



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

**DESENVOLVIMENTO DE INTERFACE DE USUÁRIO PARA SISTEMAS DO
PROGRAMA QUEIMADAS UTILIZANDO PROCESSAMENTO DE
LINGUAGEM NATURAL E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**

Júlia Sousa Gayotto

Relatório de Iniciação Científica do
programa PIBIC, orientado pelo Dr.
Fabrício Galende Marques de Carvalho.

INPE
São José dos Campos
2024



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

**DESENVOLVIMENTO DE INTERFACE DE USUÁRIO PARA SISTEMAS DO
PROGRAMA QUEIMADAS UTILIZANDO PROCESSAMENTO DE
LINGUAGEM NATURAL E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**

Júlia Sousa Gayotto

Relatório de Iniciação Científica do
programa PIBIC, orientado pelo Dr.
Fabrício Galende Marques de Carvalho.

INPE
São José dos Campos
2024

RESUMO

Com a crescente demanda pela implantação de sistemas que utilizam processamento de linguagem natural no ramo de suporte e atendimento ao cliente, torna-se crucial determinar uma boa arquitetura e a realizar a correta definição dos algoritmos a serem utilizados. A qualidade desses tipos de sistemas depende diretamente da qualidade do processamento das requisições dos usuários. Este processamento trata-se de algo complexo, vez que os dispositivos que armazenam esses sistemas são construídos utilizando linguagem de máquina e, portanto, não compreendem a linguagem humana natural. Esse projeto tem por objetivo desenvolver um sistema capaz de fornecer suporte e auxílio aos usuários por meio do processamento de linguagem natural. Foi desenvolvido um chatbot de interação textual, onde a entrada do usuário é inserida na interface e transferida inicialmente para os componentes de pré-processamento. Estes componentes corrigem qualquer particularidade que possa interferir na etapa de processamento, como diferenças entre letras maiúsculas e minúsculas ou palavras ortograficamente incorretas e realizam capitalização do texto, tokenização por palavras, remoção de caracteres repetidos, correção ortográfica e remoção de palavras de parada, que são palavras que apresentam pouca relevância para determinação de significado de uma frase. Posteriormente, o texto normalizado é encaminhado para a montagem do vetor de características representativo do modelo, estruturado com base na ordem do léxico do modelo de linguagem, aplicando-se então a transformação tf-idf (Frequência do Termo - Frequência Inversa do Documento). Em seguida, o vetor do texto da requisição do usuário é classificado com base na técnica de similaridade simples, utilizando o cálculo do cosseno entre vetores e a técnica de KNN (K-Vizinhos Mais Próximos), que seleciona os k vetores mais similares. Com base nessa classificação, a resposta mais adequada é retornada ao usuário. Como resultado, foi obtido um sistema de chatbot que é capaz de identificar os problemas dos usuários e propor soluções sem a necessidade da intervenção humana, de forma eficaz e de baixo custo quando comparada ao custo de contratação de funcionários para atendimento. Com isso, é válido avaliar esses sistemas que utilizam processamento de linguagem natural e inteligência artificial trata-se de algo promissor para o ramo de suporte e atendimento ao cliente. Futuramente, pretende-se otimizar a performance do sistema incorporando técnicas avançadas de estruturação de dados.

Palavras-chave: Processamento de Linguagem Natural. Inteligência Artificial. Interface de Usuário.

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura 1. Exemplificação do sistema de capitalização	2
Figura 2. Fluxo do processo de pré-processamento	3
Figura 3. Exemplificação do fluxo do chatbot	4
Figura 4. Diagrama de atividade	5
Figura 5. Diagrama da arquitetura de desenvolvimento	6
Figura 6. Chatbot capitalizador de texto	8
Figura 7. Pré-processamento de texto em chatbot	9
Figura 8. Chatbot realizando processamento de texto	10
Figura 9. Chatbot de suporte ao usuário	11
Figura 10. Requisição de processamento de uma imagem utilizando chatbot com processamento de linguagem natural	12
Figura 11. Requisição de reamostragem de uma imagem utilizando outra como referência de escala	13

SUMÁRIO

	Pág.
1. INTRODUÇÃO	0
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO.....	0
2. METODOLOGIA	2
2.1. CAPITALIZADOR DE TEXTO	2
2.1.1. SISTEMA PRÉ-PROCESSADOR DE TEXTO	2
2.1.2. CHATBOT UTILIZANDO SACO DE PALAVRAS.....	3
2.1.3. CHATBOT COM ALGORITMO KNN E BANCO DE DADOS	5
2.1.4. CHATBOT COM PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM NATURAL PARA SISTEMAS DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS.....	6
3. RESULTADOS.....	8
3.1. MECANISMO CAPITALIZADOR	8
3.2. SISTEMA PRÉ-PROCESSADOR DE TEXTO.....	8
3.3. CHATBOT UTILIZANDO SACO DE PALAVRAS	9
3.4. CHATBOT PARA SISTEMA DE SUPORTE E ATENDIMENTO	10
3.5. CHATBOT COM PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM NATURAL PARA SISTEMAS DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS	11
4. CONCLUSÃO	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16

1. INTRODUÇÃO

Atualmente tem se visto uma crescente demanda por sistemas automatizados no ramo de suporte e atendimento ao cliente. Relevante parte dessas automatizações são realizadas por meio de chatbots que promovem serviços e soluções para problemas crescentes.

