

# Universidade de Pernambuco

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

### Proposta de Dissertação de Mestrado

**Área:** Computação Inteligente ou Modelagem Computacional

**Título:** Desenvolvimento e Avaliação de uma Plataforma Baseada em Inteligência Artificial para Acompanhamento do Tratamento da Tuberculose

**Orientadora:** Patricia Takako Endo ([patricia.endo@upe.br](mailto:patricia.endo@upe.br))

**Coorientador:** Maicon Herverton Lino Ferreira da Silva Barros ([mhlfbs@ecomppoli.br](mailto:mhlfbs@ecomppoli.br))

A tuberculose é uma doença infecciosa transmitida pelo ar, causada pelo bacilo *Mycobacterium tuberculosis*, que afeta principalmente os pulmões, mas pode atingir outras partes do corpo, como o cérebro. Em muitos países de baixa e média renda, a tuberculose continua sendo uma das principais causas de morbidade e mortalidade [1,2].

De acordo com o último relatório global da Organização Mundial da Saúde (OMS) sobre a tuberculose, publicado em 2024, "até a pandemia de COVID-19, a tuberculose era a principal causa de morte por um agente infeccioso" [3]. Apesar de um esforço global conduzido pela OMS para reduzir a incidência de tuberculose e sua taxa de mortalidade, a pandemia de COVID-19 reverteu anos de avanços no combate à infecção de tuberculose no mundo. Globalmente, em 2023, foram registrados 10,8 milhões de casos, com 1,25 milhão de mortes [3]. Em 2023, o Brasil registrou 80.012 casos de tuberculose, a quantidade de óbitos ainda não foi divulgada para 2023, mas em 2022 5.845 pessoas foram a óbito pela doença no Brasil [4]. Adicionalmente, o Brasil está entre os países com as maiores taxas de tuberculose globalmente [5].

Dado que a tuberculose é uma doença de difícil erradicação, os programas de saúde têm concentrado seus esforços no diagnóstico precoce [6]. Entretanto, após a confirmação do diagnóstico, é crucial compreender a gravidade clínica do paciente para tomar decisões sobre o tratamento, como internação em uma Unidade de Terapia Intensiva (UTI) ou a administração de medicamentos a longo prazo. Essa análise da gravidade e acompanhamento do tratamento é essencial para evitar o agravamento da doença, melhorar a qualidade de vida dos pacientes e gerenciar os recursos de saúde.

A complexidade de prever o que pode acontecer a um paciente durante ou ao final de um tratamento de tuberculose é alta devido à variedade de desfechos específicos [7], como: (i) o paciente completar o tratamento sem cura (caso de resistência a medicamentos); (ii) falha no tratamento (caso de não adesão ou abandono); (iii) o paciente vir a óbito pela doença, entre outros. Devido a essa complexidade, trabalhos na literatura têm proposto a aplicação de técnicas de inteligência artificial (IA), como aprendizado de máquina e aprendizado profundo, para auxiliar profissionais de saúde na tomada de decisão relacionada ao tratamento de tuberculose. O objetivo é aumentar as chances de sucesso no tratamento e, conseqüentemente, melhorar a qualidade de vida do paciente [8, 9]. No entanto, a construção de modelos de aprendizado de máquina ou aprendizado profundo exige um processo científico rigoroso para produzir um modelo capaz de generalizar os dados e alcançar resultados satisfatórios.

Monitorar os desfechos do tratamento de tuberculose é uma atividade fundamental para reduzir a mortalidade precoce de pacientes diagnosticados com essa doença [11]. O trabalho de Killian *et al.* [13] agrupou os desfechos de tuberculose de acordo com as definições da OMS, classificando como "favoráveis" os casos de "curado" e "tratamento completo", e como "não favoráveis" os casos de "óbito", "falha no tratamento" e "abandono". Já o trabalho de Lino *et al.* [9] focou no uso de modelos de aprendizado de máquina para a classificação do prognóstico da tuberculose, ou seja, com foco nas classes de "cura" ou "óbito".

