

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

MARIO HENRIQUE DA SILVA

**CHATBOT COMO FERRAMENTA PARA FACILITAR O ACESSO A INFORMAÇÕES
DAS INSTITUIÇÕES FEDERAIS DE ENSINO: UM ESTUDO DE CASO NO
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO - CAMPUS CACHOEIRO DE
ITAPEMIRIM**

Cachoeiro de Itapemirim

2022

MARIO HENRIQUE DA SILVA

**CHATBOT COMO FERRAMENTA PARA FACILITAR O ACESSO A INFORMAÇÕES
DAS INSTITUIÇÕES FEDERAIS DE ENSINO: UM ESTUDO DE CASO NO
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO - CAMPUS CACHOEIRO DE
ITAPEMIRIM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenadoria do Curso de Sistemas de Informação do
Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Cachoeiro
de Itapemirim, como requisito parcial para a obtenção do
título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Prof.Dr. Eros Estevão de Moura

Cachoeiro de Itapemirim

2022

(Biblioteca do Campus Cachoeiro de Itapemirim)

S586c

Silva, Mario Henrique da.

Chatbot como ferramenta para facilitar o acesso a informações das Instituições Federais de Ensino: um estudo de caso no Instituto Federal do Espírito Santo - campus Cachoeiro de Itapemirim / Mario Henrique da Silva. - 2022.

56 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Eros Estevão de Moura

TCC (Graduação) Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Cachoeiro de Itapemirim, Sistemas de Informação, 2022.

1. Software de aplicação (Chatterbot). 2. Instituto Federal do Espírito Santo . 3. Comunicação e tecnologia. 4. Inovações educacionais. 5. Tecnologia da Informação. I. Moura, Eros Estevão de . II. Título III. Instituto Federal do Espírito Santo.

CDD: 005.1

Bibliotecário/a: Jacqueline Machado Silva CRB-ES nº 640



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CAI - COORDENADORIA DO CURSO TECNICO EM INFORMÁTICA



FOLHA DE APROVAÇÃO-TCC Nº 12/2022 - CAI-CCTI (11.02.18.01.08.02.07)

Nº do Protocolo: 23151.005117/2022-75

Cachoeiro De Itapemirim-ES, 19 de dezembro de 2022.

MARIO HENRIQUE DA SILVA

**CHATBOT COMO FERRAMENTA PARA FACILITAR O ACESSO A INFORMAÇÕES DAS
INSTITUIÇÕES FEDERAIS DE ENSINO: UM ESTUDO DE CASO NO INSTITUTO FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO - CAMPUS CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenadoria de Sistemas de Informação do Instituto Federal do Espírito Santo, campus Cachoeiro de Itapemirim, como requisito parcial para obtenção de título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Aprovado em 14 de dezembro de 2022

COMISSÃO EXAMINADORA

Dr. Eros Estevão de Moura

Instituto Federal do Espírito Santo

Orientador

Dr. Lucas Poubel Timm do Carmo

Instituto Federal do Espírito Santo

Dr. Rafael Vargas Mesquita dos Santos

Instituto Federal do Espírito Santo

(Assinado digitalmente em 19/12/2022 09:34)

EROS ESTEVAO DE MOURA

PROFESSOR DO ENSINO BASICO TECNICO E TECNOLOGICO

CAI-CCTI (11.02.18.01.08.02.07)

Matrícula: 1544710

(Assinado digitalmente em 19/12/2022 09:52)

LUCAS POUBEL TIMM DO CARMO

PROFESSOR DO ENSINO BASICO TECNICO E TECNOLOGICO

CAI-CCSI (11.02.18.01.08.02.13)

Matrícula: 2417426

(Assinado digitalmente em 19/12/2022 09:59)

RAFAEL VARGAS MESQUITA DOS SANTOS

PROFESSOR DO ENSINO BASICO TECNICO E TECNOLOGICO

CAI-CCSI (11.02.18.01.08.02.13)

Matrícula: 1544937

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ifes.edu.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: 12, ano: 2022, tipo: FOLHA DE APROVAÇÃO-TCC, data de emissão: 19/12/2022 e o código de verificação: c698be7dac

Dedico esse trabalho aos meus pais, que sempre acreditaram em mim e principalmente ao Yuri, nome do bot e de um amigo que já se foi.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de iniciar agradecendo a minha mãe e ao meu pai que sempre me apoiaram e incentivaram a continuar os estudos, sempre estiveram ao meu lado, mesmo eu querendo mostrar linhas de código e não entendendo absolutamente nada. Obrigado!

Queria também fazer um agradecimento especial a Carolina Gandine, minha namorada, que esteve comigo nesses momentos finais, presenciando algumas noites sem dormir, estresse e correria para que tudo desse certo no final, que me ajudou a seguir em frente e finalizar esse curso com excelência. Não posso esquecer de agradecer ao Tito e ao Wilson que estavam ali também brigando no meio das minhas pernas, pedindo para que arremessasse alguma coisa ou pedindo algum petisco.

Agradeço ao meu orientador, Eros Moura, por me ajudar e abraçar tanto o tema inicial quanto o tema final desse trabalho de conclusão, obrigado por me acompanhar nessa jornada desde anteprojeto.

Por fim, mas não menos importante, agradeço acima de tudo a Deus por sempre me iluminar e colocar tantas pessoas boas ao meu redor que me ajudaram nessa caminhada, infelizmente não lembrarei de todos, mas algumas delas são os amigos de infância, Antonielly, Felipe Gaspar e Onã, que sempre estiveram ao meu lado, dividindo a casa, risos, alegrias, brigas, esse foi um momento especial e sempre me lembrarei da república em que moramos.

*"Todo mundo que você encontra está lutando
uma batalha sobre a qual você não sabe
nada. Seja gentil. Sempre!"*

Ian Maclaren

RESUMO

A utilização de agentes conversacionais, também chamados de chatbots, se popularizou nos últimos anos, principalmente entre as instituições privadas. Por sua vez, no setor público esta busca por modernização ocorreu de forma menos célere, sendo este processo acelerado pela pandemia decorrente da Covid-19. Apresentamos no presente trabalho o desenvolvimento do Yuri, chatbot criado para facilitar o acesso às informações relativas aos Processos Seletivos e Programas de Assistência Estudantil de Instituições Federais de Ensino, em especial o Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Cachoeiro de Itapemirim, uma vez que esta pesquisa é do tipo estudo de caso. O chatbot Yuri foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação Python, a biblioteca NLTK e o TensorFlow, além da API Keras. Os resultados apontam que o Yuri foi capaz de responder as principais dúvidas suscitadas nos testes de conversação, sendo possível sua utilização na comunicação institucional.

Palavras-chave: Chatbot. Inteligência Artificial. Atendimento ao público.

ABSTRACT

The use of conversational agents, also called chatbots, has become popular in recent years, especially among private institutions. In turn, in the public sector, this search for modernization occurred less quickly, with this process being accelerated by the pandemic resulting from Covid-19. In the present work, we present the development of Yuri, a chatbot created to facilitate access to information regarding the Selection Processes and Student Assistance Programs of Federal Education Institutions, in particular the Federal Institute of Espírito Santo - Campus Cachoeiro de Itapemirim, since this research is of the case study type. The Yuri chatbot was developed using the Python programming language, the NLTK library and TensorFlow, in addition to the Keras API. The results indicate that Yuri was able to answer the main questions raised in the conversation tests, making it possible to use it in institutional communication.

Keywords: Chatbot. Artificial intelligence. Customer Service

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Classificação ampla da NLP	18
Figura 2 – O Neurônio Booleano de McCulloch e implementações de algumas funções booleana	23
Figura 3 – Deep learning	26
Figura 4 – Desenvolvimento de chatbots entre 1966 e 2018	28
Figura 5 – Dashboard do Yuri	39
Figura 6 – Yuri funcionando	40
Figura 7 – Yuri funcionando	41
Figura 8 – Yuri funcionando	41
Figura 9 – Versão mobile do Yuri	42
Figura 10 – Tela principal - painel administrativo	43
Figura 11 – Tela de dados do treinamento - painel administrativo	43
Figura 12 – Tela de mensagens não respondidas - painel administrativo	44
Figura 13 – Tela de configuração - painel administrativo	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Perguntas elaboradas pelo autor	46
Quadro 2 – Perguntas da comunidade interna e externa	46
Quadro 3 – Teste de conversação 1	47
Quadro 4 – Teste de conversação 2	47
Quadro 5 – Teste de conversação 3	48
Quadro 6 – Teste de conversação 4	48
Quadro 7 – Teste de conversação 5	49
Quadro 8 – Teste de conversação 6	49
Quadro 9 – Teste de conversação 7	49
Quadro 10 – Teste de conversação 8	50
Quadro 11 – Teste de conversação 9	50
Quadro 12 – Teste de conversação 10	50
Quadro 13 – Teste de conversação 11	51
Quadro 14 – Teste de conversação 12	51
Quadro 15 – Teste de conversação 13	51

LISTA DE SIGLAS

ANN	Artificial Neural Networks
API	Application Programming Interface
CSS	Cascading Style Sheet
HTML	HyperText Markup Language
IA	Inteligência Artificial
IE	Extração de Informação
Ifes	Instituto Federal do Espírito Santo
JSON	JavaScript Object Notation
NLG	Natural Language Generation
NLP	Processamento de Linguagem Natural
NLTK	Natural Language Toolkit
NLU	Natural Language Understanding
ML	Machine Learning
TA	Tradução automática
TI	Tecnologia da Informação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	15
2.2	LINGUAGEM DE PROCESSAMENTO NATURAL	16
2.3	MACHINE LEARNING	19
2.3.1	Redes Neurais	22
2.3.2	Deep Learning	25
2.4	CHATBOTS	26
2.4.1	Chatbot - Breve Histórico	27
2.4.2	Chatbot - Dias atuais	28
3	METODOLOGIA	31
3.1	TECNOLOGIAS UTILIZADAS	31
3.1.1	Python	32
3.1.2	Natural Language Toolkit - NLTK	32
3.1.3	TensorFlow	32
3.1.4	Keras	33
3.1.5	MongoDB	33
3.2	DESENVOLVIMENTO DO CHATBOT	33
3.3	BASE DE CONHECIMENTO: CRIAÇÃO DAS INTENTS	34
3.4	TREINAMENTO DO CHATBOT	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1	CHATBOT YURI EM FUNCIONAMENTO	39
4.2	PAINEL ADMINISTRATIVO	42
4.3	TESTES DE CONVERSAÇÃO	45
4.3.1	Perguntas base do teste de conversação	45
4.3.2	Resultados dos testes de conversação	46
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
	REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

A utilização de agentes conversacionais, mais comumente chamados de chatbots, tem se popularizado nos últimos anos, indicando uma mudança na relação da sociedade com a informação. Parte dessa mudança, segundo Dias (2019), tem a ver com os avanços das tecnologias no cenário mundial, que levaram a uma outra forma dos indivíduos e instituições se comunicarem, sendo estabelecida uma demanda por atendimento mais célere e de qualidade.

Romero e Lima (2020) explicam que o atendimento no serviço público é uma atividade de grande importância, sendo necessária a qualidade deste serviço em suas formas de tratamento, bem como na identificação das necessidades de seu público-alvo, criando opções diferenciadas de atendimento, elevando a qualidade de seus serviços. Neste sentido, sendo a eficiência um dos princípios constitucionais da Administração Pública, deve o gestor público realizar suas atribuições com presteza, perfeição e rendimento funcional.

No cenário privado, diante de um mercado altamente competitivo, as organizações privadas recorreram rapidamente a soluções tecnológicas que visavam otimizar a comunicação com seus clientes. Por sua vez, no setor público, essa busca por modernização do atendimento ocorreu de forma mais tímida.

Ainda que de forma lenta, Dias (2019) afirma que o setor público já planejava o desenvolvimento e implementação de algumas soluções tecnológicas para modernização na prestação de seus serviços à população. Entretanto, com a pandemia ocasionada pelo novo coronavírus no final de 2019 e início de 2020, a Administração Pública teve que se adaptar de forma célere e forçada a realização de seu atendimento de forma não presencial. Mesmo com o retorno de grande parte das atividades presenciais no ano de 2022, percebeu-se que a cultura de atendimento do usuário alterou-se significativamente (DIAS *et al.*, 2019).

No Instituto Federal do Espírito Santo, por exemplo, conforme informações disponíveis no site institucional, há um indicativo na mudança de comportamento de seu usuário considerando os últimos processos seletivos realizados para ingresso na instituição.

Nos últimos editais publicados, recorrentemente as vagas ofertadas acabaram não sendo preenchidas. Entretanto, não é possível abrir mão da realização de processo seletivo para ingresso na instituição considerando, por exemplo, o previsto no inciso II do art. 44 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (BRASIL, 1996). Da mesma maneira que Carvalho (2022), compreende-se que “[...] o processo de seleção é um procedimento complexo abrangendo uma considerável quantidade de pessoas e regras” (p. 14), o que acaba por gerar inúmeras dúvidas entre os participantes.

Neste mesmo contexto, encontra-se o Programa Nacional de Assistência Estudantil, regulamentado pelo Decreto nº 7.234, de 19/07/2010 (BRASIL, 2010), cuja finalidade é ampliar as condições de permanência dos jovens na educação superior pública federal. No âmbito do Instituto Federal do Espírito Santo, tem-se a Política de Assistência Estudantil, regulamentada pela Resolução do Conselho Superior nº 19/2011, que possui como público alvo os alunos regularmente matriculados em situação de vulnerabilidade social. Desta forma, seus objetivos são promover a Assistência Estudantil, contribuindo para a equidade no processo de formação dos discentes; contribuir para a melhoria das condições econômicas, sociais, políticas, culturais e de saúde dos alunos; e, buscar alternativas para a melhoria do desempenho acadêmico dos estudantes, a fim de prevenir e minimizar a reprovação e evasão escolar (ESPÍRITO SANTO, 2011). O Programa de Assistência Estudantil fornece, por exemplo, auxílio alimentação, auxílio material didático e uniforme, auxílio moradia, auxílio transporte e auxílio internet.

