

INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA - IFPB  
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

GISLANY DIAS FORMIGA  
LÍVIA MARIA FORTUNATO DE SOUSA

VEJA +SAÚDE: SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA TRANSPARÊNCIA E  
AUXÍLIO À DECISÃO NO ACESSO A UPAS

CAMPINA GRANDE  
2025

GISLANY DIAS FORMIGA  
LÍVIA MARIA FORTUNATO DE SOUSA

VEJA +SAÚDE: SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA TRANSPARÊNCIA E  
AUXÍLIO À DECISÃO NO ACESSO A UPAS

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Engenharia da Computação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia da Computação.

Orientador: Elmano Ramalho Cavalcanti

CAMPINA GRANDE

2025

Catálogo na fonte:  
Ficha catalográfica

F725v Formiga, Gislany Dias. Sousa, Sousa, Livia Maria Fortunato.

Veja+Saúde: sistema de informação para transparência e auxílio à decisão no acesso a UPAs / Gislany Dias Formiga, Livia Maria Fortunato de Sousa. – Campina Grande, 2025.  
73 f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Computação) - Instituto Federal da Paraíba, 2026.

Orientador: Prof. Elmano Ramalho Cavalcanti.

1. Computação - Sistemas de Informação. 2. Engenharia de Software. 3. Gestão em Saúde - Transparência Pública. 4. Unidade de Pronto Atendimento (UPA). I. Cavalcanti, Elmano Ramalho (orient.). II. Título

CDU 004.9:614.2

**De Livia Fortunato:**

A toda minha família, por sua presença incondicional.

Ao meu avô José Fortunato, pelo carinho e conselhos.

Aos meus pais e irmãs, pelo incentivo constante e apoio em cada passo dos meus sonhos.

E à memória de minhas avós Maria Dantas e Francisca Maria, que sempre guardarei com amor em meu coração.

**De Gislany Dias:**

A Deus, dedico este trabalho, cuja presença guiou e fortaleceu cada passo da minha jornada. A Ele entrego minha gratidão e honra por todas as conquistas.

Aos meus pais, Gilmar Gomes Formiga e Maria da Conceição Dias de Oliveira (in memoriam), que sempre acreditam e me apoiam incondicionalmente. Em especial à minha mãe, que embora não esteja mais neste plano, continua sendo minha maior inspiração; sua força e resiliência sempre me impulsionaram a continuar.

À minha irmã, pelo companheirismo e apoio constante, e aos meus familiares, por todo incentivo ao longo da minha caminhada.

## RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento do "Veja +Saúde", plataforma de transparência em saúde pública que fornece informações em tempo real sobre ocupação e tempo de espera nas Unidades de Pronto Atendimento (UPAs) de Campina Grande, Paraíba. O Sistema Único de Saúde enfrenta desafios de superlotação e distribuição desigual de demanda entre unidades com perfis funcionais equivalentes, situação evidenciada nas UPAs Dinamérica e Alto Branco, onde diagnóstico situacional revelou concentração desproporcional de pacientes. Essa distribuição inadequada decorre, em grande parte, da ausência de informações atualizadas sobre condições operacionais, o que dificulta tanto a escolha informada dos cidadãos quanto o planejamento estratégico da gestão. Diante desse cenário, este trabalho investiga como um sistema de informação em tempo real pode promover transparência sobre condições operacionais das UPAs, subsidiando tomada de decisão de usuários e gestores. Para atender a esse objetivo, a solução desenvolvida oferece mapa georreferenciado com localização das UPAs e indicadores visuais de ocupação, tempos de espera segmentados por classificação de risco do Protocolo de Manchester, cálculo de rotas e tempos de deslocamento para três modalidades de transporte, além de atualização automática mediante processamento de eventos de entrada, triagem e atendimento de pacientes. Complementarmente, para gestores, o sistema disponibiliza painel com métricas históricas sobre distribuição de demanda, evolução temporal e indicadores de ocupação. Considerando a complexidade burocrática para integração com sistemas hospitalares reais, desenvolveu-se serviço de simulação parametrizado com dados históricos fornecidos pela Secretaria Municipal de Saúde, possibilitando a geração de eventos sintéticos que seguem padrões observados empiricamente e viabilizando a validação funcional do sistema. A validação com 67 usuários potenciais revelou aprovação de 92,5% quanto à clareza da interface, intenção de uso manifestada por 86,6% e disposição para recomendar o sistema declarada por 98,5%, evidenciando alta aceitação da proposta. Assim, a plataforma configura-se como ferramenta de apoio à decisão que pode contribuir para distribuição mais equilibrada de pacientes entre UPAs, com potencial de reduzir tempos de espera e melhorar a experiência dos usuários do SUS.

**Palavras-chave:** sistemas de saúde pública; atendimento de urgência; sistemas de apoio à decisão; transparência em saúde; tempo de espera.

## ABSTRACT

This work presents the development of "Veja +Saúde", a public health transparency platform that provides real-time information about occupancy levels and waiting times in Emergency Care Units (ECUs) in Campina Grande, Paraíba, Brazil. The Unified Health System faces challenges of overcrowding and unequal demand distribution among units with equivalent functional profiles, a situation evidenced in ECUs Dinamérica and Alto Branco, where situational diagnosis revealed disproportionate patient concentration. This inadequate distribution stems largely from the absence of updated information about operational conditions, which hinders both informed citizen choice and strategic management planning. Given this scenario, this work investigates how a real-time information system can promote transparency about ECU operational conditions, supporting decision-making by users and managers. To address this objective, the developed solution offers georeferenced map with ECU locations and visual occupancy indicators, waiting times segmented by Manchester Protocol risk classification, route calculation and travel times for three transport modalities, as well as automatic updates through processing of patient entry, triage, and care events. Additionally, for managers, the system provides dashboard with historical metrics about demand distribution, temporal evolution, and occupancy indicators. Considering the bureaucratic complexity of integrating with actual hospital systems, a simulation service was developed, parameterized with historical data provided by the Municipal Health Department, enabling the generation of synthetic events that follow empirically observed patterns and facilitating functional validation of the system. Validation with 67 potential users revealed 92.5% approval regarding interface clarity, usage intention expressed by 86.6%, and willingness to recommend the system declared by 98.5%, demonstrating high acceptance of the proposal. Thus, the platform configures itself as a decision support tool that can contribute to more balanced patient distribution among ECUs, with potential to reduce waiting times and improve user experience in the health system.

**Keywords:** public health systems; emergency care; decision support systems; health transparency; waiting time.

## SUMÁRIO

|          |                                                                                               |           |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO . . . . .</b>                                                                   | <b>8</b>  |
| 1.1      | PROBLEMA DE PESQUISA E JUSTIFICATIVA . . . . .                                                | 8         |
| 1.2      | OBJETIVOS . . . . .                                                                           | 9         |
| 1.2.1    | Objetivo Geral . . . . .                                                                      | 9         |
| 1.2.2    | Objetivos Específicos . . . . .                                                               | 9         |
| 1.3      | ESTRUTURA DO DOCUMENTO . . . . .                                                              | 9         |
| <br>     |                                                                                               |           |
| <b>2</b> | <b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA . . . . .</b>                                                        | <b>11</b> |
| 2.1      | SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE (SUS) . . . . .                                                        | 11        |
| 2.2      | UNIDADES DE PRONTO ATENDIMENTO (UPA) . . . . .                                                | 11        |
| 2.2.1    | Contexto de Criação e Justificativas . . . . .                                                | 11        |
| 2.2.2    | Funcionamento: Classificação de Risco e Filas . . . . .                                       | 11        |
| 2.2.3    | Limitações Operacionais: Superlotação e Distribuição Terri-<br>torial Desigual . . . . .      | 12        |
| 2.2.4    | Impacto dos Tempos de Espera na Qualidade Percebida . . .                                     | 13        |
| 2.3      | UPAS EM CAMPINA GRANDE . . . . .                                                              | 13        |
| 2.3.1    | Contexto Local . . . . .                                                                      | 13        |
| 2.3.2    | Análise da Sobrecarga Operacional e a Necessidade de Infor-<br>mações em Tempo Real . . . . . | 14        |
| 2.4      | SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO EM SAÚDE . . . . .                                                | 15        |
| 2.4.1    | Conceitos e Aplicações . . . . .                                                              | 15        |
| 2.4.2    | Características Fundamentais . . . . .                                                        | 15        |
| 2.4.3    | Trabalhos Relacionados . . . . .                                                              | 16        |
| 2.5      | TECNOLOGIAS PARA DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE<br>SAÚDE . . . . .                            | 16        |
| 2.5.1    | Aplicações Web . . . . .                                                                      | 16        |
| 2.5.2    | Arquiteturas e Infraestrutura para Aplicações Web . . . . .                                   | 17        |
| 2.5.3    | Qualidade de Software e Padrões Arquiteturais . . . . .                                       | 17        |
| 2.6      | CONCLUSÃO DA FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA . . . . .                                                  | 18        |
| <br>     |                                                                                               |           |
| <b>3</b> | <b>METODOLOGIA . . . . .</b>                                                                  | <b>20</b> |
| 3.1      | CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA . . . . .                                                           | 20        |
| 3.1.1    | Quanto à Natureza . . . . .                                                                   | 20        |
| 3.1.2    | Quanto aos Objetivos . . . . .                                                                | 20        |
| 3.1.3    | Quanto à Abordagem do Problema . . . . .                                                      | 20        |
| 3.1.4    | Quanto aos Procedimentos Técnicos . . . . .                                                   | 20        |