Este projeto estende a abordagem adotada no trabalho de Lino *et al.* [9], que focou apenas nos desfechos de "cura" e "óbito" adaptando a abordagem de [13]. Utilizando cerca de 2 milhões de registros de pacientes tratados por tuberculose no Brasil nos últimos 20 anos, disponíveis no Sistema de Informação de Agravos de Notificação - Tuberculose (SINAN-tuberculose), propomos a classificação dos desfechos do tratamento em "favoráveis" e "não favoráveis". Para isso, utilizaremos técnicas de IA, explorando variáveis clínicas, laboratoriais e

sociodemográficas, com o objetivo de desenvolver modelos preditivos que possam apoiar decisões de saúde pública e estratégias de tratamento para a tuberculose.

### Referências Bibliográficas:

- [1] PAI, M.; BEHR, M.; DOWDY, D.; DHEDA, K.; DIVANGAHI, M.; BOEHME, C.; RAVIGLIONE, M. Tuberculosis. *Nature Reviews Disease Primers*, 2, 16076. 2016.
- [2] WHO. *Global Tuberculosis Report 2020*. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/336069/9789240013131-eng.pdf>>. Acesso em: 18 de nov. de 2024.
- [3] WHO. *Global Tuberculosis Report 2024*. Disponível em: <<https://www.who.int/teams/global-tuberculosis-programme/tuberculosis-reports/global-tuberculosis-report-2024>>. Acesso em: 18 de nov. de 2024.
- [4] MINISTÉRIO DA SAÚDE. Boletim Epidemiológico de Tuberculose - Número Especial | Mar. 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/especiais/2024/boletim-epidemiologico-de-tuberculose-numero-especial-mar-2024.pdf/@@download/file>>. Acesso em: 18 de nov. de 2024.
- [5] WHO. *Country profiles FOR 30 HIGH tuberculosis BURDEN COUNTRIES*. <<https://www.aidsdatahub.org/sites/default/files/resource/who-tuberculose-global-report-country-profiles-30-high-tuberculose-burden-countries-2019.pdf>>. Acesso em: 18 de nov. de 2024.
- [6] MARTINS, V. d. O.; MIRANDA, C. V. de. Diagnóstico e tratamento medicamentoso em casos de tuberculose pulmonar: Revisão de literatura. *Revista Saúde Multidisciplinar*, v. 7, n. 1, 2020.
- [7] WHO. *Publications. Definitions and reporting framework for tuberculosis – 2013 revision: updated December 2014 and January 2020*. [S.l.]: World Health Organization, 2013. iv, 40 p.
- [8] ROSENFELD, G.; GABRIELIAN, A.; WANG, Q.; GU, J.; HURT, D. E.; LONG, A.; ROSENTHAL, A. *Radiologist observations of computed tomography (ct) images predict treatment outcome in tb portals, a real-world database of tuberculosis (tb) cases*. *Plos one*, Public Library of Science San Francisco, CA USA, v. 16, n. 3, p. e0247906, 2021.
- [9] LINO FERREIRA DA SILVA BARROS, Maicon Herverton *et al.* *Machine-learning model for classification of the prognosis of tuberculosis using real data from brazil*. In: 2023 18th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). IEEE, 2023. p. 1-6.
- [10] JR, J. E. W. *Conceptualizing disease impact and treatment outcomes*. *Cancer*, Wiley Online Library, v. 53, p. 2316–2323, 1984.
- [11] JIMÉNEZ-CORONA, M. E.; CRUZ-HERVERT, L. P.; GARCÍA-GARCÍA, L.; FERREYRA-REYES, L.; DELGADO-SÁNCHEZ, G.; VALLE, M. Bobadilla-del; CANIZALES-QUINTERO, S.; FERREIRA-GUERRERO, E.; BÁEZ-SALDAÑA, R.; TÉLLEZ-VÁZQUEZ, N. *et al.* *Association of diabetes and tuberculosis: impact on treatment and post-treatment outcomes*. *Thorax*, BMJ Publishing Group Ltd, v. 68, n. 3, p. 214–220, 2013.
- [12] MOONS, K. G.; ROYSTON, P.; VERGOUWE, Y.; GROBBEE, D. E.; ALTMAN, D. G. *Prognosis and prognostic research: what, why, and how?* *Bmj*, British Medical Journal Publishing Group, v. 338, 2009.
- [13] KILLIAN, Jackson A. *et al.* *Learning to prescribe interventions for tuberculosis patients using digital adherence data*. In: Proceedings of the 25th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining. 2019. p. 2430-2438.