou obtidas durante a conversação, conforme a necessidade de complementar informações. Definidas as intenções e as entidades, com base nos requisitos apresentados, o Rasa ainda precisava que fossem definidas algumas estruturas, que são o Domínio (*Domain*), as Ações (*Actions*), as Histórias (*Stories*) e, caso seja necessário, as Regras (*Rules*).

O arquivo de Domínio, que serve como um orquestrador no qual todas as informações são associadas, funciona como um índice para o Rasa, sendo aquele que contém os modelos de respostas e mapeia as demais estruturas descritas em outros arquivos de dados, requerendo, assim, um bom gerenciamento e esforço para mantê-lo sincronizado com o conteúdo dos arquivos (ANDRADE et al., 2020). Caso algumas informações de entidades, intenções, ações, entre outros, não sejam especificadas no Domínio, o *chatbot* simplesmente não as utiliza, ocasionando erros caso sejam referenciados.

As Ações, como o nome já propõe, estão relacionadas aos passos realizados após o *chatbot* identificar o que o usuário deseja. A cada mensagem do usuário, o modelo treinado irá prever o que o *chatbot* deve realizar em seguida, podendo responder ao que foi perguntado e/ou realizar função (RASA, 2021). As ações podem retornar respostas programadas e fixas (as quais fazem uso do prefixo "*utter*"), que devem constar no Domínio, ou serem customizadas, realizando diversas tarefas que vão de simples validações a preenchimento de formulários e execuções computacionais complexas.

Definidas as Ações, já é possível criar Histórias para o *chatbot*, que servirá como uma espécie de roteiro no treinamento no qual, através das histórias, o modelo consegue mapear também conversas não roteirizadas. Sendo a História uma representação de uma conversa entre um usuário e o assistente de IA, a mesma é convertida em um formato específico em que as entradas do usuário são expressas como Intenções (e Entidades quando necessário), enquanto as respostas e ações do assistente são expressas como nomes de ação. Realizando o mapeamento dos cenários de conversação, de forma a contemplar cada um dos requisitos e suas possíveis conversas, favorece o treinamento e geração de um modelo mais flexível e que atenda às possíveis interações com o usuário no contexto das Histórias.

Por outro lado, também é possível criar Regras, na qual intenções e ações são diretamente relacionadas, estabelecendo uma definição de causa e efeito. As Regras são ótimas para *chatbots* que prevêem padrões de conversação mais específicos, contudo não trazem o poder de generalização e a descoberta de padrões invisíveis na interação, como ocorre com as Histórias (RASA, 2021). Por isso, deve ser usado com cautela para não correr o risco de deixar a interação menos fluida. Para o *chatbot* Alfa, algumas Regras foram criadas, conforme apresentado na Tabela 12 abaixo.

Tabela 12. Descrição da Regra Relacional entre Intenção e Ação do Chatbot Alfa.

Intenção	Ação	Descrição
saudacao	action_inicia_conversa	Dizer olá apenas quando iniciar a conversa
ajuda	utter_ajuda	Responder a pedido de ajuda
identifica_palavrão	utter_nao_palavrão	Falou Palavrão
finalizando	utter_ate_logo	Dizer até logo sempre que o usuário finalizar a

		conversa
continuar	utter_continuar	Continuar a conversa
desafio_robo	utter_eu_sou_robo	Dizer que é um robô sempre que o usuário perguntar
mais_informacoes	informacoes_form	Ativar Formulário de Informações para Consultas em Geral
prova_calendario	prova_aula_calendario	Ativar Formulário de Informações para Prova Calendário
aula_calendario	prova_aula_calendario	Ativar Formulário de Informações para Aula Calendário
assunto_aula_prova	consulta_assunto_aula_prova	Ativar Formulário de Informações para Assunto da Aula ou Prova
material_aula	material_gravacao_aula	Ativar Formulário de Informações para Material da Aula
gravacao_aula	material_gravacao_aula	Ativar Formulário de Informações para Gravação da Aula
disciplinas_semestre	consulta_cursos	Ativar Formulário de Informações para Disciplina do Semestre
nota_avaliacao_disciplina	nota_avaliacao	Ativar Formulário de Informações para Notas da Avaliação ou Matérias
atividades_curso	consulta_atividades_curso	Ativar Formulário de Informações para Atividades do Curso
avalia_resposta_negativa	action_avalia_resposta_negativa	Avaliação Negativa da Resposta

Para o desenvolvimento do *chatbot*, visando facilitar a construção de Histórias, foi realizada uma abordagem mista, no qual foram criadas Regras simplificadas sem nenhuma História, inicialmente, para gerar um primeiro modelo que serviria como base. Após o modelo ser gerado, as conversações foram sendo inseridas ajustando o modelo, caso houvesse necessidade, para qual seria a Intenção e/ou a Ação correta.

Imediatamente após o envio de uma mensagem no fluxo da conversação, é possível verificar visualmente qual a intenção que o *chatbot* compreendeu, e em caso de não ser a esperada, o mesmo apresenta todas as classificações realizadas com o *confidence*, possibilitando apontar a intenção correta, ajustando, assim, para que o mesmo continue no fluxo correto. O mesmo vale para as ações. Ao final, a conversação é salva, sendo utilizado em um novo treinamento, gerando um novo modelo, aperfeiçoando-o ao contexto. Desta forma, foram geradas histórias para cada requisito levantado, ajustando o modelo de acordo com cada cenário estabelecido.

E quanto à configuração para o treinamento do modelo NLU utilizado pelo *chatbot* Alfa, foram informados desde a língua base utilizada até os algoritmos de extração e classificação. Neste projeto foi utilizada a língua PT (Portuguesa) carregando informações em português do Brasil, devido ao Rasa não fazer distinção dos diversos dialetos. O arquivo de configuração possibilita definir os componentes e as políticas que o modelo fará uso ao realizar previsões, sendo a entrada do usuário utilizada como base para análise (RASA, 2021). Cada componente informado na configuração é encadeado, promovendo uma execução sequencial, de forma que o modelo possa ser treinado passando por cada processamento indicado no *pipeline*, conforme esquema apresentado na Figura 25.

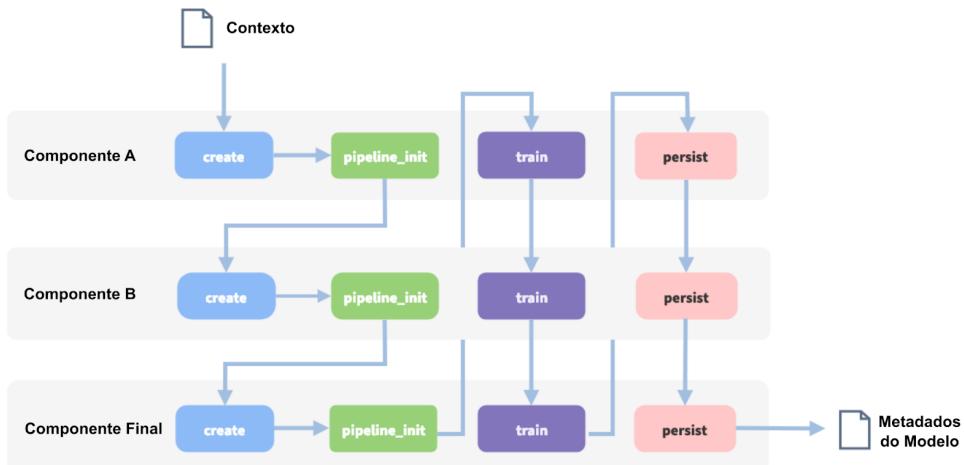


Figura 25. Ciclo de Vida dos Componentes para o Treinamento (RASA, 2021)

Para o *pipeline* do *chatbot* Alfa foram escolhidos alguns componentes¹¹ de forma a atender as necessidades apresentadas nos requisitos:

- **SpacyNLP** - Componente do Modelo de Processamento de Linguagem Natural, utiliza uma biblioteca aberta, possibilitando a criação e/ou uso de modelos Spacy pré-gerados, visando facilitar o entendimento do idioma escrito, contendo regras, morfologia, entre outras nuances. Para este projeto, foi utilizado o modelo pré-treinado "pt_core_news_md"¹², contendo diversas frases, palavras e sintaxes presentes na língua Portuguesa.
- **WhitespaceTokenizer** - Componente responsável por gerar tokens a partir das frases, utilizando o espaço em branco como separador, realizando uma análise da frase, onde qualquer caractere, que não obedeça o regex "a-zA-Z0-9_#@&", será substituído por espaço em branco, caso o caractere satisfaça uma das seguintes condições (RASA, 2021):
 - O caractere é precedido por um espaço em branco: " !texto" -> "texto";
 - Há um espaço em branco logo após o caractere: "texto! " -> "texto";
 - O caractere está no início da frase: "!texto" -> "texto";
 - O caractere está no final da frase: "texto!" -> "texto";
- **RegexFeaturizer** - Cria uma representação em formato de vetor, a partir da mensagem do usuário, utilizando expressões regulares, sendo responsável por detectar padrões a partir dos dados de treinamento, gerando uma lista de expressões regulares e possibilitando a identificação de mensagens do usuário contendo entidades a serem extraídas (RASA, 2021), sendo essa uma das atribuições do DIETClassifier, que é utilizado por este projeto.
- **LexicalSyntacticFeaturizer** - Responsável por criar características léxicas e sintáticas visando suportar a extração de entidades, funciona como um janela que desliza por cada um dos tokens gerados, a partir da frase do usuário, identificando padrões do token para permitir a extração das entidades, possibilitando a descrição do token quanto a localização na frase, ortografia, se possui dígitos, sufixos, entre outras (RASA, 2021).
- **CountVectorsFeaturizer** - Componente Caracterizador do Modelo de Linguagem responsável por, segundo Rasa (2021), "criar uma representação de pacotes de palavras das mensagens, intenções e respostas do usuário", complementando o trabalho realizado pelo

11<https://rasa.com/docs/rasa/2.x/components/>

12<https://spacy.io/models/pt>

tokenizador, utilizando o lema. Para o *chatbot* Alfa, foi utilizado em duas camadas, sendo a primeira responsável por realizar a separação das palavras, e a segunda diminuindo a granularização obtida pelo primeiro, com no máximo quatro caracteres.

- **DIETClassifier** - O Classificador DIET (Transformador Duplo de Entidade e Intenção) possui uma arquitetura multitarefa para classificação de intenção e reconhecimento de entidade, baseada em um transformador que é compartilhado para ambas as tarefas (RASA, 2021). Como saída do processo de classificação e extração da mensagem do usuário, são retornadas *entities*, *intent* e *intent_ranking*, organizando de intuitiva os resultados quanto ao *confidence*. Para o treinamento do modelo utilizado pelo Alfa na versão avaliada, foi configurado o uso de 100 épocas, definindo também sementes aleatórias (*random_seed*) com valor 2 para obter resultados reproduzíveis. Na classificação e extração, foi configurada também o *constrain_similarities*, que aplica função *sigmoid* em todos os termos de similaridade e o adiciona à função de perda, visando garantir uma aproximação dos valores de similaridade (RASA, 2021).
- **EntitySynonymMapper** - Responsável por realizar o mapeamento de sinônimos das entidades definidas.
- **FallbackClassifier** - Realiza a classificação de mensagens com a intenção padrão *nlu_fallback*, analisando se as classificações das intenções NLU são ambíguas (RASA, 2021). Para o FallbackClassifier foi configurado para o treinamento contendo 0.7 de limiar (*threshold*).

Foi utilizado também um componente desenvolvido neste projeto: o **ProfanityAnalyser**. Apesar de existirem soluções disponíveis para uso, voltadas para detectar palavras impróprias, utilizando Python, a maioria não é voltada para a língua portuguesa, tendo ainda que adaptar as saídas para o contexto utilizado pelo Rasa. Diante disso, optou-se pela construção de um "Componente Customizado"¹³, seguindo exemplos¹⁴ criados pela comunidade utilizando bibliotecas do Rasa e NTKL, adaptando-os para que atendessem as necessidades do projeto de forma simples e objetiva.

Para este componente, foi criada uma classe na qual é realizado o carregamento de uma "bolsa de palavras" consideradas inapropriadas na língua portuguesa do Brasil, obtidas a partir de traduções de *badwords*¹⁵ disponibilizadas em inglês e somadas a diversas outras expressões nacionais, além da transformação da mensagem em uma lista de tokens e da realização do processamento e análise do conteúdo em tempo de execução, retornando uma entidade personalizada para caso seja encontrada mensagens deste tipo. Todas as configurações aplicadas ao *chatbot* Alfa podem ser visualizadas na Figura 26.

13<https://rasa.com/blog/enhancing-rasa-nlu-with-custom-components/>

14<https://forum.rasa.com/t/profanity-filter/48915/10>

15<https://github.com/areebbeigh/profanityfilter/blob/master/profanityfilter/data/badwords.txt>

```

config.yml
1 language: pt
2 pipeline:
3   - name: SpacyNLP
4     model: pt_core_news_md
5   - name: WhitespaceTokenizer
6   - name: profanity_analyzer.ProfanityAnalyzer
7   - name: RegexFeaturizer
8   - name: LexicalSyntacticFeaturizer
9   - name: CountVectorsFeaturizer
10  - name: CountVectorsFeaturizer
11    analyzer: char_wb
12    min_ngram: 1
13    max_ngram: 4
14  - name: DIETClassifier
15    epochs: 100
16    random_seed: 2
17    constrain_similarities: True
18  - name: EntitySynonymMapper
19  - name: FallbackClassifier
20    threshold: 0.7
21

```

Figura 26. Configuração do *Pipeline* do *Chatbot* Alfa.

Gerados os modelos, refletindo as relações entre as Entidades, Intenções e Ações, foi possível avançar no projeto com relação a implementação das funcionalidades ativadas pelas Ações, relacionadas às validações, tratamentos e buscas das informações solicitadas. Cada ação possui sua especificidade, realizando buscas no AVA Moodle de formas distintas, buscando no banco de dados ou em memória, além de salvar a interação ao final da mesma.