|         |                                                        |    |
|---------|--------------------------------------------------------|----|
| 3.2     | ETAPAS DA PESQUISA . . . . .                           | 21 |
| 3.2.1   | Estabelecimento de Parceria Institucional . . . . .    | 21 |
| 3.2.2   | Diagnóstico Situacional . . . . .                      | 21 |
| 3.2.3   | Desenvolvimento e Validação do Sistema . . . . .       | 22 |
| 3.2.4   | Validação com Usuários Potenciais . . . . .            | 22 |
| 3.2.5   | Ferramentas de Suporte . . . . .                       | 23 |
| 3.3     | CONCLUSÃO DA METODOLOGIA . . . . .                     | 24 |
| 4       | DESENVOLVIMENTO . . . . .                              | 25 |
| 4.1     | REQUISITOS DO SISTEMA . . . . .                        | 25 |
| 4.1.1   | Requisitos Funcionais . . . . .                        | 25 |
| 4.1.2   | Requisitos Não Funcionais . . . . .                    | 26 |
| 4.2     | CAMADA DE SERVIDOR (BACKEND) . . . . .                 | 27 |
| 4.2.1   | Tecnologias e Integrações . . . . .                    | 27 |
| 4.2.2   | Arquitetura do Sistema . . . . .                       | 28 |
| 4.2.2.1 | Persistência de dados e Comunicação . . . . .          | 30 |
| 4.2.2.2 | Serviço de Autorização . . . . .                       | 31 |
| 4.2.2.3 | Serviço de Monitoramento . . . . .                     | 31 |
| 4.2.2.4 | Serviço de Entrada . . . . .                           | 32 |
| 4.2.2.5 | Serviço de Notificação . . . . .                       | 32 |
| 4.2.3   | Infraestrutura e Observabilidade . . . . .             | 33 |
| 4.2.3.1 | Containerização e Orquestração . . . . .               | 33 |
| 4.2.3.2 | Proxy Reverso e Terminação SSL . . . . .               | 34 |
| 4.2.3.3 | Observabilidade e Monitoramento . . . . .              | 35 |
| 4.2.4   | Estratégia de Testes . . . . .                         | 35 |
| 4.2.4.1 | Testes Unitários . . . . .                             | 35 |
| 4.2.4.2 | Testes de Integração . . . . .                         | 36 |
| 4.2.4.3 | Cobertura de Testes . . . . .                          | 36 |
| 4.3     | CAMADA DE APRESENTAÇÃO (FRONTEND) . . . . .            | 37 |
| 4.3.1   | Tecnologias e Arquitetura . . . . .                    | 37 |
| 4.3.2   | Interface e Funcionalidades . . . . .                  | 38 |
| 4.3.3   | Estratégia de Testes . . . . .                         | 40 |
| 4.4     | SERVIÇO DE SIMULAÇÃO . . . . .                         | 40 |
| 4.4.1   | Propósito e Justificativa . . . . .                    | 40 |
| 4.4.2   | Análise de Dados Reais . . . . .                       | 40 |
| 4.4.2.1 | Análise Temporal da Demanda . . . . .                  | 41 |
| 4.4.3   | Tecnologias . . . . .                                  | 43 |
| 4.4.4   | Modelagem Estocástica . . . . .                        | 43 |
| 4.4.5   | Fluxo de Pacientes e Protocolo de Manchester . . . . . | 43 |



|          |                                                                          |           |
|----------|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.5      | CONCLUSÃO DO DESENVOLVIMENTO . . . . .                                   | 44        |
| <b>5</b> | <b>VEJA +SAÚDE . . . . .</b>                                             | <b>45</b> |
| 5.1      | APRESENTAÇÃO DO SISTEMA DESENVOLVIDO . . . . .                           | 45        |
| 5.1.1    | Tela Inicial e Mapa Georreferenciado . . . . .                           | 45        |
| 5.1.2    | Painel de Detalhamento da UPA . . . . .                                  | 46        |
| 5.1.3    | Painel Administrativo . . . . .                                          | 46        |
| 5.1.4    | Relatórios Detalhados . . . . .                                          | 47        |
| 5.1.5    | Gerenciamento de Usuários . . . . .                                      | 48        |
| 5.1.6    | Página de Configurações . . . . .                                        | 49        |
| 5.2      | VALIDAÇÃO COM USUÁRIOS POTENCIAIS . . . . .                              | 50        |
| 5.2.1    | Perfil dos Respondentes . . . . .                                        | 50        |
| 5.2.2    | Avaliação de Usabilidade e Interface . . . . .                           | 51        |
| 5.2.3    | Avaliação de Utilidade Percebida . . . . .                               | 52        |
| 5.3      | CONCLUSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS . . . . .                               | 53        |
| <b>6</b> | <b>CONCLUSÃO . . . . .</b>                                               | <b>54</b> |
| 6.1      | SÍNTESE DOS RESULTADOS . . . . .                                         | 54        |
| 6.2      | CONTRIBUIÇÕES . . . . .                                                  | 54        |
| 6.3      | LIMITAÇÕES . . . . .                                                     | 55        |
| 6.4      | TRABALHOS FUTUROS . . . . .                                              | 56        |
| 6.5      | CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .                                           | 56        |
|          | <b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>                                             | <b>57</b> |
|          | <b>APÊNDICE A – REPOSITÓRIOS DO CÓDIGO-FONTE . . . . .</b>               | <b>63</b> |
| A.1      | BACKEND (MICROSSERVIÇOS) . . . . .                                       | 63        |
| A.2      | FRONTEND (INTERFACE WEB) . . . . .                                       | 63        |
| A.3      | SIMULADOR DE EVENTOS . . . . .                                           | 63        |
|          | <b>APÊNDICE B – SISTEMA EM PRODUÇÃO . . . . .</b>                        | <b>64</b> |
| B.1      | ACESSO PARA PACIENTES . . . . .                                          | 64        |
| B.2      | ACESSO PARA GESTORES . . . . .                                           | 64        |
|          | <b>APÊNDICE C – PEDIDO FORMAL DE INTEGRAÇÃO DE DA-<br/>DOS . . . . .</b> | <b>65</b> |
|          | <b>APÊNDICE D – ESTUDO DE FILAS DA UPA . . . . .</b>                     | <b>68</b> |
|          | <b>APÊNDICE E – FORMULÁRIO DE SATISFAÇÃO - PACIENTES</b>                 | <b>70</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O Sistema Único de Saúde (SUS) representa uma das mais significativas conquistas sociais da democracia brasileira, constituindo-se como o maior sistema público de saúde do mundo ao garantir acesso integral, universal e gratuito à população. Dentro deste sistema, as Unidades de Pronto Atendimento (UPAs) emergem como componentes estratégicos da rede de urgência e emergência, posicionando-se como filtro intermediário entre a atenção básica e os serviços hospitalares de alta complexidade. Criadas através do programa UPA Brasil em 2007, estas unidades fundamentam-se em modelo de atenção escalonada que utiliza sistemas de classificação de risco, como o Protocolo de Manchester (SILVA, 2021), para organizar o fluxo de pacientes segundo critérios de gravidade clínica.

No entanto, apesar dos avanços organizacionais e da implementação de protocolos padronizados, as UPAs enfrentam desafios operacionais significativos que comprometem sua eficiência. A superlotação constitui problema recorrente, com unidades operando acima da capacidade instalada e pacientes enfrentando longos períodos de espera para atendimento. Paralelamente, observa-se distribuição desigual de demanda entre unidades localizadas em diferentes territórios, evidenciando problemas na organização dos fluxos assistenciais.

Esta problemática manifesta-se de forma particular em Campina Grande, PB, onde as UPAs Dinamérica e Alto Branco operam com perfil funcional equivalente, mas apresentam padrões diferenciados de utilização. A concentração desproporcional de demanda em uma das unidades, contrastando com possível subutilização da outra, evidencia cenário de distribuição inadequada de pacientes. Tal disparidade pode decorrer da ausência de informações em tempo real sobre condições operacionais, limitando a capacidade dos usuários de tomarem decisões informadas sobre qual unidade procurar.

### 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA E JUSTIFICATIVA

Diante dessa realidade, a presente pesquisa orienta-se pela seguinte questão: de que forma um sistema de informação baseado em dados de tempo real pode promover maior transparência sobre as condições operacionais das UPAs, subsidiando a tomada de decisão dos usuários e fornecendo à gestão dados que contribuam para a compreensão dos fluxos e para a identificação de oportunidades de otimização da eficiência operacional das unidades?

A ausência de informações atualizadas e acessíveis sobre as condições operacionais das UPAs dificulta tanto a escolha informada dos cidadãos quanto o planejamento estratégico da gestão municipal de saúde. Enquanto os usuários desconhecem qual unidade apresenta menor tempo de espera ou maior disponibilidade no momento em que necessitam de

atendimento, os gestores carecem de dados consolidados e em tempo real que permitam identificar padrões de demanda, gargalos operacionais e oportunidades de redistribuição de recursos.

Nesse contexto, a transparência informacional emerge como estratégia fundamental para qualificar o acesso aos serviços de urgência. Sistemas de informação capazes de disponibilizar dados operacionais em tempo real não apenas empoderam os cidadãos para decisões mais adequadas às suas necessidades, como também instrumentalizam a gestão pública com informações estratégicas para aprimoramento contínuo dos serviços ofertados.

A relevância deste estudo fundamenta-se na possibilidade de contribuir para distribuição mais equilibrada de pacientes entre as UPAs, reduzir tempos de espera e melhorar a experiência dos usuários do SUS. Além disso, a pesquisa contribui para o avanço do conhecimento na área de sistemas de informação aplicados à saúde pública, apresentando solução tecnológica viável e de baixo custo para problema real enfrentado pela rede de urgência.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver o "Veja +Saúde", uma plataforma de transparência em saúde pública que disponibilize, em tempo real, informações sobre a ocupação e o tempo de espera nas UPAs, visando contribuir para a distribuição mais equilibrada da demanda entre as unidades de Campina Grande, PB, e para o aprimoramento da gestão dos serviços de urgência.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Para consecução do objetivo geral, estabelecem-se os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver um mapa interativo georreferenciado que exiba a localização do paciente e das UPAs, bem como o tempo estimado de atendimento em cada unidade e o tempo estimado de deslocamento até a unidade selecionada, considerando diferentes modos de transporte (a pé, de bicicleta e de carro);
- Integrar fontes de dados confiáveis que forneçam informações atualizadas sobre ocupação de UPAs e classificação de risco;
- Implementar um painel de visualização (*dashboard*) com dados históricos e em tempo real sobre o atendimento nas UPAs, destinado a apoiar a gestão na análise dos fluxos de atendimento e na tomada de decisão;

## 1.3 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

Os capítulos subsequentes estão organizados da seguinte maneira:

- Após esta Introdução, o Capítulo 2 apresenta a Fundamentação Teórica, abordando os conceitos relacionados ao Sistema Único de Saúde (SUS), às Unidades de Pronto Atendimento (UPAs), aos Sistemas de Apoio à Decisão em Saúde e às tecnologias empregadas no desenvolvimento de sistemas para o setor de saúde;
- No Capítulo 3 é descrita a Metodologia empregada na pesquisa, incluindo a classificação metodológica e as etapas executadas para consecução dos objetivos propostos;
- O Capítulo 4 detalha o Desenvolvimento do sistema proposto, abrangendo a arquitetura, as tecnologias utilizadas, os aspectos de implementação e os testes realizados para validação da solução;
- No Capítulo 5 são apresentados os Resultados Obtidos, através de capturas de tela do sistema implementado e da validação realizada com usuários potenciais.
- Finalmente, no Capítulo 6 são apresentadas as Conclusões, sintetizando os resultados alcançados, as contribuições da pesquisa e as propostas para trabalhos futuros.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE (SUS)

O Sistema Único de Saúde (SUS) constitui-se como uma das maiores conquistas sociais da democracia brasileira, estabelecido pela Constituição Federal de 1988 em seus artigos 196 a 200, que definem a saúde como direito de todos e dever do Estado (BRASIL, 1988). Regulamentado pelas Leis nº 8.080/90 e nº 8.142/90, o SUS organiza-se segundo os princípios doutrinários da universalidade, integralidade e equidade, e as diretrizes organizacionais de descentralização, regionalização, hierarquização e participação popular (BRASIL, 1990a; BRASIL, 1990b).