Ao se pensar em automatização de suportes de atendimento com chatbots, um dos fatores mais preocupantes é a qualidade do atendimento e das resoluções propostas pelo chatbot para a problemática, vez que a qualidade da solução pode variar de acordo com a qualidade da interpretação da linguagem natural e essa trata-se de um processamento complexo para dispositivos de linguagem de máquina, como computadores e dispositivos móveis, realizarem.

Partindo desse problema, mostrou-se interessante investigar qual tipo de arquitetura e algoritmos são melhor recomendados de fato para esse tipo de sistema. Vale ressaltar que alguns dos objetivos desse estudo são percorrer os principais processos utilizados no desenvolvimento de sistemas para processamento de linguagem natural, definir uma boa arquitetura e algoritmos aplicáveis para um sistema de chatbot e implementar um chatbot utilizando os principais processos desenvolvidos nesse estudo.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Com o aumento demanda por automatizações diversos outros estudos e instituições podem ser citadas para comprovar a eficiência da implementação de processamento de linguagem natural nos dias atuais.

Na própria marinha dos Estados Unidos tem se obtido vantagens com o uso de processamento de linguagem natural e aprendizagem de máquina para auxiliar o atendimento de solicitações em um centro de suporte da Marinha (POWELL; ROTZ; O'MALLEY, 2020), visto que essa automatização está reduzindo o tempo de atendimento, mão de obra e custos.

O impacto da inserção de processos automatizados no atendimento de clientes tem se mostrado fortemente benéfico para o comércio (GAVRILA; GONZÁLEZ-

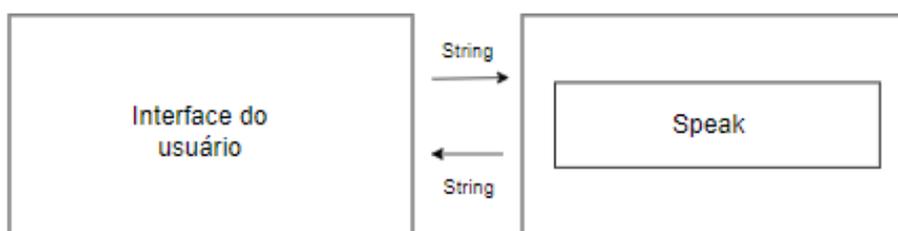
TEJERO; GANDÍA; ANCILLO, 2023), uma vez que ao adotar automatização de tarefas e apresentar um tempo mais rápido de atendimento e resposta é possível gerar uma maior satisfação e fidelidade por parte dos usuários.

2. METODOLOGIA

2.1. CAPITALIZADOR DE TEXTO

Inicialmente foi desenvolvido um mecanismo de capitalização de texto, onde o método Speak do backend é responsável por capitalizar o texto enviado pelo usuário, transformando todos os caracteres em maiúsculos. Esta etapa de capitalização é essencial para o processo de pré-processamento de texto pois previne futuros problemas de comparação de caracteres.

Figura 1. Exemplificação do sistema de capitalização



2.1.1. SISTEMA PRÉ-PROCESSADOR DE TEXTO

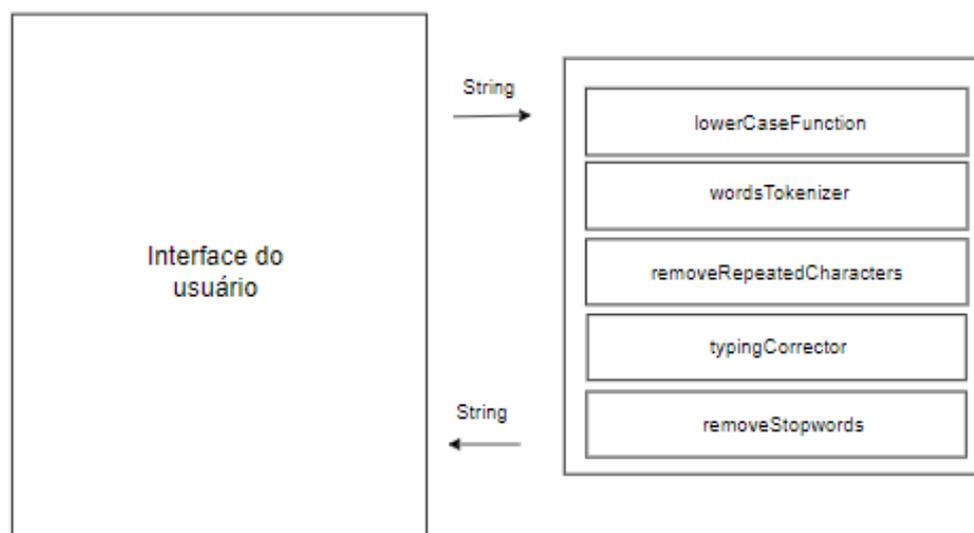
Nesse sistema, um determinado texto enviado pelo usuário, por meio da interface do frontend, é encaminhado ao processo de pré-processamento de texto, onde o primeiro método `toLowerCaseFunction` é responsável por realizar a padronização dos caracteres, deixando todos minúsculos. Ao final da descapitalização da frase, é realizada a tokenização de palavras, onde o texto recebido é dividido em uma lista de palavras por meio da função `wordsTokenizer`.