6.4. Camada do BD (Banco de Dados)

Quanto a comunicação com o banco de dados, foi necessário realizar inicialmente um mapeamento das tabelas do banco de dados do AVA Moodle que continham informações essenciais ao *chatbot*, assim como as relações entre elas, a fim de criar rotinas e consultas mais ajustadas. O banco de dados do ambiente disponibilizado no desenvolvimento foi o MariaDB¹⁶, que é um dos bancos de dados relacionais de código aberto criado pelos desenvolvedores do MySQL, possuindo as mesmas características e SGBD semelhantes.

Para o mapeamento, levando em consideração o ambiente do AVA Moodle no formato básico utilizado no desenvolvimento, que possui um banco de dados com 444 tabelas, foi realizada uma coleta de *queries* das atividades, com foco em inserções e atualizações, no banco durante a inclusão de dados de teste no Moodle. Cada cadastro de usuários, disciplinas, aulas, atividades, arquivos, interação no fórum, entre outros, geraram registros no banco de dados, os quais foram coletados. Alguns comandos foram utilizados para viabilizar essa análise, conforme apresentado na Tabela 13.

Tabela 13. Comandos utilizados para análise das tabelas do banco de dados do AVA Moodle

Comando	Descrição
set global log_output = 'table';	Possibilita que informações relacionadas às tabelas sejam disponibilizadas no log.
set global general_log = 'on';	Ativa a coleta do log geral do banco de dados.
select * from mysql.general_log where argument like "%insert%";	Consulta o log geral do banco de dados todo argumento ou <i>query</i> que contenha em seu conteúdo a palavra “insert”.

¹⁶<https://mariadb.org/>

Ao inserir alguma informação, era realizada uma consulta aos *logs*, coletando as *querys* registradas. Ao final, foram coletadas mais de 75 *querys* contendo as informações adicionadas e os relacionamentos entre as tabelas. Com isso, foi possível mapear o uso de 19 tabelas, conforme apresentado na Tabela 14, e suas relações, o que auxiliou e facilitou a criação das consultas utilizadas pelo *chatbot*.

Tabela 14. Lista de Tabelas do Moodle Utilizadas em Consultas pelo *Chatbot Alfa*

Tabelas Utilizadas	
mdl_user	mdl_folder
mdl_course	mdl_resource
mdl_course_categories	mdl_label
mdl_context	mdl_url
mdl_role_assignments	mdl_assign
mdl_role	mdl_forum
mdl_event	mdl_forum_posts
mdl_course_sections	mdl_forum_discussions
mdl_course_modules	mdl_grade_grades
mdl_grade_items	-

O projeto deste *chatbot* previu que toda a interação com o usuário, ao final da conversação fosse salva em um banco de dados, objetivando utilizar esses dados posteriormente para melhorar os processos relacionados ao ensino remoto, ou até mesmo o próprio Alfa. Para não precisar adicionar uma nova tecnologia na arquitetura e levando-se em conta a função do banco a ser criado, que seria inicialmente armazenar a conversação, foi criado um novo esquema de banco de dados utilizando o próprio MariaDB, chamado de "*chatbot_alfa*". As informações correspondentes aos dados representativos na conversação foram identificadas através do *tracker* do Rasa, possibilitando assim a criação do modelo conceitual do banco de dados, utilizando o software BRModelo¹⁷, conforme apresentado no diagrama da Figura 27.

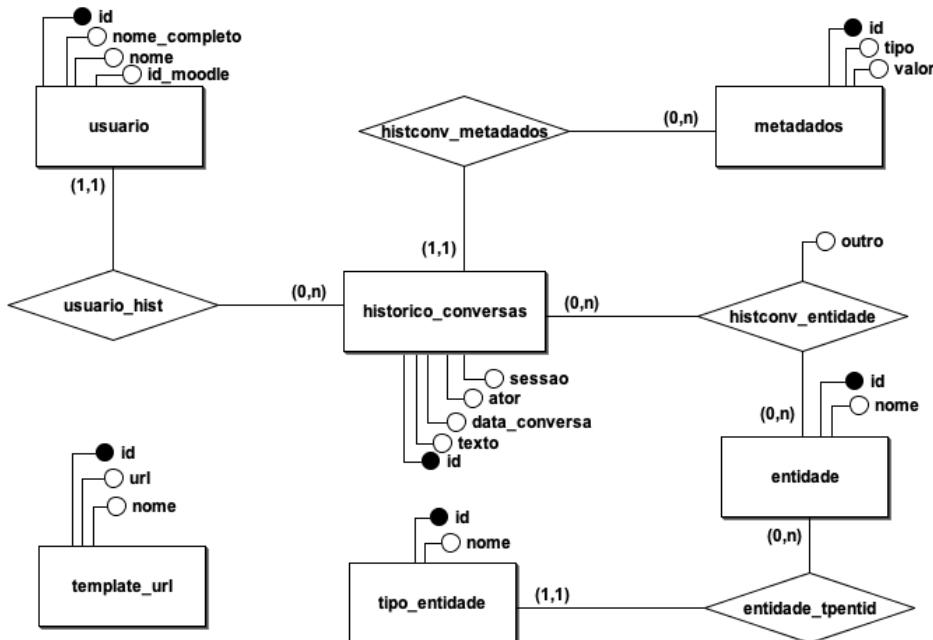


Figura 27. Modelo Conceitual do Banco de Dados do *Chatbot Alfa*

17<https://www.sis4.com/brModelo/>

Toda conversação é iniciada pelo usuário, no qual cada interação terá atores, seja o usuário ou o *chatbot*, possuindo entidades ou não. Os metadados gerados em cada interação são relacionados aos pontos identificados pelo modelo treinado do *chatbot*. Foi criada uma tabela extra, contendo os templates das URLs do Moodle referente às páginas que eram foco das respostas do *chatbot* Alfa no escopo do projeto, pois essa informação não estava contida no banco de dados do Moodle, sendo este mapeamento realizado manualmente no AVA Moodle.

Com o modelo conceitual criado, o BRModelo fornece a opção de transformação para modelo lógico, conforme apresentado no diagrama da Figura 28, com o objetivo de validar o modelo conceitual e visualizar possíveis inconsistências.

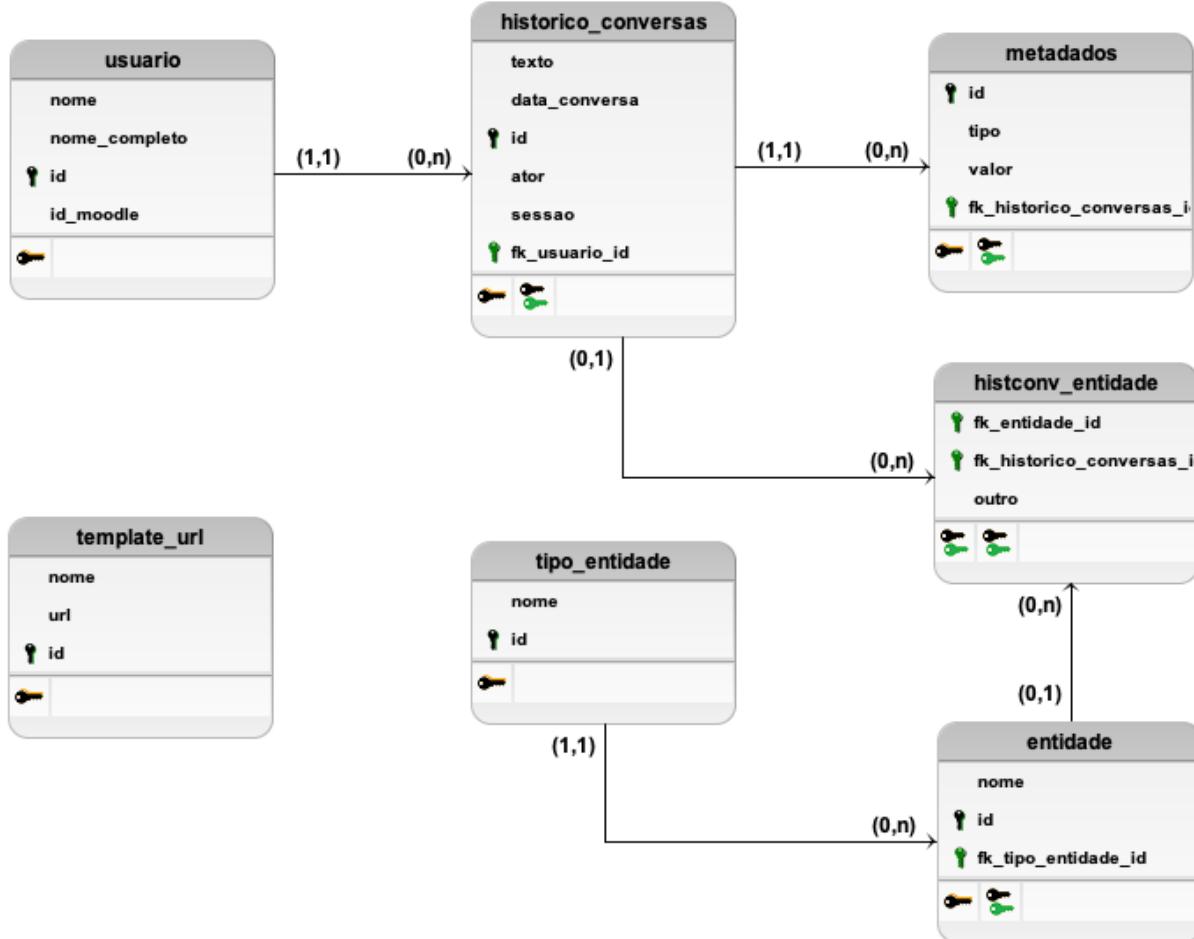


Figura 28. Modelo Lógico do Banco de Dados do *Chatbot* Alfa

Com o BRModelo foi possível gerar também o modelo físico, porém o SQL gerado apresentou inconsistências por não criar no padrão do SGBD do MariaDB com relação aos tipos e referências às chaves estrangeiras, tendo que ser ajustado antes de ser aplicado. Definidas as entidades representativas e seus tipos, além do mapeamento das URLs do Moodle, foi possível carregar o esquema criado com os dados a serem utilizados no projeto.

6.5. Testes e Validação com Usuários

Para avaliar a acurácia do Alfa, o modelo do *chatbot* gerado a partir do treinamento passou por duas etapas bem definidas, sendo elas: os testes do modelo, no qual o modelo treinado era avaliado através de análises estatísticas para verificar sua acurácia e evolução; e uma validação funcional, aplicando testes funcionais manuais e um questionário de avaliação, utilizando usuários reais em um ambiente controlado. Com a análise dos testes no modelo, foi possível verificar a capacidade de previsão do modelo treinado com relação às intenções e entidades mapeadas, e com a validação funcional, foi possível analisar a atuação do Alfa no ambiente e suas respostas, quanto à interação com o usuário.

6.5.1. Testes do Modelo

Objetivando utilizar a melhor configuração de *pipeline* possível, foi realizada uma análise sobre alguns componentes fundamentais para a criação e treinamento do modelo. Com o uso do SpacyNLP, duas opções de Tokenizadores igualmente boas foram comparadas: O SpacyTokenizer, que é o tokenizador que utiliza o SpacyNLP como base, gerando tokens para mensagens do usuário, respostas e intenções, caso essas últimas sejam especificadas (RASA, 2021); e o WhitespaceTokenizer, que foi o selecionado. Para aproveitar ao máximo os dados de treinamento, deve-se treinar e avaliar os modelos criados em diferentes *pipelines* e quantidades de dados de treinamento (RASA, 2021).

Foi realizada a execução de um teste na qual cria-se uma divisão de dados de treinamento e teste, na proporção 80/20, sendo os dados de treinamento utilizados progressivamente, objetivando analisar a evolução dos modelos gerados conforme os dados são adicionados. Como o treinamento não é completamente determinístico, todo o processo é repetido três vezes para cada configuração especificada no teste, produzindo um gráfico de desvio-padrão do f1-score (métrica que une precisão e *recall* afim de trazer um número único que determine a qualidade geral do nosso modelo) relacionado com a evolução dos modelos gerados, para o percentual dos dados de treinamento inseridos (RASA, 2021).

Através da análise comparativa, os modelos gerados com esses diferentes tokenizadores, sendo o "config0" configurado com o SpacyTokenizer e o "config1" configurado com o WhitespaceTokenizer, apresentaram boas evoluções durante o teste relacionadas a assertividade e confiança do modelo, conforme apresentado na Figura 29. O SpacyTokenizer teve um bom desempenho no geral, iniciando melhor que o outro componente analisado, mas finalizando o teste com resultado menor que seu concorrente, possuindo ainda uma grande margem no desvio padrão. Apesar do WhitespaceTokenizer não ter começado com o melhor desempenho, obteve o melhor resultado ao final, possuindo também o menor desvio padrão, levando em conta os dados de treinamento utilizados.

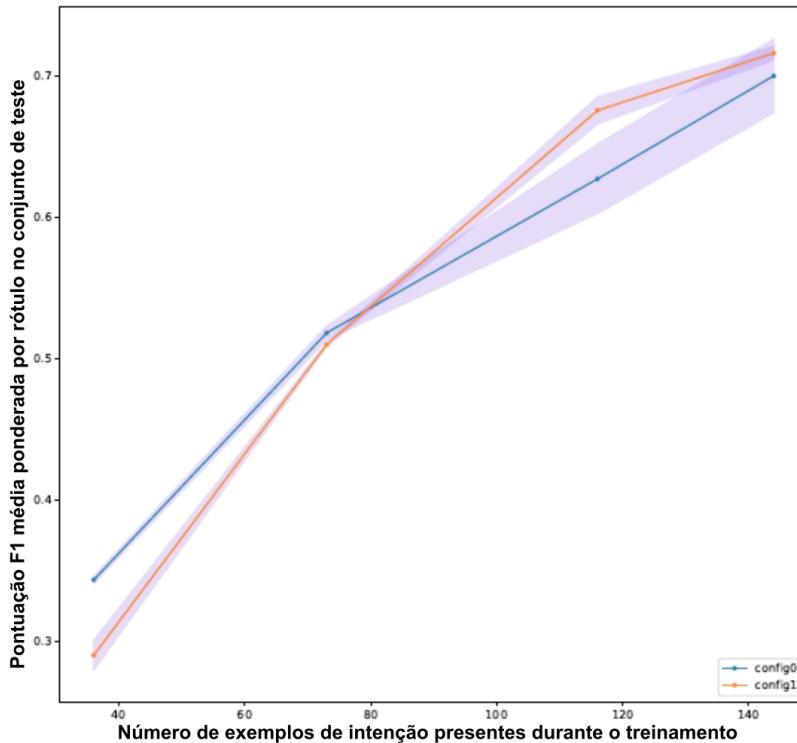


Figura 29. Análise Comparativa entre Configurações de *Pipelines*, utilizando WhitespaceTokenizer (vermelho) e SpacyTokenizer (azul).