A estrutura do SUS baseia-se no federalismo cooperativo, envolvendo União, estados e municípios em responsabilidades compartilhadas para garantir acesso universal e gratuito aos serviços de saúde. Esta organização tripartite representa inovação significativa na administração pública brasileira, permitindo a aproximação dos serviços às necessidades locais enquanto mantém a coordenação sistêmica nacional. Atualmente, o SUS constitui o maior sistema público de saúde do mundo, atendendo mais de 200 milhões de brasileiros em todos os níveis de complexidade assistencial (PAIM et al., 2011).

### 2.2 UNIDADES DE PRONTO ATENDIMENTO (UPA)

#### 2.2.1 Contexto de Criação e Justificativas

O surgimento das Unidades de Pronto Atendimento (UPAs) insere-se no contexto de expansão de políticas sociais do governo federal nos anos 2000, particularmente durante a gestão do presidente Luiz Inácio Lula da Silva. O programa UPA Brasil, lançado em 2007, constituiu estratégia de alta visibilidade política que respondia a demandas sociais por melhor atendimento de urgência (GIOVANELLA et al., 2012, p. 487-489).

Do ponto de vista conceitual, a concepção das UPAs fundamenta-se em modelo de atenção escalonada que posiciona estas unidades como filtro entre atenção básica e hospitalar. Segundo documentos oficiais, as UPAs devem funcionar 24 horas e prestar atendimento resolutivo e qualificado aos pacientes acometidos por quadros agudos, oferecendo serviços como atendimento médico, enfermagem, odontologia, exames laboratoriais e de imagem básicos .

#### 2.2.2 Funcionamento: Classificação de Risco e Filas

O funcionamento das Unidades de Pronto Atendimento fundamenta-se na implementação de sistemas de classificação de risco que organizam o fluxo de pacientes segundo critérios de gravidade clínica, substituindo o atendimento por ordem de chegada pela

priorização baseada em necessidade médica. Nesse contexto, diversos protocolos de classificação de risco têm sido utilizados nas UPAs brasileiras, sendo o Sistema de Triagem de Manchester (STM) um dos mais difundidos. O Ministério da Saúde, através da Política Nacional de Humanização, estabelece diretrizes para o acolhimento com classificação de risco nos serviços de urgência desde 2004, recomendando que cada serviço construa ou adapte protocolos ao seu perfil epidemiológico e contexto local (BRASIL, 2009).

O STM utiliza cinco categorias de prioridade, identificadas por cores específicas que determinam o tempo máximo para a primeira avaliação médica. Conforme estabelecem Jesus et al. (2018), as categorias compreendem:

- a) **vermelha**: emergência com necessidade de atendimento imediato, aplicável a situações de risco iminente de morte;
- b) **laranja**: casos muito urgentes que devem ser atendidos em até 10 minutos;
- c) **amarela**: casos urgentes que devem ser atendidos em até 60 minutos, englobando condições que requerem avaliação médica sem risco imediato de complicações graves;
- d) **verde**: situações pouco urgentes que podem aguardar atendimento por até 120 minutos sem comprometimento clínico;
- e) **azul**: casos não urgentes que poderiam ser resolvidos na atenção básica, com tolerância de espera até 240 minutos.

A implementação prática do STM nas UPAs configura um processo complexo de gestão de múltiplas filas simultâneas, onde cada cor representa uma fila distinta com parâmetros específicos de tempo de espera. Jesus et al. (2018) evidenciam que o monitoramento dos tempos de atendimento constitui indicador fundamental de qualidade, uma vez que o não cumprimento dos prazos estabelecidos pode comprometer a segurança do paciente, especialmente nas categorias de maior prioridade.

Após a classificação de risco, os pacientes são direcionados para fluxos assistenciais específicos conforme sua categoria. Esta organização espacial e temporal representa a aplicação prática dos conceitos de teoria das filas em ambiente real, onde diferentes taxas de atendimento são aplicadas conforme a gravidade clínica, e o monitoramento contínuo dos tempos de espera torna-se fundamental para avaliação da eficiência operacional e qualidade assistencial do sistema.

### 2.2.3 Limitações Operacionais: Superlotação e Distribuição Territorial Desigual

As UPAs enfrentam desafios operacionais significativos que comprometem sua eficiência. A superlotação caracteriza-se por taxas de ocupação que ultrapassam a capacidade instalada, com pacientes aguardando por períodos prolongados. Estudos evidenciam que

cerca de 60% dos pacientes que solicitam transferência hospitalar a partir das UPAs não conseguem acesso aos leitos, permanecendo em observação prolongada até receberem alta ou evoluírem para óbito, transformando as UPAs em unidades de internação não planejadas (KONDER; O'DWYER, 2019).

Paralelamente à superlotação, a distribuição territorial desigual dos serviços agrava o problema. Em São Paulo, bairros centrais possuem significativamente mais leitos de UTI e melhores estruturas que bairros periféricos (Agência Brasil, 2020), com as zonas Norte e Leste enfrentando maior carência de equipamentos e serviços de saúde (Agência Brasil, 2025). Essa disparidade territorial impacta diretamente o acesso, com regiões periféricas apresentando maior dependência do SUS e tempos de espera superiores (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020).

#### **2.2.4 Impacto dos Tempos de Espera na Qualidade Percebida**

O tempo de espera constitui fator determinante na percepção de qualidade em serviços de urgência e emergência, influenciando diretamente a satisfação dos usuários e a continuidade do cuidado. Estudo avaliativo realizado em Unidade de Pronto Atendimento demonstrou que, embora 73,1% dos usuários tenham classificado o atendimento como positivo, a insatisfação manifestada relacionou-se predominantemente aos tempos de espera e à organização dos fluxos assistenciais (MACHADO; BENTO, 2016).

A variabilidade na percepção de qualidade entre diferentes unidades sugere que a gestão dos processos de triagem e a coordenação do atendimento exercem influência determinante na experiência do usuário. Nesse contexto, sistemas informatizados de gestão de filas emergem como ferramentas estratégicas para otimizar fluxos, reduzir períodos de aguardo e aumentar a transparência processual. A implementação de arquiteturas de software modulares e manuteníveis torna-se essencial para garantir evolução contínua desses sistemas diante de mudanças nos protocolos clínicos e demandas operacionais.

### **2.3 UPAS EM CAMPINA GRANDE**

#### **2.3.1 Contexto Local**

Campina Grande, segunda maior cidade da Paraíba com 419.379 habitantes (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2023), enfrenta desafios específicos na gestão de suas Unidades de Pronto Atendimento que refletem problemáticas nacionais e particularidades regionais. Como polo regional de saúde, a cidade concentra serviços de média e alta complexidade que atendem não apenas sua população, mas toda a região circunvizinha (ARAUJO, 2016), impactando diretamente a demanda nas unidades de urgência e emergência. As UPAs Dinamérica e Alto Branco, distribuídas estrategicamente em diferentes zonas geográficas, constituem referências para atendimento de urgência e o cenário empírico desta pesquisa.

A distribuição espacial das UPAs em Campina Grande segue lógica de descentralização territorial que busca atender a diversidade socioeconômica e demográfica de seus aproximadamente 61 bairros distribuídos em diferentes zonas da cidade (OBSERVATÓRIO CAMPINA GRANDE, 2024). A concentração histórica dos principais hospitais no Centro e bairros próximos, com subcentros especializados em áreas como o Bairro da Prata, criou a necessidade de implementação de unidades de média complexidade que garantissem acesso descentralizado aos serviços de urgência.

No que se refere ao perfil assistencial, ambas as unidades de Campina Grande operam com o mesmo escopo de atendimento de urgência e emergência desde abril de 2021, quando a UPA Alto Branco deixou de atender exclusivamente pacientes com Covid-19 e voltou a oferecer atendimento geral para outras patologias (G1 PARAÍBA, 2021). As duas unidades realizaram conjuntamente 181.562 atendimentos em 2022, demonstrando que ambas funcionam como unidades de pronto atendimento com capacidade equivalente para resolver casos de média complexidade (PREFEITURA DE CAMPINA GRANDE, 2023). A UPA Alto Branco diferencia-se apenas pela oferta de ambulatório de saúde bucal, que atende cerca de mil pacientes mensais, funcionando diariamente das 7h às 23h.

### **2.3.2 Análise da Sobrecarga Operacional e a Necessidade de Informações em Tempo Real**

Considerando a equivalência funcional das Unidades de Pronto Atendimento do município, a UPA Dinamérica apresenta evidências documentadas de alta pressão operacional que caracterizam cenário de superlotação. Os registros demonstram 12.203 atendimentos no mês de junho de 2024, com necessidade de utilização de macas extras para atender a demanda crescente, especialmente em casos graves classificados na Sala Vermelha e casos de risco intermediário na Sala Amarela (PREFEITURA DE CAMPINA GRANDE, 2024).

Esta sobrecarga operacional manteve-se nos primeiros 14 dias de julho, com 5.478 atendimentos adicionais, evidenciando pressão constante sobre a capacidade instalada da unidade para atender emergências cardiovasculares, respiratórias, endócrinas e traumáticas. Tal concentração de demanda em uma unidade específica sugere a necessidade de investigação sobre padrões de distribuição entre as UPAs municipais.

A disparidade observada pode decorrer da ausência de informações em tempo real sobre condições operacionais das unidades. Estudos sobre o sistema de saúde brasileiro demonstram que muitos usuários escolhem a UPA como primeira opção mesmo quando desconhecem se esse é o serviço mais indicado para seu caso, principalmente devido ao desconhecimento sobre o funcionamento dos diferentes níveis de atenção e limitações no acesso a informações atualizadas sobre disponibilidade de serviços (SCIELOSP, 2024).

Nesse contexto, a integração frágil entre diferentes pontos de atenção, com fluxos assistenciais pouco definidos e sistemas de informação que não se comunicam, dificulta o



encaminhamento adequado dos pacientes e reforça escolhas baseadas em informações limitadas ou desatualizadas. Dessa forma, a implementação de sistemas informativos que permitam aos usuários conhecer condições operacionais em tempo real configura oportunidade para melhor aproveitamento da capacidade total disponível na rede municipal, contribuindo para distribuição mais equilibrada da demanda entre as UPAs Dinamérica e Alto Branco.

## 2.4 SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO EM SAÚDE

### 2.4.1 Conceitos e Aplicações

Os Sistemas de Apoio à Decisão em Saúde (SADS), ou *Clinical Decision Support Systems* (CDSS), são ferramentas tecnológicas que auxiliam na tomada de decisão em saúde. Segundo Berner (2009), seu objetivo é transformar dados brutos em informações úteis para melhorar a qualidade do atendimento e otimizar a eficiência institucional.

No contexto brasileiro, Silva et al. (2012) destacam a importância dos SADS para integração dos sistemas do SUS, apoiando a universalização e territorialização do cuidado. Para isso, a interoperabilidade com prontuários eletrônicos (EHR) e outros sistemas hospitalares garante acesso em tempo real aos dados necessários para gestão informada (GREENES, 2014). Nessa linha, o Ministério da Saúde desenvolveu sistemas baseados em *Business Intelligence* para monitorar processos operacionais, facilitando acesso a dados da assistência farmacêutica e outros serviços essenciais (BRASIL, 2024).