A seleção para o Programa de Assistência Estudantil é feita por meio de Edital, o que acaba, pelos mesmos motivos expostos anteriormente, podendo gerar dúvidas entre os participantes. Além disso, a comunidade externa pode deixar de participar de um processo seletivo para ingresso no Ifes por desconhecer a Política de Assistência Estudantil, tendo em vista que o edital para preenchimento das vagas ofertadas pela instituição não menciona essa possibilidade.

Diante dessa problemática, como um estudo de caso, questiona-se: como o Ifes poderia aperfeiçoar sua forma de comunicação com o cidadão, de modo a atendê-lo 24 horas por dia, facilitando o acesso às informações disponíveis sobre processo seletivo e Política de Assistência Estudantil?

Uma tecnologia que pode atender a esta necessidade é a utilização de agentes conversacionais ou chatbots, considerados ferramentas produtivas, pois facilitam e agilizam a realização de ações, permitindo a redução de custos, viabilizando a padronização de processos de atendimento e automação de ocorrência repetitivas (GADELHA *et al.*, 2019).

Jennifer Demund (2019) menciona em sua pesquisa que, no setor de serviços públicos, o uso de assistentes virtuais ainda é raro, entretanto, recomenda que as organizações estatais implantem agentes virtuais dado seu potencial de redução de custos e melhoria do atendimento. Dessa forma, buscando aperfeiçoar o atendimento nas instituições de ensino federal, o presente trabalho propõe o desenvolvimento de uma solução no formato de assistente virtual (chatbot), cuja função é facilitar o acesso às informações relativas aos Processos Seletivos, bem como às informações sobre o Programa de Assistência Estudantil.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

O campo da Inteligência Artificial (IA) é um dos mais recentes na área das Ciências e Engenharias. Durante toda sua história, o homem buscou (e busca) compreender como o processo de pensamento ocorria e como um ser seria capaz de prever e manipular o mundo ao seu redor. É neste contexto que se situa a IA: além de tentar entender este processo, também possui como objetivo construir entidades inteligentes. Teixeira (2017) explica que a expressão “Inteligência Artificial” pode soar de forma assustadora, principalmente quando o homem se depara com uma máquina que pode fazer aquilo o qual se considerava uma exclusividade do ser humano: “pensar e agir racionalmente, executando tarefas para as quais se supõe que a inteligência seja necessária” (p. 15).

Conforme apontam Russell e Norvig (2013), o trabalho com IA teve início logo após a Segunda Guerra Mundial, com o surgimento dos computadores modernos, recebendo esta nomenclatura no ano de 1956, de modo que deu-se início a uma revolução que gerou grandes influências na psicologia, na linguística e na filosofia, além da ciência da computação. Ainda com relação às origens da IA, Teixeira (2017) explica que

Fazer uma história precisa do desenvolvimento da IA não é tarefa fácil. Isto porque, embora seu aparecimento como disciplina científica só tenha ocorrido a partir da Segunda Guerra Mundial (1939-1945), a ideia de construir uma máquina pensante ou uma criatura artificial que imitasse as habilidades humanas é muito antiga. Os primeiros registros de criaturas artificiais com habilidades humanas têm uma forma mítica ou por vezes lendária, tornando difícil uma separação nítida entre imaginação e realidade. É esta confusão entre mito e realidade e, por vezes, a impossibilidade de distingui-los que faz com que a IA possa ser considerada uma disciplina com um extenso passado, mas com uma história relativamente curta (p. 19).

Vamos nos deter a década de 50, com as inovações trazidas por Alan Turing, matemático inglês que, na tentativa de resolver um problema matemático, criou a chamada máquina de Turing (TEIXEIRA, 2017). Alan Turing propôs o “Teste de Turing” e levantou a seguinte questão: “as máquinas podem pensar?”. De acordo com Russell e Norvig (2013), o teste de Turing foi projetado para fornecer uma definição operacional satisfató-

ria de inteligência, cujo objetivo é testar a capacidade de um computador de convencer um interrogador humano de que é uma pessoa respondendo às suas perguntas.

[...] observamos que programar um computador para passar no teste exige muito trabalho. O computador precisaria ter as seguintes capacidades: processamento de linguagem natural para permitir que ele se comunique com sucesso em um idioma natural; representação de conhecimento para armazenar o que sabe ou ouve; raciocínio automatizado para usar as informações armazenadas com a finalidade de responder a perguntas e tirar novas conclusões; aprendizado de máquina para se adaptar a novas circunstâncias e para detectar e extrapolar padrões (RUSSELL; NORVIG, 2013, p.25)

Lima (2014) salienta que os chatbots se tornaram os programas mais adequados para realizar a tentativa de passar no teste de Turing, tendo em vista simularem a conversação humana. Importante destacar que o teste de Turing está ligado a definição de IA como máquina que age com um ser humano. Além desta definição, existem mais três estratégias para estudo das IA's, quais sejam: pensar como um humano; pensar racionalmente; agir racionalmente (RUSSELL; NORVIG, 2013).

Além disso, temos que um dos ambientes mais importantes para o desenvolvimento de agentes inteligentes é a Internet, ao passo que “os sistemas de IA se tornaram tão comuns em aplicações da Web que o sufixo 'bot' passou a fazer parte da linguagem cotidiana” (RUSSELL; NORVIG, 2013, p.52).

2.2 LINGUAGEM DE PROCESSAMENTO NATURAL

O Processamento de Linguagem Natural, mais conhecido como NLP (do inglês, *Natural Language Processing*), tem como intuito cuidar dos diversos aspectos da comunicação humana no âmbito computacional, como sons, palavras, sentenças e discursos, considerando formatos e referências, estruturas e significados, contextos e usos (GONZÁLEZ; LIMA, 2003). González e Lima (2003) explicam, também, que, de uma forma geral, o NLP tem como objetivo fazer com que o computador se comunique em uma linguagem humana, seja ela o inglês, o espanhol ou o português, por exemplo.

O estudo em processamento de linguagem natural já vem ocorrendo há muitos anos, desde o final da década de 40, em que se teve o primeiro aplicativo relacionado à

computação baseado em linguagem natural, que foi o desenvolvimento da tradução automática (TA). O objetivo inicial com a TA, em 1946, era a quebra dos códigos inimigos na Segunda Guerra Mundial, mas o foi o memorando de Weaver, em 1949, que trouxe a ideia de TA ao conhecimento geral e inspirou vários projetos (LIDDY, 2001).

Liddy (2001) informa que neste período, os trabalhos com tradução automática tinham uma visão muito simplista. O entendimento era que a única diferença entre as línguas eram na ordem das palavras e no seu vocabulário. Portanto, os sistemas desenvolvidos a partir dessa visão eram encarregados de realizar a busca das palavras no dicionário e reorganizá-las. Porém, em 1957, quando Chomsky publicou o livro "*Syntactic Structures*", foi introduzida a ideia de gramática gerativa e o campo da TA teve uma melhora sobre como a linguística conversacional poderia ajudar em seus trabalhos.

Diante da busca e anseio pela evolução, bem como com o desenvolvimento teórico na área, muitos sistemas foram desenvolvidos afim de demonstrar a eficácia dos estudos da linguagem conversacional, como por exemplo: Eliza de Weizenbaum, primeiro chatbot desenvolvido; Parry de Colby; Lunar desenvolvida por Woods assim como outros (LIDDY, 2001).

Bonaccorso (2017) revela que o NLP é um conjunto de técnicas de *machine learning* que nos permite trabalhar com documentos de texto. Aranha (2007) também nos revela que o NLP é um campo da ciência que envolve um conjunto de etapas para analisar textos e elaborar frases em um idioma humano, etapas essas que para Khurana et al. (2017) são divididas em 5, quais sejam: a Análise Morfológica¹; a Análise Sintática²; a Análise Semântica³; a Análise Pragmática⁴; e a Análise Fonológica⁵.

¹ É específica da formação de palavras e que visa entender a composição das palavras.

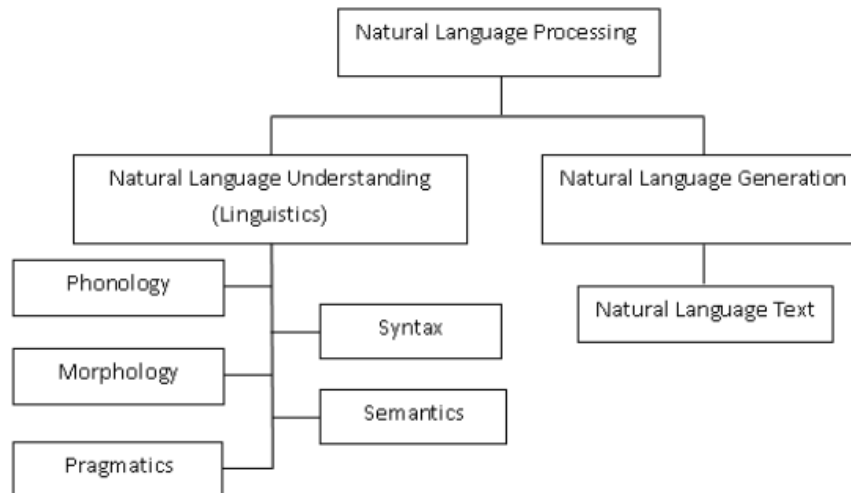
² Faz a análise completa de cada frase dita ou escrita na conversação.

³ Busca compreender o significado da frase em questão.

⁴ Fica por conta do entendimento da frase.

⁵ É referente ao som.

Figura 1 – Classificação ampla da NLP



Fonte: KHURANA et al., 2017, p.2.

Estas etapas se encontram dentro do NLU (do inglês, *Natural Language Understanding* ou Compreensão da Linguagem Natural) que é uma sub-área do NLP, junto com o NLG (*Natural Language Generation* ou Geração de Linguagem Natural). Ragazzo e Ribeiro (2022) expõem que o NLU inclui uma grande quantidade de tarefas, tais como a vinculação textual, respostas a perguntas, avaliação de similaridades e a capacidade de aprender com o texto bruto, que é de suma importância para aliviar a dependência do aprendizado supervisionado no NLP.

Aranha (2007) ainda relata que existem técnicas para essas análises de textos que são usadas no estágio de pré-processamento de forma a melhorar a representação do texto e aproveitar mais o conteúdo. Pré-processamento este que

[...] consiste em um conjunto de transformações realizadas sobre alguma coleção de textos com o objetivo de fazer com que esses passem a ser estruturados em um representação atributo-valor. De modo geral, a etapa de pré-processamento tem por finalidade melhorar a qualidade dos dados já disponíveis e organizá-los. As ações realizadas na etapa de pré-processamento de dados visam prepará-los para serem submetidos a algum algoritmo de indexação (ARANHA, 2007, p.42)

Além das etapas citadas acima, o NLP também possui técnicas para análise de textos, que buscam reforçar e aumentar a precisão da análise, sendo algumas destas:

- Tokenização que é responsável por segmentar as palavras, ficando encarregada por quebrar a sequência de caracteres e determinar o começo e o fim das palavras, por exemplo a frase: "O jogador, que está de camisa verde, marcou o gol da vitória.", ficaria [O] [jogador] [,] [que] [está] [de] [camisa] [verde] [,] [marcou] [o] [gol] [da] [vitória] [,] (ARANHA, 2007).
- Remoção das stop words, utilizada para reduzir a quantidade de termos (palavras) processados, de modo a eliminar termos desnecessários para o processamento, tais como artigos, conjunções, preposições (FERREIRA, 2019).
- Stemming, que consiste na normalização da palavra, ficando incumbido de reduzir a palavra na sua forma base, por exemplo palavras com "trabalham", "trabalhando", "trabalhar" seria reduzida para "trabalh"(FERREIRA, 2019).
- Normalização, que é responsável pela correção de erros ortográficos e tipográficos comuns em uma determinada consulta do usuário.
- Lematização, que tem como vantagem compreender mais a intenção do usuário. Busca substituir as diversas formas de representação das palavras pela forma primitiva, por exemplo, a palavra livro que é o radical das palavras "livros" e "livraria" (ARANHA, 2007).

Liddy (2001) salienta que o NLP fundamenta de forma teórica a implementação de diversas aplicações e qualquer aplicação que utilize texto é candidata ao NLP. Algumas aplicações que utilizam o NLP são: tradução automática, sumarização, recuperação de informações, extração de informação (IE), respostas a perguntas e sistemas de diálogo (LIDDY, 2001). Por fim, Ragazzo e Ribeiro (2022) compreendem que o NLP é o resultado dos estudos entre a Inteligência Artificial e o estudo da Linguística.