Os testes relacionados ao modelo treinado, utilizando a configuração definitiva, também foram realizados utilizando a própria arquitetura do Rasa, na qual permitem medir a acurácia e a precisão dos modelos quanto a identificar intenções e entidades, aplicando análises estatísticas como retenção de massa de teste, onde os dados disponíveis são separados para treinamento e teste na proporção de 80/20, e Validação Cruzada, que se trata de uma técnica para avaliar modelos por meio de treinamento de vários modelos em subconjuntos de dados de entrada disponíveis, avaliando-os no subconjunto complementar dos dados, muito utilizado para detectar a não generalização de um padrão (AMAZON, 2022). Ao final, são gerados automaticamente matrizes de confusão e histogramas contendo os resultados obtidos, além de disponibilizar os dados do teste em formato JSON.

Para análise geral do *chatbot* Alfa, deu-se preferência para os testes de validação cruzada, utilizando *k-fold*, pois possibilita avaliações mais complexas e completas do *pipeline* definido, através do treinamento de vários modelos utilizando subconjuntos dos dados de entradas disponíveis, avaliando-os frente ao subconjunto complementar. No teste realizado utilizando *k-fold* igual a 5, estabelecendo assim a proporção de 80/20 para cada análise, os resultados permitiram avaliar o estado atual do modelo treinado, tanto com relação à previsão de entidades quanto a de intenções, conforme apresentado na Tabela 15.

Tabela 15. Resultado Geral do Teste de Validação Cruzada.

	Base Treino			Base Teste		
	Acurácia	F1-Score	Precisão	Acurácia	F1-Score	Precisão
Entidade	0,998	0,998	0,997	0,929	0,888	0,894
Intenção	0,99	0,99	0,991	0,703	0,678	0,7

Na análise da extração de entidades, que detêm o foco na avaliação do DIETClassifier aplicado ao modelo, os testes apontaram excelentes resultados, apontando 0,998 de acurácia no treinamento e 0,929 quando aplicados os dados de teste, revelando a efetividade do classificador, como é apresentado na Figura 30, que apresenta um *confidence* com excelente grau de assertividade, considerando as amostras de teste utilizadas.

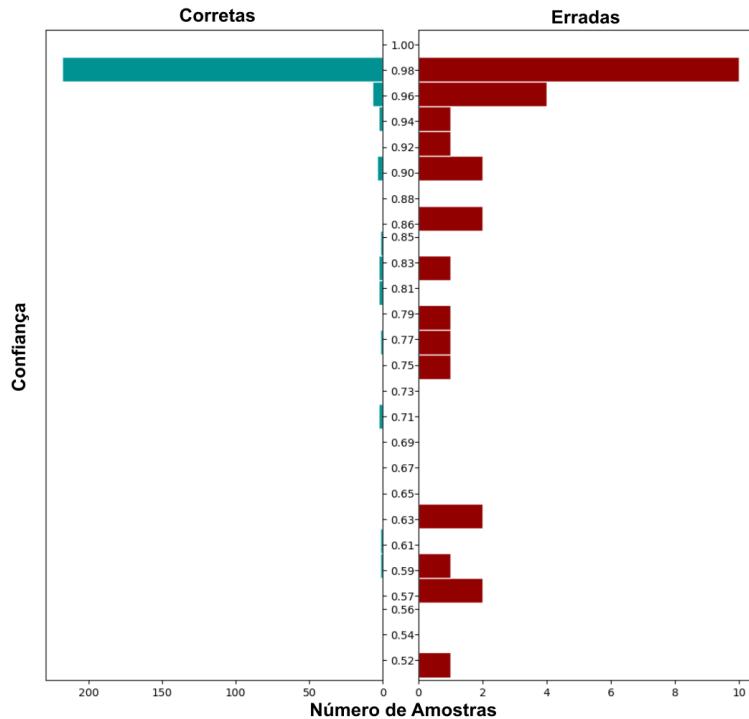


Figura 30. Distribuição de Confiança da Previsão das Entidades.

O teste avaliou as duas intenções representativas do projeto, sendo elas "chave" e "categoria", além de verificar o que não era classificado como entidade, utilizando 290 amostras de suporte durante a execução do teste. A análise da matriz de confusão aponta a efetividade do modelo na descoberta das entidades representativas, apresentando altos índices de acertos na classificação com poucos erros, apresentado na Figura 31.

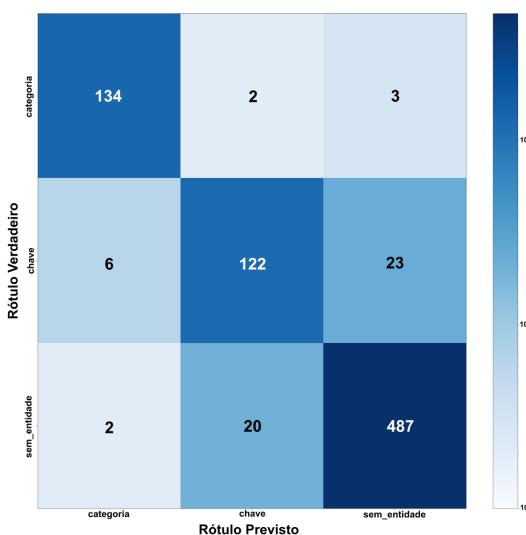


Figura 31. Matriz de Confusão das Entidades.

Com relação a análise da previsão de intenções, o modelo apresentou resultados satisfatórios, apontando 0,99 de acurácia no treinamento e 0,703 quando aplicados os dados de teste. O *confidence*, conforme apresentado na Figura 32, apresenta-se com bom grau de assertividade levando em consideração as amostras de teste.

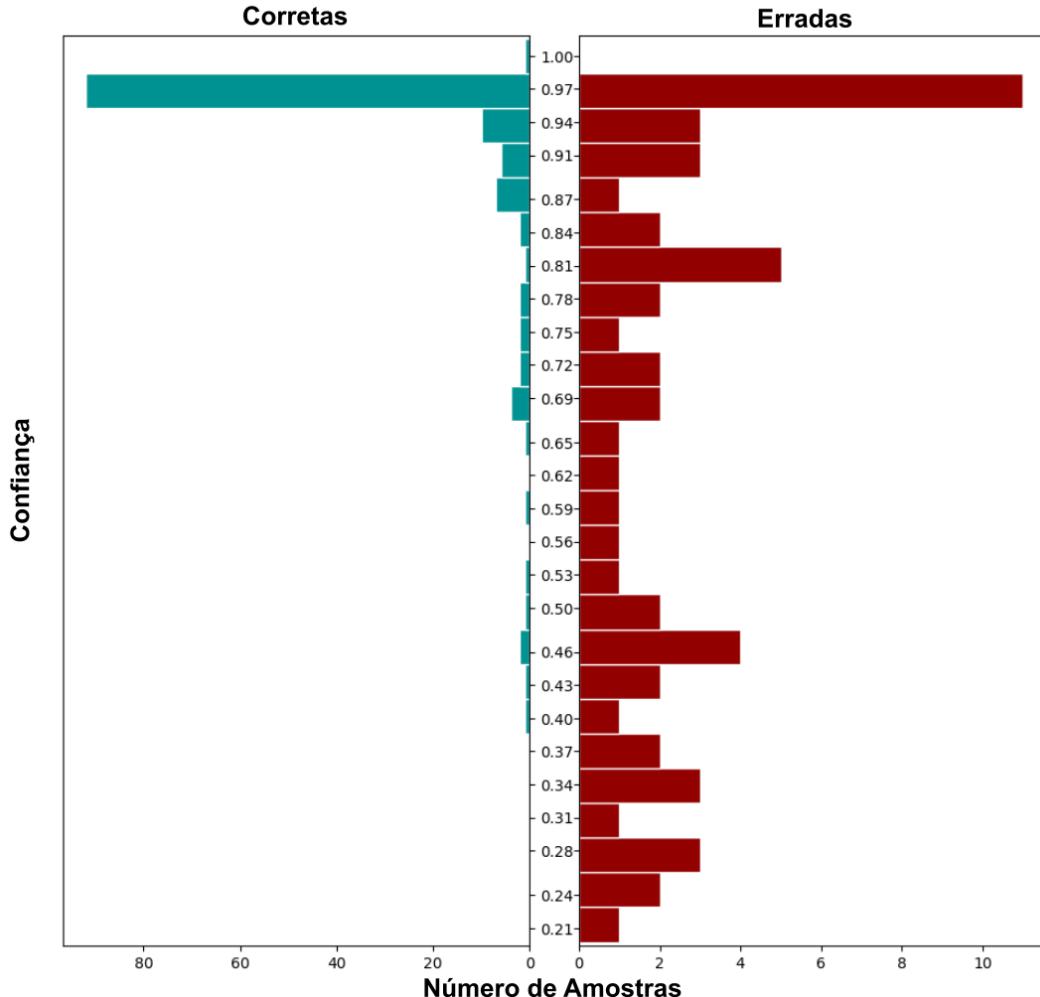


Figura 32. Distribuição de Confiança da Previsão de Intenções.

A análise da matriz de confusão aponta a necessidade de fornecer mais dados para o treinamento de algumas intenções, porém, visualizando de forma geral, apresenta um padrão satisfatório, como é apresentado na Figura 33. O teste avaliou 15 intenções, das 16 descritas no projeto, contendo 195 amostras de suporte para todo o teste. A entidade listada "identifica_palavrao", que está relacionada ao ProfanityAnalyzer, componente customizado desenvolvido no projeto, não é apresentada nos resultados dos testes devido a sua extração não ser realizada através do modelo, e sim através do componente em tempo de execução.

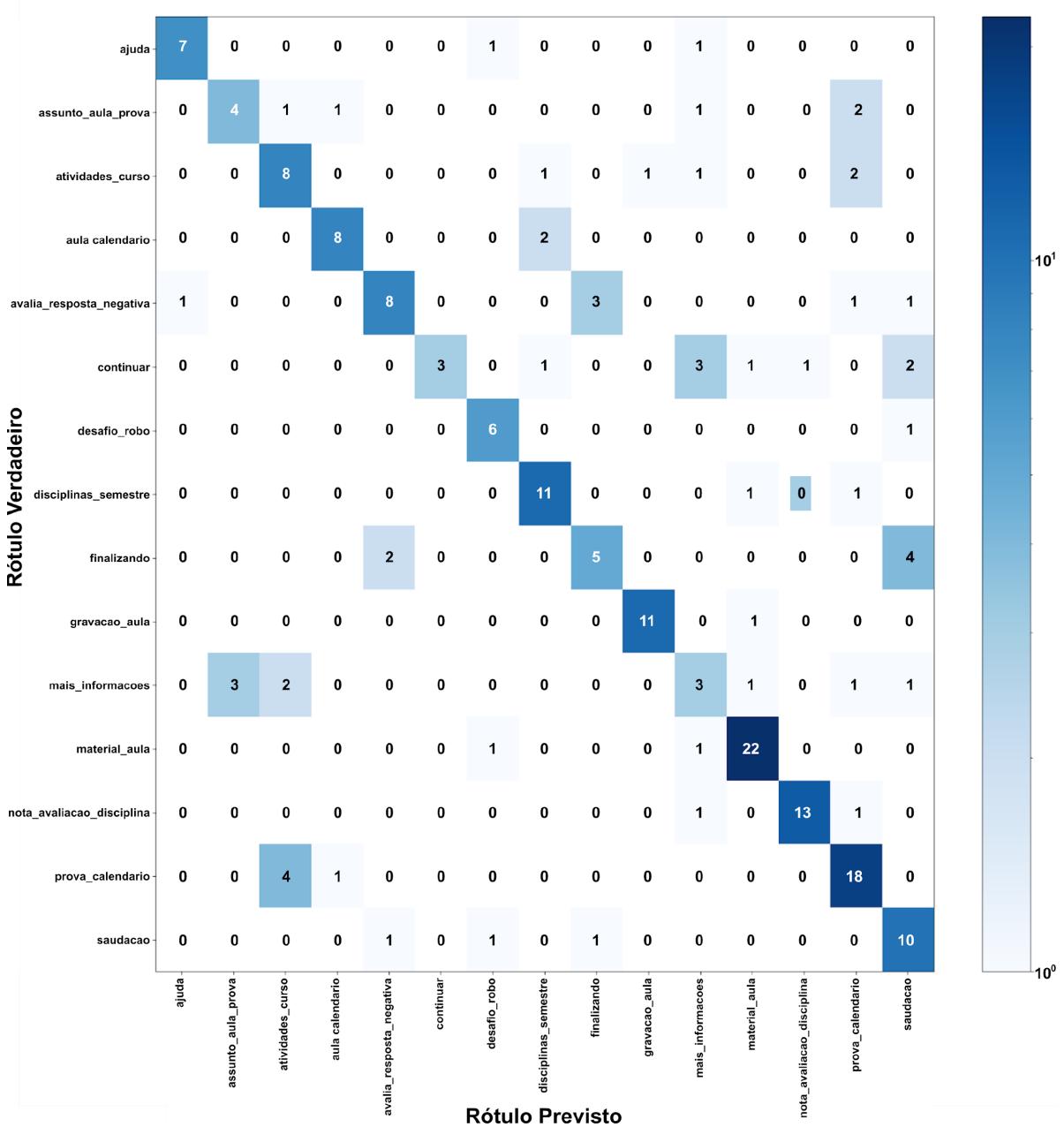


Figura 33. Matriz de Confusão das Intenções.

