SISTEMAS DE PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM NATURAL INTEGRADOS A SISTEMAS DE SENSORIAMENTO REMOTO

Júlia Sousa Gayotto [1], Carlos Eduardo Falandes [2], Fabrício Galende Marques de Carvalho [3], e Fabiano Morelli [4]

[1] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, juliagayotto@gmail.com ; [2] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, carlos.falandes@inpe.br; [3] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, fabricio.galende@inpe.br; e [4] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, fabiano.morelli@inpe.br

RESUMO

O uso de mecanismos de linguagem natural em aplicações pode auxiliar os usuários na execução de suas tarefas, poupando tempo e permitindo que se concentrem em seus objetivos, em vez de se preocuparem com a utilização da interface. Em aplicações mais complexas, essa abordagem também torna o uso acessível a pessoas com menor conhecimento técnico e sem familiaridade com a interface. A implementação desses sistemas de processamento de linguagem natural em sistemas de sensoriamento remoto se faz interessante, tendo em vista que grande parte desses sistemas possuem uma grande quantidade de opções de ação, o que muitas vezes torna a interface complexa. Sabendo disso, esse estudo teve como finalidade desenvolver um sistema operado por linguagem natural, no qual é possível solicitar a visualização de camadas de poluentes atmosféricos.

Palavras-chave **—** Interface de Linguagem Natural, Processamento de Linguagem Natural, Sensoriamento Remoto, Experiência de Usuário, Sistema de Observação da Terra.

ABSTRACT

The use of natural language processing mechanisms in applications can assist users in performing their tasks, saving time and allowing them to focus on their goals rather than worrying about using the interface. In more complex applications, this approach also makes the use accessible to people with less technical knowledge and unfamiliarity with the interface. The implementation of these natural language processing systems in remote sensing systems is particularly interesting, given that many of these systems have a large number of action options, which often makes the interface complex. With this in mind, this study aimed to develop a system operated by natural language, in which it is possible to request the visualization of atmospheric pollutant layers.

Key words **—** *Natural Language Interface, Natural Language Processing, Remote Sensing, User Experience, Earth Observation Systems.*

1. INTRODUÇÃO

A utilização de interfaces com elementos de linguagem natural vem se tornando cada vez mais frequente, principalmente com a adesão de inteligência artificial em diversos sistemas [1]. Inserir esses tipos de componentes nas interfaces, agregam um grande valor a aplicação, dado que contribuem para uma melhor experiência do usuário ao facilitarem o modo de interação deste com a interface.

O uso deste tipo de interação baseada em linguagem natural é extremamente benéfico e relevante em interfaces de sistemas de sensoriamento remoto, pois esses sistemas costumam oferecer uma ampla variedade de ações possíveis, o que muitas vezes pode confundir o usuário e dificultar o pleno aproveitamento da aplicação. Como resultado, apenas pessoas com profundo conhecimento da interface são capazes de utilizá-las por completo.

Com a implementação da interação por meio de linguagem natural, a experiência do usuário é significativamente aprimorada, uma vez que facilita o acesso e a compreensão da interface, permitindo que usuários com diferentes níveis de conhecimento sejam capazes de operar o sistema de forma mais intuitiva e eficiente. Em outras palavras, evita que o usuário desvie sua atenção da tarefa para se preocupar com o modo de operar a interface do sistema que está utilizando para conseguir realizar seu trabalho [2].

Com este projeto, busca-se mostrar como a utilização de interfaces de linguagem natural em sistemas relacionados com sensoriamento remoto mostra-se promissora já que simplifica consideravelmente a utilização desses sistemas complexos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O termo processamento de linguagem natural (PLN) refere-se ao processamento realizado, por um dispositivo de máquina, da linguagem utilizada pelos seres humanos. Esse processamento ocorre por conta dos dispositivos não serem capazes de interpretar os significados das palavras, visto que são construídos utilizando somente a linguagem de máquina [3].