Particularmente em Unidades de Pronto Atendimento, os SADS podem ser aplicados na classificação de risco, otimização de fluxos assistenciais e distribuição inteligente de demanda entre unidades. A implementação adequada em serviços de urgência tem potencial de reduzir significativamente tempos de espera e melhorar a experiência do usuário.

### 2.4.2 Características Fundamentais

Sistemas modernos de apoio à decisão em saúde requerem processamento de informações em tempo real para otimizar tanto decisões clínicas quanto gestão operacional (FITZGERALD et al., 2008). Tecnologias de localização em tempo real (RTLS) exemplificam esta capacidade ao rastrear ativos e pessoas, elevando eficiência e segurança institucional (FISHER; ROSEN, 2022). A análise contínua de dados de qualidade viabiliza gestão assertiva fundamentada em evidências, melhorando indicadores assistenciais e sustentabilidade econômica (LIGHTERNESS et al., 2024).

A transparência no acesso à informação é essencial para identificação de problemas e implementação de melhorias nos processos assistenciais (KAPLAN, 2020). Durante a pandemia de COVID-19, sistemas informatizados com divulgação clara de dados sobre recursos hospitalares e monitoramento epidemiológico mostraram-se cruciais para coordenação do cuidado e gestão eficaz (XAVIER et al., 2024; SANTOS et al., 2024). Portanto,

processamento em tempo real e transparência configuram-se como requisitos essenciais para modernização da gestão em saúde, especialmente em cenários de alta complexidade e recursos limitados.

### 2.4.3 Trabalhos Relacionados

A aplicação de SADS para otimizar a distribuição de demanda em serviços de saúde no Brasil apresenta casos de sucesso notáveis, o que se explica pelo fato de que tais inovações encontram respaldo em políticas públicas consolidadas. A Política Nacional de Humanização estabeleceu diretrizes para reduzir filas por meio de protocolos estruturados e classificação de risco (RADIS, 2016), enquanto o Programa SOS Emergências reforça a necessidade de uma abordagem que integre tecnologia, processos e governança na qualificação das portas de entrada hospitalares de urgência (BRASIL, 2012).

Nesse cenário favorável, emergem soluções tecnológicas que materializam os conceitos teóricos em aplicações práticas. O "Painel Fila nas UPAs", implementado pelo IgesDF em 2024, permite que cidadãos acompanhem o fluxo de atendimento e tempo estimado de espera nas 13 UPAs do Distrito Federal. A plataforma disponibiliza informações em tempo real sobre pacientes em atendimento, distribuição por classificação de risco e tempos médios de espera, configurando avanço significativo em transparência (SEGOV DF, 2024).

Paralelamente, a experiência de Fortaleza com o aplicativo "Mais Saúde Fortaleza", lançado em 2020, oferece outro modelo consolidado de sucesso. A ferramenta permite monitorar em tempo real o número de médicos disponíveis e pacientes aguardando atendimento nas UPAs e postos de saúde. Além disso, integra funcionalidades como agendamento de consultas e notificações de calendário vacinal. Os resultados evidenciam distribuição mais equilibrada da demanda e redução dos tempos de espera (G1 CEARÁ, 2020). Esses casos demonstram que SADS voltados para distribuição de demanda transcendem a viabilidade técnica, configurando-se como ferramentas de transformação social e gerencial.

## 2.5 TECNOLOGIAS PARA DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE SAÚDE

### 2.5.1 Aplicações Web

Aplicações *web* constituem paradigma central na transformação digital da saúde, funcionando como plataformas acessíveis via navegadores que viabilizam telemedicina, gestão hospitalar e acompanhamento de pacientes (LOPEZ; SALAZAR; DURAN, 2024). No contexto brasileiro, regulamentadas pelo Conselho Federal de Medicina, essas tecnologias permitem consultas remotas, gerenciamento de prontuários eletrônicos e emissão de prescrições digitais.

No ambiente hospitalar, a implementação de telemedicina demonstrou impactos significativos: estudo brasileiro evidenciou redução de 25,9% em transferências de pacientes

para avaliação neurológica, otimização da aplicação de protocolos de trombólise em AVC (11% dos casos de AVC isquêmico) e redução de 30,4% na mortalidade por sepse grave (NEVES et al., 2016). Plataformas especializadas facilitam armazenamento seguro e visualização de exames médicos em tempo real.

Para suportar funcionalidades avançadas, aplicações *web* de saúde incorporam tecnologias de comunicação em tempo real. *WebSockets* estabelecem canal bidirecional persistente entre cliente e servidor, crucial para monitoramento contínuo de sinais biomédicos como temperatura, eletrocardiograma, frequência cardíaca e saturação de oxigênio (LOPEZ; SALAZAR; DURAN, 2024). Adicionalmente, Sistemas de Localização em Tempo Real (RTLS) utilizam *Bluetooth Low Energy* e *Wi-Fi* integrados a plataformas em nuvem para rastrear profissionais, pacientes e equipamentos, otimizando fluxos de trabalho (FISHER; ROSEN, 2022).

### 2.5.2 Arquiteturas e Infraestrutura para Aplicações Web

Para atender requisitos de escalabilidade e manutenibilidade, a arquitetura de micro-serviços apresenta-se como abordagem adequada para sistemas distribuídos, decompondo funcionalidades em serviços independentes que podem ser desenvolvidos, testados e implantados autonomamente (NEWMAN, 2015). Tecnologias de containerização como *docker* (MERKEL, 2014) e orquestração como *kubernetes* (BURNS et al., 2016) viabilizam essa abordagem através de empacotamento portátil de aplicações, distribuição automatizada de carga e recuperação de falhas, mantendo consistência operacional em cenários de alta concorrência.

Essa infraestrutura torna-se particularmente relevante em sistemas de gestão de filas para unidades de saúde, onde centenas de pacientes chegam simultaneamente em horários de pico enquanto múltiplos profissionais atualizam constantemente dados de atendimento, demandando arquitetura capaz de suportar operações concorrentes e garantir sincronização em tempo real.

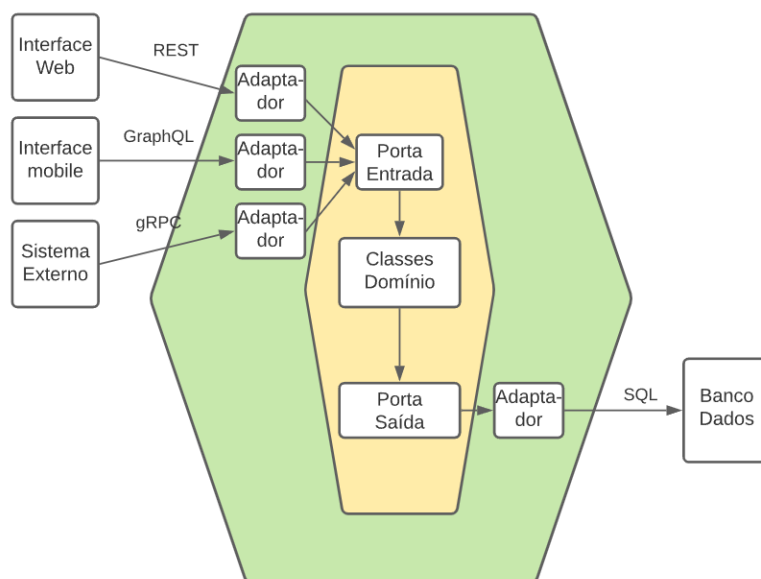
### 2.5.3 Qualidade de Software e Padrões Arquiteturais

A qualidade de software em sistemas de saúde demanda atenção especial devido à criticidade das informações manipuladas e ao impacto direto na assistência prestada. A norma ISO/IEC 25010 estabelece modelo de qualidade para sistemas e software, definindo características essenciais como manutenibilidade, confiabilidade, segurança e modularidade (ISO/IEC, 2011). Essas características configuram-se como requisitos fundamentais para sistemas que gerenciam dados sensíveis de pacientes e suportam processos críticos de atendimento.

Nesse contexto, a arquitetura hexagonal emerge como padrão arquitetural que materializa os requisitos de qualidade em estruturas de código concretas. A Figura 1 ilustra a

estrutura dessa arquitetura, destacando a separação entre domínio, portas e adaptadores.

Figura 1 – Estrutura da Arquitetura Hexagonal com separação entre domínio, portas e adaptadores.



Fonte: Valente (2024).

Proposta originalmente por Alistair Cockburn em 2005, essa arquitetura organiza o sistema em camadas concêntricas onde o núcleo de negócio (domínio) permanece isolado de detalhes tecnológicos externos como frameworks, bancos de dados e interfaces de usuário (COCKBURN, 2005). A comunicação entre o núcleo e o mundo externo ocorre através de portas (interfaces) e adaptadores (implementações concretas), permitindo que tecnologias sejam substituídas sem impactar regras de negócio (VALENTE, 2024).

Esta separação promove testabilidade, pois a lógica de negócio pode ser testada isoladamente sem dependência de infraestrutura externa. Adicionalmente, facilita manutenção e evolução independente de componentes, aspectos cruciais para sistemas de longo prazo.

Por fim, a observabilidade constitui requisito essencial para garantir confiabilidade e facilitar manutenção de sistemas em produção. Através de práticas como instrumentação de código, coleta estruturada de *logs* e monitoramento de métricas, equipes conseguem identificar rapidamente falhas, compreender comportamento do sistema sob carga e tomar decisões informadas sobre otimizações. Em sistemas de saúde, onde disponibilidade e desempenho impactam diretamente a qualidade do atendimento, observabilidade torna-se indispensável para operação confiável.

## 2.6 CONCLUSÃO DA FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em suma, conclui-se este capítulo com a apresentação dos fundamentos teóricos que sustentam a proposta deste trabalho. Foram abordados os conceitos relacionados ao

Sistema Único de Saúde e sua organização, o funcionamento das Unidades de Pronto Atendimento com ênfase na classificação de risco e nos desafios operacionais de superlotação, o contexto específico das UPAs de Campina Grande e a necessidade identificada de informações em tempo real para melhor distribuição de demanda. Apresentaram-se também os Sistemas de Apoio à Decisão em Saúde como ferramentas tecnológicas capazes de transformar dados em informações acionáveis, bem como as tecnologias necessárias para desenvolvimento de sistemas de saúde modernos, incluindo aplicações *web*, arquiteturas de infraestrutura distribuída e padrões de qualidade de *software*.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA**

##### **3.1.1 Quanto à Natureza**

Esta pesquisa caracteriza-se como aplicada, pois visa gerar conhecimentos para solução de problema específico enfrentado pelas Unidades de Pronto Atendimento de Campina Grande. Segundo Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa aplicada tem como objetivo desenvolver soluções práticas voltadas a problemas concretos. O sistema Veja +Saúde configura-se como solução tecnológica para promover transparência sobre condições operacionais das UPAs, disponibilizando informações em tempo real sobre ocupação e tempo de espera.