Os resultados apresentados sugerem que o modelo, com relação às intenções, pode ser aperfeiçoado, seja com o uso cotidiano ou com o treinamento utilizando um conjunto maior de dados. Alimentar o modelo com novos dados possibilitará refinar a descoberta e a associação correta de intenções, fazendo com que o *chatbot* evolua conforme seja utilizado. Com relação às entidades, por outro lado, se mostrou bem ajustado, retornando um baixo índice de falhas na classificação.

6.5.2. Validação

Para a validação, foram realizadas duas atividades complementares: testes funcionais manuais, no qual os usuários realizaram testes das funcionalidades desenvolvidas através de interações com a interface do *chatbot* em ambiente controlado; e análise de aceitação, utilizando a metodologia TAM

(Technology Acceptance Model), no qual, através da aplicação de um questionário¹⁸, os usuários informam, ao final dos testes funcionais manuais, suas impressões quanto a versão analisada, atendendo ao que é colocado por Davis (1989) quando aponta que a aceitação e a utilidade percebida é definida como o quanto uma pessoa acredita que usar um determinado sistema aumentaria seu desempenho, possuindo uma relação de uso-desempenho positiva. A validação foi realizada utilizando o ambiente de desenvolvimento, sendo aplicada de forma presencial, disponibilizando o acesso para 6 usuários por meio de conexão local. Os usuários que testaram a funcionalidade do *chatbot* já possuíam vivência em ambientes de EAD, contudo, como o foco estava na análise do *chatbot*, a experiência sobre qualquer plataforma não foi um pré-requisito.

Para a realização dos testes funcionais, foi criado um PT (Plano de Testes, disponível no Apêndice D) com base nos Requisitos Funcionais abordados no Capítulo 4, no qual foram especificadas as diretrizes e os cenários de testes das funcionalidades implementadas. Além das funcionalidades dispostas nos requisitos funcionais, o PT também contempla as funcionalidades de suporte, as quais possibilitam uma conversação mais fluida. Os resultados podem ser visualizados na Tabela 16.

Tabela 16. Resultado dos Testes Funcionais da Validação

Cenários	Testadores					
	Testador 1	Testador 2	Testador 3	Testador 4	Testador 5	Testador 6
Teste 1	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU
Teste 2	PASSOU	FALHOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU
Teste 3	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU
Teste 4	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU
Teste 5	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU
Teste 6	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU
Teste 7	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU
Teste 8	PASSOU	FALHOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU
Teste 9	PASSOU	FALHOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU
Teste 10	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU	FALHOU	PASSOU
Teste 11	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU	FALHOU
Teste 12	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU
Teste 13	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU
Teste 14	FALHOU	FALHOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU
Teste 15	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU	PASSOU

Dos dezesseis testes relacionados no PT, somente quinze foram testados, de forma fim-a-fim, sendo o último teste (Teste 16), que estava relacionado a recuperação em caso de erro, deixado de fora desta validação devido a necessidade de simulação de problemas técnicos, como queda ou perda de conexão com o banco, e erros ou problemas de exceção, já contemplados nos testes unitários. Os dois primeiros testadores tiveram um problema no "Teste 14", no qual foi constatado que o módulo de "ProfanityAnalyser" estava inativo no servidor, sendo posteriormente ativado, testado e aprovado pelos testadores subsequentes.

As pessoas tendem a usar ou não uma aplicação na medida em que eles acreditam que isso ajudará a desempenhar melhor o seu trabalho, e mesmo que os usuários acreditem que uma determinada aplicação seja útil, podem, ao mesmo tempo, acreditar que os sistemas são muito difíceis de usar (DAVIS, 1989). A aplicação do questionário utilizando a metodologia TAM visa analisar se o *chatbot* Alfa, com base na impressão do usuário relacionado ao uso da aplicação, tem uma boa aceitabilidade e utilidade.

18 <https://forms.gle/PReFKpsQNpNHVFco6>

Para a realização da análise de aceitação, os usuários, ao final do teste funcional, responderam um questionário (Apêndice E) com doze perguntas para avaliar, com base na impressão dos usuários, se os anseios do *chatbot* foram alcançados, com relação a auxiliar aos alunos e professores, obtendo ótimos resultados conforme apresentados na Figura 34.

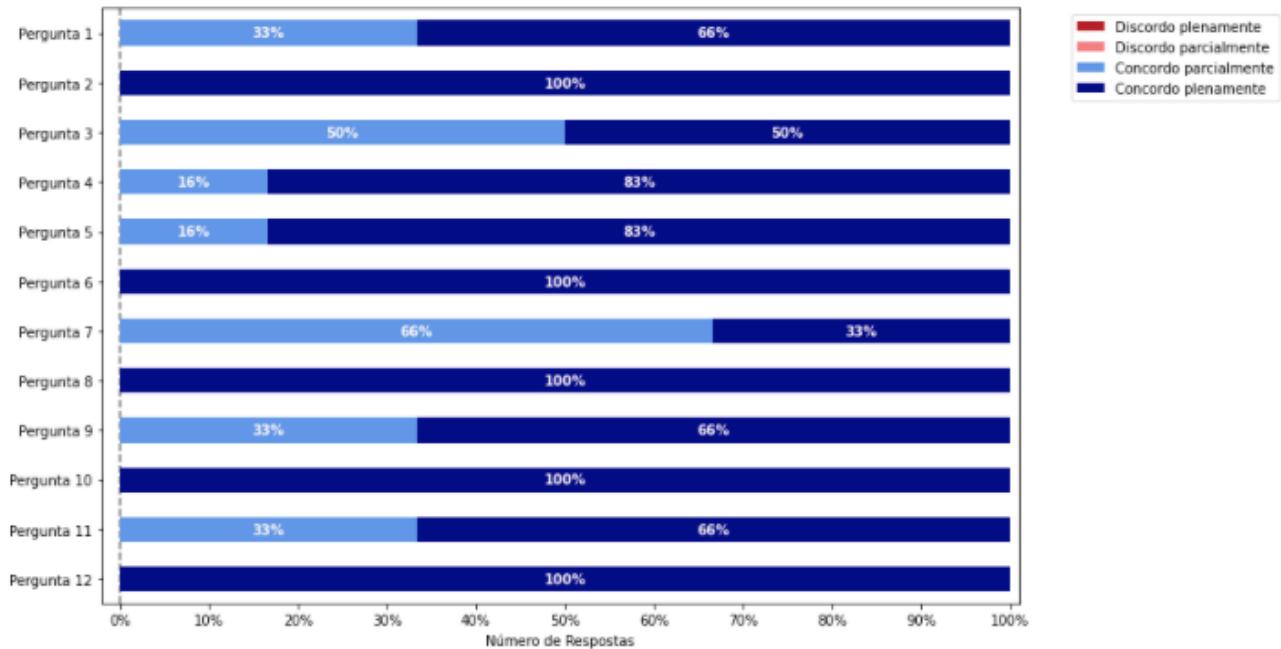


Figura 34. Resultados do Questionário Aplicado aos Usuários Utilizando a Metodologia TAM.

Analisando os resultados obtidos, pode-se visualizar uma excelente aceitação pelo *chatbot* Alfa na versão testada, principalmente com relação a facilidade de uso (Pergunta 8), diálogo respeitoso (Pergunta 6), a interface utilizada (Pergunta 10) e a vontade de incentivo do uso (Pergunta 12), conforme apresentado abaixo.

Com relação às funcionalidades implementadas, a avaliação foi positiva, não tendo, por parte dos usuários que testaram o sistema, uma rejeição às interações realizadas através do *chatbot*, tanto para a resposta em si, como para o formato das respostas e seus links, indicando margem para melhorias. A análise apontou que as funcionalidades de Notas e Atividades (Pergunta 2) apresentam a melhor impressão para os usuários, sendo as funcionalidades relacionadas a Data (Pergunta 3) apontada a menor impressão positiva, sendo avaliado por três dos usuários com "Concordo Parcialmente". A análise das funcionalidades relacionadas a Assuntos e Materiais (Pergunta 1) e a Questões Gerais do Curso (Pergunta 4) obtiveram uma ótima aceitação geral, sendo a primeira avaliada com "Concordo Plenamente" por quatro dos usuários, e a segunda avaliada, com o mesmo indicador, por cinco usuários.

O questionário possibilitou analisar também a impressão do usuário relacionado a assistência que o *chatbot* pode oferecer. Quanto à capacidade de agilizar o tempo de resposta dos professores aos alunos (Pergunta 5), o *chatbot* apresentou uma ótima avaliação com cinco dos seis usuários concordando plenamente com a questão. Já quando avaliado com relação às alternativas às perguntas, em caso de não encontrar respostas (Pergunta 7), o *chatbot* teve apenas uma boa avaliação, com quatro dos seis usuários assinalando com "Concordo Parcialmente", o que indica um

ponto de melhoria do projeto. Quanto à facilidade de compreensão (Pergunta 9) e satisfação em utilizar o *chatbot* (Pergunta 11), ambos obtiveram ótimas avaliações, sendo assinalado com "Concordo Plenamente" por quatro dos 6 usuários avaliadores.

Pode-se constatar, por fim, apesar da limitação da quantidade de testes realizados, que o comportamento do *chatbot*, no aspecto geral, foi satisfatório e dentro do esperado com relação aos testes de validação cruzada realizados no modelo, atendendo aos cenários propostos e com poucos erros funcionais. Apesar do usuários não apresentarem respostas com discordância, os testes também apresentaram, tanto nos testes gerais quanto na avaliação de aceitação, uma margem para melhorias e aperfeiçoamento do projeto, o que aumentará a assertividade do *chatbot* e a satisfação do usuário.

7. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Essa pesquisa, e como o mestrado como um todo, possibilitaram o desenvolvimento técnico e científico de habilidades, assim como o crescimento pessoal, para atuar como profissional de TI, fornecendo insumos e práticas visando aprimorar as habilidades e pontos de vista das áreas às quais venha a atuar.

Ao final desta pesquisa, foi possível realizar tanto o objetivo geral quanto os específicos. Para atender ao objetivo geral, foi conduzida uma investigação detalhada sobre o contexto do EAD, com base na aplicação do *survey*, assim como desenvolver um *chatbot*, integrado ao AVA indicado como o mais utilizado pela comunidade acadêmica, que possibilitasse auxiliar, em um primeiro momento, os professores e tutores, fornecendo respostas às dúvidas e busca de informações dos estudantes.

Quanto aos objetivos específicos definidos, a Análise Indireta de Interações possibilitou, através de análise das mensagens utilizando processamento de linguagem natural e métodos de aprendizagem de máquina, a melhor compreensão do contexto, incluindo os tipos de perguntas e os termos mais utilizados por estudantes, do AVA do IFPB para as disciplinas coletadas e que fornecessem insumos para a escolha mais assertiva do escopo e a criação dos modelos de IA, que foram utilizados no *chatbot*. A realização do *Benchmark* possibilitou a escolha mais adequada para o desenvolvimento do *chatbot*, levando em conta o contexto no qual a aplicação iria atuar, e disponibilizando diversos recursos para realização de todas as demandas do projeto enquanto estava sendo desenvolvido. A curva de aprendizagem para o desenvolvimento foi considerada pequena, sendo apoiada por uma boa documentação e uma grande quantidade de informação fornecida pela comunidade da *engine Rasa*, tanto na parte de *frontend*, na aplicação e integração com o *Webchat*, quanto na de *backend*, na implementação do *chatbot* e conexões com o banco de dados. Foi possível, também, testar e validar o *chatbot* de forma a analisar sua assertividade e aceitação com relação ao usuário, com base em testes, de análise do modelo e funcionais, e em uma pesquisa aos usuários utilizando o modelo TAM, aplicada para medir sua satisfação.

De acordo com os resultados obtidos, o *chatbot* Alfa apresenta uma acurácia satisfatória para uma base de treino pequena. Entretanto, acredita-se que um conjunto maior de treinamento, contendo mais exemplos e conversações, podem melhorar sua precisão e assertividade, mapear mais fielmente as intenções do usuário e identificar os próximos passos nos fluxos de conversa. Com base nos resultados obtidos a partir da análise comparativa dos modelos e dos testes, o modelo é capaz de generalizar e classificar entidades e intenções de forma satisfatória. Contudo, a análise do modelo indica que o mesmo ainda pode ser aprimorado, e adicionar mais dados ao conjunto de treinamento se apresenta como a opção mais viável e factível, por possibilitar também o acréscimo de novos cenários do contexto de uso da aplicação.

Em relação à usabilidade, os testes e a validação realizada com usuários proporcionou evidenciar a facilidade e praticidade ao usar o *chatbot* Alfa, devido à interface simples e intuitiva integrada ao AVA Moodle e as funcionalidades disponibilizadas. Os resultados possibilitaram a visualização de pontos de melhoria, nos quais tanto a inserção de novos dados no modelo quanto a

adoção de novas funcionalidades podem fazer o *chatbot* evoluir, se adequando ainda mais ao contexto no qual atua. Nos testes e validações realizados, o chatbot foi capaz de responder de forma satisfatória, atingindo o objetivo principal da solução.

É prevista a atualização da versão do Rasa no projeto, passando da atual 2.8, para a 3.x. A nova versão não irá promover mudanças arquiteturais para a *engine*, mas trará algumas mudanças estruturais, removendo alguns tipos de arquivos que eram anteriormente aceitos, como os arquivos de extensão .MD, que devem ser transcritos para .YML, sendo que os dois tipos eram aceitos na versão utilizada pelo projeto. Alguns componentes, assim como alguns nomes de algumas variáveis de configuração, também tiveram alteração na versão 3.x, os quais serão necessárias atualizações quando o projeto for migrado.

Com a evolução do Alfa, e visando refinar o modelo, além de aumentar a quantidade de dados para treinamento de novos modelos, pretende-se também a associação de uma estrutura para análise de sentimento como um componente adicional do *pipeline*, possibilitando abranger uma variável a mais na interação, aumentando a acurácia das respostas. É possível também a realização de uma refatoração do código presente nas *actions*, visando torná-lo mais simples e integrado, facilitando a manutenções futuras. Objetiva-se ainda a realização de novas análises comparativas de configurações do *pipeline*, visando obter a melhor configuração possível para o *chatbot* Alfa.