Entre os tipos de serviços de processamento de linguagem natural encontram-se os orientados a tarefas, que operam com o objetivo de auxiliar o usuário a executar uma

determinada ação ou tarefa, onde o serviço retorna uma resposta à tarefa especificada [4]. Esse tipo de operação geralmente é treinada com textos de domínio específico sobre um determinado assunto, uma vez que não é voltada para conversas do dia a dia, mas sim para execuções de ações sobre um tema.

Com base nisso, é possível avaliar que esse tipo de processamento é essencial para sistemas de interface de linguagem natural voltados a execução de tarefas, uma vez que esses são criados justamente para melhorar a experiência do usuário durante a execução de ações.

Para ilustrar a relevância do uso de linguagem natural em interfaces em sistemas relacionados ao sensoriamento remoto, foi desenvolvido, durante esse projeto, um exemplo de interface de linguagem natural onde é possível solicitar e visualizar diferentes camadas de poluentes atmosféricos presentes na atmosfera.

A arquitetura do serviço de PLN orientado à tarefa desenvolvido para uso nesta aplicação consiste em um modelo simples de linguagem, componentes de pré-processamento de texto, onde são tratados, por exemplo, os erros ortográficos inseridos pelo usuário [5], algoritmo simples de reconhecimento de padrão, vetores com frases de treinamento, que servem como comparação para que o serviço seja capaz de determinar qual ação o usuário deseja realizar, e um banco de dados [6]. Na Figura 1, é demonstrado um diagrama de atividade detalhado sobre essa arquitetura desse serviço.

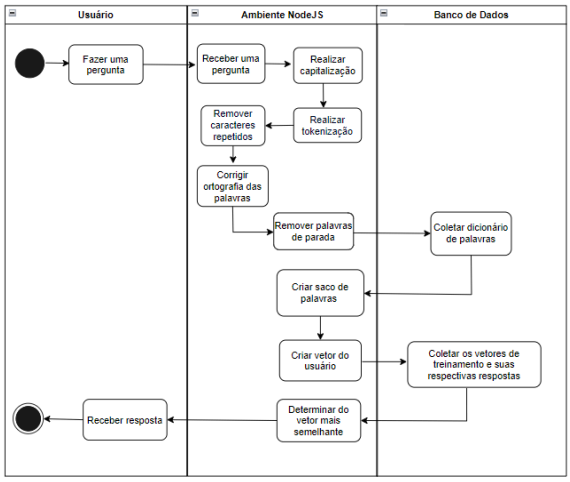


Figura 1. Diagrama de atividade referente ao serviço de processamento de linguagem natural (PLN).

Vale ressaltar que o processamento do serviço desenvolvido apresenta limitações, considerando que o componente de montagem dos vetores das frases forma um vetor apenas com as palavras, não incluindo nenhuma análise da estrutura gramatical das sentenças. Uma solução para conseguir interpretar frases mais complexas seria incluir técnicas de análise estrutural ao processo.

A interface de visualização da aplicação é composta por um menu com um chatbot para o usuário inserir suas solicitações e um mapa para que seja possível visualizar as camadas atmosféricas sobre as regiões. No sistema, o usuário tem a possibilidade de observar várias camadas de poluentes atmosféricos, incluindo o Índice de Aerossol (PM10 e PM2.5), monóxido de carbono (CO), metano (CH_4), ozônio troposférico (O_3), dióxido de enxofre (SO_2), dióxido de nitrogênio (NO_2) e formaldeído.

Essas camadas foram escolhidas para aplicação por se tratarem de compostos nocivos à saúde dos seres vivos e por serem as camadas provenientes do satélite meteorológico Sentinel-5p, do Data Space Copernicus - Agência Espacial Europeia (ESA) [7]. Assim, a escolha destes poluentes deve-se à natureza de serem disponibilizados pela mesma fonte e a importância de se observar tais índices na atmosfera, devido a sua prejudicialidade à qualidade do ar atmosférico.