2.3 MACHINE LEARNING

Para Silva (2019), o *machine learning* é um sub-campo da Inteligência artificial, que surgiu dentro da ciência da computação, envolvendo o estudo da construção de sistemas capazes de aprender. Porém, o que é exatamente aprender? Bonaccorso (2017) explica que aprender é "a capacidade de mudar de acordo com estímulos externos e

lembrar-se principalmente de todas as experiências anteriores”. Deste modo, o aprendizado de máquinas ou *machine learning* é uma forma da engenharia abordar técnicas que visam aumentar e melhorar, por meio de modelos matemáticos que possam ser treinados uma única vez ou continuamente, a capacidade de se reorganizar e avaliar qual é a melhor decisão a ser tomada. Por fim, Simon, Annina e Deo (2016) nos trazem que a definição de ML é

[...] um campo da ciência da computação que evoluiu do estudo do reconhecimento de padrões e da teoria do aprendizado computacional em inteligência artificial. É o aprendizado e a construção de algoritmos que podem aprender e fazer previsões sobre conjuntos de dados. Esses procedimentos operam pela construção de um modelo a partir de entradas de exemplo para fazer previsões ou escolhas baseadas em dados, em vez de seguir instruções firmes e estáticas do programa. (SIMON *et al.*, 2016, p.1)

Uma das áreas que o ML também tem investido bastante é no aprendizado automático, com o intuito de resolver problemas no pré-processamento de textos, tais quais: etiquetagem morfosintática, identificação de sintagmas nominais básicos e análise sintática parcial

Russell e Norvig (2014) explicam que no *machine learning* existem agentes que são entidades de software capazes de agir e ter percepções do ambiente por meio de sensores e atuadores. Também explicam que um agente está aprendendo quando seu desempenho melhora ao observar o mundo. Além disso, Russell e Norvig (2013) nos indicam que existem três principais tipos de aprendizagem:

- Aprendizagem não supervisionada: "esta abordagem de aprendizado se baseia na ausência de qualquer supervisor" (BONACCORSO, 2017, p.12). O aprendizado não supervisionado é útil quando é preciso aprender como um conjunto de elementos pode ser agrupado. Portanto, os dados de entrada são analisados e agrupados de acordo com a proximidade de seus valores. Aplicativos que utilizam aprendizado não supervisionado:
 - Segmentação de objetos (por exemplo: usuários, produtos, filmes, músicas e assim por diante);

- Detecção de semelhança;
 - Rotulagem automática;
- Aprendizagem supervisionada: É o tipo de treinamento em que existe um supervisor que tem como principal objetivo fornecer ao agente um conjunto de pares, ou seja, entrada e saída esperada. Baseado nessas informações, o agente consegue corrigir seus parâmetros de modo a reduzir a quantidade de erros. Com isso, a cada iteração de treinamento, a precisão geral aumenta e a diferença entre o valor previsto e o esperado vai se reduzindo. Neste modelo de aprendizado o objetivo é também treinar o sistema com amostras nunca vistas antes, desenvolvendo, deste modo, no sistema a capacidade de generalização e, portanto, contornando um problema comum chamado de *overfitting* (BONACCORSO, 2017). Os aplicativos comuns que utilizam o aprendizado supervisionado são:
 - Análise preditiva baseada em regressão ou classificação categórica;
 - Detecção de spam;
 - Detecção de padrão;
 - Processamento de linguagem natural (NLP);
 - Análise de sentimentos;
 - Classificação automática de imagens;
 - Processamento automático de sequência (por exemplo: música ou fala);
 - Aprendizagem por reforço: O aprendizado por reforço é baseado em feedback. Mesmo que não haja um supervisor real, este feedback é fornecido pelo ambiente. Porém, no aprendizado por reforço, a informação é mais qualitativa e não ajuda o agente a determinar uma medida precisa de seu erro. Neste tipo de aprendizagem, o feedback é dividido em duas categorias, quais sejam: recompensa, que é um feedback positivo, e a penalidade, feedback negativo. Portanto, este tipo de aprendizado se baseia na ideia de que o agente sempre vai perseguir os melhores objetivos, ou seja, feedbacks que o favoreçam mais. O aprendizado por reforço é ideal quando o ambiente é incerto, quando ele não é totalmente determinístico, em que é impossível ter uma medida precisa do erro (BONACCORSO, 2017).

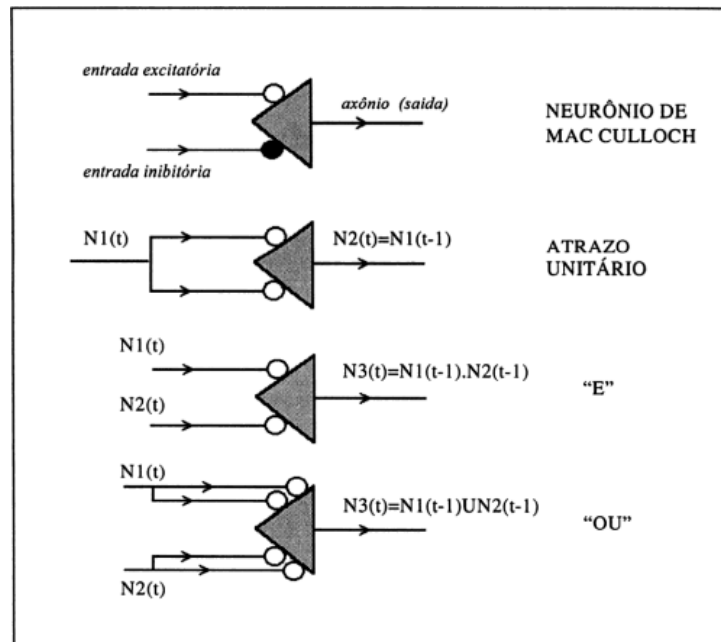
Prosseguindo com a ideia de aproximar ainda mais o *Machine Learning* do seu objetivo principal, que é simular a inteligência humana, originou-se o *Deep Learning* ou Aprendizado Profundo. O *Deep Learning*, segundo Sejnowski (2020) "é um ramo do aprendizado de máquina que tem suas raízes na matemática, na ciência da computação e na neurociência", em que ele se baseia em um conjunto de algoritmos que buscam modelar suas abstrações dos dados, usando grafos e utilizando várias camadas de processamento.

Simon, Annina e Deo (2016) complementam esta ideia relatando que o aprendizado profundo ganhou forças em meados dos anos 2000 e sua origem se deu no *Neocognitron*, que é uma *Artificial Neural Networks* (ANN - Redes Neurais Artificiais), criada por Kunihiko Fukushima, em 1980.

2.3.1 Redes Neurais

A história da computação baseada nas Redes Neurais Artificiais teve sua origem em 1943, quando McCulloch e Walter Pitts, influenciados pelos avanços das propriedades eletrofisiológicas dos neurônios humanos e nos resultados alcançados por Turing e Neumann, que indicavam que a natureza vital da inteligência era booleana, desenvolveram um modelo lógico-matemático e publicaram um artigo intitulado "*A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity*" (KOVÁCS, 2002). O modelo proposto por McCulloch e Walter Pitts, visando simular um neurônio, consistia em um dispositivo binário de n entradas, com pesos diferentes, de modo que, para chegar sua saída, realizava a soma ponderada das entradas, podendo resultar em ser pulso ou não pulso (KOVÁCS, 2002), conforme podemos observar na figura a seguir:

Figura 2 – O Neurônio Booleano de McCulloch e implementações de algumas funções booleanas



Fonte: KOVÁCS, 2002, p.28.

Antes de falarmos sobre as Redes Neurais Artificiais ou *Artificial Neural Networks*, é preciso falar do cérebro, modelo que serve de inspiração para sua concepção. De acordo com Haykin (2001), o cérebro pode ser entendido como um grande sistema de processamento de informação, tal qual um computador, de modo que nossos olhos e ouvidos, por exemplo, seriam os inputs e nossos neurônios ficariam encarregados de realizar o processamento das informações.

Entretanto, diferente de um computador, nossos neurônios estão em constante evolução, que se dão de acordo com nossas experiências e interações com o meio em que vivemos. Nesse sentido, Haykin (2001) explica que esse desenvolvimento dos neurônios seria sinônimo de um cérebro plástico e que essa plasticidade permitiria que o nosso sistema nervoso consiga se adaptar e evoluir. Dessa forma, Haykin (2001) conceitua a rede neural como

[...] um processador maciçamente paralelamente distribuído constituído de unidades de processamento simples, que têm a propensão natural para armazenar conhecimento experimental e torná-lo disponível para o uso. Ela se assemelha ao cérebro em dois aspectos:

1. O conhecimento é adquirido pela rede a partir de seu ambiente através de um processo de aprendizagem.

2. Forças de conexão entre neurônios, conhecidas como pesos sinápticos, são utilizadas para armazenar o conhecimento adquirido.
(HAYKIN, 2001, p.28).

O processo de aprendizagem é realizado por meio de um algoritmo de aprendizagem, que tem como função, conforme explica Haykin (2001), “[...] alterar os pesos sinápticos da rede de uma forma ordenada para alcançar um objetivo de projeto desejado” (p. 28). Nesse sentido, Barbosa (2020) complementa que o programa aprende a realizar uma tarefa a partir de uma amostra de treinamento. Assim,

Durante a fase de aprendizagem, são repassadas amostras para o programa com a devida classificação. O programa então analisa as amostras e procura padrões a fim de distinguir cada elemento da imagem. Uma vez treinado, o programa será capaz de identificar outros elementos da mesma categoria de um elemento que nunca havia visto antes, com base nos padrões identificados na fase de treinamento (p. 14).

Ao tratar dos benefícios das redes neurais, Haykin (2001) apresenta as seguintes propriedades úteis e capacidades: a) não-linearidade; b) mapeamento de entrada-saída; c) adaptabilidade; d) resposta a evidências; e) informação contextual; f) tolerância a falhas; g) implementação em VLSI; h) uniformidade de análise e projeto, e; i) analogia neurobiológica. Em relação a esta última propriedade, Haykin (2001) coloca que a arquitetura de uma rede neural motiva-se pela analogia com o cérebro. Nesta mesma linha de pensamento, Barbosa (2020) explica que

Redes neurais recebem esse nome pois utilizam uma rede de nós interconectados, de forma similar aos neurônios em nosso cérebro. Os nós são dispostos em camadas e a informação sempre flui em um único sentido, ou seja, um dado nó pode estar conectado a múltiplos nós da camada anterior e a múltiplos nós da camada posterior. Tal nó, usualmente, receberá informações de um nó da camada anterior e sempre passará a informação para um nó da camada posterior. Para cada conexão de entrada do nó, é estabelecido um valor de peso para aquela conexão. O pacote que transita pela rede neural contém um número, que é a soma do produto dos pesos das conexões que ele passou. Quando um nó recebe um pacote, ele lê esse número e multiplica pelo peso da conexão por onde o pacote chegou. A multiplicação é realizada para todas as conexões por onde o nó recebeu o pacote e o resultado é somado ao valor original e definido como valor do pacote. Caso o valor obtido esteja abaixo de um determinado limite, o nó descarta o pacote. Caso esteja acima, o nó dispara o pacote para todas as suas conexões de saída. (p. 15).

Este procedimento é realizado na etapa de treinamento, momento em que as conexões receberão pesos aleatórios. Barbosa (2020) explica que conforme essas amostras de treinamento vão sendo encaminhadas para a rede, os pesos são ajustados, objetivando entregar saídas com padrões similares. Dessa forma, tem-se que “[...] a amostra original não pode ser muito pequena, pois, nesse caso, não haveria elementos suficientes para o correto balanceamento dos pesos [...]” (BARBOSA, 2020, p.15), resultando em um processamento da rede com baixo grau de precisão.

De acordo com Barbosa (2020), uma rede neural típica possui três camadas, quais sejam: entrada, camada oculta e saída. Para os casos em que a rede possui mais de uma camada oculta, ela também pode ser considerada uma *deep learning*, conforme será abordado no tópico a seguir.

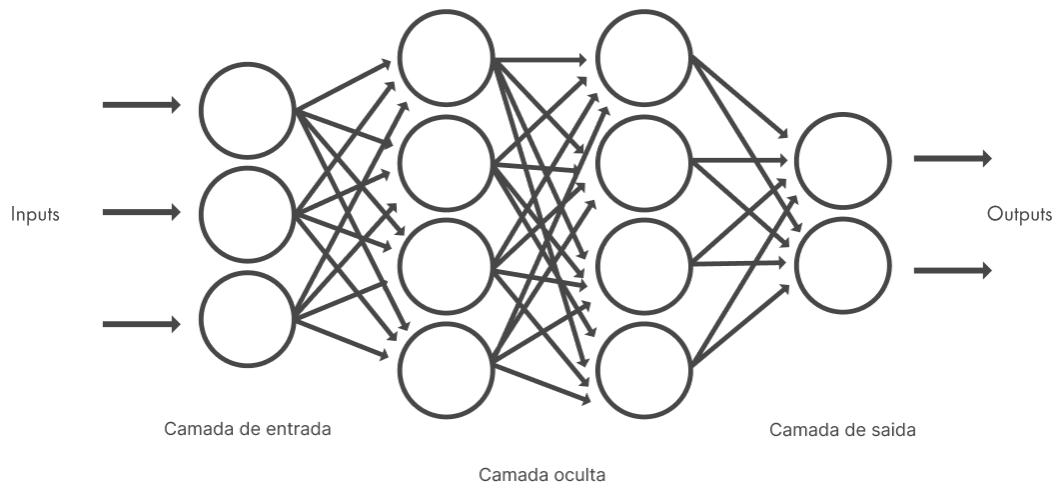
2.3.2 Deep Learning

O *Deep Learning*, também chamado de aprendizagem profunda, é considerado por Hosaki e Ribeiro (2021) como a principal técnica de *Machine Learning* para solução de problemas. Nesse sentido, as técnicas de aprendizado profundo se apresentam como “[...] um conjunto de métodos para analisar sinais como áudio e fala, conteúdos visuais, incluindo imagens e vídeos, e ainda conteúdo textual” (PONTI; COSTA, 2017, p.64). Com o intuito de compreender melhor o modo como o *Deep Learning* funciona, a *Data Science Academy* (2022) trouxe a seguinte explicação:

Deep Learning usa camadas de neurônios matemáticos para processar dados, compreender a fala humana e reconhecer objetos visualmente. A informação é passada através de cada camada, com a saída da camada anterior fornecendo entrada para a próxima camada. A primeira camada em uma rede é chamada de camada de entrada, enquanto a última é chamada de camada de saída. Todas as camadas entre as duas são referidas como camadas ocultas. Cada camada é tipicamente um algoritmo simples e uniforme contendo um tipo de função de ativação (p. 2).