Visando aprimorar o acompanhamento do aluno, e seguindo a arquitetura proposta por Andrade (2020), observa-se os eventuais ganhos no uso do Elasticsearch e o Kibana para este fim, sendo prevista a sua integração ao *chatbot* Alfa futuramente. Apesar de ser voltado para a tomada de decisão de um modelo de negócio, o Elasticsearch, juntamente com o Kibana, podem favorecer, a partir da disposição dos dados e da análise das informações obtidas, o rastreamento de potenciais problemas relacionados aos cursos disponíveis, possibilitando seu aprimoramento. Quanto ao aprimoramento do Alfa, pretende-se a disponibilização da interface do Rasa Core, que se trata de uma interface de criação de conhecimento *lowcode* para o *chatbot*, para que a base de conhecimento possa ser alimentada também por administradores com pouco conhecimento de programação, como professores, por exemplo.

Por fim, as principais contribuições desta pesquisa estão relacionadas a: estudos realizados sobre o contexto educacional do EAD nos dias atuais, que possibilitou visualizar a viabilidade da solução proposta; análise entre ferramentas de desenvolvimento de *chatbot*, que possibilitou definir a melhor escolha utilizando uma abordagem relacionada ao contexto de atuação da aplicação, sendo o primeiro estudo realizado com esta natureza; elaboração e implementação do estudo de caso, realizando uma análise indireta, especificando, desenvolvendo e testando o *chatbot* Alfa no contexto estabelecido e aplicando os resultados dos estudos anteriores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, M. A dos S.; NETTO, J. F. de M. (2010). CyberPoty: Um Chatterbot 3D para Interação com Usuários de um Portal de Educação a Distância. Anais do XVI Workshop de Informática na Escola. Belo Horizonte – MG.
- ALIPIO, M. (2020). Education during COVID-19 era: Are learners in a less-economically developed country ready for e-learning?. EconStor Research Reports 216098, ZBW - Leibniz Information Centre for Economics.
- ALMEIDA, M. J. S. C. (2013). Desenvolvimento de Benchmarks para Sistemas Multiagente: o Caso da Patrulha Orientada a Eventos. Tese de Doutorado. CIN-UFPE. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/12276>>. Agosto.
- ALVES, M. O.; MEDEIROS, F. P. A. e MELO, L. B. (2020a) Levantamento do Estado da Arte sobre Aprendizagem baseada em Problemas na Educação a Distância e Híbrida. Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação.
- ALVES, M. de O.; MEDEIROS, F. P. A. de; MELO, L. B.; BARBOSA, A. S. R.; BRITO, M. L. Q. de. (2020b). Systematic Literature Review on the adoption of the Problem Based Learning methodology in Distance Education." In 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), pp. 1-4. IEEE.
- ANDERSON, T. (2003). Modes of interaction in distance education: Recent developments and research questions. *Handbook of distance education*, 129-144.
- ANDRADE, G.; SILVA, G.; DUARTE JÚNIOR, F.; SANTOS, G.; MENDONÇA, F.; SOUZA JÚNIOR, R. (2020). "EvaTalk: A Chatbot System for the Brazilian Government Virtual School." In Proceedings of the 22nd International Conference on Enterprise Information Systems - ICEIS 2020 - Volume 1, pages 556-562. ISBN: 978-989-758-423-7. DOI: 10.5220/0009418605560562.
- AMAZON (2022). Amazon Machine Learning: Guia do Desenvolvedor. Validação Cruzada, p 99. Disponível em <https://docs.aws.amazon.com/pt_br/machine-learning/latest/dg/cross-validation.html> Acesso: 30 de outubro.
- AMAZON LEX. (2020). Amazon Lex: Interfaces conversacionais para aplicativos com as mesmas tecnologias de aprendizado profundo do Alexa. Disponível em: <<https://aws.amazon.com/pt/lex/?c=ml&sec=srv>> Acesso: 28 de Julho.
- BORGES, D. (2020). Ensino a distância na quarentena esbarra na realidade de alunos e professores da rede pública. BBC. São Paulo, 11 maio 2020. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-52568678>>. Acesso: 06 de Julho.
- BRITO, M.; MEDEIROS, F. P. A. e BEZERRA, E. P. (2019). An infographics-based tool for monitoring dropout risk on distance learning in higher education. 18th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET), pp. 1-7. IEEE.
- BULHÕES, D. B.; ASSIS, L. P.; BODOLAY, A. N.; ANDRADE, A. V. e PITANGUI, C. G. (2020). Professora Vitória: um Chatbot para o ensino da Leitura. In: Anais do XXXI SIMPÓSIO

BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação . p. 451-460.

CAHN, J.; LOO, B. T. e GALLIER, J. (2017). "CHATBOT: Architecture, Design, & Development". Senior Thesis (EAS499). University of Pennsylvania - School of Engineering and Applied Science Department of Computer and Information Science.

CASTAMAN, A. S.; RODRIGUES, R. A. (2020). Educação a Distância na crise COVID-19: um relato de experiência. Research, Society and Development, v. 9, n. 6, e180963699.

CLARIZIA, F., COLACE, F, LOMBARDI, M., PASCALE, F, SANTANIELLO, D. (2018) Chatbot: An Education Support System for Student. CSS 2018, LNCS 11161, pp. 291–302.

CLEMENTE, B. G. R. (2016). Um Ambiente para Construção de Chatterbot com Evolução Dinâmica da Base de Conhecimento. Dissertação de Pós-Graduação em Informática. Vitória - ES. UFES.

DAVIS, F. D. (1989) Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. MIS Quarterly, Vol. 13, No. 3 (Sep., 1989), pp. 319-340. Management Information Systems Research Center, University of Minnesota. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/249008>.

DIALOGFLOW. (2020). Documentação do DialogFlow. Disponível em: <<https://cloud.google.com/dialogflow/docs/>> Acesso: 27 de Julho.

GLOBO. (2020a) 60% dos estados monitoram acesso ao ensino remoto: resultados mostram 'apagão' do ensino público na pandemia. Disponível em: <<https://g1.globo.com/educacao/noticia/2020/07/06/60percent-dos-estados-monitoram-acesso-ao-ensino-remoto-resultados-mostram-apagao-do-ensino-publico-na-pandemia.ghtml>> Acesso: 29 de Julho.

GLOBO (2020b). Adoção do ensino híbrido é o próximo nó da educação em tempos de pandemia. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/sociedade/adocao-do-ensino-hibrido-o-proximo-no-da-educacao-em-tempos-de-pandemia-24554046>> Acesso: 30 de Novembro.

HARASIM, L. (2012) What makes online learning communities successful? The role of collaborative learning in social and intellectual development. In Vrasidas, C and Glass, G (eds) Current Perspectives in Applied Information Technologies: Distance Education and Distributed Learning, Greenwich, CT, Information Age Publishing, Inc, pp. 181–200.

HATZIJORDANOU, N.; BOHN, N.; TERZIDIS, O. (2019). A systematic literature review on competitor analysis: status quo and start-up specifics. Management Review Quarterly, v. 69, n. 4, p. 415-458.

HODA, R., NOBLE, J., and MARSHALL, S. (2012). Developing a grounded theory to explain the practices of self-organizing agile teams. Empirical Software Engineering, 17(6):609– 639. 2012.

IDOETA, P. A. (2020). Os desafios e potenciais da educação à distância, adotada às pressas em meio à quarentena. BBC. São Paulo, 17 abril 2020. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-52208723>>. Acesso: 06 de Julho.

LIU,X.; ESHGHI, A.; SWIETOJANSKI, P. e RIESER, V. (2019) "Benchmarking natural language understanding services for building conversational agents", International Workshop on Spoken Dialogue Systems Technology (IWSDS), pp. 1-13, April.

LOPES, L. F.; NAUROSKI, E. A.; LIMA, T. C. de S. (2016). A Expansão da EAD no Brasil e o Trabalho de Tutores: Desafios e Possibilidades. Anais do 22o Congresso Internacional ABED de Educação a Distância. 2016.

LÜER, F. (2020). How to tame your chatbot. *XRDS* 27, 1 (Fall 2020), 16–20. DOI: <https://doi.org/10.1145/3416059>. Setembro.

MACIEL, A. M. A.; RODRIGUES, R. L.; CARVALHO, E. C. B. (2014). Desenvolvimento de um Assistente Virtual Integrado ao Moodle para Suporte a Aprendizagem Online. III Congresso Brasileiro de Informática na Educação - CBIE 2014. XXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2014.382>>.

MACIEL, H. B. (2019). Ferramentas e Criação de Chatbot – Maciel O Robô Acadêmico. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação do Curso de Engenharia de Software. Russas - CE, UFC. 2019.

MADEIRA, V.; SCHNEIDER, M. D.; CECELLA, N. C. T. P.; ZANETTE, E. N. (2016). Os Desafios da Docência e Tutoria na Educação a Distância no Olhar do Professor. Anais do 22o Congresso Internacional ABED de Educação a Distância.

MANSILLA, A.; OCHOA, A.; PONCE, J.; HERRERA, M.; HERNÁNDEZ, A. e COSSIO, E. (2017). "Implementation of an chatbot in a serious game associated with the acquisition of social skills and the promotion of collaborative tasks in children. In 2017 Twelfth Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO) (pp. 1-4). IEEE.

MARTINS, D.; TIZOTTO, S. A. e CAZARINI, E. W. (2016) "Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) como ferramentas de apoio em Ambientes Complexos de Aprendizagem (ACAs)". Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância. v. 15.

MEDEIROS, F. P. A. (2013) Uma Abordagem de Monitoramento Abrangente das Interações Sociais em Ambientes Colaborativos Virtuais de Aprendizagem como Suporte a Presença Docente. Tese de Doutorado. CIN-UFPE. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/12259>>. Setembro.

NETO, A. J. M.; FERNANDES, M. A. e AMIEL, T. (2020a). Chatbot e Análise Conversacional para Recomendação da Aprendizagem Colaborativa na EaD. In Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, pp. 1142-1151. SBC.

NETO, A. J. M.; SILVA, C. E.; ANJOS, W. F. e DORÇA, F. A. (2020b). Uma Abordagem Baseada em Dados Abertos Conectados e Chatbot para Disponibilizar o Catálogo de Cursos da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. In: Anais do do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação . p. 1263-1272.

OKONKWO, C. W.; ADE-IBIJOLA, A. (2021) Chatbots applications in education: A systematic review. Computers and Education: Artificial Intelligence. Volume 2. 100033. ISSN 2666-920X.

<https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100033>. Acessado em Dezembro de 2022. Disponível em : <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X21000278>>.

OLALEYE, S. A.; SANUSI, I. T.; AGBO, F. J. e OYELERE, S. S. (2020). Is Online Distance Learning Compatible with Student Lifestyle? Assessment of program content, workload and long-time usefulness. In 2020 XV Conferencia Latinoamericana de Tecnologias de Aprendizaje (LACLO) (pp. 1-7). IEEE.

OLIVEIRA, F. A.; SANTOS, A. M. S. (2020). Construção do Conhecimento na Modalidade de Educação a Distância: Descortinando as Potencialidades da EaD no Brasil. EaD em Foco, v. 10, n.1. <https://doi.org/10.18264/eadf.v10i1.799>.

OLIVEIRA, J. da S. (2020). Assistente Virtual Integrado ao AVA FURG como Recurso de Apoio Acadêmico: Uma Experiência com Redes Neurais Recorrentes. Dissertação de Pós-Graduação em Computação. Rio Grande - RS. FURG.

ONCU, S. e CAKIR, H. (2011). Research in online learning environments: Priorities and methodologies. Computers & Education 57.1, 1098-1108.

ONU. (2020). A experiência internacional com os impactos da COVID-19 na educação. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/artigo-a-experiencia-internacional-com-os-impactos-da-covid-19-na-educacao/>> Acesso: 26 de Julho.

PAT RESEARCH. (2020). How to Select the Best Chatbot Platforms for Your Business. CRM Buying Guides. Disponível em: <https://www.predictiveanalyticstoday.com/what-is-chatbot-platform/>. Acessado em dezembro de 2020.

PENTEADO, R. Z.; COSTA, B. C. G. da. (2021). Trabalho Docente com Videoaulas em EAD: Dificuldades de Professores e Desafios para a Formação e a Profissão Docente. EDUR - Educação em Revista; 37:e236284 DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-4698236284>. Disponível em <https://www.scielo.br/j/edur/a/KxHNB8BpTrJZLbfnbVVTkkJ/#>.

RABELLO, M. E. (2020). Lições do coronavírus: ensino remoto emergencial não é EAD. Disponível em: <<https://desafiosdaeducacao.grupoa.com.br/coronavirus-ensino-remoto/>>. Acesso em: 20 de dezembro.

RASA. (2020). Why Rasa? Disponível em: <<https://rasa.com/product/why-rasa/>> Acesso: 26 de Julho.

RODRIGUES, R. L. (2009). Chatterbot: Agente Inteligente Simulador de Linguagem Natural Aplicado à Educação. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Licenciatura em Computação. Campina Grande - PB. UEPB.

SANSONNET, J. P.; LERAY, D.; MARTIN, J. C.; (2006). Architecture of a Framework for Generic Assisting Conversational Agents. In: Gratch J., Young M., Aylett R., Ballin D., Olivier P. (eds) Intelligent Virtual Agents. IVA 2006. Lecture Notes in Computer Science, v. 4133. Springer, Berlin, p. 145–156.

SANTOS, J. F. S. (2006). Avaliação no Ensino a Distância. In: Rev. Iberoamericana de Educación - RIE, v. 38, n. 4. p.1-9.

SANTOS, V. M. R.; LIMA, T. S.; MEDEIROS F. P. A.; RODRIGUES, N. N.; LIRA, H. B. e ARAÚJO, R. (2021a). "An Exploratory Analysis on The Perception of Teachers and Tutors Regarding the Monitoring of Interactions and Activities In The Collaborative Tools of Virtual Learning Environments". Cisti'2021. Lisboa – PT.

SANTOS, V. M. R.; LIMA, T. S.; MEDEIROS F. P. A.; RODRIGUES, N. N.; LIRA, H. B. e ARAÚJO, R. (2021b). "Benchmark Application for Scenario Analysis in the Educational Chatbots Development". XVI Latin American Conference on Learning Technologies. Arequipa – PE.

