

Plataforma de Monitorização de Surtos Epidemiológicos em Tempo Real

Um sistema inovador para deteção precoce e resposta rápida a surtos epidemiológicos, desenvolvido com base em metodologias robustas de Engenharia de Requisitos e validado por profissionais de saúde pública.



Engenharia de Requisitos e Escolha do Modelo de Ciclo de Vida



A Engenharia de Requisitos é fundamental para sistemas críticos de saúde, garantindo que necessidades reais sejam capturadas, validadas e rastreáveis ao longo de todo o desenvolvimento. A escolha do modelo de ciclo de vida adequado determina o sucesso do projeto.

Modelos Avaliados:

- **Cascata:** Rejeitado por rigidez e ausência de feedback contínuo
- **Espiral:** Excelente gestão de riscos, mas entregas lentas
- **Incremental:** Valor rápido, mas negligencia mitigação proativa

Modelo Híbrido Espiral-Incremental

Combina mitigação proativa de riscos com entregas funcionais periódicas, garantindo evolução controlada e valor incremental para os utilizadores finais.

Abordagem Centrada no Utilizador: Elicitação de Requisito

A metodologia aplicada combinou técnicas complementares de elicitação para capturar a complexidade operacional do contexto de saúde pública provincial, garantindo requisitos completos, validados e alinhados com as realidades do terreno.

01

Entrevista em Diamante

10 perguntas estruturadas seguindo a metodologia diamante: início amplo com contexto geral, aprofundamento em detalhes técnicos e operacionais, e conclusão com visão estratégica futura.

03

Sessões de Brainstorming

Identificaram requisitos emergentes críticos (notificações SMS, funcionalidade offline-first) e restrições reais (conectividade limitada 2G/3G/4G, necessidade de multilinguismo).

02

Questionário Online

Mais de 10 respostas recolhidas de profissionais multidisciplinares médicos, gestores de saúde e técnicos fornecendo perspetivas diversificadas sobre necessidades e constrangimentos.



Documento de Especificação de Requisitos: Estrutura e Abrangência

Objetivos Estratégicos

- Detecção precoce de surtos com redução de 24–72h no tempo de resposta
- Centralização de dados epidemiológicos provinciais
- Alertas automáticos baseados em limiares configuráveis
- Conformidade legal com legislação moçambicana e diretrizes da OMS

Stakeholders Identificados

- **DPS:** Direção Provincial de Saúde
- **Profissionais:** Médicos, enfermeiros, técnicos de laboratório
- **Decisores:** Ministério da Saúde
- **Cidadãos:** Recetores de alertas públicos



32

Requisitos Funcionais

Incluindo registo de casos, alertas automáticos, relatórios exportáveis e cenários validados como surto de cólera

12

Requisitos Não Funcionais

Cobrindo desempenho, segurança, usabilidade e compatibilidade com infraestrutura existente

99%

Rastreabilidade

Todos os requisitos vinculados à origem, cenário de uso e critérios de teste na matriz



Usabilidade Offline-First

Interface simplificada e intuitiva, suporte pleno a conectividade 2G/3G/4G, funcionalidade offline-first com sincronização automática quando conexão restaurada.

- ❏ **Matriz de Rastreabilidade:** Ferramenta essencial que garante que cada requisito está vinculado à sua origem (stakeholder, técnica de elicitação), aos cenários de uso onde é aplicado e aos testes que validam sua implementação correta.



Decisões Tecnológicas e Arquitetura do Protótipo Funcional

O protótipo foi desenvolvido como sistema evolutivo — não descartável — servindo de base sólida para versões futuras. As escolhas tecnológicas privilegiaram desempenho, simplicidade e manutenibilidade.

1

Frontend Interativo

React.js combinado com D3.js para visualizações dinâmicas: mapas geográficos de incidência, gráficos temporais de evolução e dashboards personalizáveis.

