

Universidade de Pernambuco
Programa de Pós-Graduação em Engenharia da
Computação (PPGEC)

Proposta de Dissertação ou Tese de Mestrado ou Doutorado

Área: Computação Inteligente ou Modelagem Computacional

Título: LLM-XAI-TB: Geração de Explicações Clínicas em Linguagem Natural para o Prognóstico da Tuberculose por meio de Grandes Modelos de Linguagem e Inteligência Artificial Explicável

Orientador(a): Prof. Dr. Maicon Herverton Lino Ferreira da Silva Barros
(maicon.barros@upe.br)

Coorientadora: Profa. Dra. Patricia Takako Endo - Livre-Docente, Líder do dotLAB Brazil (patricia.endo@upe.br)

Descrição:

A tuberculose (TB) permanece como uma das principais causas de morte por doenças infecciosas no mundo, com 10,7 milhões de casos novos e 1,23 milhão de óbitos registrados em 2024 [1], tendo a doença retomado a posição de maior causa infecciosa de morte no planeta, ultrapassando novamente a COVID-19. No Brasil, em 2024 foram notificados 85 mil casos novos, coeficiente de incidência de 40,4 por 100 mil habitantes e aproximadamente 6.315 óbitos [2]. A ferramenta TITO (*tito.deeptub.app*), desenvolvida no âmbito do PPGEC/UPE e do dotLAB Brazil, utiliza modelos de aprendizado de máquina treinados com 1,7 milhão de registros do SINAN-TB (2001-2020) para classificar os desfechos de cura e óbito da TB e que possui pesquisas exploratória de novos modelos a serem incorporados na plataforma. Desta forma, este projeto visa investigar técnicas de Inteligência Artificial Explicável (XAI) - especificamente o LIME e SHAP - para identificar os atributos clínicos mais relevantes na predição do modelo já existente e de novos modelos que estão sendo desenvolvidos para a plataforma [3, 4]. Contudo, as saídas quantitativas dessas técnicas são de difícil interpretação por profissionais de saúde sem formação em ciência de dados, limitando a adoção clínica do sistema [5]. Estudos recentes demonstram que Grandes Modelos de Linguagem (LLMs, do inglês *Large Language Models*) podem transformar valores de SHAP em narrativas clínicas compreensíveis [6, 7], e que a técnica de Geração Aumentada por Recuperação (RAG) permite contextualizar essas narrativas com diretrizes clínicas oficiais, aumentando a confiabilidade das explicações geradas [8, 9]. Diante desse cenário, este projeto propõe o desenvolvimento e a avaliação de um módulo integrado à TITO que empregue LLMs e XAI para a geração automática de explicações clínicas em linguagem natural, em português brasileiro, sobre as predições de desfechos do tratamento da TB. Como objetivos específicos, busca-se: realizar revisão da literatura

sobre XAI e LLMs em suporte à decisão clínica; selecionar e adaptar LLMs para geração de texto clínico em português; desenvolver framework de *prompts* para traduzir saídas LIME ou SHAP da TITO em narrativas clínicas; implementar componente RAG com *corpus* de diretrizes do Programa Nacional de Controle da Tuberculose (PNCT) e da OMS; avaliar a qualidade das explicações por métricas automáticas (BLEU, ROUGE-L, BERTScore) e avaliação por profissionais de saúde; e integrar o módulo à TITO para medir a usabilidade com a *System Usability Scale* (SUS) comparando com o trabalho já publicado da literatura [9]. O projeto se distingue das demais pesquisas em andamento no dotLAB Brazil, focadas em desfechos específicos de TB pulmonar, extrapulmonar, pediátrica e em populações vulneráveis, por propor uma camada transversal de explicabilidade em linguagem natural, reutilizável em todos os cenários cobertos pela TITO. Esperam-se como resultados: módulo LLM-XAI funcional integrado à TITO; framework documentado de *prompts*; *corpus* RAG de diretrizes clínicas em português; publicação em periódico indexado Qualis; e eventual registro da metodologia ou adaptação híbrida das técnicas junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).

Referências Bibliográficas:

- [1] WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Global Tuberculosis Report 2025*. Geneva: WHO, 2025. Disponível em: <https://www.who.int/teams/global-programme-on-tuberculosis-and-lung-health/tb-reports/global-tuberculosis-report-2025>. Acesso em: 27 maio 2026.
- [2] BRASIL. Ministério da Saúde. *Dados Epidemiológicos da Tuberculose no Brasil*. Brasília, DF: MS, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/apresentacoes/2024/apresentacao-dados-epidemiologicos-da-tuberculose-no-brasil>. Acesso em: 27 maio 2026.
- [3] LINO FERREIRA DA SILVA BARROS, Maicon Herverton *et al.* *Benchmarking machine learning models to assist in the prognosis of tuberculosis*. In: Informatics. MDPI, 2021. p. 27.
- [4] LINO FERREIRA DA SILVA BARROS, Maicon Herverton, SAMPAIO, Vanderson, ENDO, Patricia Takako. *Machine-learning for classification of the prognosis of tuberculosis using real data from Brazil*. Tese (Doutorado) - PPGEC/UPE, Recife, 2024.
- [5] ABBAS, Qaiser; JEONG, Woonyoung; LEE, Seung Won. *Explainable AI in clinical decision support systems: a meta-analysis of methods, applications, and usability challenges*. In: Healthcare. MDPI, 2025. p. 2154.
- [6] ZENG, Xianlong; ZHU, Kewen. *Enhancing the interpretability of SHAP values using large language models*. arXiv preprint arXiv:2409.00079, 2024.
- [7] LEE, Sujung *et al.* *A prompt framework for enhancing LLM-based explainability of medical machine learning models: an intensive care unit application*. BMC Medical Informatics and Decision Making, v. 25, n. 1, p. 430, 2025.
- [8] NEHA, Fnu; BHATI, Deepshikha; SHUKLA, Deepak Kumar. *Retrieval-augmented generation (rag) in healthcare: A comprehensive review*. AI, v. 6, n. 9, p. 226, 2025.
- [9] FILHO, Frederico Guilherme Santana Da Silva *et al.* *Integrated Artificial Intelligence Framework for Tuberculosis Treatment Abandonment Prediction: A Multi-Paradigm Approach*. Journal of Clinical Medicine, v. 14, n. 24, p. 8646, 2025.
- [10] LINO FERREIRA DA SILVA BARROS, Maicon Herverton *et al.* *Evaluating the Usability of an AI-Powered Application for Tuberculosis Mortality Prediction*. In: Iberian Conference on Information Systems and Technologies. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. p. 233-243.