Após o processo de tokenização, a lista de palavras é ao método `removeRepeatedCharacters` que remove os caracteres repetidos das palavras e envia para a função `typingCorrector`. O método `typingCorrector`, por sua vez, recebe as palavras sem caracteres repetidos e realiza a correção de palavras com erros de ortográficos.

A seguir, a função `removeStopwords` é responsável por remover da lista as palavras que não são consideradas relevantes para a determinação do significado de uma frase (stopwords), como os artigos a, o, as, entre outros, buscando assim otimizar processamento.

Posteriormente, as palavras pré-processadas são adicionadas a uma lista para serem retornadas ao usuário na interface da aplicação.

Figura 2. Fluxo do processo de pré-processamento



2.1.2. CHATBOT UTILIZANDO SACO DE PALAVRAS

No chatbot, após o usuário inserir sua requisição pela interface do sistema e esta ser encaminhada para os componentes de pré-processamento, a lista de palavras pré-processadas é armazenada para futura montagem do vetor da solicitação do usuário. Em seguida, o método `createBagOfWords` realiza a criação de uma lista de palavras, também denominada de “saco de palavras”, com todas as palavras presentes na base de dados, que se encontra em um arquivo de texto.

Posteriormente, é realizada a montagem do vetor de características representativo conforme a sequência das palavras presentes no bag of words, aplicando técnica de transformação TF-IDF (frequência do termo – frequência inversa do documento) que avalia a real relevância de cada palavra da lista de acordo com sua ocorrência na frase do usuário e nos documentos tomados como exemplo. O valor do TF-IDF é calculado pela fórmula abaixo, onde $tf(p, f)$ representa o número de vezes que a palavra aparece na frase, n corresponde o número de documentos e $df(p)$ refere-se ao número de documentos que contém a palavra.

$$Tf \times idf = (1 + tf(p,f)) \times (1 + \ln \frac{n}{1 + df(p)}) \quad (1)$$

No método calculateCosine, o vetor é classificado com base na técnica de similaridade simples, utilizando o cálculo do cosseno entre vetores, obtido por meio da multiplicação dos termos do vetor de treinamento pelos termos do vetor do usuário dividido pela multiplicação da norma do vetor de treinamento pela norma do vetor inserido pelo usuário, e a resposta pré-determinada mais adequada conforme sua classificação é retornada a interface.

