



**EmbarcaTech**  
**Residência em Sistemas Embarcados**

**Projeto Final da Fase 2: Etapa 1**  
**Definição de Requisitos e Lista de Materiais**

**Danilo Oliveira e Tífany Severo**

**Brasília**  
**2025**

## Identificação do Problema a Ser Resolvido

Os serviços de urgência e emergência no Brasil enfrentam uma superlotação crônica, que gera um gargalo crítico no primeiro ponto de contato com o paciente: a triagem de classificação de risco. Este processo, embora fundamental para a segurança do paciente, é frequentemente lento e sobrecarrega a equipe de enfermagem, levando a múltiplos problemas interligados. Um estudo realizado em um grande hospital público brasileiro revelou que o tempo médio entre o registro do paciente e o início da triagem foi de aproximadamente **20 horas (1.223 minutos)**, enquanto a triagem em si durou cerca de **3,5 horas (206 minutos)**. Além disso, apenas cerca de **32% dos pacientes** classificados como risco alto receberam atendimento médico dentro do tempo recomendado [1].

Este atraso na avaliação inicial pode retardar significativamente a identificação e tratamento de pacientes em estado grave, cujo quadro clínico pode deteriorar-se rapidamente enquanto aguardam na fila. Paralelamente, a equipe de saúde é frequentemente consumida por tarefas manuais repetitivas, como aferição dos sinais vitais e coleta de informações básicas, o que gera esgotamento profissional e desvia o foco das atividades clínicas mais complexas. Essa pressão também pode levar a inconsistências na coleta de dados, impactando negativamente a qualidade das decisões médicas e resultando em uma experiência negativa para o paciente, caracterizada por longas esperas, ansiedade e insatisfação.

Diversas instituições de referência têm adotado com sucesso soluções tecnológicas para mitigar esses problemas. A **Johns Hopkins Hospital** conseguiu reduzir os tempos de espera no pronto-socorro em cerca de **30%**, através da utilização de sistemas baseados em Inteligência Artificial (IA) para priorização de casos críticos [2]. Da mesma forma, a **Mayo Clinic** obteve uma redução de **20%** no tempo de espera, com aumento significativo da satisfação do paciente [2], enquanto o **Hospital Santa Rita** no Brasil conseguiu reduzir em mais de **50%** o tempo de espera na triagem após implementar ferramentas automatizadas baseadas em IA [3].

Portanto, o problema a ser resolvido não se limita apenas à demora no atendimento inicial, mas principalmente à ineficiência de um processo que subutiliza a capacidade clínica e técnica do profissional de saúde. A solução proposta visa atacar essa ineficiência, não substituindo o profissional, o que é legalmente inviável, mas sim empoderando-o com uma ferramenta tecnológica que automatize e padronize a coleta dos dados iniciais, permitindo que sua atenção se volte integralmente para a validação clínica, a tomada de decisão e o cuidado direto ao paciente.

## Requisitos Funcionais (RF)

### Módulo da Cabine (Interação com o Paciente):

**RF-001 (Identificação do Paciente):** O sistema deve permitir a identificação do paciente via leitura do Cartão Nacional de Saúde (CNS) ou inserção do CPF, consultando o sistema de registro do hospital para iniciar o atendimento.

**RF-002 (Aferição Automatizada):** Aferição Automatizada de Sinais Vitais: A cabine deve medir e registrar automaticamente os seguintes sinais vitais:

- Temperatura corporal (sensor infravermelho sem contato).
- Pressão arterial sistólica e diastólica.
- Saturação de oxigênio no sangue (SpO2).
- Frequência cardíaca.

**RF-003 (Anamnese Guiada Interativa):** Anamnese Guiada Interativa: O sistema deve apresentar uma interface de tela tátil (touchscreen) com um questionário dinâmico. O paciente selecionará seus sintomas principais a partir de ícones e perguntas claras e objetivas (ex: "Onde dói?", "Qual a intensidade da dor em uma escala de 0 a 10?").

**RF-004 (Consentimento Informado (LGPD)):** Antes de iniciar a coleta de dados, o sistema deve exibir um termo de consentimento claro, explicando o uso dos dados de saúde coletados e solicitar a concordância explícita do paciente, registrando digitalmente sua aceitação.

### Módulo de Processamento e Integração:

**RF-005 (Algoritmo de Suporte à Decisão (Pré-Classificação)):** Com base nos sinais vitais e nos sintomas reportados, o sistema deve processar os dados e gerar uma sugestão de classificação de risco, utilizando como base as diretrizes do Protocolo de Manchester (Vermelho, Laranja, Amarelo, Verde, Azul). Esta classificação é preliminar e apenas para apoio.

**RF-006 (Geração de Alerta Crítico):** Se os sensores detectarem sinais vitais em níveis críticos (ex: SpO2 < 90%, arritmia grave, pressão arterial extremamente alta/baixa), o sistema deve ignorar o fluxo normal e disparar um alarme sonoro e visual imediato no

posto de enfermagem, sinalizando uma emergência que requer intervenção instantânea.

**RF-007 (Integração com o Prontuário Eletrônico (PEP)):** Todos os dados coletados (sinais vitais, respostas do questionário, consentimento) devem ser enviados e registrados automaticamente no Prontuário Eletrônico do Paciente no sistema do hospital, utilizando padrões de interoperabilidade como HL7 ou FHIR.