2

Backend Assíncrono

FastAPI (Python) fornece API REST leve totalmente assíncrona, com documentação automática integrada via Swagger/OpenAPI.

3

Persistência Escalável

SQLite para protótipo rápido, arquitetura preparada para migração transparente para PostgreSQL em produção.

4

Autenticação Segura

Tokens JWT com validação robusta, refresh tokens e expiração configurável por perfil de utilizador.



1.3

Tempo Médio (segundos)

Carregamento do dashboard completo — abaixo do limite especificado de 2s



⚠ RISCOS

Análise Crítica: Gestão Proativa de Riscos

A gestão de riscos foi integrada desde o início do projeto, identificando ameaças potenciais e estabelecendo estratégias de mitigação adequadas ao contexto operacional de saúde pública.



Mudanças Frequentes

Risco: Alterações constantes nos requisitos devido à evolução epidemiológica.

Mitigação: Change Control Board (CCB) e ciclos incrementais curtos.



Conectividade Limitada

Risco: Infraestrutura de rede instável em zonas rurais.

Mitigação: Arquitetura offline-first com sincronização diferida e otimização 2G/3G/4G.



Violação de Dados

Risco: Exposição de informações epidemiológicas sensíveis.

Mitigação: Criptografia forte, auditorias regulares, treinamento em privacidade.

Lições Aprendidas e Considerações Éticas

Lições da Implementação

Stakeholders priorizam clareza contextual e simplicidade em situações de crise. O feedback contínuo revelou-se essencial para garantir adesão e utilização efetiva da plataforma.

A iteração constante com utilizadores finais — especialmente em cenários de simulação de surtos — permitiu refinar interfaces, ajustar fluxos de trabalho e eliminar complexidade desnecessária que poderia comprometer a resposta em emergências reais.



Ética e Privacidade de Dados

Agregação Responsável

Dados exclusivamente agregados, sem possibilidade de identificação individual de pacientes ou cidadãos.

Conformidade Legal Plena

Alinhamento com diretrizes internacionais da OMS sobre proteção de dados epidemiológicos.

Controlo de Acesso Granular

Role-Based Access Control (RBAC) garante que cada perfil acede apenas à informação necessária às suas funções.

Conclusões e Impacto Operacional

Validação do Modelo Híbrido

O modelo Espiral-Incremental provou-se ideal para ambientes de saúde voláteis, equilibrando gestão de riscos com entregas de valor contínuo.

Viabilidade Técnica Confirmada

O protótipo funcional demonstrou viabilidade técnica, usabilidade validada por utilizadores e desempenho dentro dos parâmetros especificados.

Ganho Operacional Mensurável

A plataforma permite deteção de surtos 24/72 horas mais rápida, representando avanço significativo na capacidade de resposta provincial.

Os testes de surtos simulados incluindo cólera, malária e sarampo confirmaram que a plataforma reduz substancialmente o tempo entre deteção inicial e ativação de protocolos de resposta, potencialmente salvando vidas através da intervenção precoce.





Trabalho Futuro e Evolução da Plataforma

A plataforma estabelece fundação sólida para expansão funcional e geográfica. As próximas fases de desenvolvimento visam ampliar capacidades, melhorar integração e estender cobertura.

1

Integração Laboratorial

Implementação de protocolos HL7/FHIR para conexão direta com sistemas laboratoriais, permitindo recepção automática de resultados de análises e confirmação de diagnósticos.

2

Notificações Multi-Canal

Expansão do sistema de alertas para incluir SMS e e-mail, garantindo que profissionais de saúde e decisores recebam notificações críticas independentemente da plataforma.

3

Multilinguismo Local

Suporte a línguas locais Angolana como Quimbundo, Umbundo e outras, para melhorar acessibilidade e compreensão em comunidades rurais.

4

Escalonamento Nacional

Replicação da solução para outras províncias, criando rede nacional integrada de monitorização epidemiológica em tempo real.