##### **3.1.2 Quanto aos Objetivos**

A pesquisa configura-se como exploratória e descritiva. O caráter exploratório manifesta-se na investigação de problema pouco estudado no contexto local (a distribuição desproporcional de demanda entre UPAs com perfil funcional equivalente) permitindo maior familiaridade com o fenômeno (GIL, 2017). Simultaneamente, assume natureza descritiva ao caracterizar padrões de utilização das UPAs, estabelecendo relações entre variáveis como localização geográfica, tempo de espera e ocupação.

##### **3.1.3 Quanto à Abordagem do Problema**

A abordagem adotada nesta pesquisa é qualitativa e quantitativa. Segundo Creswell (2014), a abordagem qualitativa busca compreender fenômenos por meio da interpretação de depoimentos, observações e análise contextual, permitindo captar percepções e significados atribuídos pelos sujeitos envolvidos. Já a abordagem quantitativa caracteriza-se pela coleta e análise de dados numéricos, possibilitando mensuração de variáveis e identificação de padrões estatísticos. A combinação dessas abordagens em métodos mistos permite triangulação de múltiplas fontes de dados, fortalecendo a validação empírica do fenômeno investigado e oferecendo compreensão mais completa do problema estudado.

##### **3.1.4 Quanto aos Procedimentos Técnicos**

Quanto aos procedimentos técnicos, a pesquisa caracteriza-se como levantamento. Segundo Gil (2017), o levantamento envolve a interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer, mediante coleta de dados junto a uma amostra significativa da população estudada. Este trabalho enquadra-se nessa classificação ao realizar coleta

de dados primários junto aos usuários das UPAs de Campina Grande, com aplicação de questionários estruturados para identificação de padrões de utilização dos serviços.

Caracteriza-se também como pesquisa-ação, pois não se limitou à observação e descrição do problema, mas envolveu a proposição e implementação de intervenção prática para sua resolução. Conforme Thiollent (2011), a pesquisa-ação é aquela em que os pesquisadores trabalham em parceria com os envolvidos no problema para desenvolver ações concretas de transformação. Neste trabalho, a parceria com a gestão municipal de saúde e o desenvolvimento de solução tecnológica aplicada caracterizam a natureza interventiva da pesquisa.

## 3.2 ETAPAS DA PESQUISA

### 3.2.1 Estabelecimento de Parceria Institucional

Em 10 de abril de 2025, realizou-se reunião com o Secretário de Saúde de Campina Grande, na qual foi apresentada a proposta de desenvolvimento do sistema. A receptividade foi positiva, resultando em autorização formal para pesquisa de campo nas UPAs Dinamérica e Alto Branco, bem como acesso futuro aos dados operacionais.

Cabe ressaltar que a gestão dos sistemas informatizados das UPAs é realizada por empresa terceirizada, sendo esta proprietária do *software* utilizado. Dessa forma, a integração técnica encontra-se condicionada à disponibilidade da empresa fornecedora.

### 3.2.2 Diagnóstico Situacional

A pesquisa de campo foi realizada em 6 de agosto de 2025, entre 19h e 22h, período de maior demanda nas unidades. Nesse intervalo, foram aplicadas entrevistas estruturadas com 43 pacientes, abordando tempo de espera, satisfação e critérios de escolha da UPA. A Tabela 1 apresenta os resultados consolidados da pesquisa de campo realizada nas UPAs.

As respostas evidenciaram insatisfação com os longos períodos de espera, com 65,1% dos entrevistados relatando que a UPA costuma estar lotada quando procuram atendimento. Destaca-se que 88,4% dos participantes afirmaram que ter informação prévia sobre qual UPA apresenta menor tempo de espera ajudaria na escolha de qual unidade procurar, validando a premissa da solução proposta. Unanimemente, 100% dos respondentes acreditam que um sistema com essa funcionalidade poderia melhorar a experiência do paciente nas UPAs.

Juntamente com a observação direta, os dados permitiram identificar diferenças marcantes de ocupação entre as unidades: enquanto a UPA Dinamérica apresentava filas extensas e áreas totalmente lotadas, a UPA Alto Branco mostrava uma ocupação significativamente menor. Essa evidência empírica reforçou a necessidade da solução proposta.

A diferença no volume de atendimentos entre a UPA Dinamérica e a UPA Alto Branco pode ser explicada, sobretudo, por fatores geográficos e de acessibilidade urbana. A UPA

Dinamérica está localizada na zona oeste de Campina Grande, em uma área conectada a importantes corredores viários que facilitam o deslocamento de moradores de diversos bairros adjacentes, ampliando significativamente sua área de influência territorial. Em contrapartida, a UPA Alto Branco encontra-se na zona norte da cidade, atendendo predominantemente a população de seu entorno imediato. Essa diferença de posicionamento espacial reflete-se nos dados oficiais da Secretaria Municipal de Saúde, que apontam, em anos recentes, um número de atendimentos superior na UPA Dinamérica em relação à UPA Alto Branco, indicando que a maior capilaridade geográfica e a menor distância média para um conjunto mais amplo de bairros contribuem diretamente para o maior fluxo de pacientes nessa unidade.

### **3.2.3 Desenvolvimento e Validação do Sistema**

Com base nos achados do diagnóstico situacional, procedeu-se ao desenvolvimento do sistema *Veja +Saúde*, aplicando os princípios arquiteturais e padrões de qualidade descritos na fundamentação teórica.

Durante o processo de definição da arquitetura, identificou-se um fator crítico: a dependência de integração com o sistema de filas das UPAs, cuja viabilidade técnica estava fora do controle direto desta pesquisa. Diante dessa limitação, optou-se por conceber a arquitetura de forma agnóstica à origem dos dados, garantindo flexibilidade e continuidade do projeto mesmo sem acesso imediato aos dados externos. Essa decisão viabilizou o desenvolvimento de um serviço de simulação capaz de gerar eventos baseados em dados reais e padrões observados, permitindo a validação da solução de forma independente da integração real. Conforme defendem Law e Kelton (2000), a validação de conceito de sistemas complexos pode ser realizada com dados simulados que representem fielmente a realidade observada, sem comprometer a validade dos resultados.

### **3.2.4 Validação com Usuários Potenciais**

A validação com usuários foi conduzida através de formulário online estruturado, contendo questões sobre perfil demográfico, frequência de utilização de serviços de urgência, avaliação da interface e intenção de uso futuro. O formulário foi aplicado mediante abordagem presencial nas UPAs de Campina Grande e divulgação através de redes sociais, garantindo que todos os respondentes interagissem com o sistema antes de responder. A coleta ocorreu entre 7 e 12 de novembro de 2025, obtendo 67 respostas válidas. Os detalhes completos da metodologia de validação, incluindo as questões aplicadas e resultados obtidos, exibidos em valores numéricos e percentuais, são apresentados na seção 5.2.



Tabela 1 – Resultados da pesquisa de campo nas UPAs Dinamérica e Alto Branco

| <b>Questão/Resposta</b>                                                                                                      | <b>Quantidade</b> | <b>Percentual</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Qual UPA você mais frequenta?</b>                                                                                         |                   |                   |
| Dinamérica                                                                                                                   | 29                | 67,4%             |
| Alto Branco                                                                                                                  | 14                | 32,6%             |
| <b>Qual o bairro que você mora?</b>                                                                                          |                   |                   |
| Malvinas                                                                                                                     | 5                 | 11,6%             |
| Portal Sudoeste                                                                                                              | 4                 | 9,3%              |
| Santa Rosa                                                                                                                   | 3                 | 7,0%              |
| Outros bairros                                                                                                               | 31                | 72,1%             |
| <b>Quando você vai à UPA, ela costuma estar lotada?</b>                                                                      |                   |                   |
| Sim                                                                                                                          | 28                | 65,1%             |
| Não                                                                                                                          | 13                | 30,2%             |
| Às vezes                                                                                                                     | 2                 | 4,7%              |
| Prefiro não responder                                                                                                        | 0                 | 0,0%              |
| <b>Se antes de sair de casa eu soubesse qual UPA está com menor espera, isso me ajudaria a escolher melhor para onde ir?</b> |                   |                   |
| Sim                                                                                                                          | 38                | 88,4%             |
| Não                                                                                                                          | 4                 | 9,3%              |
| Não, atendimento ruim                                                                                                        | 1                 | 2,3%              |
| Prefiro não responder                                                                                                        | 0                 | 0,0%              |
| <b>Você acredita que um sistema que te indicasse isso pode melhorar a experiência do paciente na UPA?</b>                    |                   |                   |
| Sim                                                                                                                          | 43                | 100,0%            |
| Não                                                                                                                          | 0                 | 0,0%              |
| Prefiro não responder                                                                                                        | 0                 | 0,0%              |

Fonte: As autoras (2025).

### 3.2.5 Ferramentas de Suporte

Para execução das etapas metodológicas descritas, utilizaram-se recursos de suporte ao desenvolvimento e documentação do trabalho. O Quadro 1 apresenta as ferramentas empregadas e suas respectivas finalidades.

Quadro 1 – Ferramentas utilizadas no desenvolvimento do trabalho

| <b>Ferramenta</b>  | <b>Finalidade</b>                                  |
|--------------------|----------------------------------------------------|
| Git/GitHub         | Controle de versão do código-fonte                 |
| IntelliJ IDEA      | IDE para desenvolvimento dos microsserviços        |
| Visual Studio Code | IDE para desenvolvimento do frontend e scripts     |
| Postman            | Testes e documentação de APIs                      |
| Overleaf           | Edição e formatação do documento em LaTeX          |
| Claude             | Suporte à revisão linguística e formatação textual |

Fonte: As autoras (2025).

### 3.3 CONCLUSÃO DA METODOLOGIA

Este capítulo apresentou os procedimentos metodológicos que nortearam esta pesquisa, classificando-a como aplicada, exploratória-descritiva e de abordagem quali-quantitativa, conduzida mediante pesquisa de campo e pesquisa-ação. As etapas executadas compreenderam: parceria institucional com a Secretaria Municipal de Saúde, diagnóstico situacional nas UPAs Dinamérica e Alto Branco, e desenvolvimento do sistema Veja +Saúde com validação e testes realizados por meio de simulação baseada em padrões observados empiricamente.

## 4 DESENVOLVIMENTO

### 4.1 REQUISITOS DO SISTEMA

Com base no diagnóstico situacional apresentado na seção 3.2.2 e na fundamentação teórica, foram estabelecidos os requisitos funcionais e não funcionais que norteiam o desenvolvimento do sistema *Veja +Saúde*. A especificação seguiu os princípios da engenharia de *software*, garantindo requisitos corretos, precisos, completos, consistentes e verificáveis (SOMMERVILLE, 2011). Cada requisito foi identificado com código único para rastreabilidade durante desenvolvimento e testes.

#### 4.1.1 Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais especificam as funcionalidades que o sistema deve oferecer, visando promover transparência informacional e subsidiar a tomada de decisão de usuários e gestores de saúde.