Deste modo, temos que a aprendizagem profunda baseia-se em redes neurais, sendo utilizada para aperfeiçoar o aprendizado de máquina, considerando sua capacidade para aumentar o nível de detalhe da informação (CARES; CAMOLESI, 2017). A figura abaixo ilustra o funcionamento do *Deep Learning*.

Figura 3 – Deep learning



Fonte: o próprio autor, 2022.

Para Hosaki e Ribeiro (2021) , as razões mais importantes para a atual notoriedade do *deep learning* são: “[...] o aperfeiçoamento da capacidade de processamento de chips, crescimento do tamanho dos dados usados em treinamentos e os avanços atuais em pesquisas em aprendizagem de máquina e processamento de sinais” (p. 3). A Data Science Academy (2022) complementa esta ideia destacando que com a aprendizagem profunda é possível construir sistemas inteligentes, aproximando-se da criação de uma IA que seja totalmente autônoma, de modo a gerar impacto em todos os segmentos da sociedade.

2.4 CHATBOTS

Ragazzo e Ribeiro (2020) definem chatbot como um serviço sustentado por regras. Adamopoulou e Moussiades (2020) complementam essa definição e trazem que os chatbots também podem ser típicos sistemas de Inteligência Artificial (IA). Sua utilização evoluiu rapidamente nos últimos anos, de modo que os chatbots podem ser conceituados como

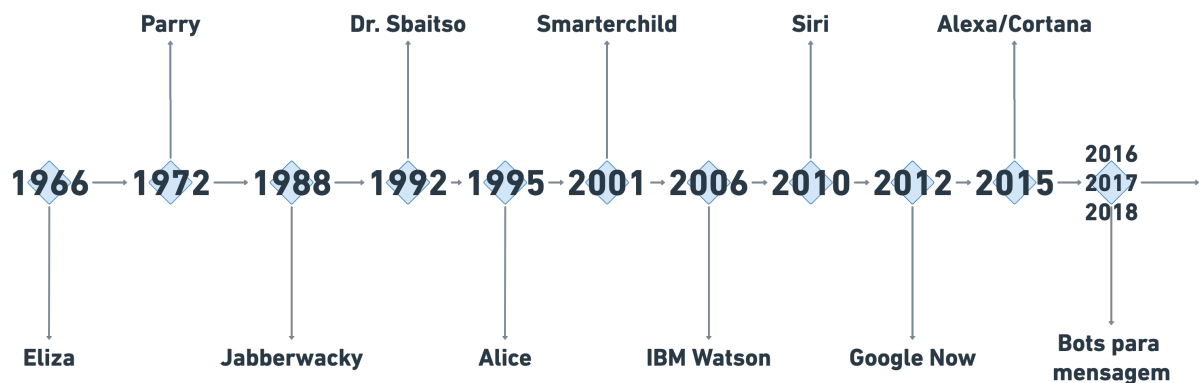
[...] programas computacionais que têm como objetivo propiciar aos usuários uma interface de conversação semelhante às salas de bate-papo textual, utilizando recursos de processamento da linguagem natural e inteligência artificial, simulando um ser humano em conversação com os seus usuários (GADELHA *et al.*, 2019, p.14)

Para Gadelha (2019), a presença de tecnologias que utilizam técnicas de Inteligência Artificial (IA), estão cada vez mais presentes no dia a dia da sociedade. Neste sentido, tem-se que chatbots baseados em IA “são capazes de entender a linguagem natural e não somente os comandos predefinidos, desenvolvem inteligência à medida que interagem com os usuários” (CORREA; VIANA; TELES, 2021, p.4), possibilitando ao usuário ter conversas mais ricas e engajadas. Para que esse desenvolvimento ocorra, determinados elementos são fundamentais no funcionamento dos chatbots baseados em IA, tais como os algoritmos de aprendizado de máquina e o processamento de linguagem natural.

2.4.1 Chatbot - Breve Histórico

Em 1966, o professor Josep Weizenbaum, no Massachusetts Institute of Technology (MIT), desenvolveu o primeiro programa considerado como chatbot, que recebeu o nome de Eliza, cujo objetivo era simular uma conversa com uma psicóloga virtual (LIMA, 2014). Por meio de técnicas semelhantes, em 1971, Stanford Kenneth Colby desenvolveu um novo chatbot chamado Parry. Em 1988, Rollo Carpenter programou o robô Jabberwacky. Em 1995, foi desenvolvido o chatbot Alice (*Artificial Linguistic Internet Computer Entity*), por Richard Wallace, que ganhou o Prêmio Loebner, um teste de Turing anual, nos anos de 2000, 2001 e 2004. Adamopoulou e Moussiades (2020) salientam que os chatbots, como SmarterChild, desenvolvido em 2011, foram elaborados e disponibilizados por meio de aplicativos de mensagens. O próximo passo foi a criação de assistentes pessoais virtuais, como Apple Siri, Microsoft Cortana, Amazon Alexa, Google Assistant e IBM Watson. Na figura abaixo, demonstra-se o histórico do desenvolvimento dos chatbots:

Figura 4 – Desenvolvimento de chatbots entre 1966 e 2018



Fonte: desenvolvido pelo autor.

2.4.2 Chatbot - Dias Atuais

De acordo com Maciel (2019), as pesquisas que possuem como alvo a interação usuário-sistema, por meio da comunicação em linguagem natural usando interfaces computacionais, vêm crescendo de forma considerável. Isso ocorre pois o tempo passou a ser mais valorizado, culminando numa mudança no mercado, levando as empresas a utilizarem ferramentas mais inteligentes, que estabelecessem uma comunicação imediata e eficiente com seus clientes (CORREIA, 2019).

É nesse cenário que o uso de chatbots se popularizou, uma vez que “em uma era com tendências globalizantes, a informação é primordial e excessivamente veloz para qualquer tipo de negócio ou situação” (GADELHA *et al.*, 2019, p.4). Em relação ao conceito de chatbots, Lima (2014) traz a seguinte definição:

Chatbots ou agentes conversacionais são programas computacionais que têm como objetivo propiciar aos usuários uma interface de conversação semelhante às salas de bate-papo textual e on-line na forma síncrona. Para isso, eles usam recursos de processamento da linguagem natural humana e de inteligência artificial para simular um ser humano em conversação com os seus usuários, respondendo e fazendo perguntas de tal forma que seu interlocutor tenha a impressão de estar dialogando com outra pessoa (LIMA, 2014, p.36)

A programação de um chatbot é feita de forma a propiciar a “troca de informações entre esse sistema e o usuário usando-se a linguagem natural do dia a dia ou, especifica-

mente a linguagem natural humana” (LIMA, 2014, p.38). Portanto, apresenta-se como uma ferramenta de Processamento de Linguagem Natural (NLP).

Gadelha (2019) vê como uma das principais vantagens dos chatbots a sua capacidade de fornecer respostas instantâneas às perguntas, não tendo necessidade de descanso, férias e por possuírem disponibilidade de 24 horas por dia, 7 dias por semana em 365 dias por ano. Além disso, Adamopoulou e Moussiades (2020) complementam que a redução nos custos de atendimento ao cliente, bem como a capacidade de lidar com muitos usuários ao mesmo tempo são alguns dos motivos pelos quais os chatbots se tornaram tão populares nos grupos empresariais. Já Ferreira e Uchôa (2006) trazem que a principal desvantagem de um chatbot é que, por este ser um programa de computador, não é capaz de pensar e aprender da mesma forma que um ser humano. Portanto, “como a quantidade de sentenças que um ser humano pode produzir é praticamente infinita, dificilmente um software será capaz de lidar com todos os tipos de *input* fornecido pelos usuários” (FERREIRA, 2008, p.22).

Com o aumento da busca e da pesquisa que possuem como alvo a interação usuário-sistema citado por Maciel (2019), os chatbots evoluíram e passaram a ser subdivididos em duas modalidades: os mais simples, feitos com base em regras e os mais complexos, que utilizam inteligência artificial. Os chatbots mais simples, conforme explica Correia (2019), funcionam por comandos específicos ou por meio de identificação de palavras-chave, assim como Eliza, o primeiro chatbot desenvolvido. Dessa forma, se o usuário utilizar palavras que são desconhecidas para o programa, este não saberá responder aos questionamentos realizados. Por sua vez, os chatbots mais complexos aprendem e entendem a linguagem natural, passando a analisar a linguagem no decorrer do diálogo e com a passagem do tempo e maior utilização, vão evoluindo e melhorando sua precisão de retorno (CORREIA, 2019). A inteligência artificial desses chatbots é ativada por meio de *Machine Learning* (Aprendizado de Máquina), que está ligada a “capacidade das máquinas aprenderem e identificarem padrões sem terem que estar programadas com regras específicas” (CORREIA, 2019, p.31).

Adamopoulou e Moussiades (2020) em “*Machine Learning with Applications*” salientam que os chatbots que utilizam a abordagem de aprendizado das máquinas, ao contrário

dos baseados em regras, extraem o conteúdo da entrada dos usuários usando o processamento de linguagem natural (NLP), assim, usufruindo da capacidade de aprendizado, conforme a conversa com o usuário vai se desenrolando.

3 METODOLOGIA

O presente capítulo descreve os materiais e métodos utilizados neste trabalho. Trata-se de uma pesquisa do tipo estudo de caso, uma vez que se “[...] concentra no estudo de um caso particular, considerado representativo de um conjunto de casos análogos, por ele significativamente representativo” (SEVERINO, 2017, p. 92). Deste modo, com o intuito de aperfeiçoar o atendimento nas instituições de ensino federais, desenvolveu-se uma solução em formato de assistente virtual (chatbot), sendo realizado um estudo de caso no Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Cachoeiro de Itapemirim.

Para a coleta dos dados, utilizou-se os documentos disponíveis na página eletrônica do Instituto Federal do Espírito Santo, tais como editais, resoluções, notícias, dentre outros. Além disso, também foi feita a coleta de dados com os membros da Comissão do Processo Seletivo para ingresso no Campus Cachoeiro de Itapemirim, sendo cedidas pelos mesmos, as conversas realizadas via whatsapp institucional contendo as principais dúvidas da comunidade externa, que foram essenciais para criação das intenções do usuários, que são chamadas de *intents*, e treinamento do bot.

As seções que compõem este capítulo tratam das tecnologias utilizadas para o desenvolvimento do chatbot (3.1), as *intents* que integram o chatbot (3.2), a etapa de treinamento do chatbot (3.3).

3.1 TECNOLOGIAS UTILIZADAS

Nesta seção apresentamos as tecnologias e ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do chatbot, descrevendo de forma breve algumas de suas características. Para a elaboração do assistente virtual foi utilizada a linguagem de programação Python. Utilizou-se, também, a NLTK no processamento das informações, bem como a biblioteca Tensorflow e a API Keras para a construção da rede neural e treinamento do bot. No front-end foram usadas as tecnologias de HTML, CSS, além da linguagem de programação Javascript, no backend foi utilizado o Flask que é uma biblioteca do Python, além da linguagem de programação Javascript. Para o armazenamento dos dados foi utilizado o MongoDB.

3.1.1 Python

O código foi desenvolvido utilizando a linguagem Python (versão 3.10.2). Melo (2020) define o Python como “[...] uma linguagem de programação de alto nível, ou seja, com sintaxe mais simplificada e próxima da linguagem humana, utilizada nas mais diversas aplicações [...]” (p. 1). Lançado no início da década de 90, é uma linguagem de programação orientada a objetos e caracteriza-se pela possibilidade de escrever um requisito com menos linhas de código que seriam necessárias em outras linguagens. Possui código aberto e utilização gratuita e serve de base para muitos projetos de inteligência artificial (MELO, 2020).

3.1.2 Natural Language Toolkit - NLTK

A Natural Language Toolkit, conhecida por NLTK, é uma biblioteca desenvolvida na Universidade da Pennsylvania para tratamento de dados, disponível em linguagem Python. Fernandes e Rodrigues (2020) explicam que a NLTK oferece ferramentas que são necessárias para um bom pré-processamento de texto, sendo estas as Stopwords⁶, Lemmatização e Stemmatização⁷, Tokenização⁸ com `word_tokenize` e `sent_tokenize` e função completa⁹.

3.1.3 TensorFlow

A biblioteca TensorFlow é uma plataforma de código aberto especializada em redes neurais profundas, que foi desenvolvida pela Google e oferece métodos e algoritmos para aprendizado de máquina e inteligência artificial. Barbosa (2020) aponta que uma de suas grandes vantagens é a portabilidade, uma vez que é possível executar o código diretamente no navegador e em nuvem, com capacidade de atender projetos que demandem grande necessidade de processamento. Utilizou-se no presente trabalho a versão 2.11 do TensorFlow para realizar a codagem do chatbot.

⁶ São consideradas palavras irrelevantes na abordagem de NLP, cuja remoção é positiva para a análise textual, tais como preposições e artigos.

⁷ Reduzem todas as formas de texto, colocando-os à sua raiz. Ao lematizar, o verbo chorando seria chorar e ao stemmatizar teríamos chora.

⁸ Transforma elementos do texto em strings dentro de uma lista.

