

## **APLICAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA ANÁLISE DE HEATMAPS EM ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DE PESSOAS EM TRATAMENTO E PREVENÇÃO DO HIV (PrEP/PEP)**

**ANDERSON MATHEUS DE SOUZA MELO<sup>1</sup>; MARIA NOEL MARZANO RODRIGUES<sup>2</sup>; ROGERIO DA COSTA ALBANDES<sup>3</sup>; CARLOS VINÍCIUS RASCH ALVES<sup>4</sup>**

*<sup>1</sup>Universidade Católica de Pelotas – anderson.melo@sou.ucpel.edu.br*

*<sup>2</sup>Universidade Católica de Pelotas – maria.rodrigues@ucpel.edu.br*

*<sup>3</sup>Universidade Católica de Pelotas – rogerio.albandes@ucpel.edu.br*

*<sup>4</sup>Universidade Católica de Pelotas – carlos.vinicius@ucpel.edu.br*

### **1. INTRODUÇÃO**

O avanço tecnológico no campo da saúde tem possibilitado a criação de ferramentas inovadoras que ampliam a capacidade de monitoramento, prevenção e análise de fenômenos complexos relacionados às doenças infecciosas. Entre essas inovações, a utilização de inteligência artificial (IA) aplicada à análise de heatmaps surge como estratégia relevante para compreender a distribuição espacial de pessoas em tratamento e prevenção do HIV, especialmente no uso de profilaxia pré-exposição (PrEP) e profilaxia pós-exposição (PEP).

Os heatmaps permitem a representação visual da concentração e movimentação de indivíduos em determinadas áreas geográficas, facilitando a identificação de regiões críticas para ações de saúde pública. No entanto, a análise manual desses mapas pode ser limitada pela subjetividade e pela dificuldade de captar correlações complexas entre variáveis espaciais, comportamentais e clínicas. Nesse sentido, a integração de modelos de IA amplia a capacidade analítica, oferecendo insights mais precisos, ágeis e dinâmicos para gestores, profissionais de saúde e pesquisadores.

A proposta aqui apresentada consiste em desenvolver uma plataforma digital que utilize Inteligência Artificial para análise sistemática de heatmaps relacionados ao acompanhamento de pessoas que vivem com HIV e indivíduos em uso de PrEP e PEP. Essa abordagem permitirá identificar padrões de comportamento, zonas de maior vulnerabilidade e eficácia das estratégias de prevenção, orientando políticas públicas mais assertivas e personalizadas.

Assim, este trabalho busca contribuir para a inovação no campo da saúde pública e no enfrentamento ao HIV, ao propor um sistema que, por meio da análise automatizada e inteligente de dados espaciais, possa não apenas aprimorar o planejamento estratégico, mas também fortalecer práticas de monitoramento contínuo e direcionado às necessidades da população em diferentes contextos territoriais.

O artigo encontra-se estruturado da seguinte forma: a Seção 2 descreve a metodologia empregada no desenvolvimento da plataforma; a Seção 3 apresenta os impactos e os resultados esperados; a Seção 4 aborda as considerações sobre o projeto e suas perspectivas futuras; e, por fim, a Seção 5 reúne as referências utilizadas.

### **2. METODOLOGIA**

O desenvolvimento da plataforma proposta foi estruturado em etapas integradas, compreendendo desde a coleta e sistematização de dados georreferenciados até a aplicação de modelos de inteligência artificial para análise avançada dos heatmaps. O objetivo central da metodologia é garantir robustez, escalabilidade e confiabilidade na geração de informações estratégicas para a prevenção e o tratamento do HIV.

## **2.1 Arquitetura Tecnológica**

A arquitetura do sistema é composta por três camadas principais sendo elas o frontend desenvolvido em React, com bibliotecas de visualização geoespacial como Leaflet e D3.js, permitindo a interação dinâmica dos usuários com os mapas de calor, conforme estruturado por FIDELES (2023). O backend construído em Python, utilizando framework Flask, responsável pelo processamento de dados, integração com bancos de dados espaciais e execução dos modelos de IA e por fim a camada analítica baseada em algoritmos de aprendizado supervisionado e não supervisionado, baseado em DE LIMA BARROSO (2022) e NUNES (2025), incluindo clustering (K-means, DBSCAN) para identificação de agrupamentos de casos e redes neurais convolucionais (CNNs) adaptadas para análise espacial.

## **2.2 Coleta e Estruturação de Dados**

A base de dados inclui informações anônimas e georreferenciadas provenientes de unidades de saúde, registros de dispensação de PrEP e PEP, e cadastros de acompanhamento clínico de pessoas vivendo com HIV, conforme ROSA (2025). Os dados são estruturados em formato padronizado, incluindo variáveis como localização, frequência de atendimento, adesão ao tratamento, indicadores epidemiológicos e dados sociodemográficos, assim como utilizado por BIANCO (2023).

Todos os registros são submetidos a processos de anonimização e criptografia, garantindo o cumprimento das normativas de sigilo e ética em saúde, conforme DA SILVA REIS (2024).

## **2.3 Modelos de Inteligência Artificial**

O sistema emprega modelos híbridos de IA para a análise dos heatmaps, contando com algoritmos de clustering para identificar áreas de concentração de indivíduos em prevenção ou tratamento, redes neurais para prever tendências de deslocamento espacial e adesão em função de fatores contextuais e modelos de recomendação para sugerir pontos estratégicos de intervenção em saúde, como novas unidades de distribuição de PrEP ou campanhas direcionadas, conforme SANTOS (2025) e LACERDA (2024).