Figura 3. Exemplificação do fluxo do chatbot

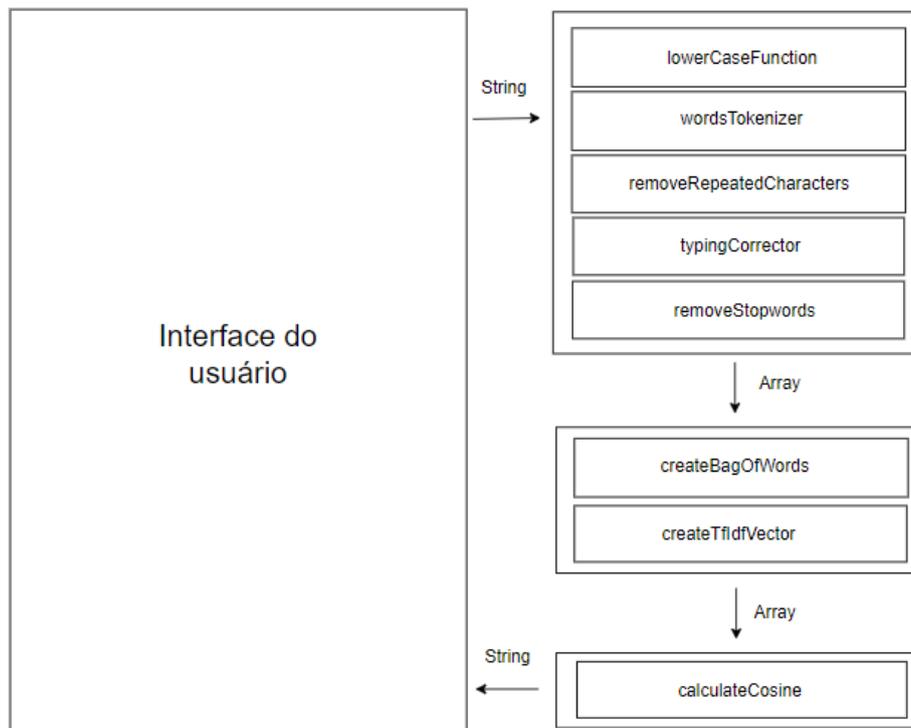
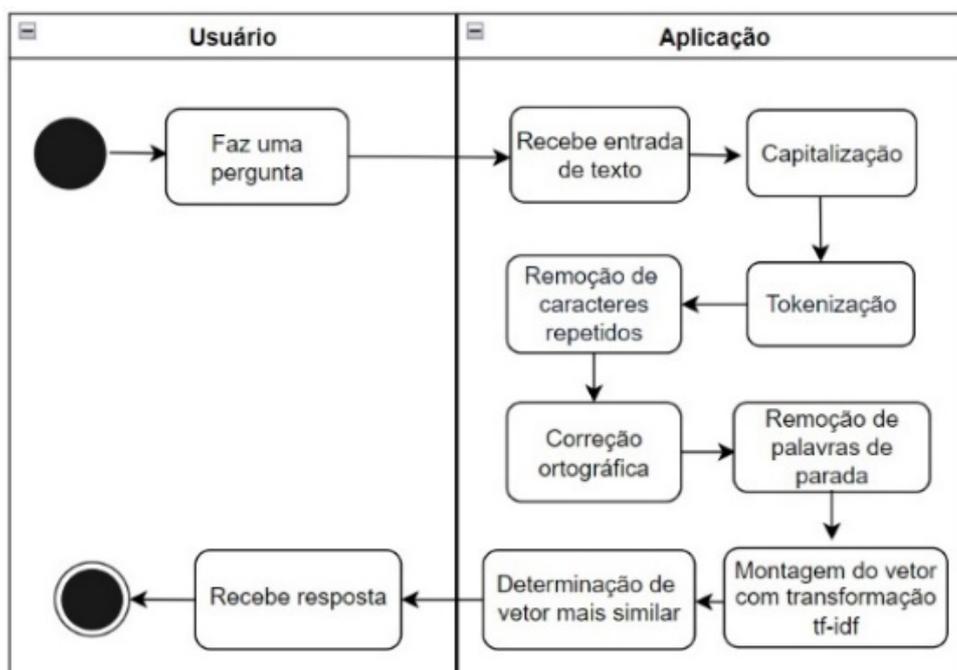


Figura 4. Diagrama de atividade



2.1.3. CHATBOT COM ALGORITMO KNN E BANCO DE DADOS

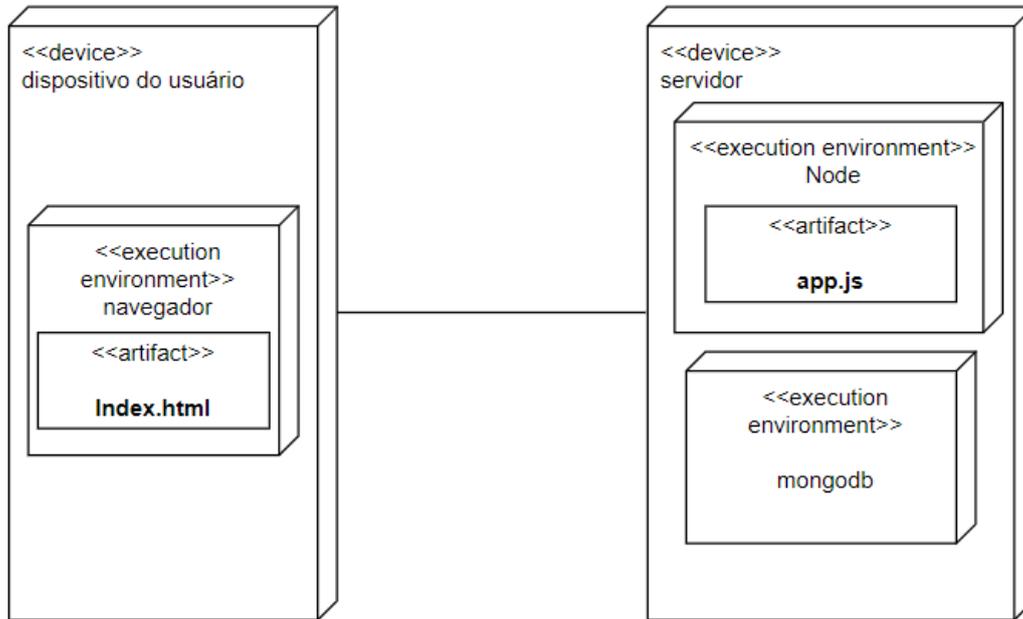
Buscando obter melhores resultados e otimizar o tempo de processamento foram implementadas algumas melhorias ao sistema de chatbot anterior. A primeira delas trata-se da atribuição de classe para os vetores de treinamento conforme suas características. Durante esse exemplo foram utilizadas as classes dúvidas, contato e sair. Com a atribuição das classes, após o processo de cálculo dos cossenos entre vetores é formado uma lista dos cossenos em ordem do maior para o menor.