⁹ Selecionar apenas letras para que pontuações não interfiram na análise de texto

3.1.4 Keras

O Keras é uma API de *deep learning* (aprendizado profundo), escrito em Python e que visa simplificar o processo de codificação de redes neurais. Ao tratar de suas vantagens, Barbosa (2020) coloca como principais benefícios: (i) ampla adoção pela indústria e grande comunidade de utilizadores, facilitando a busca por informações e o esclarecimento de dúvidas; (ii) suporte a múltiplas GPUs e treinamento distribuído, tornando as soluções escaláveis; (iii) parte de um grande ecossistema de soluções de aprendizado de máquina, garantindo que a solução será compatível com outras plataformas, como o TensorFlow. Foi utilizada a versão 2.11 do Keras para criação da rede neural no presente trabalho.

3.1.5 MongoDB

O MongoDB é conceituado por Kovacs (2021) como um banco de dados orientado a documentos que possui código aberto, categorizado como NoSQL, tendo em vista que seu armazenamento e recuperação de dados não ocorre no formato de tabelas. O MongoDB contém coleções e as informações são armazenadas por meio de um processo mais fluido e independente, de modo que os elementos possuem identificações únicas (KOVACS, 2021).

3.2 DESENVOLVIMENTO DO CHATBOT

Um passo essencial no desenvolvimento de um chatbot que vise o atendimento ao público, é que o usuário sinta como se estivesse conversando com um ser humano do outro lado da tela. Desta forma, para que o bot tenha um tom mais humanizado, é preciso dotá-lo de uma personalidade. Para isso, primeiramente é preciso dar-lhe um nome. Neste trabalho, objetivando homenagear um amigo próximo e ex-aluno do Ifes, que já não se encontra entre nós, nomeou-se este chatbot como Yuri.

Além disso, em todos os atendimentos o bot precisa ser educado e cordial, enviando mensagens para saudações e despedidas. Tendo como base o trabalho de Silva (2020), pensou-se no seguinte fluxo de funcionamento do chatbot para atendimento ao usuário:

- O profissional de TI deve desenvolver o chatbot, criando a base de conhecimento e regras de conversação, tornando-o pronto para utilização.
- O usuário acessa o chatbot via navegador e inicia o diálogo com o bot.
- O sistema consulta sua base de conhecimento para que possa responder o usuário.
- O sistema identifica a intenção do usuário na base de conhecimento e retorna com o texto de resposta.
- O chatbot, após responder o usuário, aguarda que este o responda para prosseguir com o atendimento.
- Quando o chatbot não consegue responder a demanda do usuário, retorna com uma mensagem padrão de não entendimento, orientando que entre em contato pelo e-mail da instituição.
- O chatbot salva a mensagem que não pode ser respondida no banco de dados para que o operador possa analisá-la.
- No painel administrativo, o operador cadastra a solução para a mensagem não contemplada e vai aperfeiçoando o bot.

A primeira etapa para o desenvolvimento do chatbot é identificar as possíveis entradas e elaborar as possíveis saídas para o usuário. Em seguida, essas informações passam pelo processo de lapidação dos dados e são lançadas na rede neural para ser efetuado o treinamento. Ao final do treinamento, o bot é testado, com o intuito de descobrir possíveis falhas e proceder com as devidas correções.

3.3 BASE DE CONHECIMENTO: CRIAÇÃO DAS INTENTS

As *intents* são conceituadas por Komka (2020) como a intenção ou motivação do usuário, sendo estas utilizadas para guiar o sistema ao caminho relevante. A definição das *intents* ficam a cargo do desenvolvedor, sendo uma das etapas mais importantes na construção do chatbot, uma vez que são elas que determinam a compreensão do assistente virtual sobre determinados assuntos (OLIVEIRA, 2018).

Conforme mencionado anteriormente, as principais fontes de dados para a criação das *intents* do chatbot deste trabalho foram os documentos institucionais do Ifes, tais como editais e resoluções, além dos diálogos estabelecidos pela comunidade externa com a Comissão do Processo Seletivo para ingresso no Campus Cachoeiro de Itapemirim.

As *intents* foram formatadas, inicialmente, em formato JSON. Para criá-las, foram geradas diversas coleções, que tinham como atributo a tag, os patterns, os *responses* e o *content_set* ou *content_filter*. A tag tem como função identificar de uma forma legível para o administrador o que é aquela *intent*, os *patterns* ficam com a representação das possíveis entradas do usuário, os *responses* são as possíveis respostas propostas pelo administrador do bot, o *content_set* ou *content_filter* são para auxiliar o gerenciamento do contexto da conversa com o usuário, possibilitando a criação de contexto daquela conversa. O código abaixo apresenta um exemplo de *intent* criada.

```
1 {
2   "intents": [
3     {
4       "tag": "saudacaoInformal",
5       "patterns": ["Oi", "Ei", "Tem alguém aí?", "Olá", "Opa"],
6       "responses": ["Ei, como posso te ajudar? \n \n Atualmente eu sei sobre Processo Seletivo, Auxílio Estudantil e algumas informações básicas", "Olá, obrigado pela visita, como posso te ajudar? \n \n Atualmente eu sei sobre Processo Seletivo, Auxílio Estudantil e algumas informações básicas", "Olá, em que posso te ajudar? \n \n Atualmente eu sei sobre Processo Seletivo e Auxílio Estudantil, Auxílio Estudantil e algumas informações básicas"],
7       "context_set": ""
8     }
9   ]
10 }
```

3.4 TREINAMENTO DO CHATBOT

O processo de treinamento do chatbot compreende a lapidação dos dados, o treinamento da rede e o armazenamento das informações. Com base nas *intents* criadas, os dados passam pelo processamento da biblioteca NLTK, sendo tokenizadas, conforme código abaixo.

```

1 [ 'Oi ' ]
2 [ 'Ei ' ]
3 [ 'Tem', 'alguém', 'aí', '?' ]
4 [ 'Olá ' ]
5 [ 'Opa ' ]
6 [ 'Tchau ' ]
7 [ 'Até', 'logo ' ]
8 [ 'Adeus ' ]
9 [ 'Obrigado ' ]
10 [ 'Muito', 'obrigado', '! ' ]
11 [ 'Obrigado', 'pela', 'ajuda ' ]
12 [ 'Tudo', 'bem', '?' ]
13 [ 'Tb', '?' ]
14 [ 'Tudo', 'okay', '?' ]
15 [ 'Você', 'está', 'bem', '?' ]
16 [ 'To', 'bem', 'também' ]
17 [ 'Estou', 'bem', 'também' ]
18 [ 'tudo', 'bem', '! ' ]

```

Feita a tokenização, passam-se para os processos de stemmatização e remoção das pontuações. Este procedimento está ilustrado no código a seguir:

```

1 [ 'oi', 'ei', 'tem', 'alguém', 'aí', 'olá', 'op', 'tchau', 'até',
2 'logo', 'ade', 'obrigado', 'muito', 'obrigado', 'obrigado', 'pel',
3 'ajud', 'tudo', 'bem', 'tb', 'tudo', 'okay', 'você', 'está', 'bem',
4 'to', 'bem', 'também', 'estou', 'bem', 'também', 'tudo', 'bem',
5 'informaçõ', 'básicas', 'informaco', 'básicas', 'informaçõ',
6 'basica', 'informaco', 'basica', 'me', 'fal', 'sobr', 'o', 'if', '-',
7 'camp', 'cachoeiro', 'quero', 'sab', 'sobr', 'o', 'if', 'sim', 'me',

```

```

8 'fal', 'sobr', 'os', 'curso', 'sim', 'curso', 's', 'curso', 'qua',
9 'curso', 'sim', 'integrado', 'sim', 'me', 'fal', 'sobr', 'o',
10 'integrado', 's', 'integrado', 'sim', 'integrado', 'integrado', '1',
11 'sim', 's', 'não', 'nao', 'nao', 'n', 'sim', 'concomit', 'sim', 'me',
12 'fal', 'sobr', 'o', 'concomit', 's', 'concomit', 'sim', 'concomit', '2',
13 'sim', ]'quem', 'pod', 'se', 'inscrev', 'sim', 'posso', 'me', 'inscrev',
14 'sim', 'como', 'eu', 'sei', 'se', 'posso', 'me', 'inscrev', 'sim',
15 'não', 'nao', 'nao', 'n', 'sim', 'subsequ', 'sim', 'me', 'fal', 'sobr',
16 'o', 'subsequ', 's', 'subsequ', 'sim', 'subsequ', '3', 'sim', 'quem',
17 'pod', 'se', 'inscrev', 'sim', 'posso', 'me', 'inscrev', 'sim',
18 'como', 'eu', 'sei', 'se', 'posso', 'me', 'inscrev', 'sim', 'não',
19 'nao', 'nao', 'n']

```

Com os dados refinados, é iniciado o processo de treinamento da rede neural, em que esses dados serão imputados na rede, conforme ilustrado no código abaixo:

```

1 def neural_network(train_x, train_y):
2     model = Sequential()
3     model.add(Dense(128, input_shape = (len(train_x[0]),), activation =
4         'relu'))
5     model.add(Dropout(0.5))
6     model.add(Dense(64, activation = 'relu'))
7     model.add(Dropout(0.5))
8     model.add(Dense(len(train_y[0]), activation = 'softmax'))
9
10    sgd = SGD(learning_rate = 0.01, momentum = 0.0, nesterov = False, name
11        = "SGD")
12    model.compile(loss='categorical_crossentropy', optimizer=sgd, metrics
13        = ['accuracy'])
14    train = model.fit(np.array(train_x), np.array(train_y), epochs = 1000,
15        batch_size = 5, verbose = 1)
16
17    model.save('src/utis/training/train_chatbot.h5', train)

```

Por fim, as *intents* são armazenadas no MongoDB e podemos acompanhar o treinamento no log. No código a seguir, mostra-se o aperfeiçoamento da rede neural conforme o treinamento avança.

```
1 [ ... ]
2 Epoch 997/1000
3 14/14 [=====] - 0s 3ms/step - loss: 0.4415 -
                                     accuracy: 0.7121
4 Epoch 998/1000
5 14/14 [=====] - 0s 3ms/step - loss: 0.4059 -
                                     accuracy: 0.8182
6 Epoch 999/1000
7 14/14 [=====] - 0s 7ms/step - loss: 0.4047 -
                                     accuracy: 0.7879
8 Epoch 1000/1000
9 14/14 [=====] - 0s 3ms/step - loss: 0.4516 -
                                     accuracy: 0.8182
```

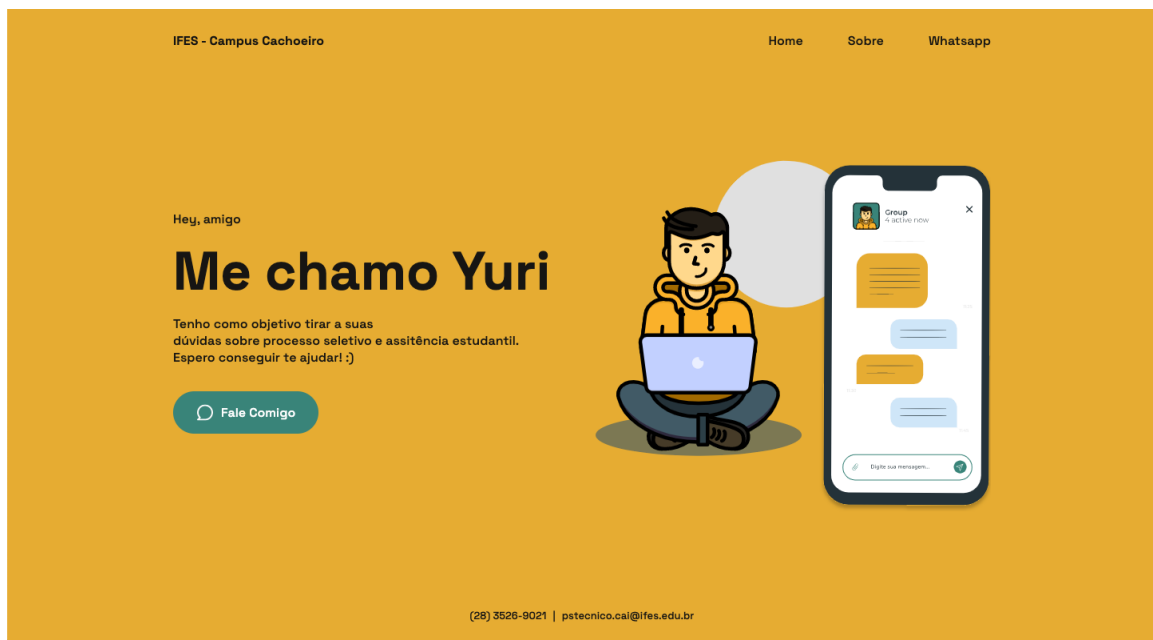

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando o objetivo deste trabalho no desenvolvimento de uma solução em formato de assistente virtual para atendimento ao público do Ifes, o presente capítulo apresenta o funcionamento do chatbot Yuri, bem como os resultados obtidos após os testes de conversação efetuados.