A validação dos modelos será realizada em duas fases: inicialmente com dados simulados, a fim de calibrar os algoritmos, e posteriormente com dados reais de regiões-piloto, em colaboração com centros de referência em HIV.

## **2.4 Estudo Piloto**

Um estudo piloto será conduzido em áreas urbanas de alta prevalência, permitindo avaliar a eficácia do sistema em ambiente controlado. O piloto visa verificar acurácia da identificação de zonas críticas, pertinência das

recomendações geradas, utilidade prática das análises para gestores e profissionais de saúde.

O feedback qualitativo de especialistas e equipes de campo será integrado ao processo de refinamento da plataforma.

### **3. RELATOS E IMPACTOS GERADOS**

O projeto encontra-se em fase inicial de desenvolvimento, com foco na consolidação da arquitetura tecnológica e na definição dos fluxos de coleta, armazenamento e análise de dados. Até o momento, foram realizados testes preliminares utilizando dados simulados, que demonstraram a capacidade do sistema em gerar heatmaps dinâmicos e identificar padrões de concentração em áreas urbanas.

A principal contribuição até aqui foi a demonstração da viabilidade técnica da plataforma, especialmente no que diz respeito à integração entre dados geospaciais e modelos de inteligência artificial. Mesmo em ambiente simulado, os algoritmos de clustering mostraram-se eficientes em identificar áreas de alta densidade de usuários de PrEP e PEP, enquanto os modelos preditivos apresentaram potencial para estimar regiões de risco de abandono de tratamento.

Embora ainda não tenha sido implementado em contexto real com usuários, o projeto já evidencia impactos positivos em termos de inovação tecnológica aplicada à saúde pública. A utilização de IA em análise espacial abre novas perspectivas para o planejamento estratégico, reduzindo a dependência exclusiva de análises manuais e ampliando a precisão das políticas direcionadas.

Destaca-se, ainda, que a escalabilidade do sistema permite sua adaptação para diferentes contextos geográficos, urbanos ou rurais, possibilitando uma ferramenta de suporte à decisão flexível e ajustada às necessidades de gestores e comunidades específicas.

### **4. CONSIDERAÇÕES**

O trabalho apresentado propôs o desenvolvimento de uma plataforma baseada em inteligência artificial para análise de heatmaps relacionados ao acompanhamento de pessoas em prevenção e tratamento do HIV (PrEP/PEP). Trata-se de uma iniciativa alinhada à crescente necessidade de integrar tecnologias digitais ao planejamento em saúde pública, com vistas à prevenção, adesão e melhoria do cuidado às populações mais vulneráveis.

Os resultados preliminares já demonstram o potencial de a ferramenta se consolidar como sistema de apoio estratégico, capaz de fornecer informações detalhadas e dinâmicas sobre a distribuição espacial de usuários e pacientes. Ao integrar IA, a proposta supera limitações das metodologias tradicionais de análise, oferecendo maior precisão e agilidade nas interpretações.

A perspectiva futura concentra-se na ampliação da base de dados por meio de colaborações institucionais com serviços de referência em HIV e programas de prevenção. A validação em ambiente real será determinante para o aperfeiçoamento contínuo do sistema, retroalimentando os algoritmos e garantindo maior confiabilidade das análises geradas.

Adicionalmente, vislumbra-se a integração da plataforma com sistemas nacionais de vigilância epidemiológica e sistemas de informação em saúde, ampliando seu alcance e relevância institucional. A longo prazo, a tecnologia

poderá ser expandida para outros agravos de saúde pública que demandam análise espacial, como tuberculose, sífilis e hepatites virais.

Em síntese, este projeto estabelece um marco inicial na aplicação da inteligência artificial para análise geoespacial em HIV, representando um avanço significativo no monitoramento e planejamento de ações estratégicas em saúde pública.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIANCO, Marcelle Martim. **Estratégias de acesso à profilaxia pré-exposição ao HIV na Atenção Primária**. 2023. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

DA SILVA REIS, Gabriella; REIS, Zilma Silveira Nogueira. Proteção de dados em pesquisa na saúde. 2024.

DE LIMA BARROSO, Henrique. SISTEMA COLABORATIVO PARA CRIAÇÃO E GERENCIAMENTO DE METADADOS DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM.

FIDELES, Manuel Tolda Martins Carrilho. **Plataforma de Visualização Modular: Desenvolvimento de uma Ferramenta Analítica para Estudos das Condições Climatéricas**. 2023. Dissertação de Mestrado.

LACERDA, Maria Beatriz Araújo. **Análise e previsão de comportamento com base no perfil do utilizador usando algoritmos de Machine Learning**. 2024. Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho (Portugal).

NUNES, Richard Lucas Pereira. Uma proposta de sistema para geração de código Python a partir de uma descrição de requisitos de um sistema de informação: uma abordagem com Large Language Model. 2025.

ROSA, Marlessa Danielle Assis Vidal. Serviços clínicos farmacêuticos no tratamento de pessoas que vivem com HIV/AIDS: uma revisão de escopo. 2025.

SANTOS, Gabriel Felipe Souza et al. Desenvolvimento de um modelo preditivo para identificação de uso dos serviços de saúde com base nas características de brasileiros. 2025.