### **Módulo de Supervisão (Interface do Profissional de Saúde):**

**RF-008 (Dashboard de Triagem):** A equipe de enfermagem terá acesso a um painel de controle que exibirá, em tempo real, a fila de pacientes que passaram pela cabine, seus dados coletados e a sugestão de classificação de risco gerada pelo sistema.

**RF-009 (Validação e Emissão da Classificação Final):** Este é o requisito mais crítico. O enfermeiro deve poder chamar o paciente a partir do dashboard, realizar uma avaliação visual e verbal rápida (contato humano essencial) e, em seguida, utilizar o sistema para confirmar ou alterar a classificação de risco sugerida. Apenas após esta validação humana, a pulseira com a cor definitiva será emitida e o atendimento será formalmente classificado. O sistema deve registrar qual profissional validou a classificação e o horário.

### **Requisitos Não Funcionais (RNF)**

**RNF-001: Regulatório - Certificação ANVISA:** Todos os sensores e dispositivos médicos embarcados na cabine (oxímetro, esfigmomanômetro, termômetro) devem possuir certificação individual da ANVISA. O conjunto da cabine, como um produto para saúde, deverá ser submetido ao processo de registro/cadastro na agência.

**RNF-002: Legal - Conformidade com CFM e COFEN:** O fluxo de trabalho do sistema deve garantir inequivocamente que a decisão final da classificação de risco é um ato privativo do enfermeiro ou médico, sendo a tecnologia uma ferramenta de suporte. A responsabilidade técnica é sempre do profissional.

**RNF-003: Segurança da Informação - Conformidade LGPD:** Os dados do paciente devem ser criptografados tanto em trânsito (da cabine para o servidor) quanto em

repouso (no banco de dados). O acesso ao dashboard de supervisão deve ser restrito por login e senha, com diferentes níveis de permissão.

RNF-004: Usabilidade e Acessibilidade:

- A interface do paciente deve ser extremamente intuitiva, com ícones universais, fontes grandes e linguagem simples (Português, com opção para Inglês e Espanhol).
- A cabine deve ser fisicamente acessível para cadeirantes (norma ABNT NBR 9050).
- O sistema deve prever um modo assistido, onde um acompanhante ou o próprio profissional pode operar a interface para pacientes incapacitados.

RNF-005: Desempenho: O tempo total do ciclo de atendimento dentro da cabine (da identificação à finalização da coleta de dados) não deve exceder 5 minutos por paciente. O sistema deve ter uma disponibilidade de 99.8% durante o horário de funcionamento do hospital.

RNF-006: Manutenção e Higienização:

- As superfícies da cabine devem ser de material liso, não poroso e de fácil higienização com os saneantes hospitalares padrão.
- O sistema deve possuir um módulo de autodiagnóstico que alerte a equipe de manutenção sobre a necessidade de calibração periódica dos sensores.

## Bill of Materials (BOM) v1.0: Protótipo da Cabine de Triagem Assistida

Componente	Qtd.	Função no Protótipo
<b>Módulos de Processamento</b>		
Placa BitDogLab (RP2040 com Wi-Fi)	2	1 para "Cabine", 1 para "Estação de Enfermagem"
<b>Componentes - Módulo Cabine</b>		
Display HMI Touchscreen Nextion (NX8048P070-011C)	1	Interface de Interação (seleção de sintomas)

Interface DVI/HDMI (BitDogLab)	1	Gerar sinal de vídeo para o monitor de instruções
Monitor LCD/HDMI (~7")	1	Exibir mensagens de boas-vindas e instruções
Sensor Oxímetro/Batimentos (MAX30102)	1	Coleta de SpO2 e Frequência Cardíaca
Sensor de Temperatura IR (MLX90614)	1	Medição de temperatura sem contato
Componentes - Módulo Estação de Enfermagem		
Interface DVI/HDMI (BitDogLab)	1	Gerar sinal de vídeo para o monitor da estação
Monitor LCD/HDMI (~7")	1	Exibir o dashboard com dados do paciente
Componentes de Suporte (Comum a ambos os módulos)		
Placa para SDCARD SPI (BitDogLab)	2	Armazenamento de logs e dados
Cartão MicroSD (8GB+)	2	Mídia de armazenamento para as placas SDCARD
Breadboard e Jumper Wires	1 Kit	Montagem e conexão dos circuitos



## Referências

- [1] BITTENCOURT, R. J.; HORTALE, V. A. Intervenções para solucionar a superlotação nos serviços de emergência hospitalar: uma revisão sistemática. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v.30, n.11, p.2389-2404, 2014. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-907920>. Acesso em: 17 jul. 2025.
- [2] ARKANGEL AI. *Guia completo sobre como a IA otimiza os tempos de espera nos hospitais.* Disponível em: <https://www.arkangel.ai/br/blog-ai/complete-guide-on-how-ai-optimizes-hospital-waiting-times>. Acesso em: 17 jul. 2025.
- [3] CONCLÍNICA. *Inteligência Artificial reduz tempo de triagem e melhora atendimento hospitalar.* Disponível em: <https://conclinica.com.br/inteligencia-artificial-reduz-tempo-de-triagem-e-melhora-atendimento-hospitalar/>. Acesso em: 17 jul. 2025.