4.1 CHATBOT YURI EM FUNCIONAMENTO

O chatbot desenvolvido neste trabalho visa facilitar a comunicação do cidadão com o Ifes, facilitando o acesso às informações sobre processo seletivo para ingresso na instituição e a Política de Assistência Estudantil. Por se tratar de um estudo de caso, ele foi criado para atender a comunidade do Campus Cachoeiro de Itapemirim, entretanto, há possibilidade de adequá-lo para utilização em qualquer instituição federal de ensino. Na figura abaixo, apresentamos o *Dashboard* do Yuri em funcionamento:

Figura 5 – Dashboard do Yuri

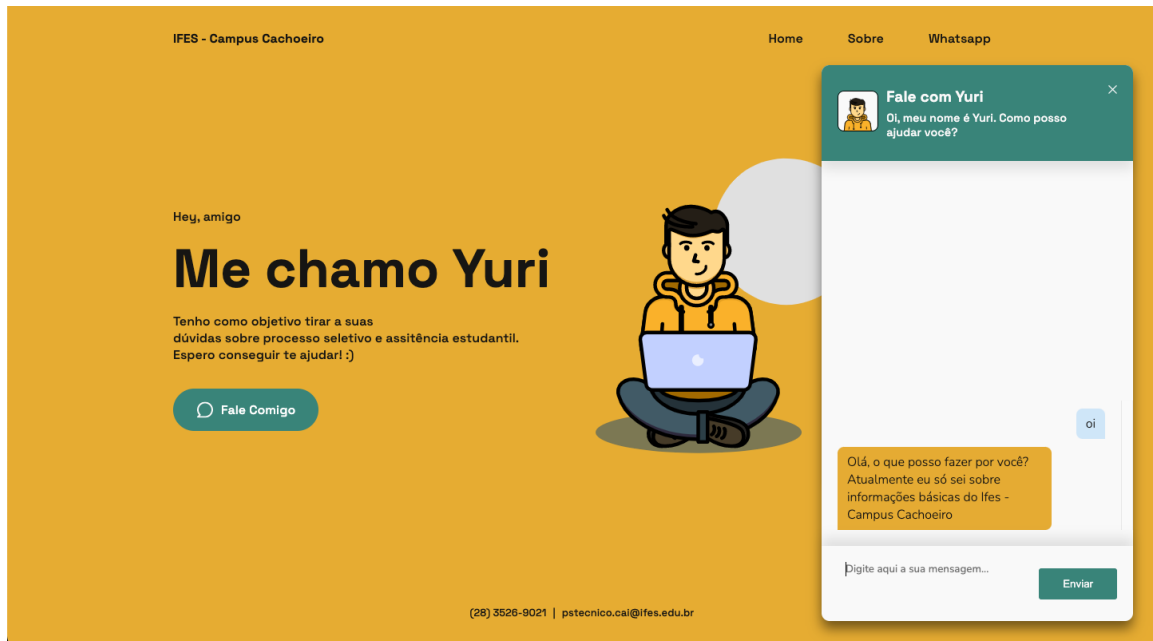


Fonte: desenvolvido pelo autor.

Para que o usuário utilize o bot, deve acessar o Yuri e iniciar o diálogo pretendido. Yuri, por sua vez, irá aguardar essa interação por meio do fornecimento de texto em linguagem natural. Identificando a dúvida do usuário, Yuri iniciará um processo para

selecionar a melhor resposta para este tendo como suporte sua base de conhecimentos. Esse processo se repete até que o usuário não interaja mais com o bot. A figura, a seguir, ilustra o início do diálogo com o Yuri:

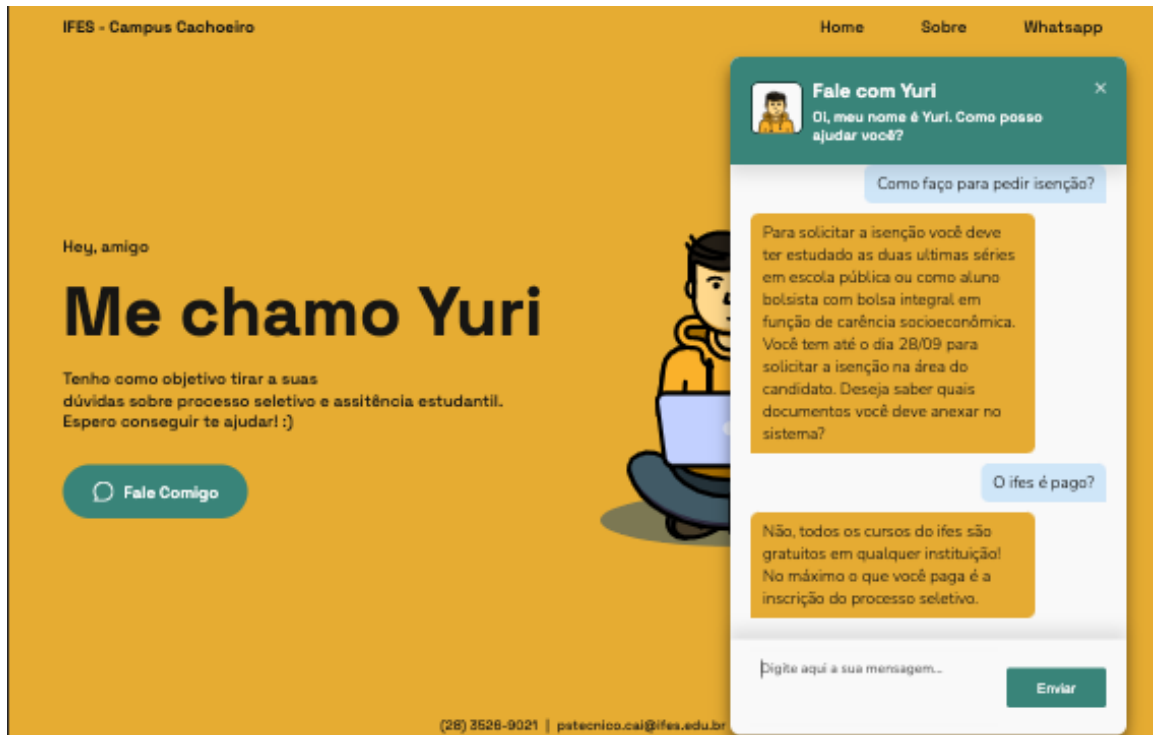
Figura 6 – Yuri funcionando



Fonte: desenvolvido pelo autor.

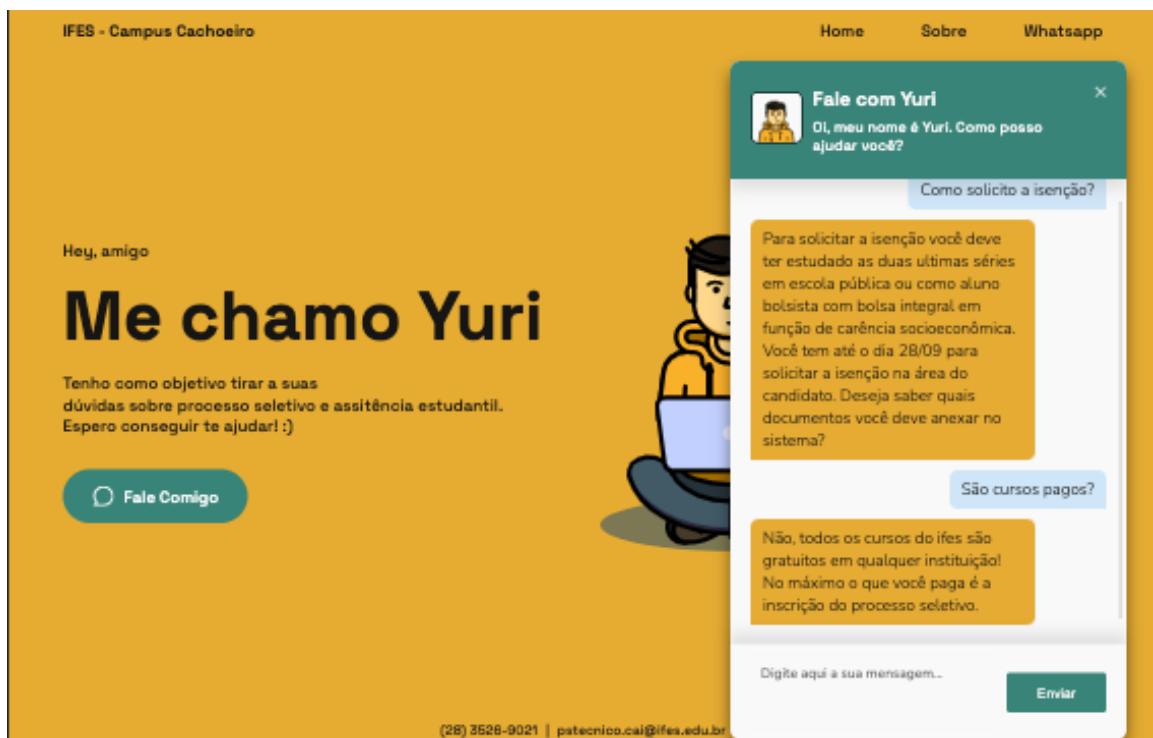
Um outro ponto relativo ao funcionamento do Yuri diz respeito a sua capacidade de responder a uma pergunta de mesmo teor feita de formas diversas pelos usuários. Isso ocorre, por se tratar de um chatbot baseado em Inteligência Artificial. Assim, Yuri consegue identificar qual intenção aquela mensagem pertence e responder com base na mesma. Nas figuras 7 e 8, apresentadas a seguir, é possível verificar esta situação. Vejamos:

Figura 7 – Yuri funcionando



Fonte: desenvolvido pelo autor.

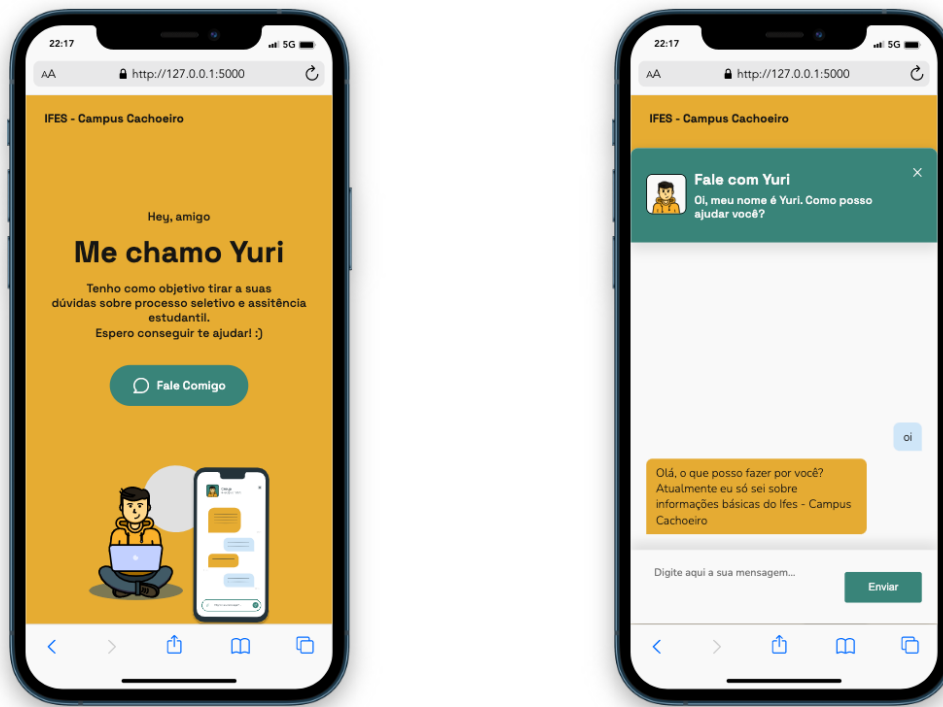
Figura 8 – Yuri funcionando



Fonte: desenvolvido pelo autor.

Além disso, por se tratar de um site responsivo, o usuário consegue utilizá-lo adequadamente em seu smartphone. Mostramos, nas figuras abaixo, o layout do Yuri em formato mobile:

Figura 9 – Versão mobile do Yuri



(a) Dashboard mobile

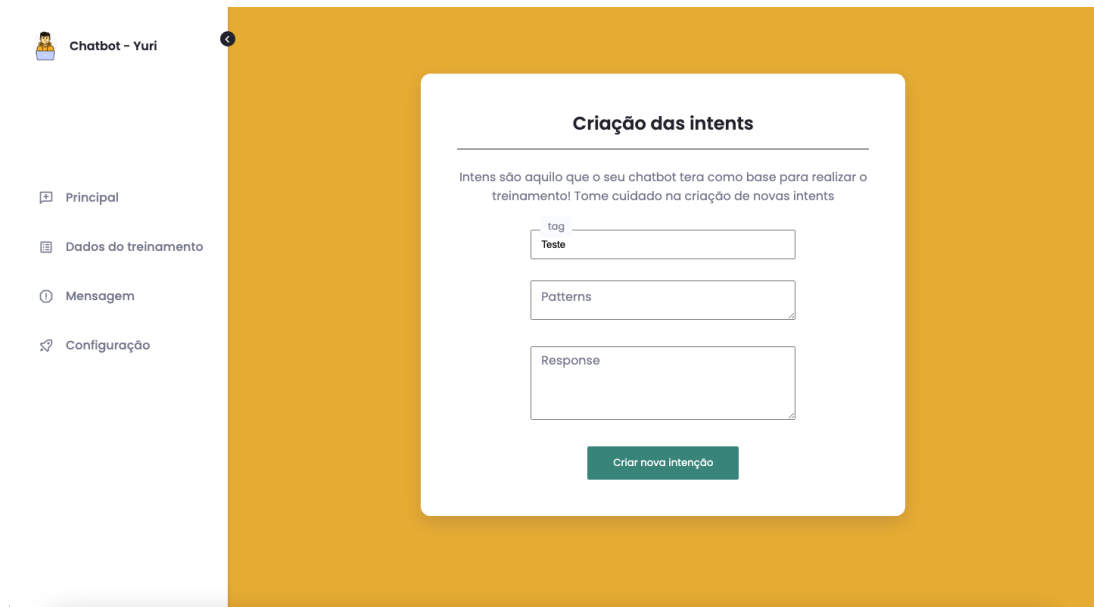
(b) Yuri mobile

4.2 PAINEL ADMINISTRATIVO

Considerando a necessidade do usuário administrador poder aperfeiçoar e configurar o funcionamento do chatbot, desenvolveu-se um painel administrativo. Para isso, usou-se a linguagem de programação Python para o back-end, enquanto no front-end utilizou-se Html, CSS e JavaScript.