UNESCO. (2020a). UNESCO celebra o poder da arte e da educação em todo o mundo. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/unesco-celebra-o-poder-da-arte-e-da-educacao-em-todo-o-mundo/>>. Acesso: 03 de Julho.

UNESCO. (2020b). Coronavírus: UNESCO e UNICEF trabalham para acelerar soluções de aprendizagem a distância. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/coronavirus-unesco-e-unicef-trabalham-para-acelerar-solucoes-de-aprendizagem-a-distancia/>> Acesso: 03 de Julho.

UNESCO. (2020c). Educação: da interrupção à recuperação. Disponível em: <<https://pt.unesco.org/covid19/educationresponse>> Acesso: 29 de Julho.

WANG, A.; PRUKSACHATKUN, Y.; NANGIA, N.; SINGH, A.; MICHAEL, J.; HILL, F.; LEVY, O. e BOWMAN, S. R. (2019). "SuperGLUE: a stickier benchmark for general-purpose language understanding systems." In Proceedings of the 33rd International Conference on Neural Information Processing Systems, pp. 3266-3280.

WARDHANA, A. K.; FERDIANA, R. e HIDAYAH, I. (2021). "Empathetic Chatbot Enhancement and Development: A Literature Review." In 2021 International Conference on Artificial Intelligence and Mechatronics Systems (AIMS), pp. 1-6. IEEE.

WATSON ASSISTANT. (2020). Watson Assistant. Disponível em: <https://www.ibm.com/cloud/watson-assistant/?lnk=STW_US_STESCH&lnk2=trial_WatAssist&pexp=def&psrc=none&mhsrc=ibmsearch_a&mhq=chatbot> Acesso: 27 de Julho.

WIT.AI. (2020) Disponível em: <<https://wit.ai>> Acesso: 29 de Julho.

ZHANG, Y.; REN, P. e RIJKE, M. (2021). "A taxonomy, data set, and benchmark for detecting and classifying malevolent dialogue responses." Journal of the Association for Information Science and Technology.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DO SURVEY

Análise da prática docente online em Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Este questionário é destinado a professores e tutores que atuam na Educação a Distância e utilizam Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs). O preenchimento tem duração aproximada de 4 a 8 minutos. O questionário está inserido em uma pesquisa que tem como objetivo compreender a prática docente dos professores/tutores em relação ao acompanhamento dos estudantes nas ferramentas de interação social do AVA. A pesquisa também enseja coletar a visão dos professores/tutores quanto ao apoio de Chatbots (agentes inteligentes de conversação) na prática docente online.

Desde já, toda a equipe agradece a ajuda e disponibilidade daqueles que responderem ao questionário. Muito obrigado.

Atenciosamente,

Victor Malcolm Rodrigues dos Santos - IFPB (mestrando) Thiago da Silva Lima - IFPB (graduando)

Dr. Francisco Petrônio Alencar de Medeiros - IFPB

Dra. Heremita Brasileiro Lira - IFPB

Dra. Nadja da Nóbrega Rodrigues - IFPB

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidá-lo(a) a participar da pesquisa intitulada “Análise da percepção docente quanto ao acompanhamento das interações nas ferramentas de interação social dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA)s”. O objetivo da pesquisa é fazer um levantamento sobre os principais problemas e dificuldades experienciados pelos docentes com relação ao acompanhamento das interações nas ferramentas colaborativas dos AVAs e suas percepções quanto ao apoio de Chatbots (agentes inteligentes de conversação) nessas tarefas. Gostaríamos de esclarecer que sua participação é totalmente voluntária, podendo você recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. Ressaltamos ainda que as informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa, e que serão tratadas

com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade. Caso você tenha mais dúvidas ou necessite maiores esclarecimentos, pode nos contatar nos endereços eletrônicos victor.malcolm@academico.ifpb.edu.br (Victor) e petronio@ifpb.edu.br (Petrônio).

*Obrigatório

1. E-mail *
2. Declaração * - Eu fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações.

Caracterização dos participantes

Todas as questões a seguir tem por objetivo realizar um mapeamento do perfil do participante desta pesquisa.

3. Você tem experiência como professor ou tutor em cursos a distância? * Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

4. Quanto tempo de experiência você possui com ensino a distância? * Marcar apenas uma oval.

- 0 a 2 anos
- 2 a 5 anos
- 5 a 10 anos
- +10 anos

5. Em qual instituição você atuou/atua como professor ou tutor a distância? *

6. Em quais cursos a distância você atuou ou atua? * As respostas devem ser separadas por vírgula

Perguntas relacionadas com o uso de Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA)

Todas as questões desta seção devem ser respondidas considerando o AVA que você utiliza atualmente ou mais utilizou durante sua experiência como professor/tutor de cursos a distância.

7. Qual ambiente virtual de aprendizagem você mais utiliza ou mais utilizou durante sua experiência como professor/tutor em cursos a distância? *

8. Como você analisa o uso da ferramenta de interação social “fórum de discussão” no AVA? *

- Muito difícil
- Difícil
- Fácil
- Muito Fácil

9. Como você avalia o esforço do docente ou tutor no acompanhamento dos estudante nos “fóruns de discussão do AVA”? *

- Muito grande
- Grande
- Pequeno
- Inexistente

10. Como você analisa o uso da ferramenta de interação social “mensagem direta no AVA” (mensagem direta é a ferramenta que possibilita que o estudante envie e receba uma mensagem privada ao professor, tutor ou colega)? *

- Muito difícil
- Difícil
- Fácil
- Muito Fácil

11. Como você avalia o esforço do docente ou tutor no acompanhamento dos estudante na ferramenta “mensagem direta do AVA” ? *

- Muito grande
- Grande
- Pequeno

- Inexistente

12. Como você analisa o uso da ferramenta de interação social “bate-papo ou chat”? *

- Muito difícil
- Difícil
- Fácil
- Muito Fácil

13. Como você avalia o esforço do docente ou tutor no acompanhamento dos estudantes na ferramenta “bate papo ou Chat do AVA”? *

- Muito grande
- Grande
- Pequeno
- Inexistente

14. Na sua prática docente online, você gostaria de listar outra(s) ferramentas de interação social utilizadas pelos estudantes no AVA além do “fórum de discussão”, “mensagem direta” ou “Chat”? (opcional)

15. Na sua prática docente online, como você se comporta em relação as interações sociais dos alunos em redes sociais externas ao AVA? *

- Incentivo e acompanho as interações nas redes sociais externas ao AVA
Incentivo, mas o meu acompanhamento fica restrito às ferramentas do AVA
- Desaconselho, quando percebo peço que interajam nas ferramentas do AVA
- Ignoro, pois os alunos sabem que devem usar as ferramentas de interação do AVA
- Tanto faz, o AVA que utilizo possui integração com algumas redes sociais

16. Como você avalia as notificações geradas pelas ferramentas de interação social no AVA? (“fórum de discussão”, “mensagem direta”, “chat”, etc) * *Uma notificação é uma maneira do sistema computacional alertá-la ou alertá-lo sobre algo ocorrido, sem que necessariamente você precise entrar ou estar no sistema. Exemplo: e-mail, SMS, Pop-up, etc.*

- Excelente

- Muito Boa
- Regular
- Insatisfatória

17. Qual(is) mecanismo(s) de notificação gerado(s) pelas ferramentas de interação social do AVA você prefere? * *Pode selecionar mais de uma*

- E-mail
- SMS
- Pop-up (dentro do AVA)
- Outros

Perguntas relacionadas com o uso de Chatbots* em Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA)

* *Chatbot é um agente inteligente de conversação que interage com os usuários em um determinado domínio ou em um determinado tópico utilizando linguagem natural, seja por meio de texto ou voz. (Huang et al., 2007)*

18. O AVA que você utiliza possui chatbot para suporte nas interações entre professores, tutores, estudantes? *

- Sim
- Não
- Desconheço

19. Se sim, você já utilizou? Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

20. Considerando sua experiência em cursos a distância, como os Chatbots poderiam apoiar o professor/tutor no acompanhamento das demandas dos estudantes no AVA? *

21. Caso você considere importante o apoio de Chatbots no acompanhamento das demandas dos estudantes no AVA, como esse apoio deveria ser oferecido?

- Dentro do AVA
- Em uma ferramenta de mensagens a parte (vinculada ao AVA)

22. Na sua opinião, qual seria a melhor forma de interação entre os estudantes e o chatbot? *

- Voz
- Texto
- Voz/Texto
- Prefiro não responder

APÊNDICE B – SOLICITAÇÃO PARA ANÁLISE INDIRETA DAS INTERAÇÕES SOCIAIS NO MOODLE IFPB

O discente do Mestrado Profissional em Tecnologia da Informação Victon M. Rodrigues dos Santos vem desenvolvendo sua pesquisa de mestrado intitulada "Um Chatbot do tipo Perguntas e Respostas como Assistente Virtual no AVA Moodle", cuja metodologia técnico científica já contemplou a condução de um Survey com professores e tutores de todo o Brasil e uma análise de competidores sobre engines para desenvolvimento de chatbot no contexto educacional. Antes da etapa metodológica de codificação e avaliação do Chatbot, há a expectativa de uma análise indireta das interações sociais do tipo perguntas e respostas em ambiente real do Moodle para fins de complementar e consolidar o foco e o contexto do Chatbot desenvolvido.

Gostaríamos de solicitar acesso ao histórico das interações sociais de algumas disciplinas de diferentes cursos a distância do IFPB no Moodle. O objetivo é analisar os tipos mais frequentes de perguntas dos estudantes nas ferramentas de mensagem direta, fórum de discussão e outras ferramentas colaborativas assíncronas, a fim de moldar a expectativa do agente conversacional a ser desenvolvido. Agradeceríamos o suporte do Analista ou Técnico de Tecnologia da Informação da DEAD na sugestão de como esse acesso poderá ser feito, por meio do acesso a base de dados ou por meio de uma conta de acesso à tais cursos. O acesso será manual, analisando as interações e codificando os tipos mais frequentes e relevantes.

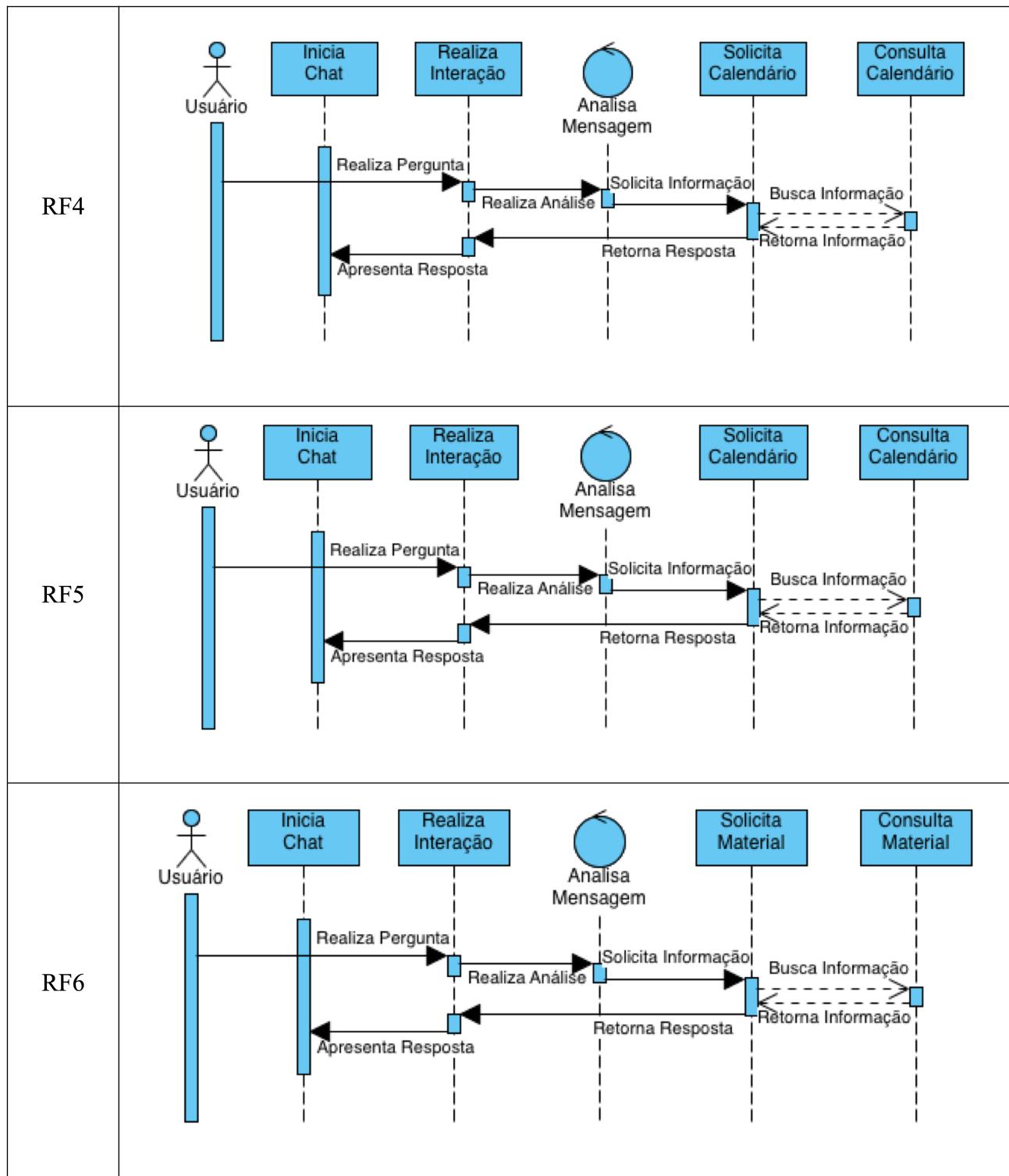
Reforçamos que a análise indireta será manual e qualitativa, sem qualquer interesse em dados de estudantes, professores ou tutores. A pesquisa se encaixa no item V do parágrafo único da Resolução 510/2016 do CNS que versa sobre os casos onde não há a necessidade de registrar a pesquisa no Comitê de ética - V - pesquisa com bancos de dados, cujas informações são agregadas, sem possibilidade de identificação individual. Absolutamente nenhum dado individual será divulgado ou publicado em nenhuma etapa da pesquisa.