Posteriormente a formação dessa lista, é executado a seguir a técnica do vizinho mais próximo (KNN - K-Nearest Neighbors), onde ao selecionar os 3 vetores com os maiores valores de cosseno, a classe mais recorrente é escolhida e atribuída para o vetor que está sendo processado pelo chatbot. Em caso de empate da ocorrência das classes, o próximo vetor com o cosseno mais alto é escolhido e a frequência das classes é reanalisada. Esse processo após o empate é repetido até que alguma classe atinja o total de ocorrências. Após a determinação da classe, a resposta destinada para o tipo de classe selecionado é retornada ao usuário.

A segunda otimização corresponde a utilização de um banco de dados não relacional para armazenar as palavras da língua portuguesa, os vetores de treinamento e

outros dados que possuem a possibilidade de serem pré-calculados, otimizando assim a performance do sistema.

Figura 5. Diagrama da arquitetura de desenvolvimento



2.1.4. CHATBOT COM PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM NATURAL PARA SISTEMAS DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS

Com a utilização do chatbot com algoritmo knn e banco de dados citado anteriormente como sistema de base e implementando alterações na linha de processos de processamento da linguagem, como a adição de vetores de treinamento e classes relacionados ao tópico de processamento de imagens e um método capaz de extrair números (com e sem porcentagem) de uma entrada de texto, foi possível utilizar este tipo de sistema para transformar sistemas de processamento de imagens baseados em interface gráfica em sistemas de interface de usuário naturais.

Na interface do chatbot também foram adicionados elementos para que se fosse possível receber imagens. Nesse processo, o usuário envia a imagem (ou imagens) a ser reamostrada, sua preferência de técnica para reamostrar e a escala (em caso de envio de apenas uma imagem) ou a imagem que será referência na reamostragem (caso de duas imagens). Assim, após o usuário inserir sua solicitação, a imagem enviada é salva e seu

pedido é encaminhado para o serviço de processamento de linguagem natural e este, posteriormente ao processamento, retorna qual o tipo de reamostragem, a técnica e a escala ou imagem escolhida como referência. Esses dados são salvos e enviados ao serviço de processamento de imagens que retorna à aplicação a imagem processada e esta em seguida a exibe na interface para que o usuário possa visualizar e fazer download da imagem reamostrada.

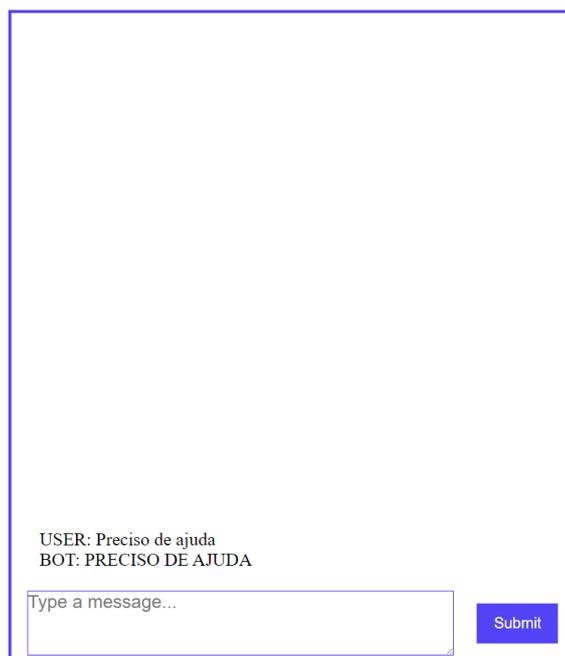
Outro diferencial desse chatbot para os demais trata-se do fato que neste há a possibilidade de inserir as informações de forma gradativa, visto que a cada processamento da solicitação do usuário as respostas das informações interpretadas são salvas em variáveis até se tenha adquirido todas as informações requisitadas pelo serviço de processamento de imagem.

3. RESULTADOS

3.1. MECANISMO CAPITALIZADOR

Construção de um mecanismo simples de entrada e saída de texto que retorna como saída o texto inserido capitalizado. Produzido utilizando Javascript no backend.