A tela principal possibilita ao administrador do bot a criação de novas *intents*, ou seja, a medida que novas intenções do usuários se apresentam, estas podem ser incluídas no Yuri, ampliando sua capacidade de atendimento, conforme se verifica na imagem abaixo:

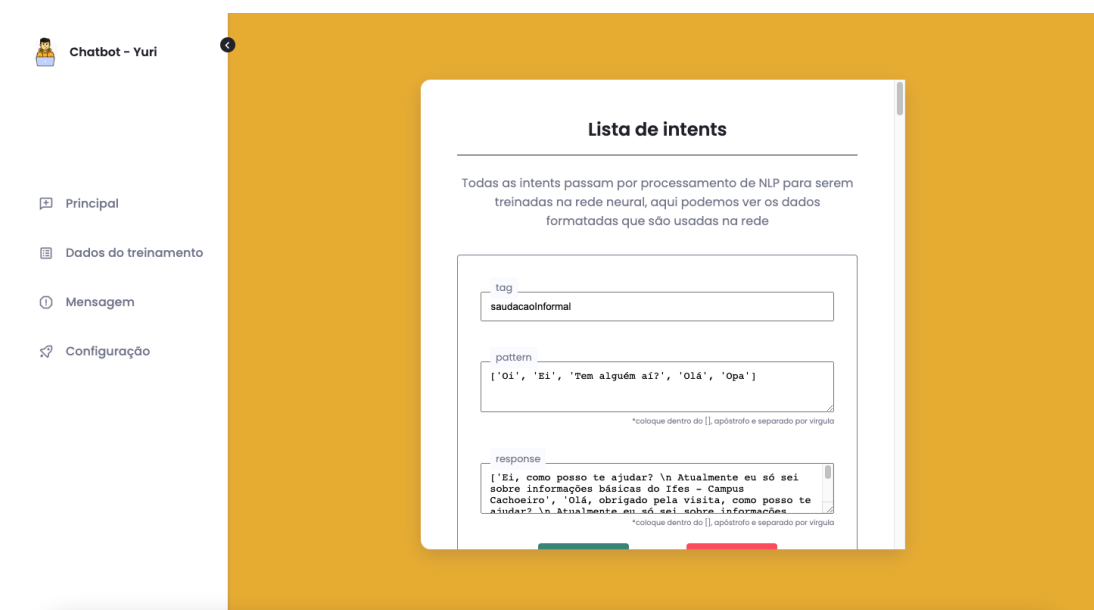
Figura 10 – Tela principal - painel administrativo



Fonte: desenvolvido pelo autor.

A segunda opção, Dados do treinamento, mostrada na figura abaixo, apresenta a listagem das *intents* cadastradas no bot, podendo o administrador visualizar a *tag*, as *patterns* e respectivas *responses*, além de poder realizar alterações que se mostrem necessárias.

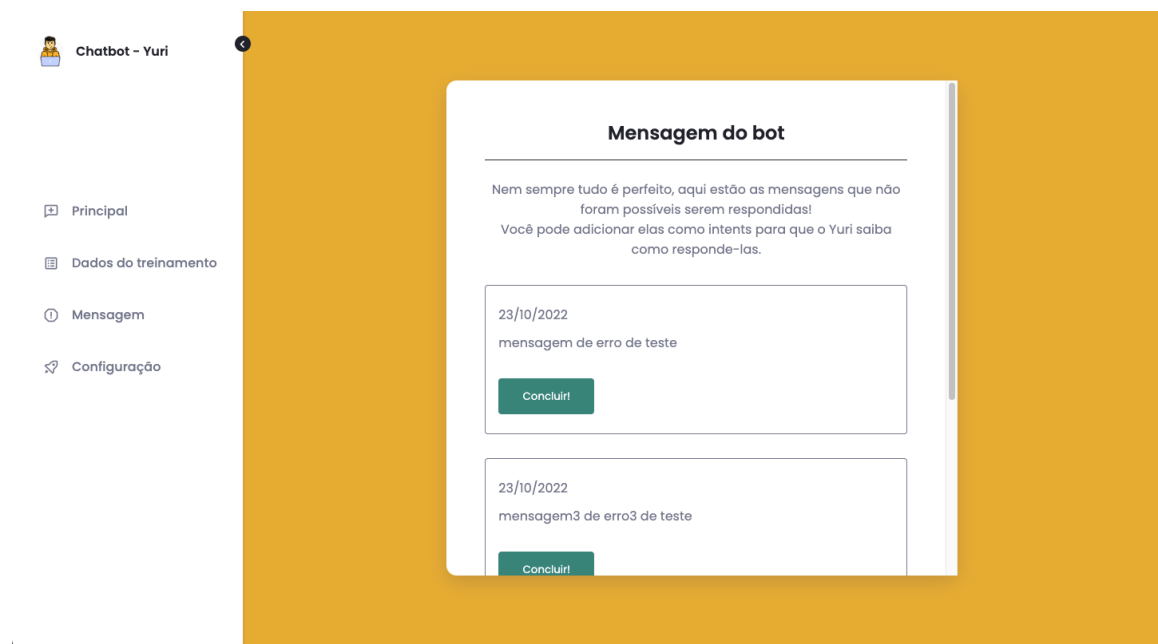
Figura 11 – Tela de dados do treinamento - painel administrativo



Fonte: desenvolvido pelo autor.

Caso o Yuri não consiga responder alguma dúvida de seu usuário, ele armazenará o conteúdo desta mensagem, que ficará disponível para o administrador na terceira opção, Mensagem. Sendo do seu interesse, com base nesta dúvida não respondida, o administrador poderá criar uma nova *intent* e, assim, ampliar a capacidade de atendimento do bot de acordo com as demandas apresentadas pela comunidade interna e externa. Na figura a seguir, ilustramos como a tela de mensagens não respondidas se apresenta no painel administrativo:

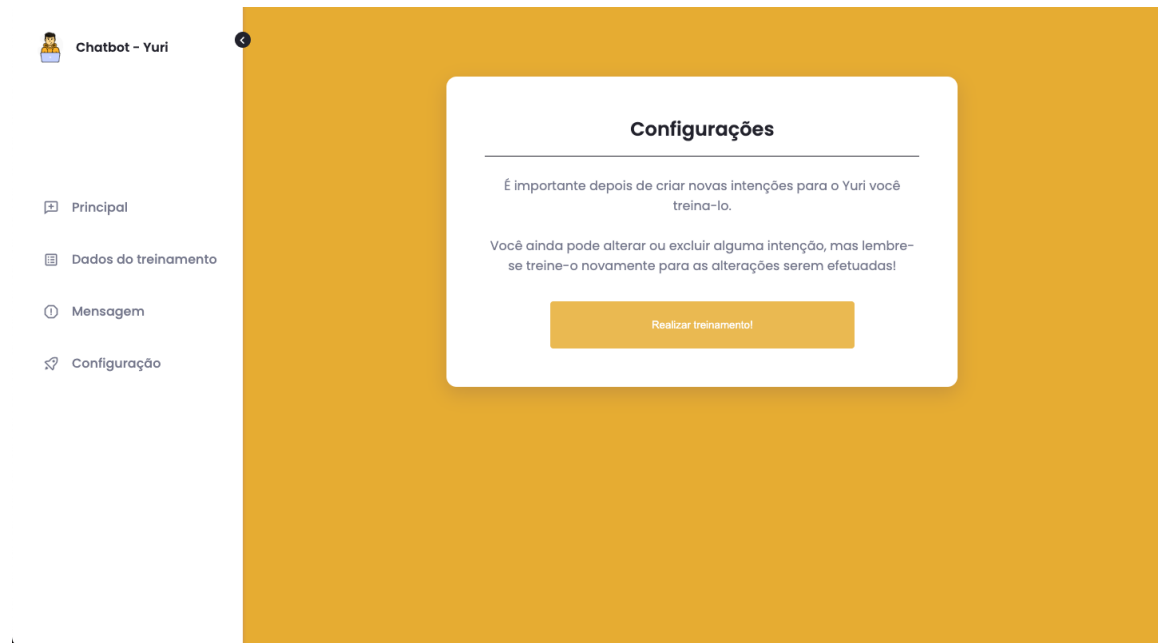
Figura 12 – Tela de mensagens não respondidas - painel administrativo



Fonte: desenvolvido pelo autor.

Por fim, a cada alteração realizada no bot, é necessário que este seja novamente treinado para que as modificações sejam efetuadas. Por meio da tela configuração, o administrador poderá realizar o treinamento do Yuri, conforme se verifica na figura abaixo:

Figura 13 – Tela de configuração - painel administrativo



Fonte: desenvolvido pelo autor.

4.3 TESTES DE CONVERSAÇÃO

Para realização dos testes e validações do chatbot, utilizamos algumas perguntas que foram enviadas no whatsapp institucional do Ifes e comparamos as respostas dadas pelos servidores com as respostas retornadas pelo Yuri. Também formulou-se algumas questões tendo como base documentos institucionais. O tópico a seguir apresenta as perguntas que serviram de base para os testes de conversação.

4.3.1 Perguntas base do teste de conversação

As perguntas que compõem o teste de conversação foram elaboradas pelo autor tendo como base os documentos institucionais do Ifes e dúvidas reais da comunidade interna e externa do Ifes - Campus Cachoeiro de Itapemirim. O primeiro bloco de perguntas é composto pelas questões elaboradas pelo próprio autor tendo como base as informações disponíveis no site do Ifes, o Edital de Processo Seletivo nº 83/2022, o Edital de Processo Seletivo nº 84/2022 e o Edital do Programa de Assistência Estudantil nº 03/2022, conforme abaixo:

Quadro 1 – Perguntas elaboradas pelo autor

Perguntas elaboradas pelo autor sobre o Processo Seletivo
Quais são os cursos ofertados pelo Ifes - Campus Cachoeiro de Itapemirim?
É possível fazer mais de uma inscrição para o Processo Seletivo?
Perguntas elaboradas pelo autor sobre a Política de Assistência Estudantil
Quem pode participar do programa de assistência estudantil?
Quais são os auxílios fornecidos pelo Ifes?
Como faço pra receber o auxílio estudantil?

Fonte: desenvolvido pelo autor.

O segundo bloco de perguntas originou-se dos diálogos fornecidos pelo Ifes e tratam do Processo Seletivo para ingresso na instituição no ano de 2023 e a Política de Assistência Estudantil. Vejamos:

Quadro 2 – Perguntas da comunidade interna e externa

Perguntas da comunidade externa sobre o Processo Seletivo
Gostaria de saber sobre os cursos técnicos gratuitos de vocês. O noturno são todos os dias?
Onde faço a inscrição?
O horário para turno matutino é qual horário?
Como solicito a isenção?
São cursos pagos?
Quanto é a taxa de inscrição?
Perguntas dos estudantes sobre a Política de Assistência Estudantil
Como a gente consegue conferir quais assistência fomos contemplados?
Alguém sabe me dizer o valor do auxílio alimentação?

Fonte: desenvolvido pelo autor.

4.3.2 Resultados dos testes de conversação

Os quadros abaixo apresentam os resultados obtidos nos testes de conversação efetuados. Para fins de comparação, inserimos as perguntas apresentadas no tópico

anterior e colocamos as respostas institucionais para as questões e as respostas dadas pelo Yuri.

Quadro 3 – Teste de conversação 1

Pergunta do usuário	Quais são os cursos ofertados pelo Ifes - Campus Cachoeiro de Itapemirim?
Resposta institucional	Curso Técnico em Eletromecânica (Concomitante e Integrado), Curso Técnico em Informática (Concomitante e Integrado), Curso Técnico em Mineração (Concomitante e Concomitante Intercomplementar), Técnico em Mecânica (Concomitante Intercomplementar), Graduação em Engenharia de Minas, Licenciatura em Matemática, Graduação em Engenharia Mecânica, Graduação em Sistemas de Informação, Licenciatura em Informática (EAD).
Resposta do Yuri	Atualmente o Ifes - Campus Cachoeiro de Itapemirim oferta cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio, Cursos Técnicos Concomitante e Subsequente, Curso de Graduação e Cursos de Pós-graduação. Você deseja saber mais especificamente sobre algum deles?

Fonte: desenvolvido pelo autor.

Quadro 4 – Teste de conversação 2

Pergunta do usuário	É possível fazer mais de uma inscrição para o Processo Seletivo?
Resposta institucional	O candidato terá direito a apenas uma única inscrição no Processo Seletivo. No caso de o candidato realizar mais de uma inscrição, será considerada válida apenas a última inscrição paga ou isenta.
Resposta do Yuri	Não, você só pode realizar uma única inscrição! Se fizer mais de uma será considerada a última.

Fonte: desenvolvido pelo autor.

Quadro 5 – Teste de conversação 3

Pergunta do usuário	Quem pode participar do programa de assistência estudantil?
Resposta institucional	Estudantes em situação de vulnerabilidade socioeconômica, cuja renda familiar per capita seja inferior a um salário-mínimo e meio vigente, regularmente matriculados nos cursos técnicos ou de graduação presenciais ofertados pelo Ifes – Campus Cachoeiro de Itapemirim.
Resposta do Yuri	Você pode participar do auxílio, caso esteja matriculado em algum curso técnico ou graduação de forma presencial e tenha renda familiar per capita inferior a um salário-mínimo e meio vigente.

Fonte: desenvolvido pelo autor.