Por fim, seria de extrema importância o acesso a pelo menos quatro disciplinas já concluídas de pelo menos três cursos superiores e de um curso técnico, caso haja. Sugeriríamos o acesso às disciplinas dos cursos de Letras, Administração Pública, Licenciatura em Computação e algum curso técnico.

Agradecemos demais o apoio na certeza de que estamos contribuindo para com a Ciência, bem como esperamos que os frutos dessa pesquisa, em um futuro próximo, possam ser usufruídos pela prestigiada Educação a Distância do IFPB.

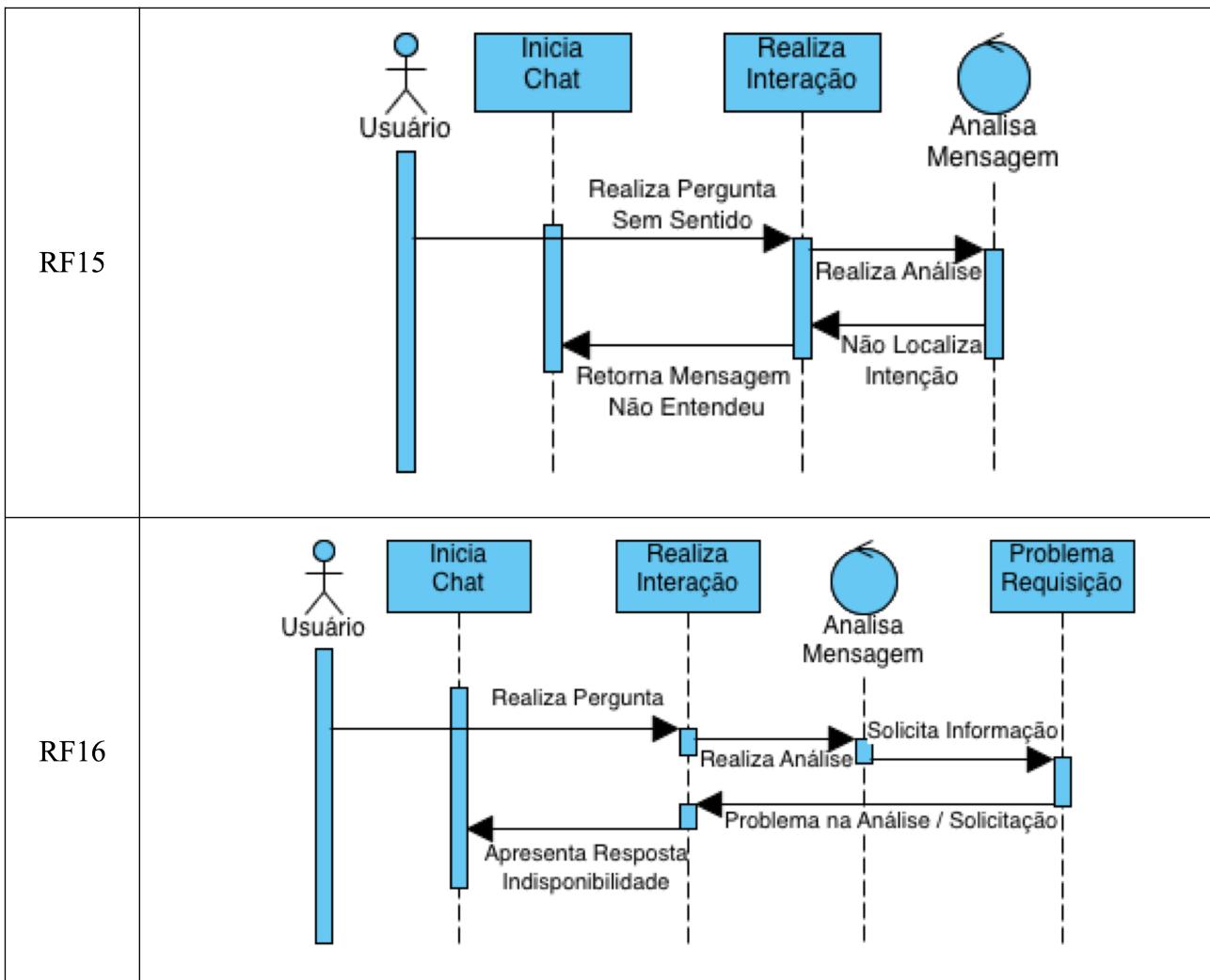
APÊNDICE C – ESPECIFICAÇÃO: DIAGRAMAS DE SEQUÊNCIA

Requisito	Diagrama de Atividade
RF1	<p style="text-align: center;">Diagrama de Atividade</p> <pre> sequenceDiagram actor User participant Chat User->>Chat: Acessa Chat Chat->>User: Apresenta Intro </pre>
RF2	<pre> sequenceDiagram actor User participant Chat participant AnalisaMensagem participant ConsultaDisciplina User->>Chat: Realiza Pergunta Chat->>AnalisaMensagem: Realiza Análise AnalisaMensagem->>ConsultaDisciplina: Solicita Informação ConsultaDisciplina->>AnalisaMensagem: Busca Informação AnalisaMensagem->>User: Retorna Resposta </pre>
RF3	<pre> sequenceDiagram actor User participant Chat participant AnalisaMensagem participant ConsultaNotas User->>Chat: Realiza Pergunta Chat->>AnalisaMensagem: Realiza Análise AnalisaMensagem->>ConsultaNotas: Solicita Informação ConsultaNotas->>AnalisaMensagem: Busca Informação AnalisaMensagem->>User: Retorna Resposta </pre>



	<pre> sequenceDiagram actor User participant IChata as Inicia Chat participant RI as Realiza Interação participant AM as Analisa Mensagem participant SAA as Solicita Assunto Atividade participant CAA as Consulta Assunto Atividade User->>IChata: IChata->>RI: RI->>AM: Realiza Pergunta AM->>RI: Realiza Análise RI->>SAA: Solicita Informação SAA->>RI: Busca Informação RI->>User: Apresenta Resposta RI->>CAA: Busca Informação CAA->>RI: Retaura Informação RI->>User: Retorna Resposta </pre>
RF8	<pre> sequenceDiagram actor User participant IChata as Inicia Chat participant RI as Realiza Interação participant AM as Analisa Mensagem participant SA as Solicita Assunto participant CG as Consulta Assunto Geral User->>IChata: IChata->>RI: RI->>AM: Realiza Pergunta AM->>RI: Realiza Análise RI->>SA: Solicita Informação SA->>RI: Busca Informação RI->>User: Apresenta Resposta RI->>CG: Busca Informação CG->>RI: Retaura Informação RI->>User: Retorna Resposta </pre>
RF9	<pre> sequenceDiagram actor User participant IChata as Inicia Chat participant RI as Realiza Interação User->>IChata: IChata->>RI: RI->>User: Solicita Continuar User->>RI: Retorna Resposta Continuação </pre>
RF10	<pre> sequenceDiagram actor User participant IChata as Inicia Chat participant RI as Realiza Interação participant SC as Salva Conversa User->>IChata: IChata->>RI: RI->>User: Solicita Finalizar User->>RI: Retorna Resposta Finalização RI->>SC: Solicita Salvar Conversa </pre>

RF11	<pre> sequenceDiagram participant User participant ChatBot participant Analysis participant DirectMessage participant InfoRequest participant Search participant Save User->>ChatBot: Inicia Chat ChatBot->>User: Realiza Interação User->>Analysis: Analisa Mensagem Analysis-->>InfoRequest: Solicita Informação Mensagem Direta InfoRequest-->>Search: Consulta Informação Mensagem Direta Search-->>Save: Busca Resultado Save-->>User: Retorna Resultado User-->>Analysis: Apresenta Resposta Analysis-->>Save: Retorna Resultado Save-->>User: Salva Conversa </pre> <p>Detailed description: This sequence diagram illustrates a user interaction flow. It begins with the user initiating a chat. The chat bot performs an interaction. The user then analyzes the message. The bot sends a direct message inquiry to the analysis component. The analysis component performs a direct message search. Finally, the bot saves the conversation.</p>
RF12	<pre> sequenceDiagram participant User participant ChatBot participant Help User->>ChatBot: Inicia Chat ChatBot->>User: Realiza Interação User->>Help: Solicita Ajuda Help-->>User: Retorna Resposta Ajuda </pre> <p>Detailed description: This sequence diagram shows a user interacting with a chat bot. The user initiates a chat, which leads to an interaction. The user then requests help from the bot, who returns a helpful response.</p>
RF13	<pre> sequenceDiagram participant User participant ChatBot participant Robot User->>ChatBot: Inicia Chat ChatBot->>User: Realiza Interação User->>Robot: Pergunta Robô Robot-->>User: Retorna Resposta Robô </pre> <p>Detailed description: This sequence diagram shows a user interacting with a chat bot. The user initiates a chat, which leads to an interaction. The user then asks a question to the robot, who returns a response.</p>
RF14	<pre> sequenceDiagram participant User participant ChatBot participant Analysis participant InfoRequest participant Save User->>ChatBot: Inicia Chat ChatBot->>User: Realiza Interação User->>Analysis: Analisa Mensagem Analysis-->>InfoRequest: Solicita Informação InfoRequest-->>Save: Realiza Análise Save-->>User: Retorna Resposta User-->>Analysis: Apresenta Resposta Palavrão Analysis-->>Save: Retorna Resposta Save-->>User: Salva Conversa </pre> <p>Detailed description: This sequence diagram illustrates a user interaction flow. It begins with the user initiating a chat. The chat bot performs an interaction. The user then analyzes the message. The bot sends an information request to the analysis component. The analysis component performs an analysis. Finally, the bot saves the conversation.</p>



APÊNDICE D – PLANO DE TESTES

Plano de Teste Chatbot Alfa

1 Introdução

O Chatbot Alfa é um assistente de conversação livre criado para auxiliar o aluno e o professor dentro da plataforma de ensino a distância AVA Moodle em suas atividades cotidianas, localizando e fornecendo informações diversas, caso seja solicitado. O Alfa conta com funcionalidades simples: de Busca de Cursos Matriculados, Busca de Aulas no Calendário, Busca de Provas/Atividades no Calendário, Busca de Notas, Redirecionamento para Mensagem Direta e Busca de Arquivos, Gravações e Links; e funcionalidades complexas: de Busca de Assuntos das Aulas, Assuntos Gerais em Aulas, Arquivos e Fóruns de Discussão.

2 Arquitetura

O framework utilizado para a implementação do front-end do chatbot Alfa é o Webchat, que possui uma integração com o back-end utilizando a engine Rasa, no qual utiliza o processamento de linguagem natural para analisar as perguntas, extrair as entidades e intenções, e realizar as buscas no banco de dados do Moodle, apresentando respostas condizentes com o que foi entendido pelo chatbot, trazendo os resultados das consultas. A conversação, ao final da interação da sessão, é armazenada em um banco de dados do próprio chatbot.

3 Funcionalidades

Funcionalidades	Comportamento Esperado	Verificações	Critérios de Aceite	Variações
Boas vindas	O usuário, ao abrir janela do chatbot, receberá uma mensagem de “saudação”, visando iniciar a conversação.	- Mensagem para iniciar conversação- Nome do usuário	Apresentação de mensagem de saudação ao abrir janela, contendo o nome do usuário.	NA
Consulta Disciplinas	O usuário realiza uma pergunta sobre a(s) disciplina(s) que está matriculado. O chatbot pede para aguardar, enquanto realiza a consulta. O chatbot responde com informações,	- Mensagem contendo palavras ou termos relacionados a matrícula e disciplina	- Apresentação de mensagem para aguardar o análise - Apresentação de mensagem contendo as disciplinas que o usuário está matriculado na plataforma Moodle, contendo links. - Mensagem de	NA

	<p>contendo links, dos cursos que o usuário está matriculado.</p> <p>O chatbot pergunta se o usuário deseja algo mais.</p>		<p>confirmação de continuidade da interação</p>	
Consulta Notas de alguma Disciplina de um Curso	<p>O usuário realiza uma pergunta sobre a(s) nota(s) relacionada a alguma atividade/prova de alguma disciplina de um curso, que o usuário esteja matriculado.</p> <p>O chatbot pede para aguardar, enquanto realiza a consulta.</p> <p>O chatbot responde com informações das atividades que já apresentam notas na plataforma , contendo links, dos cursos que o usuário solicitou.</p> <p>O chatbot pergunta se o usuário deseja algo mais.</p>	<p>- Mensagem contendo palavras ou termos relacionados a notas, disciplina e curso.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação de mensagem para aguardar o análise - Apresentação de mensagem contendo informações de atividades e provas, do curso solicitado, na plataforma Moodle contendo notas, apresentando os links. - Mensagem de confirmação de continuidade da interação 	<ul style="list-style-type: none"> - O usuário não informa a disciplina. * O chatbot solicita que o usuário informe a disciplina. - O usuário não informa o curso. * O chatbot solicita que o usuário informe o curso.
Consulta Data de alguma Atividade/Prova de alguma Disciplina de um Curso	<p>O usuário realiza uma pergunta sobre a(s) data(s) relacionada a alguma atividade/prova de alguma disciplina de um curso, que o usuário esteja matriculado.</p> <p>O chatbot pede para aguardar, enquanto realiza a</p>	<p>- Mensagem contendo palavras ou termos relacionados a data, calendário, prova/atividad e, disciplina e curso.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação de mensagem para aguardar o análise - Apresentação de mensagem contendo informações das atividades com data programada, na plataforma Moodle, apresentando o link do calendário do curso 	<ul style="list-style-type: none"> - O usuário não informa a disciplina. * O chatbot solicita que o usuário informe a disciplina. - O usuário não informa o curso. * O chatbot

	<p>consulta.</p> <p>O chatbot responde com informações das atividades que já apresentam notas na plataforma , contendo links, dos cursos que o usuário solicitou.</p> <p>O chatbot pergunta se o usuário deseja algo mais.</p>		<p>solicitado.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mensagem de confirmação de continuidade da interação 	<p>solicita que o usuário informe o curso.</p>
Consulta Data de alguma Aula de alguma Disciplina de um Curso	<p>O usuário realiza uma pergunta sobre a(s) data(s) relacionada a alguma aula de alguma disciplina de um curso, que o usuário esteja matriculado.</p> <p>O chatbot pede para aguardar, enquanto realiza a consulta.</p> <p>O chatbot responde com informações das atividades que já apresentam notas na plataforma , contendo links, dos cursos que o usuário solicitou.</p> <p>O chatbot pergunta se o usuário deseja algo mais.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mensagem contendo termos palavras ou termos relacionados a data, prova/atividad e, disciplina e curso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação de mensagem para aguardar o análise - Apresentação de mensagem contendo informações das aulas com data programada, na plataforma Moodle, apresentando o link do calendário do curso solicitado. - Mensagem de confirmação de continuidade da interação 	<ul style="list-style-type: none"> - O usuário não informa a disciplina. * O chatbot solicita que o usuário informe a disciplina. - O usuário não informa o curso. * O chatbot solicita que o usuário informe o curso.
Consulta Arquivos/Links contendo algum assunto de alguma Disciplina de um Curso	<p>O usuário realiza uma pergunta sobre arquivo(s) ou linl(s) contendo assunto(s), de alguma disciplina de um curso, que o usuário esteja matriculado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mensagem contendo termos palavras ou termos relacionados a arquivo/link, assunto, disciplina e 	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação de mensagem para aguardar o análise - Apresentação de mensagem contendo informações dos arquivos localizados com 	<ul style="list-style-type: none"> - O usuário não informa a disciplina. * O chatbot solicita que o usuário informe a disciplina.

