

Universidade de Pernambuco

Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Computação

(PPGEC)

Proposta de Dissertação de Mestrado

Área: Computação Inteligente ou Modelagem Computacional

Título: Integração de Smartwatch e Espirometria Digital com Inteligência Artificial para Detecção Precoce de Alterações Cardiorrespiratórias

Orientador: Sérgio Murilo Maciel Fernandes (sergio.fernandes@upe.br)

Descrição - Doenças cardiovasculares e respiratórias figuram entre as principais causas de morbimortalidade, sendo frequentemente subdiagnosticadas devido à natureza intermitente dos sintomas e à limitação de exames pontuais. O monitoramento contínuo por dispositivos vestíveis, aliado a medições objetivas da função pulmonar, constitui uma abordagem promissora para a detecção precoce de deterioração cardiorrespiratória em ambientes não hospitalares.

Este projeto propõe o desenvolvimento de um sistema de **Inteligência Artificial** integrando dados de **smartwatch** (fotoplethysmografia – PPG, frequência cardíaca, saturação periférica de oxigênio – SpO₂ e nível de atividade física) e de **equipamento digital de espirometria** (parâmetros como FEV₁, FVC e razão FEV₁/FVC). O objetivo é identificar padrões compatíveis com **arritmias cardíacas** e **alterações ventilatórias e hipóxicas clinicamente relevantes**, oferecendo suporte à tomada de decisão clínica em tempo quase real.

Do ponto de vista fisiopatológico, irregularidades temporais e morfológicas no sinal PPG refletem alterações do ritmo cardíaco e do estado hemodinâmico, enquanto reduções na SpO₂ indicam comprometimento da oxigenação. A espirometria complementa essa análise ao caracterizar a mecânica ventilatória e diferenciar padrões obstrutivos e restritivos.

A arquitetura proposta combinará **redes neurais convolucionais** para extração automática de características dos sinais PPG e curvas respiratórias, com **modelos temporais recorrentes ou transformadores**, capazes de capturar dependências dinâmicas. Serão empregadas técnicas de pré-processamento e filtragem adaptativa para mitigação de artefatos de movimento, e mecanismos de atenção para ampliar a interpretabilidade clínica.

A avaliação será conduzida por meio de **bases de dados públicas validadas** e/ou dados oriundos de estudo observacional não intervencionista, com comparação a algoritmos tradicionais e classificadores proprietários de **smartwatches**. O desempenho será mensurado por sensibilidade, especificidade, acurácia e AUC-ROC, priorizando alta sensibilidade para triagem. Também será analisada a viabilidade de inferência embarcada versus processamento híbrido, considerando consumo energético, latência e privacidade, caracterizando o sistema como **ferramenta de apoio à decisão clínica**, não substitutiva do diagnóstico médico.

Referências:

- [1] CARVALHO, D. V. et al. "Smartwatch Photoplethysmogram-Based Atrial Fibrillation Detection Using Deep Learning (DenseNet)." IEEE (artigo sobre detecção de fibrilação atrial com PPG de smartwatch usando redes neurais profundas). Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc, 2019.
- [2] DUARTE, R. et al. "Photoplethysmography-Based Smart Devices for Detection of Atrial Fibrillation." Artigo de revisão sobre smart devices baseados em PPG para detecção de arritmias. Tex Heart Inst J. 2022.
- [3] NARAYN, S. M. et al. "Wearable Devices in Cardiovascular Medicine." Circulation Research, (revisão sobre dispositivos vestíveis, aplicações cardiovasculares e uso de técnicas de machine learning/IA). 2023.
- [4] NEMATI, S. et al. "Atrial Fibrillation Detection from Wrist Photoplethysmography Using Smartwatch Signals." (método de detecção de FA a partir de PPG de relógio, incluindo tratamento de artefatos de movimento). Tex Heart Inst J. 2022.
- [5] SANTOS, M. et al. "Evaluating AI Methods for Pulse Oximetry: Performance, Clinical Utility, and Bias." Artigo de revisão sobre o uso de modelos de IA, incluindo redes neurais, aplicados à oximetria de pulso. Bioengineering (Basel). 2024.