Quadro 6 – Teste de conversação 4

Pergunta do usuário	Quais são os auxílios fornecidos pelo Ifes?
Resposta institucional	Auxílio alimentação, Auxílio material didático e uniforme, Auxílio transporte, Auxílio moradia e Auxílio internet.
Resposta do Yuri	No ifes existem 5 tipos de auxílio, eles são: Auxílio alimentação, Auxílio material didático e uniforme, Auxílio transporte, Auxílio moradia, Auxílio internet. Deseja saber mais sobre algum deles?

Fonte: desenvolvido pelo autor.

Quadro 7 – Teste de conversação 5

Pergunta do usuário	Como faço pra receber o auxílio estudantil?
Resposta institucional	-
Resposta do Yuri	Para receber o auxílio estudantil do Ifes, você participará de um processo seletivo interno, em que será avaliado pela equipe de assistência social do campus.

Fonte: desenvolvido pelo autor.

Quadro 8 – Teste de conversação 6

Pergunta do usuário	Gostaria de saber sobre os cursos técnicos gratuitos de vocês. O noturno são todos os dias?
Resposta institucional	Sim, o curso noturno é de segunda a sexta. O horário é de 18:30 as 22:00. .
Resposta do Yuri	Sim, as aulas são de segunda à sexta.

Fonte: desenvolvido pelo autor.

Quadro 9 – Teste de conversação 7

Pergunta do usuário	Onde faço a inscrição?
Resposta institucional	ifes.edu.br/ps2023. Entre no link acima e acesse o edital referente ao curso que vc deseja fazer.
Resposta do Yuri	Você consegue realizar a sua inscrição pelo link: ifes.edu.br/ps2023 e caso tenha alguma dúvida do processo pode entrar em contato aqui comigo ou com o ifes pelo telefone: +55 28 3526-9021.

Fonte: desenvolvido pelo autor.

Quadro 10 – Teste de conversação 8

Pergunta do usuário	O horário para turno matutino é qual horário?
Resposta institucional	de 07h as 12:20h.
Resposta do Yuri	O horário das aulas do integrado de manhã são de 07h às 12h20.

Fonte: desenvolvido pelo autor.

Quadro 11 – Teste de conversação 9

Pergunta do usuário	Como solicito a isenção?
Resposta institucional	Você precisa acessar a área do candidato e solicitar a isenção por lá.
Resposta do Yuri	A Para solicitar a isenção você deve ter estudado as duas ultimas séries em escola pública ou como aluno bolsista com bolsa integral em função de carência socioeconômica. Você tem até o dia 28/09 para solicitar a isenção na área do candidato. Deseja saber quais documentos você deve anexar no sistema?

Fonte: desenvolvido pelo autor.

Quadro 12 – Teste de conversação 10

Pergunta do usuário	São cursos pagos?
Resposta institucional	Não, totalmente gratuitos.
Resposta do Yuri	Não, todos os cursos do ifes são gratuitos em qualquer instituição! No máximo o que você paga é a inscrição do processo seletivo.

Fonte: desenvolvido pelo autor.

Quadro 13 – Teste de conversação 11

Pergunta do usuário	Quanto é a taxa de inscrição?
Resposta institucional	O valor da inscrição para os cursos integrados ao ensino médio é de 85,00, e para os cursos concomitantes é de 65,00.
Resposta do Yuri	O valor da taxa de inscrição do Processo Seletivo para o curso Integrado é de 85,00 e os cursos Concomitante e Subsequente é de 65,00, mas se você estudou em escola pública os últimos 2 anos você pode pedir isenção dessa taxa até o dia 28 de setembro!

Fonte: desenvolvido pelo autor.

Quadro 14 – Teste de conversação 12

Pergunta do usuário	Como a gente consegue conferir quais assistência fomos contemplados?
Resposta institucional	Pergunta feita via whatsapp e não respondida pela equipe do Campus.
Resposta do Yuri	O resultado da assistência estudantil será colado no mural da escola e também constará no site institucional no link: https://cachoeiro.ifes.edu.br/aluno/2-uncategorised/16282-assistencia-estudantil?showall=1 .

Fonte: desenvolvido pelo autor.

Quadro 15 – Teste de conversação 13

Pergunta do usuário	Alguém sabe me dizer o valor do auxílio alimentação?
Resposta institucional	Pergunta feita via whatsapp e não respondida pela equipe do Campus.
Resposta do Yuri	O auxílio alimentação é de 200,00.

Fonte: desenvolvido pelo autor.

Com base nos testes realizados, verificou-se que o Yuri conseguiu sanar boa parte das dúvidas da comunidade que necessita dos serviços do Ifes - Campus Cachoeiro de Itapemirim, mostrando-se apto como uma ferramenta possível de ser utilizada na comunicação institucional. Destaca-se, entretanto, que um dos pontos a serem observados na utilização de chatbots é a necessidade de conquistar a confiança dos

usuários, conforme explica Motta (2018). Portanto, é preciso manter o bot em constante aperfeiçoamento para evitar quebras do fluxo conversacional. Neste mesmo sentido, "a objetividade e simplicidade da troca de informações pode tornar-se fundamental para o sucesso da ferramenta em cumprir seu objetivo [...]"(MOTTA, 2018, p. 39).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pesquisas na área de Inteligência Artificial vêm avançando cada vez mais nos últimos anos, ocasionando uma popularização na utilização de chatbots, em especial os que são baseados em IA. Os assistentes virtuais têm um grande potencial na melhoria da comunicação para os usuários, uma vez que estão disponíveis 24h por dia, 7 dias por semana e 365 dias por ano, fornecendo soluções rápidas. Além disso, para as empresas privadas e públicas há uma otimização no trabalho, uma vez que parte do atendimento poderia ser automatizada, havendo economia de recursos humanos.

O presente trabalho objetivou o desenvolvimento do Yuri, chatbot planejado para atendimento aos usuários de Instituições Federais de Ensino quanto ao ingresso na instituição e às políticas de assistência estudantil. Por se tratar de um estudo de caso, sua base de dados foi direcionada ao Ifes - Campus Cachoeiro de Itapemirim.

Para construção do Yuri, utilizou-se a linguagem de programação Python, a NLTK no processamento das informações, o Tensorflow e a API Keras para a construção da rede neural e treinamento do bot. Para o armazenamento dos dados foi utilizado o MongoDB.

A partir dos testes de conversação realizados, conclui-se que os objetivos pretendidos neste estudo foram alcançados, uma vez que o Yuri conseguiu manter um diálogo de conversa dentro do contexto, respondendo as principais dúvidas que foram identificadas nesta pesquisa. Desta forma, o assistente virtual Yuri mostra-se como uma solução tecnológica com potencial de utilização, de modo a aperfeiçoar o atendimento público prestado por Instituições Federais de Ensino.

Como sugestão para trabalhos futuros, sugere-se o aperfeiçoamento do Yuri, por meio da ampliação da sua base de dados, de modo que sejam atendidas outras áreas em que o Ifes - Campus Cachoeiro de Itapemirim atua, tais como assuntos da Coordenadoria de Registros Acadêmicos, dúvidas sobre o Regulamento de Organização Didática e Resoluções do Conselho Superior, questões administrativas, dentre outras.

REFERÊNCIAS

- ACADEMY, D. S. **Deep Learning Book**. [s.n.], 2022. Disponível em: <<https://www.deeplearningbook.com.br/o-que-sao-redes-neurais-artificiais-profundas/>>.
- ADAMOPOULOU, E.; MOUSSIADES, L. Machine learning with applications. v. 2, 2020.
- ADAMOPOULOU, E.; MOUSSIADES, L. An overview of chatbot technology. In: SPRINGER. **IFIP International Conference on Artificial Intelligence Applications and Innovations**. [S.l.], 2020. p. 373–383.
- ARANHA, C. N. Processamento automático para mineração de textos em português: sob o enfoque da inteligência computacional. **Rio de Janeiro: PUC-Rio**, 2007.
- BARBOSA, F. dos S. Inteligência artificial no contexto do serviço público - módulo 1: Contextualização e conceitos sobre 1 inteligência artificial (ia). In: . [S.l.: s.n.], 2020.
- BONACCORSO, G. **Machine Learning Algorithms**. [S.l.]: Packt Publishing Ltd, 2017. ISBN 978-1-78588-962-2.
- BRASIL. **DECRETO Nº 7.234, DE 19 DE JULHO DE 2010**. [S.l.], 2010.
- CARVALHO, H. G. d. Um sistema de chatterbot baseado em pesquisa a base de documentos do ifes. Serra, 2022.
- CORREA, J.; VIANA, D.; TELES, A. Desenvolvendo chatbots com o dialogflow. **Sociedade Brasileira de Computação**, 2021.
- CORREIA, M. P. **A evolução dos chatbots e os seus benefícios para marcas e consumidores**. Tese (Doutorado) — Universidade Católica Portuguesa, 2019.
- DEMUND, J. **Digital transformation in the utility industry: determination of potential benefits associated with virtual agents**. Tese (Doutorado) — Católica-Lisbon School of Business & Economics, Lisboa, 2019.
- DIAS, W. S. *et al.* Susi: uma proposta de chatbot para o atendimento de usuários do ministério da saúde. Universidade Federal de Minas Gerais, 2019.
- FERREIRA, H. H. Processamento de linguagem natural e classificação de textos em sistemas modulares. 2019.
- FERREIRA, L. P. Desenvolvimento de um chatbot para auxiliar o ensino de espanhol como lingua estrangeira. *Revista Bazar: Software e Conhecimentos Livres*, p. 21–32, 2008.
- GADELHA, I. B. L. *et al.* O uso de chatbots no atendimento de clientes de revenda por catálogo. Universidade Federal do Pará, 2019.
- GONZALEZ, M.; LIMA, V. L. S. Recuperação de informação e processamento da linguagem natural. In: **XXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação**. [S.l.: s.n.], 2003. v. 3, p. 347–395.
- HAYKIN, S. **Redes neurais: princípios e prática**. [S.l.]: Bookman Editora, 2001.

HOSAKI, G. Y. G. Y.; RIBEIRO, D. F. Deep learning: ensinando a aprender. 275, 2021. Disponível em: <<http://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/5060/1/DEEP-LEARNING.pdf>>.

KHURANA, D. *et al.* Natural language processing: State of the art, current trends and challenges. **arXiv preprint arXiv:1708.05148**, 2017.

KOMKA, K. Chatbot integrado a aplicativo de mensagens e plataforma de help desk. 2020.

KOVACS, L. O que é e para que serve o mongodb? 2021. Disponível em: <<https://tecnoblog.net/responde/o-que-e-e-para-que-serve-o-mongodb/>>.

KOVÁCS, Z. **Redes Neurais Artificiais**. LIVRARIA DA FISICA, 2002. ISBN 9788588325142. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=O0nLxR67wmUC>>.

LIDDY, E. D. Natural language processing. 2001.

LIMA, L. A. **Estudo de implementação de um robô de conversação em curso de língua estrangeira em ambiente virtual: um caso de estabilização do Sistema Adaptativo Complexo**. Tese (Doutorado) — Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

MARCIEL, H. B. Ferramentas e criação de chatbot—maciel o robô acadêmico. Ceará, 2019.

MELO, D. O que é python? [guia para iniciantes]. 2020. Disponível em: <<https://tecnoblog.net/responde/o-que-e-python-guia-para-iniciantes/>>.

MOTTA, D. B. Um estudo sobre chatbots e sua aplicação no comércio eletrônico. Universidade Federal de Santa Maria, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/18535/TCCG_SI_2018_MOTTA_DENIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

OLIVEIRA, F. A. D. Estudo sobre chatbots: Desenvolvendo uma solução para controle de filas. Fundação Educacional do Município de Assis Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis - Campus "José Santilli Sobrinho", 2018. Disponível em: <<https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/1611320267.pdf>>.

PONTI, M. A.; COSTA, G. B. P. D. Como funciona o deep learning. **arXiv preprint arXiv:1806.07908**, 2017. Disponível em: <https://sites.icmc.usp.br/moacir/papers/Ponti_Costa_Como-funciona-o-Deep-Learning_2017.pdf>.

RAGAZZO, O. V. B.; RIBEIRO, R. D. Heva, assistente inteligente baseada em processamento de linguagem natural para aprimorar a experiência de usuário. 2020.

ROMERO, C. R. D.; LIMA, M. C. B. **Melhorias no atendimento da Defensoria Pública do Estado de São Paulo: estudo de caso de implementação de políticas públicas em situação de crise (COVID-19)**. Tese (Doutorado) — Fundação Getulio Vargas, São Paulo, 2020.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Inteligência artificial**. 3. ed. [S.l.]: Elsevier, 2013.

SANTO, E. Política de assistência estudantil do instituto federal de educação, ciência e tecnologia. 2011.

SEJNOWSKI, T. J. **A revolução do aprendizado profundo**. [S.l.]: Alta Books, 2020.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. [S.l.]: Cortez Editora, 2017.

SILVA, D. d. L. Lia: um chatbot inteligente para o domínio de imóveis. DCOMP- Departamento de Computação–Ciência da Computação–São Cristóvão-Presencial, 2019.

SILVA, T. d. Um sistema chatbot para atendimentos aos usuários da empresa grazziotin. INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE, 2020. Disponível em: <<https://painel.passofundo.ifsul.edu.br/uploads/arq/20210420175855218114027.pdf>>.

SIMON, A. *et al.* An overview of machine learning and its applications. international journal of electrical. v. 22–24, 2016.

TEIXEIRA, J. de F. **O que é inteligência artificial**. [S.l.]: Editora Fi, 2017.

VITORIA RODRIGUES, F. G. Introdução a nltk com dom casmurro. 2020. Disponível em: <<https://medium.com/turing-talks/uma-an%C3%A1lise-de-dom-casmurro-com-nltk-343d72dd47a7>>.