- **RF01 - Visualização de UPAs no Mapa Georreferenciado:** O sistema deve exibir em mapa interativo a localização geográfica das UPAs participantes (Dinâmica e Alto Branco), permitindo ao usuário visualizar sua posição atual e a distribuição espacial das unidades de atendimento;
- **RF02 - Exibição de Tempo de Espera Estimado:** O sistema deve apresentar o tempo médio de espera estimado para cada UPA, calculado com base nos eventos de entrada, triagem e atendimento recebidos em tempo real, segmentado por classificação de risco;
- **RF03 - Exibição de Ocupação Atual:** O sistema deve mostrar o número de pacientes aguardando triagem e atendimento em cada UPA, discriminado por classificação de risco (vermelho, laranja, amarelo, verde e azul), permitindo ao usuário avaliar a demanda atual de cada unidade;
- **RF04 - Cálculo e Visualização de Rotas:** O sistema deve integrar-se com a API OSRM (Open Source Routing Machine) para calcular rotas reais considerando a malha viária urbana, fornecendo tempos de deslocamento para três modalidades de transporte: automóvel (*routed-car*), bicicleta (*routed-bike*) e a pé (*routed-foot*). As rotas calculadas devem ser renderizadas no mapa interativo utilizando a geometria fornecida pela API, com diferenciação visual baseada no nível de ocupação da unidade de destino, permitindo ao usuário avaliar comparativamente qual modal é mais adequado e realizar avaliação integrada entre proximidade e tempo de espera;

- **RF05 - Seleção Automática da UPA Mais Adequada:** O sistema deve calcular automaticamente qual UPA oferece o menor tempo total de atendimento, combinando o tempo de deslocamento (obtido via OSRM) com o tempo de espera atual (obtido dos eventos em tempo real), destacando visualmente essa unidade como sugestão ao usuário;
- **RF06 - Recebimento e Registro de Eventos:** O sistema deve receber, processar e persistir eventos de três tipos (entrada de paciente, classificação de risco e início de atendimento), contendo identificador único, timestamp ISO 8601, identificador da UPA e dados específicos do evento, garantindo rastreabilidade e permitindo análises históricas;
- **RF07 - Autenticação e Autorização:** O sistema deve autenticar sistemas de gestão hospitalar que enviam eventos e usuários gestores que acessam o painel administrativo, utilizando tokens *JWT* com esquema *Bearer*, garantindo que apenas entidades autorizadas possam transmitir informações ou acessar funcionalidades restritas;
- **RF08 - Atualização Automática em Tempo Real:** O sistema deve atualizar automaticamente as informações exibidas aos usuários conectados quando novos eventos forem processados, sem necessidade de recarregamento manual, utilizando comunicação *webSocket* bidirecional;
- **RF09 - Dashboard Gerencial:** O sistema deve fornecer painel para gestores contendo métricas agregadas sobre distribuição de demanda entre UPAs, evolução temporal, tempos médios de espera por classificação de risco e indicadores de ocupação;
- **RF10 - Suporte a Dados Simulados:** O sistema deve conseguir operar com serviço de simulação externo que gera eventos sintéticos baseados em padrões observados, permitindo validação funcional independentemente da integração com sistemas reais;

#### 4.1.2 Requisitos Não Funcionais

Os requisitos não funcionais estabelecem as características de qualidade que o sistema deve apresentar. Quando possível, foram especificados quantitativamente com métricas objetivas e verificáveis (SOMMERVILLE, 2011).

- **RNF01 - Desempenho:** O sistema deve garantir que as informações geradas a partir de eventos recebidos sejam disponibilizadas aos usuários finais com latência que não ultrapasse 1 segundo.

- **RNF02 - Disponibilidade:** O sistema deve apresentar disponibilidade 24/7;
- **RNF03 - Escalabilidade:** A arquitetura deve suportar escalabilidade horizontal, permitindo adicionar instâncias de microserviços conforme aumento da demanda, sem degradação significativa de desempenho;
- **RNF04 - Segurança:** Toda comunicação deve utilizar HTTPS. A autenticação deve empregar *tokens JWT* com tempo de expiração configurável, renovação automática e revogação imediata em caso de comprometimento;
- **RNF05 - Usabilidade:** A interface deve ser intuitiva, não exigindo treinamento prévio, com design responsivo que se adapte a diferentes tamanhos de tela (*smartphones, tablets e desktops*).
- **RNF06 - Compatibilidade:** O sistema deve funcionar nas versões recentes dos navegadores Chrome, Firefox, Safari e Edge;
- **RNF07 - Persistência e Resiliência:** O sistema deve garantir persistência durável com *backups* automáticos diários, utilizando filas de mensagens assíncronas para evitar perda de eventos durante falhas parciais;
- **RNF08 - Observabilidade:** O sistema deve implementar *logs* estruturados, métricas de performance e rastreamento distribuído, facilitando diagnóstico e monitoramento operacional;
- **RNF09 - Portabilidade:** O sistema deve utilizar contêineres *docker* e *kubernetes*, garantindo portabilidade entre ambientes e facilitando implantação em infraestruturas diversas;
- **RNF10 - Manutenibilidade:** O código deve seguir padrões de codificação, incluir documentação adequada, testes automatizados e separação clara de responsabilidades, facilitando manutenção e evolução.

## 4.2 CAMADA DE SERVIDOR (BACKEND)

### 4.2.1 Tecnologias e Integrações

A implementação da camada de servidor emprega conjunto de tecnologias cuidadosamente selecionadas para atender aos requisitos funcionais e não funcionais estabelecidos. O quadro 2 consolida as principais tecnologias utilizadas, organizadas por categoria e finalidade no sistema.

Quadro 2 – Tecnologias utilizadas no desenvolvimento do *backend*

| CATEGORIA         | TECNOLOGIA                        | FINALIDADE                                                                  |
|-------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Linguagem         | <i>Kotlin 2.1.0</i>               | Tipagem estática e interoperabilidade com Java                              |
| <i>Framework</i>  | <i>Spring Boot 3.5.5</i>          | Injeção de dependências e configuração automática para microsserviços       |
| Persistência      | <i>PostgreSQL 15</i>              | Banco de dados relacional para eventos e estatísticas                       |
| Acesso a Dados    | <i>Spring JDBC Template</i>       | Execução de <i>queries</i> SQL com mapeamento via <i>RowMapper</i>          |
| Migração de Dados | <i>Liquibase</i>                  | Versionamento de <i>schema</i> através de <i>changesets</i>                 |
| Mensageria        | <i>Redpanda / Spring Kafka</i>    | Comunicação assíncrona entre microsserviços                                 |
| Observabilidade   | <i>Grafana Cloud / Micrometer</i> | Métricas, <i>logs</i> e <i>traces</i> para monitoramento (RNF08)            |
| Segurança         | <i>Spring Security / JWT</i>      | Autenticação e autorização baseada em <i>tokens</i> (RNF04)                 |
| Containerização   | <i>Docker</i>                     | Empacotamento em <i>containers</i> com JRE 21 <i>Alpine</i>                 |
| Orquestração      | <i>Kubernetes (K3s)</i>           | <i>Deployment</i> , <i>scaling</i> e roteamento de serviços (RNF09)         |
| Testes            | <i>JUnit 5 / MockK</i>            | Testes unitários com <i>mocks</i> para isolamento                           |
| Testes Integração | <i>Testcontainers</i>             | Testes com <i>PostgreSQL</i> e <i>Redpanda</i> em <i>containers</i> (RNF10) |

Fonte: As autoras (2025).

#### 4.2.2 Arquitetura do Sistema

O sistema proposto foi estruturado como monorepo seguindo arquitetura de microsserviços baseada em eventos, com comunicação assíncrona entre serviços. Esta escolha arquitetural visa garantir modularidade, escalabilidade horizontal e baixo acoplamento entre componentes, permitindo que cada serviço evolua independentemente e suporte crescimento futuro da demanda (RNF03).

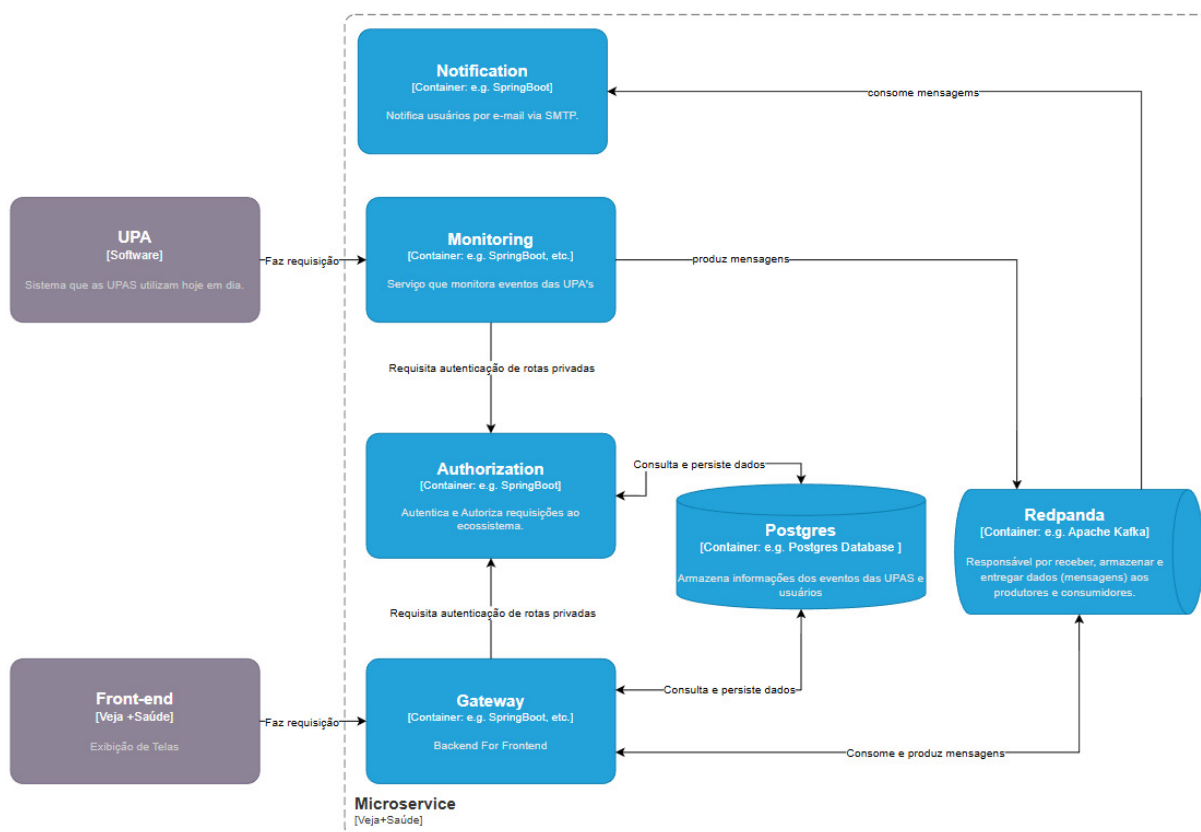
Internamente, cada microsserviço segue os princípios da arquitetura hexagonal (COCKBURN, 2005) e *Domain-Driven Design* (EVANS, 2003), organizando o código em três camadas principais:

- **Domain:** núcleo contendo entidades, regras de negócio e interfaces (portas) que definem contratos de entrada e saída, independente de *frameworks* e tecnologias externas;

- **Application:** camada que implementa casos de uso e lógica de aplicação, orquestrando as regras de negócio definidas no domínio através dos serviços;
- **Infrastructure:** camada externa que implementa os adaptadores para tecnologias específicas (repositórios JDBC para *postgreSQL*, consumidores *kafka*, *controllers REST*, configurações de segurança).