Figura 6. Chatbot capitalizador de texto

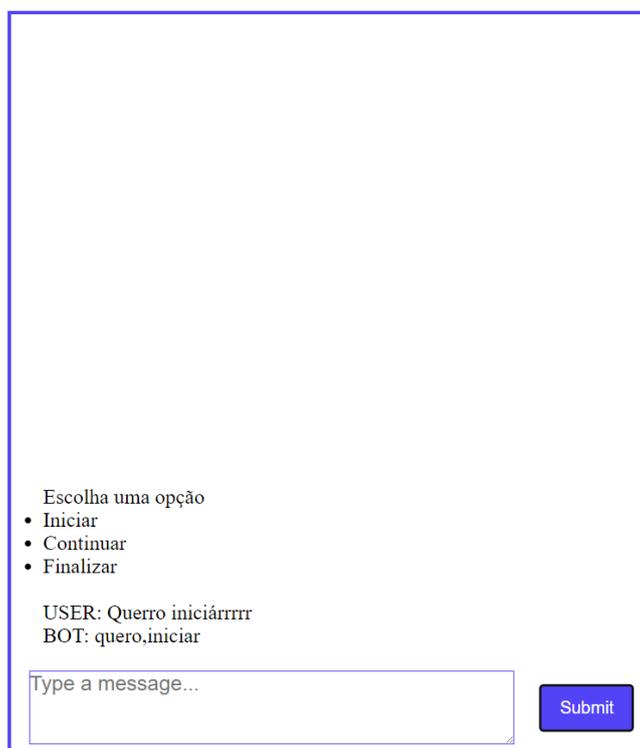


The image shows a chatbot interface within a blue-bordered box. At the bottom, there is a text input field with the placeholder text "Type a message..." and a blue "Submit" button to its right. Above the input field, the chat history is displayed: "USER: Preciso de ajuda" followed by "BOT: PRECISO DE AJUDA" on the next line.

3.2. SISTEMA PRÉ-PROCESSADOR DE TEXTO

Desenvolvimento de métodos de pré-processamento de texto responsáveis por realizar descapitalização, tokenização, remoção de caracteres repetidos e correção de palavras por meio da adição ou remoção de 0 ou 1 caractere.

Figura 7. Pré-processamento de texto em chatbot



Escolha uma opção

- Iniciar
- Continuar
- Finalizar

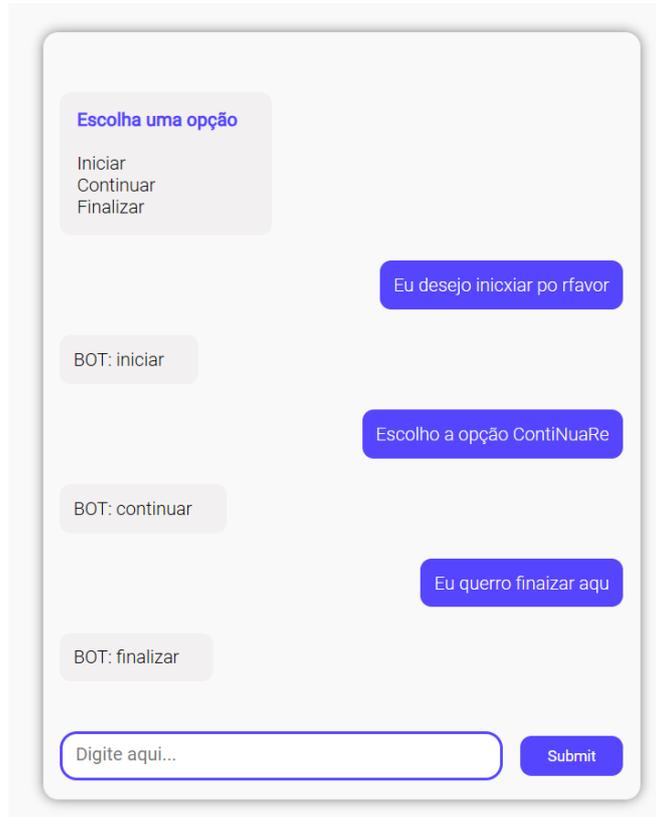
USER: Quero iniciárrrrr
BOT: quero,iniciar

Type a message...

3.3. CHATBOT UTILIZANDO SACO DE PALAVRAS

Criação de chatbot com pré-processamento e processamento de linguagem natural e utilização da técnica de saco de palavras (bag of words, em inglês) que retorna ao usuário uma resposta a sua mensagem com base na comparação entre os cossenos dos vetores.