	<p>O chatbot pede para aguardar, enquanto realiza a consulta.</p> <p>O chatbot responde com informações das atividades que já apresentam notas na plataforma , contendo links, dos cursos que o usuário solicitou.</p> <p>O chatbot pergunta se o usuário deseja algo mais.</p>	curso.	<p>o(s) assunto(s) ou link(s) solicitado(s) para o curso informado, na plataforma Moodle, apresentando o link.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mensagem de confirmação de continuidade da interação 	<ul style="list-style-type: none"> - O usuário não informa o curso. * O chatbot solicita que o usuário informe o curso.
Consulta Assunto de alguma Atividade/Prova ou Aula de alguma Disciplina de um Curso	<p>O usuário realiza uma pergunta sobre o(s) assunto(s) relacionada a alguma atividade/prova ou aula de alguma disciplina de um curso, que o usuário esteja matriculado.</p> <p>O chatbot pede para aguardar, enquanto realiza a consulta.</p> <p>O chatbot responde com informações das atividades que já apresentam notas na plataforma , contendo links, dos cursos que o usuário solicitou.</p> <p>O chatbot pergunta se o usuário deseja algo mais.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mensagem contendo palavras ou termos relacionados a assunto, prova/atividad e ou aula, disciplina e curso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação de mensagem para aguardar o análise - Apresentação de mensagem contendo tudo que encontrou sobre o assunto em atividades/provas e aulas, na plataforma Moodle, apresentando o link. - Mensagem de confirmação de continuidade da interação 	<ul style="list-style-type: none"> - O usuário não informa a disciplina. * O chatbot solicita que o usuário informe a disciplina. - O usuário não informa o curso. * O chatbot solicita que o usuário informe o curso.
Consulta qualquer Assunto de	O usuário realiza uma pergunta sobre o(s) assunto(s) em	<ul style="list-style-type: none"> - Mensagem contendo palavras ou 	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação de mensagem para aguardar o análise 	<ul style="list-style-type: none"> - O usuário não informa a

alguma Disciplina de um Curso	<p>alguma disciplina de um curso, que o usuário esteja matriculado.</p> <p>O chatbot pede para aguardar, enquanto realiza a consulta.</p> <p>O chatbot responde com informações das atividades que já apresentam notas na plataforma , contendo links, dos cursos que o usuário solicitou.</p> <p>O chatbot pergunta se o usuário deseja algo mais.</p>	<p>termos relacionados a assunto, disciplina e curso.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação de mensagem contendo tudo que encontrou sobre o assunto em arquivos, links e fóruns de discussão, na plataforma Moodle, apresentando o link. - Mensagem de confirmação de continuidade da interação 	disciplina. * O chatbot solicita que o usuário informe a disciplina. - O usuário não informa o curso. * O chatbot solicita que o usuário informe o curso.
Continua conversa	<p>O chatbot pergunta se o usuário deseja algo mais, após realizar uma consulta qualquer.</p> <p>O usuário expressa sua vontade de perguntar algo mais.</p> <p>O chatbot apresenta uma mensagem de continuação.</p>	<p>- Mensagem contendo palavras ou termos relacionados a confirmação de continuidade.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Apresenta mensagem solicitando uma nova interação. 	NA
Finaliza conversa	<p>O chatbot pergunta se o usuário deseja algo mais, após realizar uma consulta qualquer.</p> <p>O usuário expressa sua vontade de não perguntar algo mais.</p> <p>O chatbot apresenta uma mensagem de despedida,</p>	<p>- Mensagem contendo palavras ou termos relacionados a negação de continuidade.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Apresenta mensagem de despedida 	NA

	finalizando a conversa.			
Informa Insatisfação	O chatbot pergunta se o usuário deseja algo mais, após realizar uma consulta qualquer. O usuário expressa sua insatisfação com a resposta recebida. O chatbot apresenta mensagem para entrar em contato com professor/tutor.	- Mensagem contendo palavras ou termos relacionados a insatisfação com a resposta fornecida pelo chatbot.	- Apresenta mensagem de desculpas, apresentando link para mensagem direta com o professor.	NA
Solicita Ajuda	O usuário solicita ajuda com uma mensagem genérica O chatbot apresenta mensagem se apresentando e informando como ele pode ajudar	- Mensagem contendo palavras ou termos relacionados a pedido de ajuda, sem informar sobre o que	- Apresenta mensagem com um breve resumo sobre o que é o chabot e suas funcionalidades	NA
Pergunta se é robô	O usuário pergunta se o chatbot é um robô O chatbot apresenta mensagem se apresentando.	- Mensagem contendo palavras ou termos relacionados ao fato do chatbot ser um robô.	- Apresenta mensagem com um breve resumo sobre o que é o chabot.	NA
Utiliza Palavrão	O usuário, em qualquer consulta, utiliza palavras não recomendadas na língua nativa. O chatbot apresenta uma mensagem de repúdio ao linguajar utilizado.	- Mensagem contendo palavras ou termos não recomendados .	- Apresenta mensagem repudiando o que escrito.	NA
Realiza pergunta sem sentido	O usuário, a qualquer momento, realiza uma pergunta sem um sentido ou com	- Mensagem contendo palavras com erros ortográficos	- Apresenta mensagem informando o não entendimento da pergunta.	NA

	palavras erradas. O chatbot apresenta uma mensagem informando que não entendeu a pergunta.	ou que não fazem sentido ao contexto		
**Recuperação de problemas	O usuário, a qualquer momento, realiza uma pergunta. O chatbot apresenta uma mensagem informando que no momento não pode ajudar.	- O chatbot encontra problemas para processar ou consultar a informação. (Logs)	O chatbot apresenta uma mensagem informando indisponibilidade, salvando a interação até o momento.	NA

** Esta funcionalidade se encontra fora do escopo de teste manual devido a não poder ser reproduzida de forma usual, sendo realizado apenas testes unitários.

4 Estratégia de Teste

● Escopo de Testes

O plano de testes abrange todas as funcionalidades descritas na tabela acima.

Serão executados testes em todos os níveis conforme a descrição abaixo.

Testes Unitários: o código terá uma cobertura de 60% de testes unitários, que são de responsabilidade dos desenvolvedores.

Testes Manuais: Todas as funcionalidades citadas serão testadas end-to-end manualmente pelo time de qualidade seguindo a documentação de Cenários de teste e destes Plano de Teste.

Questionário de Validação: Com bases nos testes realizados, o usuário responderá um questionário visando avaliar o produto com relação a acertividade e aceitabilidade da aplicação, com base em sua impressão pessoal. Disponível em: <https://forms.gle/Wpjy whole HCS4c1Di7>

Versão Beta: Será lançada uma versão beta para 6-10 usuários pré-cadastrados antes do release.

● Ambiente e Ferramentas

Os testes serão feitos a partir de um ambiente controlado de desenvolvimento, disponibilizados para teste por meio local ou link externo, contendo estrutura semelhante ao ambiente de produção, com uma massa de dados gerada previamente.

As seguintes ferramentas serão utilizadas no teste:

Ferramenta	Foco	Descrição
RASA	Qualidade	Testes e análise da acurácia do modelo.
*Planilha e Questionário	Validação	Aplicação dos testes em versão beta, utilizando um ambiente para usuários, com objetivo de testar end-to-end o escopo planejado, e validar com o questionário as impressões dos usuários com relação a versão.
Ngrok	Disponibilidade	Utilizado para disponibilizar o ambiente para realização dos testes de forma remota.

* Entenda-se o uso da Planilha como agregador dos registros dos casos de teste manual, da mesma forma que seria quando utilizado ferramentas de gerenciamento de teste, como Testlink.

5 Classificação de Bugs

Os Bugs serão classificados com as seguintes severidades:

ID	Nível de Severidade	Descrição
1	Blocker	<ul style="list-style-type: none"> Bug que bloqueia o teste de uma função ou feature causa crash na aplicação. Botão não funciona impedindo o uso completo da funcionalidade. Bloqueia a entrega.
2	Grave	<ul style="list-style-type: none"> Funcionalidade não funciona como o esperado Input incomum causa efeitos irreversíveis
3	Moderada	<ul style="list-style-type: none"> Funcionalidade não atinge certos critérios de aceitação, mas sua funcionalidade em geral não é afetada Mensagem de erro ou sucesso não é exibida
4	Pequena	<ul style="list-style-type: none"> Quase nenhum impacto na funcionalidade porém atrapalha a experiência Erro ortográfico Pequenos erros de UI

6 Definição de Pronto

Será considerada pronta as funcionalidades que passarem pelas verificações e testes descritas nestes Plano de Teste, não apresentarem bugs com a severidade acima de Minor, e passarem por uma validação das regras de negócio, tendo o usuário, respondido ao final do teste, o questionário de validação.

APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DE VALIDAÇÃO

Seção 1 de 4

Questionário de Avaliação e Validação do Chatbot Alfa

Este questionário é destinado a usuários do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) Moodle que realizaram testes no Chatbot Alfa. O preenchimento tem duração aproximada de 3 a 5 minutos. O questionário está inserido em uma pesquisa que tem como objetivo avaliar e validar a aplicação Chatbot Alfa, desenvolvida com Rasa e integrada ao ambiente do Moodle, com base no modelo de questionário Technology Acceptance Model (Pós Teste do Chatbot).

Desde já, toda a equipe agradece a ajuda e disponibilidade daqueles que realizaram os testes e responderam ao questionário. Muito obrigado.

Atenciosamente,

Victor Malcolm Rodrigues dos Santos - IFPB (mestrando)

Dr. Francisco Petrônio Alencar de Medeiros - IFPB

Dra. Heremita Brasileiro Lira - IFPB

Dra. Nadja da Nóbrega Rodrigues - IFPB

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidá-lo(a) a participar da pesquisa intitulada “Questionário de Avaliação e Validação do Chatbot Alfa”. O objetivo da pesquisa é fazer um levantamento sobre as principais impressões dos usuários com relação a aplicação desenvolvida, com relação a interface, as funcionalidades e as respostas recebidas. Gostaríamos de esclarecer que sua participação, tanto nos testes quanto no preenchimento deste formulário, é totalmente voluntária, podendo você recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. Ressaltamos ainda que as informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa, e que serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade. Caso você tenha mais dúvidas ou necessite maiores esclarecimentos, pode nos contatar nos endereços eletrônicos victor.malcolm@academico.ifpb.edu.br (Victor) e petronio@ifpb.edu.br (Petrônio).

*Obrigatório

E-mail*

Declaração*

Eu fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas, aceitando os termos. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações.

Seção 2 de 4

Utilidade da Ferramenta

Esta sessão visa avaliar a utilidade da aplicação, com base nos testes realizados e na impressão geral do usuário para com o Chatbot Alfa.

1. O Chatbot Alfa consegue responder questões gerais sobre assuntos e materiais estudados (incluindo links)*

Concordo plenamente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Discordo plenamente

2. O Chatbot Alfa consegue responder questões gerais sobre as notas e atividades de uma disciplina*

Concordo plenamente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Discordo plenamente

3. O Chatbot Alfa consegue responder questões gerais sobre datas de atividades, provas ou aulas*

Concordo plenamente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Discordo plenamente

4. O Chatbot Alfa consegue responder questões gerais sobre a disciplina cursada*

Concordo plenamente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Discordo plenamente

5. O Chatbot Alfa tem a capacidade de agilizar o recebimento de respostas às perguntas feitas aos professores e tutores*

Concordo plenamente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Discordo plenamente

6. O Chatbot Alfa consegue manter um diálogo respeitoso, sem uso de palavras inapropriadas*

Concordo plenamente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Discordo plenamente

7. O Chatbot Alfa, caso não consegue manter o diálogo por falta de compreensão, informa ao usuário e sugere outra alternativa ao estudante*

Concordo plenamente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Discordo plenamente

Seção 3 de 4

Facilidade de Uso Percebida

Esta sessão visa avaliar a facilidade de uso da aplicação, com base nos testes realizados e na impressão geral do usuário para com o Chatbot Alfa.

8. Considero o Chatbot Alfa fácil de usar*

Concordo plenamente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Discordo plenamente

9. As respostas apresentadas pelo Chatbot são fáceis de compreender e corretas*

Concordo plenamente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Discordo plenamente

10. A interface do Chatbot Alta é agradável*

Concordo plenamente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Discordo plenamente

Seção 4 de 4

Intenção de Uso Futuro

Esta sessão visa avaliar a intenção de uso da aplicação futuramente, com base nos testes realizados e na impressão geral do usuário para com o Chatbot Alfa.

11. Fiquei satisfeito em usar o Chatbot Alfa e o usarei sempre que estiver disponível*

Concordo plenamente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Discordo plenamente

12. Pretendo incentivar o uso do Chatbot para meus colegas*

Concordo plenamente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Discordo plenamente