Esta separação garante que o núcleo de negócio permaneça isolado de detalhes de implementação, facilitando testes unitários, compreensão do código e manutenção evolutiva (RNF10). Conforme ilustrado na Figura 2, o sistema é composto por quatro microserviços principais, cada um executando em contêiner independente: *Gateway*, *Authorization*, *Monitoring* e *Notification*.

Figura 2 – Diagrama C4 da arquitetura de microserviços do sistema Veja +Saúde



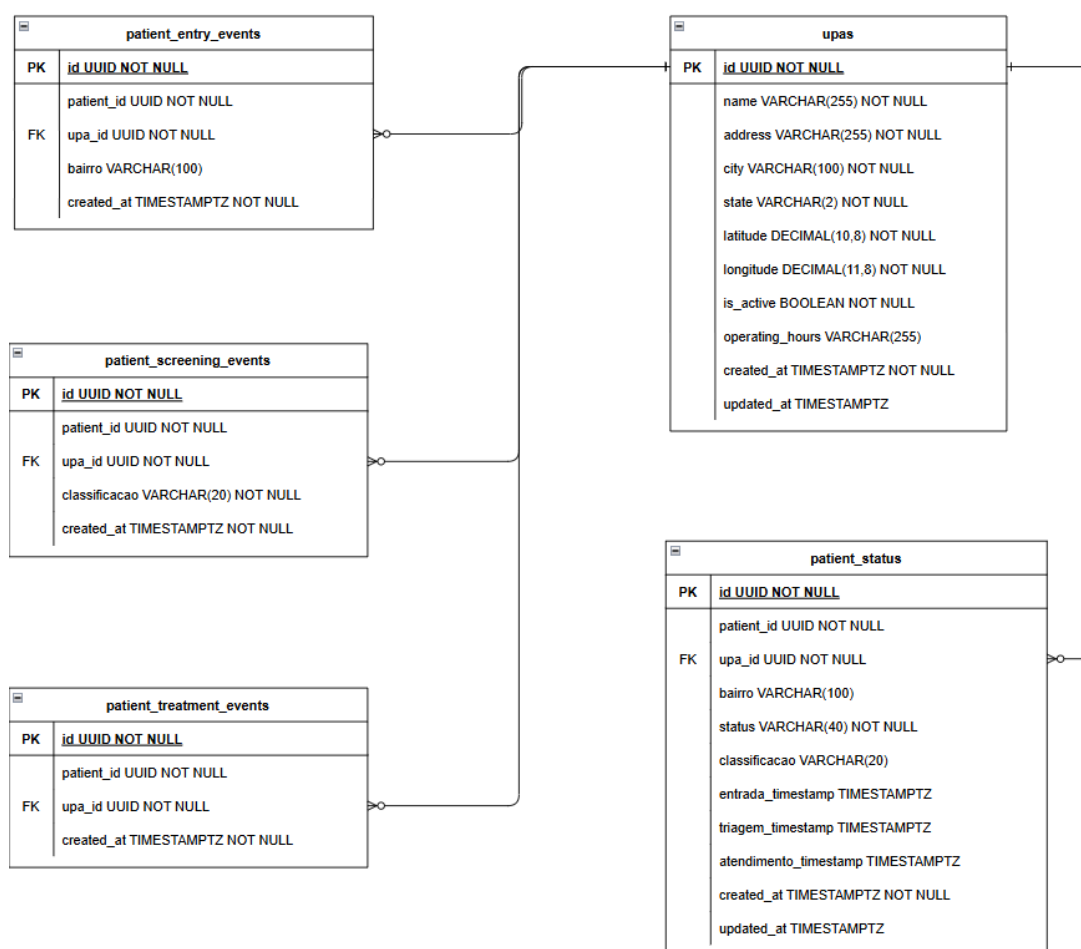
Fonte: As autoras (2025).

Além dos microserviços principais, o projeto inclui dois módulos auxiliares que não fazem parte do ecossistema de microserviços, mas são essenciais para a organização do monorepo: o módulo *shared*, que centraliza configurações e código comum entre os serviços, e o módulo *integrated-tests*, que compartilha configurações de testes de integração entre os diferentes serviços.

### 4.2.2.1 Persistência de dados e Comunicação

A infraestrutura do sistema fundamenta-se em dois pilares tecnológicos principais: persistência de dados e comunicação assíncrona entre serviços. O *PostgreSQL* é utilizado como banco de dados relacional compartilhado, armazenando eventos recebidos, estatísticas calculadas e informações de usuários. O modelo de dados foi estruturado para representar as entidades fundamentais do domínio: usuários do sistema, eventos de movimentação de pacientes nas UPAs, informações sobre as unidades de saúde e métricas agregadas por classificação de risco. A Figura 3 apresenta o diagrama entidade-relacionamento das tabelas centrais responsáveis pelo registro de eventos e rastreamento do status de pacientes nas UPAs.

Figura 3 – Diagrama entidade-relacionamento das tabelas de eventos e status de pacientes



Fonte: As autoras (2025).

O versionamento e controle do *schema* do banco de dados é gerenciado através do *liquibase*, ferramenta que permite rastreabilidade completa das alterações estruturais aplicadas ao longo do desenvolvimento. Cada modificação no modelo de dados é registrada em *changesets* versionados, facilitando *rollback* quando necessário.



Complementarmente à persistência, a comunicação entre microsserviços é mediada pelo *Redpanda*, implementação compatível com *Apache Kafka* que atua como *broker* de mensagens. Os eventos são publicados em tópicos específicos (entrada de paciente, triagem e atendimento), permitindo desacoplamento temporal entre produtores e consumidores. Esta abordagem garante que eventos não sejam perdidos mesmo durante indisponibilidade temporária de serviços consumidores, atendendo ao requisito de resiliência (RNF07).

#### 4.2.2.2 Serviço de Autorização

O microsserviço *Authorization* gerencia o ciclo de vida completo da autenticação de usuários e sistemas externos. Para cadastro de novos usuários (RF07), o serviço recebe requisições contendo credenciais, informações pessoais e papel atribuído. O sistema valida unicidade de *username* e *email* consultando o banco de dados, aplica hash *BCrypt* à senha fornecida e persiste o registro de usuário com status inicial ativo. Após persistência bem-sucedida, publica evento *kafka* de boas-vindas que aciona envio de email informativo através do serviço Notification.

Para autenticação (RF07), o serviço recebe credenciais via *endpoint* de *login*, consulta o banco de dados para recuperar o *hash* da senha armazenada e valida correspondência. Se validação for bem-sucedida e o status do usuário estiver ativo, gera *token* contendo *claims* de identificação com validade configurável. O *token* retornado permite acesso autenticado aos demais serviços do sistema. O *Authorization* também implementa *endpoint* de *refresh*, permitindo renovação de *tokens* válidos sem necessidade de reautenticação completa.

Adicionalmente, o serviço gerencia ativação e inativação de usuários mediante requisições autorizadas por administradores, dessa forma gerenciando quem pode ou não utilizar o sistema Veja +Saúde.

#### 4.2.2.3 Serviço de Monitoramento

O microsserviço Monitoring atua como ponto de entrada para eventos provenientes das UPAs. Ao receber requisição HTTP contendo evento hospitalar (entrada de paciente, triagem ou atendimento), extrai *token* de autorização do cabeçalho *Authorization* e valida sua autenticidade e vigência. Esta validação garante que apenas sistemas autorizados possam publicar eventos no sistema (RNF04).

Após validação bem-sucedida, o Monitoring transforma a requisição HTTP em mensagem *kafka* estruturada, selecionando tópico apropriado conforme tipo de evento recebido. A mensagem publicada contém todos os dados do evento original, preservando identificadores únicos, *timestamps* e informações contextuais.

#### 4.2.2.4 Serviço de Entrada

O microserviço *Gateway* implementa três consumidores *kafka* especializados, cada um dedicado a processar categoria específica de evento através de grupo de consumidores independente: entrada, triagem ou atendimento.

Ao consumir mensagens, o serviço valida consistência do evento contra o estado atual do paciente no banco de dados, verificando pré-requisitos específicos de cada tipo. Para entradas, valida ausência de fluxo ativo; para triagens, verifica existência de entrada prévia; para atendimentos, confirma existência de triagem anterior. Após validação bem-sucedida, executa persistência dual armazenando o evento completo para auditoria histórica (RF06) e atualizando o estado atual do paciente no fluxo hospitalar.

Concluída a persistência, o sistema calcula métricas agregadas da UPA afetada, agrupando pacientes por classificação de risco. Para cada grupo, determina quantidade aguardando, tempo médio de espera e pacientes excedendo tempo protocolar, considerando limites diferenciados: vermelho imediato, laranja 10 minutos, amarelo 60 minutos, verde 120 minutos e azul 240 minutos. Simultaneamente, monitora ocupação geral da unidade e, ao detectar transição para nível crítico, publica evento de alerta contendo métricas calculadas e lista de destinatários configurados.

Após processamento, emite notificação via *webSocket* para clientes conectados ao canal da UPA, permitindo atualização instantânea das visualizações sem necessidade de requisições periódicas (RF08, RNF01).

Paralelamente, expõe *API REST* estruturada com endpoints para consultas em tempo real e análises históricas. Para fila atual, disponibiliza métricas agregadas por classificação de risco e indicadores gerais de ocupação. Para análises temporais, oferece filtros configuráveis por ano, mês ou dia, permitindo consultas de: distribuição geográfica de atendimentos por bairro; evolução temporal da ocupação; distribuição por classificação de risco; métricas de tempo de espera; comparação entre unidades; contabilização de eventos processados; e totalizadores das últimas 24 horas para cada tipo de evento.

#### 4.2.2.5 Serviço de Notificação

O microserviço *Notification* consome eventos de diferentes tópicos e envia notificações por *email* aos destinatários apropriados. O serviço implementa consumidores especializados para três categorias principais:

- **Notificações de Boas-Vindas:** Ao consumir eventos de cadastro bem-sucedido de novos usuários, envia *email* de boas-vindas contendo confirmação de registro e orientações iniciais sobre acesso ao sistema;
- **Notificações de Mudança de Status:** Notifica usuários quando suas contas são ativadas ou inativadas por administradores, informando sobre a mudança de *status*;

- **Alertas de Alta Ocupação:** Ao consumir eventos de ocupação alta, formata mensagem HTML contendo alerta de ocupação elevada, dados estatísticos atualizados e recomendação para que gestores considerem medidas operacionais.