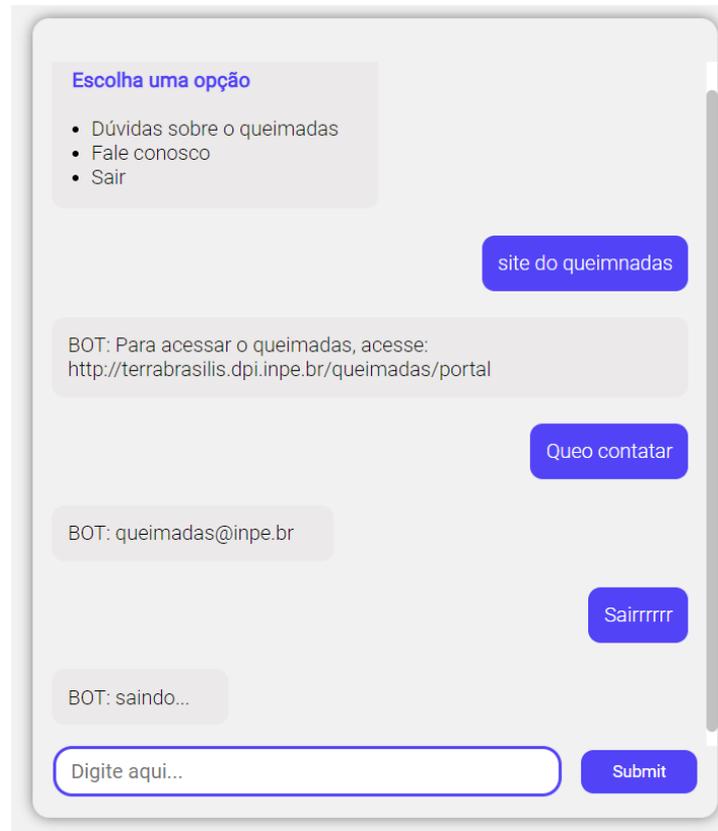
Figura 8. Chatbot realizando processamento de texto



3.4. CHATBOT PARA SISTEMA DE SUPORTE E ATENDIMENTO

Com o intuito de implementar o chatbot utilizando todos os processos estudados à um exemplo cotidiano, foi realizado um chatbot simples para exemplificar um suposto sistema de suporte e atendimento para o programa Queimadas do INPE. Nesse contexto, o bot processa o texto inserido pelo usuário e retorna à resposta mais apropriada ao que foi pedido.

Figura 9. Chatbot de suporte ao usuário



3.5. CHATBOT COM PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM NATURAL PARA SISTEMAS DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS

Com a utilização do chatbot, com as etapas de processamento de linguagem estudadas anteriormente, a implementação da extração de números e a adição de vetores de treinamento relacionados à reamostragem de imagens, tornou-se possível a solicitação de reamostragem de imagens a um serviço de processamento de imagens por meio de comandos utilizando linguagem natural.

Nas figuras a seguir, é possível visualizar esse feito por meio da solicitação de reamostragem de uma imagem determinando uma escala de reamostragem específica ou utilizando outra imagem como referência de medida. Na gura 10, o usuário realiza a requisição para reamostrar uma única imagem aplicando a técnica Nearest Neighborhood com uma escala de 30% por meio da interface e o serviço de processamento consegue extrair dos textos os dados necessários, os quais posteriormente foram encaminhados ao serviço de reamostragem.

Já na Figura 11, é solicitado a reamostragem da 2ª imagem enviada, com o intuito de transformá-la para que apresente as mesmas dimensões da primeira imagem.

Figura 10. Requisição de processamento de uma imagem utilizando chatbot com processamento de linguagem natural