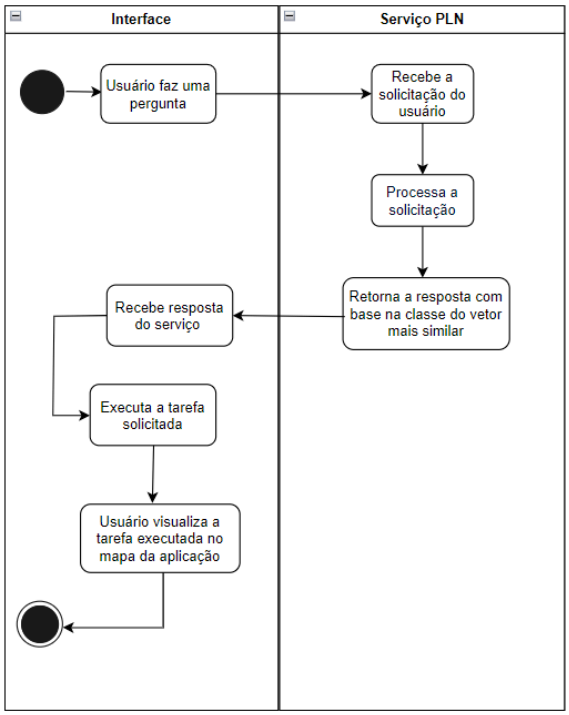


Figura 2. Diagrama de atividade da aplicação de poluentes atmosféricos integrada ao serviço de PLN.

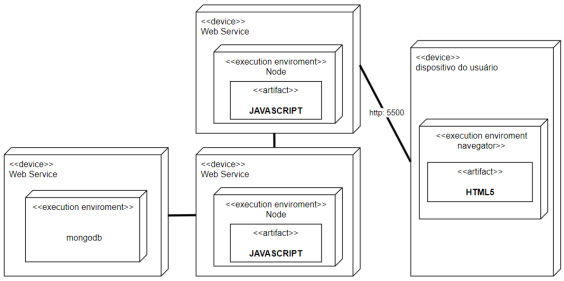


Figura 3. Diagrama de implantação do sistema.

Na Figura 2, apresenta-se o diagrama de atividades da aplicação completa desenvolvida, enquanto a Figura 3

ilustra o diagrama da arquitetura de implantação do sistema, que foi projetado utilizando serviços independentes.

3. RESULTADOS

A Figura 4 mostra a interface desenvolvida neste estudo, onde a interação com o operador ocorre via um chatbot, que utiliza serviços de PLN orientados a tarefas. O chatbot está posicionado no menu lateral, enquanto à direita está o mapa, que recebe as camadas selecionadas por meio do chat.

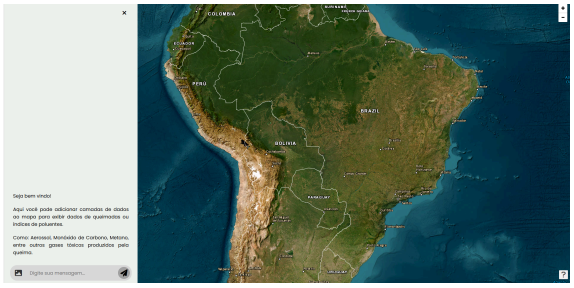


Figura 4. Interface de Interação com Chatbot e Mapa.

Já as Figuras 5 e 6 ilustram o texto digitado pelo usuário e a resposta da aplicação à solicitação, tanto no menu de interação quanto no mapa, que exibe a sobreposição de uma camada de metano.

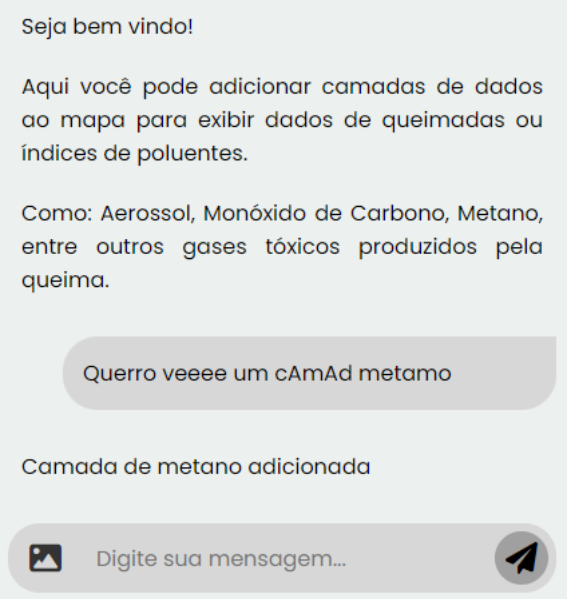


Figura 5. Menu com Chat Boot.

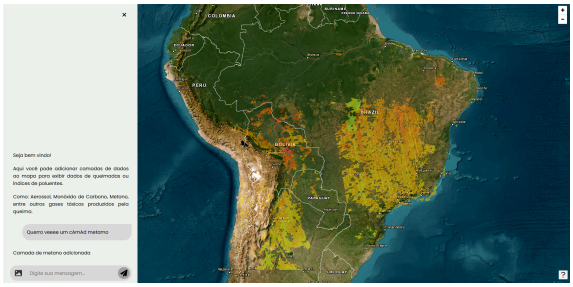


Figura 6. Exibição da Ação Solicitada na Interface.

Na interface desenvolvida, é possível ampliar regiões do mapa para uma melhor visualização da camada selecionada sobre áreas específicas. Na Figura 7 é exemplifica essa funcionalidade, mostrando a ampliação sobre a região do Rio de Janeiro - RJ.



Figura 7. Ampliação da cidade do Rio de Janeiro no mapa

Nas Figuras 6 e 7, a camada de metano apresenta um índice de partes por bilhão (ppb), e a escala do gradiente de cores correspondente a esses valores é ilustrada na Figura 8.

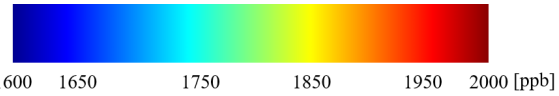


Figura 8. Escala de cor da quantidade de metano em partes por bilhão (ppb)

4. DISCUSSÃO

Visto o uso de elementos de linguagem natural na aplicação exemplificado nas imagens 4, 5 e 6 pode-se dizer que de fato a integração de serviços de PLN apresenta uma melhora extremamente eficiente no modo de interação com as interfaces de sensoriamento remoto, já que as mesmas muitas vezes podem ser extremamente complexas o que acaba por dificultar seu uso. Com essa integração, o usuário pode definir o tipo de tarefa que deseja executar usando suas próprias palavras, podendo assim focar apenas no que precisa, sem se importar com todas as ações necessárias para configurar a interface e alcançar seu objetivo.

Além disso, o processamento da linguagem é eficaz para diversas entradas do utilizador, até mesmo para requisições com repetições de caracteres sem motivo

sintático, caracteres maiúsculos e minúsculos e erros gramaticais. Essa eficácia deve-se ao encadeamento em pipeline das etapas de processamento da linguagem, no qual as palavras percorrem o processo de pré-processamento do texto antes de serem enviadas à etapa de análise e reconhecimento de padrões. Dessa forma, todos os erros ortográficos e a despadronização dos tipos de caracteres da solicitação são tratados previamente, antes de a solicitação ser comparada com os vetores de treinamento do serviço.