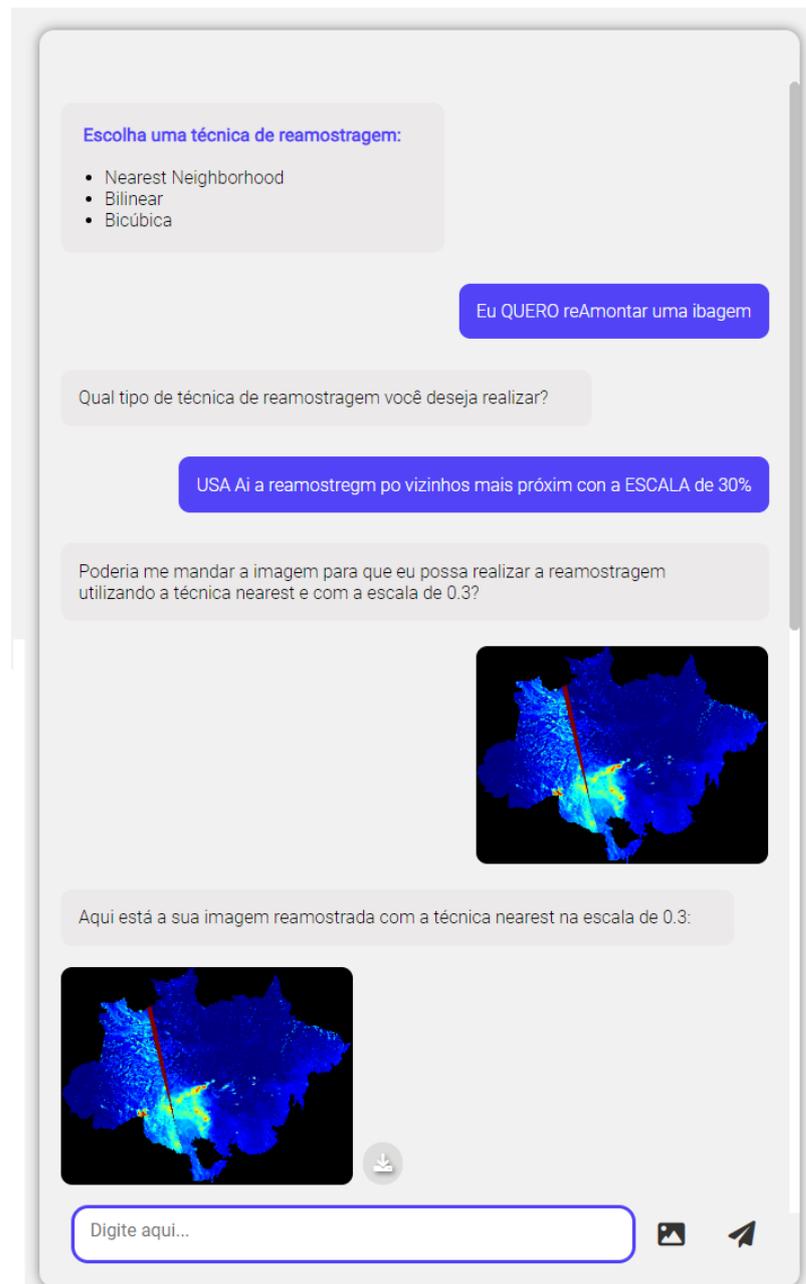


Figura 11. Requisição de reamostragem de uma imagem utilizando outra como referência de escala



Em ambos os casos, as informações foram enviadas gradativamente, demonstrando assim a capacidade do sistema de armazenar os dados já recebidos e solicitar os que ainda necessitam ser enviados até que seja possível realizar uma requisição completa ao serviço de processamento de imagem. Além disso, é possível observar também a realização do processamento da linguagem, visto que o chatbot demonstrou capacidade

de interpretar os textos inseridos pelo usuário, mesmo com a presença de palavras com erros ortográficos, repetições de caracteres sem motivos sintáticos, utilização de termos similares e a existência variada de caracteres maiúsculos e minúsculos.

4. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, é válido afirmar que o desenvolvimento de chatbots com a utilização de técnicas de processamento de linguagem natural trata-se de um ótimo recurso para automação de suporte e atendimento ao cliente, bem como para a interpretação e análise de feedbacks e execução de tarefas, visto que ao realizarem o processamento da linguagem do usuário, podem determinar o que o usuário deseja ou identificar feedbacks e classificá-los em positivo ou negativo por exemplo.

Para aprimorar ainda mais a qualidade e eficiência do chatbot, é interessante também a implementação também novas etapas de processamento que possibilitem a interpretação de solicitações mais complexas, técnicas de otimização de buscas, inserção de mecanismos de controle de sessão e outros processos que ainda serão objeto de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

POWELL, M., ROTZ, J. A., & O'MALLEY, K. D. How Machine Learning Is Improving U.S. Navy Customer Support. In: **Proceedings** of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 34(08), Palo Alto, EUA, p. 13188-13195, 2020.

GAVRILA, S., GONZÁLEZ-TEJERO, C. B., GANDÍA, J. A. G., ANCILLO, A. L. The impact of automation and optimization on customer experience: a consumer perspective. **Humanit Soc Sci Commun**, v. 10, n. 877, 2023.

HUSSAIN, S., AMERI SIANAKI, O., ABABNEH, N. A Survey on Conversational Agents/Chatbots Classification and Design Techniques. In: Web, Artificial Intelligence and Network Applications, 2019, **Proceedings...** 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing. Springer, vol 927. ISBN 9783030150358.

SARKAR, D. **Text Analytics with Python: A Practitioner's Guide to Natural Language Processing**. Vol 2. Apress, 2019. 698p.

GAYOTTO, J. S., CARVALHO, F. G. M. Arquitetura de chatbot utilizando processamento de linguagem natural. Submetido ao Science and Business Connection, 2024.

GAYOTTO, J. S., CARVALHO, F. G. M. Arquitetura básica de PLN para desenvolvimento de sistema de auxílio ao usuário. Submetido ao II Encontro do Programa de Monitoria nas Fatecs 1º e 2º semestre de 2023, 2024.