Com o resultado do Processamento é exibido no mapa a camada demandada, ou seja, metano nesse caso. A partir disso, é entregue ao usuário a possibilidade de realizar análises qualitativas, um exemplo de como isso poderia ser feito é ilustrado na Figura 7 onde é possível constatar o uso específico da interface quanto à análise de poluentes sobre uma certa região. A figura exibe a ampliação sob a cidade do Rio de Janeiro - RJ com a adição da camada de metano, o que torna possível notar um tom amarelado sobre a cidade. Isto indica que a quantidade de metano na região analisada na figura está em torno de 1850 ppb (partes por bilhão) como constatado na escala de cor da quantidade de metano da Figura 8. Dessa forma, com base nos dados da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) [8], observa-se que essa concentração de metano no local é prejudicial à saúde humana. Esse exemplo de uso da interface destaca a importância de visualizar a quantidade de poluentes atmosféricos em uma determinada região. Com o auxílio de PLN, a interface permite que usuários não especializados realizem análises qualitativas sobre a qualidade do ar em regiões específicas, reforçando sua relevância para a saúde pública.

5. CONCLUSÕES

A utilização de elementos de linguagem natural na interface facilita a experiência dos usuários, pois elimina a necessidade de um conhecimento aprofundado sobre o assunto ou a interface, visto que o utilizador pode explicar com suas próprias palavras o que precisa. Isso simplifica a interação, evitando que o usuário precise navegar por diversas opções de botões e outros elementos, o que poderia gerar confusão e impactar negativamente sua experiência.

Dessa forma, é plausível avaliar que esse tipo de implementação apresenta-se promissor no ramo de sistemas de sensoriamento remoto, visto que grande parte das interfaces desse tipo de sistema apresentam complexidade em sua utilização, deixando assim sua usabilidade pouco prática.

Para aprimorar a aplicação desenvolvida, pretende-se integrar novas técnicas de processamento de linguagem natural (PLN) capazes de analisar a estrutura gramatical das frases, tornando as interações mais precisas e sofisticadas. Além disso, será expandida a visualização de diferentes camadas de poluentes atmosféricos, permitindo uma análise mais abrangente, assim, o objetivo é aprimorar o sistema de PLN em conjunto com o sensoriamento remoto, facilitando tanto a adição e remoção de camadas como a exibição de dados quantitativos em respostas a perguntas complexas, como "Quais estados têm mais focos de queimadas?" ou "Qual a pior qualidade do ar no Brasil?". Essa evolução assegura a extração de informações corretas, evitando interpretações tendenciosas e permitindo uma análise precisa sobre informações em regiões específicas.

8. REFERÊNCIAS

[1] D. Calì, A. Condorelli, S. Papa, M. Rata, e L. Zagarella. Improving intelligence through use of Natural Language Processing. A comparison between NLP interfaces and traditional visual GIS interfaces, *Procedia Computer Science,* v. 5: pp 920-925, 2011. 0.1016/j.procs.2011.07.128.

[2] L. Shen, E. Shen, Y. Luo, X. Yang, X. Hu e X. Zhang. Towards Natural Language Interfaces for Data Visualization: A Survey, *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, v. 29: pp 3121-3144, 2023. 10.1109/TVCG.2022.3148007

[3] H. Lane, C. Howard, and H. Hapk, Natural Language Processing in Action. Manning, 2019.

[4] S. Hussain, O. A. Sianaki, e N. Ababneh. A Survey on Conversational Agents/Chatbots Classification and Design Techniques, *Workshops of the International Conference on Advanced Information Networking and Applications*, v. 33: pp. 946-956, 2019. 10.1007/978-3-030-15035-8_9.

[5] D. Sarkar, Text Analytics with Python: A Practitioner's Guide to Natural Language Processing. Apress, 2019.

[6] J. S. Gayotto, F. G. M. Carvalho, e F. Morelli. Arquitetura Básica de PLN para Desenvolvimento de Sistema de Auxílio ao Usuário. *Science & Business Connection*, v. 2, 2024. 10.29327/2-science-business-connection-407088.811886.

[7] Sentinel-5P. Agência Espacial Europeia - ESA. Disponível em: https://sentinels.copernicus.eu. Acessado 05 Setembro 2024.

[8] OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde**.** 2024. Disponível em: https://www.paho.org/pt. Acesso em: 08 de outubro de 2024.