Todas as mensagens são transmitidas via protocolo SMTP para servidor de *email* configurado.

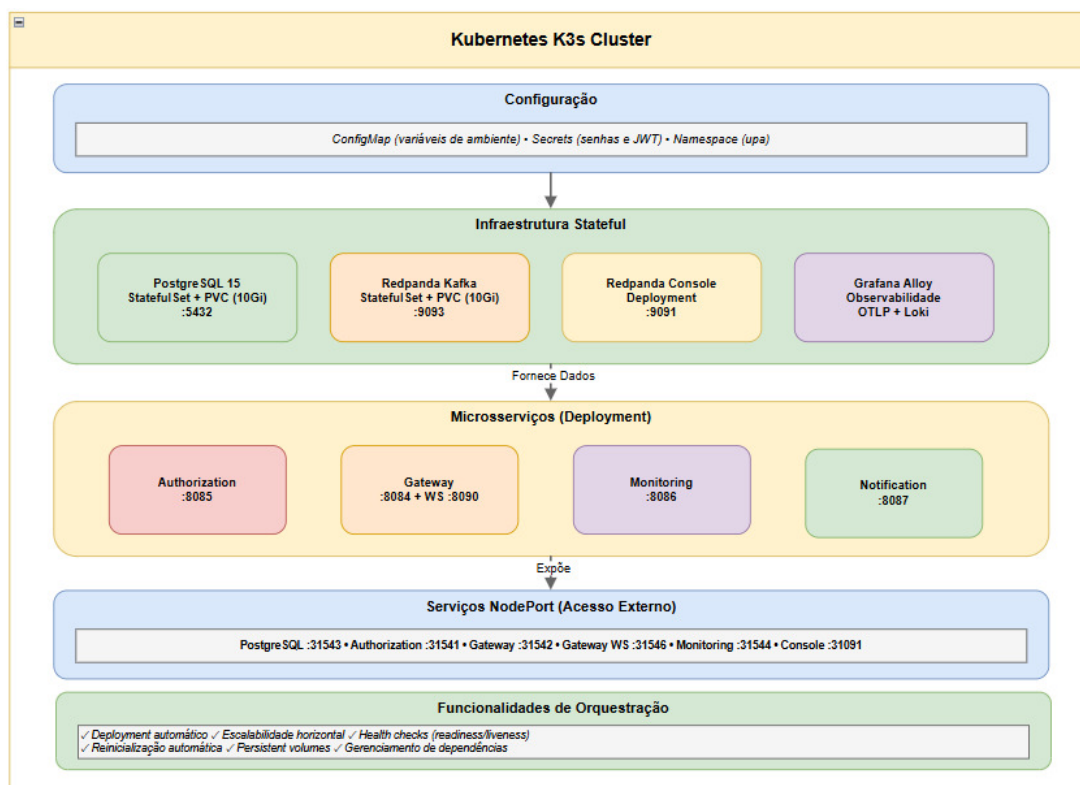
### 4.2.3 Infraestrutura e Observabilidade

O sistema foi projetado para operação em ambiente de produção através de infraestrutura baseada em contêineres orquestrados, combinando ferramentas de proxy reverso, gerenciamento de cluster e observabilidade distribuída.

#### 4.2.3.1 Containerização e Orquestração

Os microsserviços são empacotados como imagens *Docker* utilizando base *Alpine Linux* com *Eclipse Temurin JRE 21*, resultando em *containers* leves e eficientes. Para ambiente de produção, utiliza-se *Kubernetes K3s* como orquestrador de contêineres (RNF09). A Figura 4 ilustra a arquitetura de *deployment* dos microsserviços no *cluster*.

Figura 4 – Arquitetura de *deployment* dos microsserviços no *cluster Kubernetes K3s* com exposição via *NodePort*



Fonte: As autoras (2025).

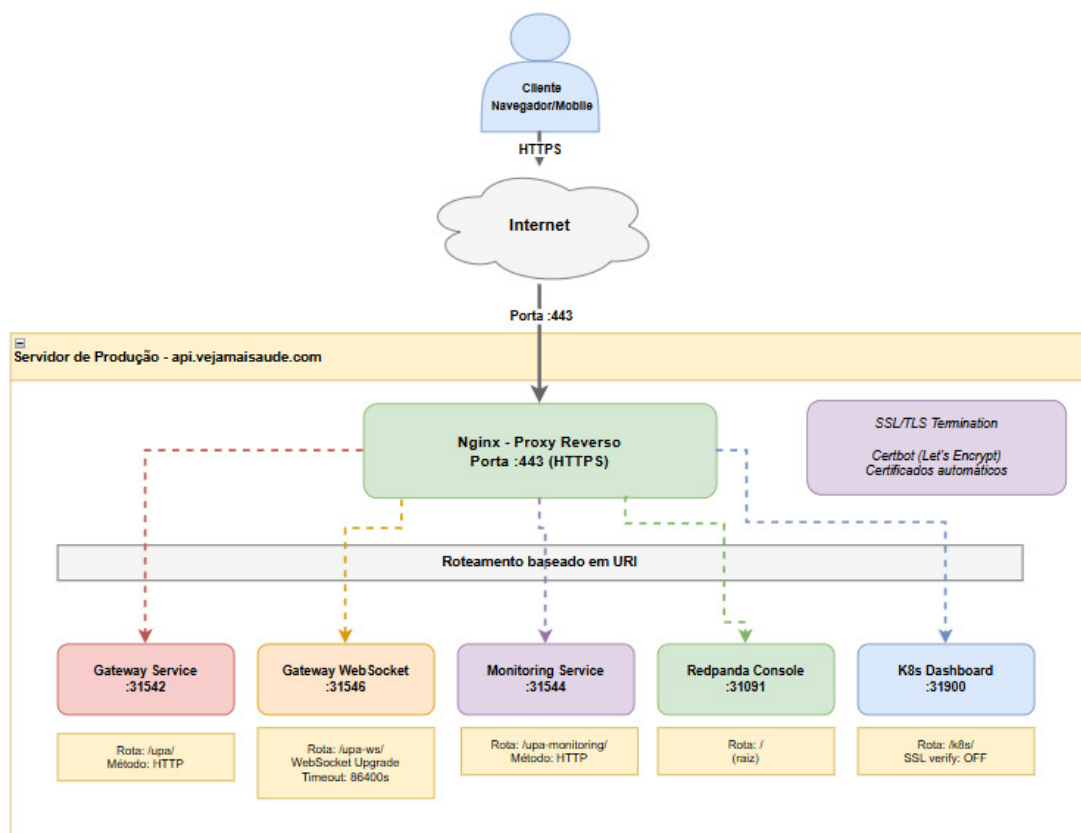
O K3s é a distribuição certificada e otimizada do *Kubernetes*, adequada para ambientes com recursos limitados mantendo compatibilidade total com API padrão do *Kubernetes*, sua orquestração gerencia *deployment* automático dos microsserviços, escalabilidade horizontal mediante aumento de réplicas, *health checks* periódicos e reinicialização automática de *containers* que apresentem falhas. Os serviços são expostos através de recursos *No-dePort*, mapeando portas internas dos *containers* para portas específicas do *host*. Esta configuração permite acesso externo controlado aos serviços.

Em ambiente de desenvolvimento local, os serviços são executados diretamente através do *Docker Compose*, facilitando ciclos rápidos de desenvolvimento e testes integrados.

#### 4.2.3.2 Proxy Reverso e Terminação SSL

O acesso externo ao sistema é intermediado por um servidor *Nginx* atuando como *proxy* reverso, unificando múltiplos serviços sob um único domínio e realizando a terminação SSL/TLS. As requisições HTTPS chegam pela porta 443, têm seus certificados validados pelo *Certbot* (*Let's Encrypt*) e são então encaminhadas, já descriptografadas, aos serviços *backend* correspondentes. A Figura 5 ilustra a arquitetura implementada.

Figura 5 – Arquitetura de *proxy* reverso *nginx* com terminação SSL e roteamento entre microsserviços



Fonte: As autoras (2025).

A configuração implementa roteamento baseado em prefixos de URI (*Uniform Re-*

*source Identifier*), direcionando cada caminho para o microserviço apropriado: */upa/* para o *Gateway*, */upa-ws/* para o *endpoint WebSocket* do *Gateway* com suporte a protocolo de *upgrade*, */upa-monitoring/* para o serviço *Monitoring*, */k8s/* para o *Kubernetes Dashboard* com verificação SSL desabilitada para comunicação interna, e requisições raiz (*/*) para o *Redpanda Console*. Para cada rota, o *Nginx* injeta cabeçalhos apropriados (X-Real-IP, X-Forwarded-For, X-Forwarded-Proto) preservando informações do cliente original, configuração essencial para *logs* precisos e rastreabilidade de requisições.

#### 4.2.3.3 Observabilidade e Monitoramento

O sistema implementa observabilidade através do *Grafana Cloud*, que centraliza coleta, armazenamento e visualização de métricas operacionais (RNF08). Os microserviços expõem métricas no formato *Prometheus* através do *Spring Boot Actuator* combinado com biblioteca *Micrometer*, que instrumenta automaticamente componentes críticos incluindo requisições HTTP, operações de banco de dados, consumo de mensagens *Kafka* e utilização de recursos computacionais.

Para gestão operacional do *cluster Kubernetes*, utiliza-se combinação de ferramentas especializadas. O *Kubernetes Dashboard*, acessível via interface *web* autenticada por *token* de longa duração, oferece visualização gráfica de recursos do *cluster* incluindo *deployments*, *Pods* e *services*. Complementarmente, a ferramenta *k9s* fornece interface terminal interativa para navegação rápida e gerenciamento eficiente do *cluster*, permitindo visualização de recursos, análise de *logs* em tempo real, execução de comandos dentro de *containers* e *troubleshooting* acelerado sem necessidade de múltiplos comandos *kubectl*.

#### 4.2.4 Estratégia de Testes

A validação do *backend* emprega testes automatizados em duas camadas: testes unitários para validação isolada de componentes individuais e testes de integração para verificação da comunicação entre módulos. Os testes seguem a estrutura de pacotes do código fonte, facilitando navegação e manutenção.

##### 4.2.4.1 Testes Unitários

Os testes unitários validam componentes individuais isoladamente, substituindo dependências externas por *mocks* que simulam comportamentos esperados. O serviço de autenticação é testado cobrindo fluxo completo de *login*, cadastro e renovação de *tokens*, verificando que credenciais válidas geram *tokens* apropriados, que duplicação de *username* ou *email* é impedida e que senhas são corretamente criptografadas com *BCrypt* antes da persistência. Complementarmente, o serviço de gestão de usuários valida operações de ativação e inativação, assegurando que eventos são publicados no *Kafka* para notificar outros serviços sobre mudanças de estado.

O calculador de métricas por classificação de risco demonstra particular importância ao validar agrupamento correto por classificação Manchester (vermelho, amarelo, verde, azul), cálculo preciso de tempos médios de espera e tratamento adequado de casos extremos. Testes confirmam que filas vazias retornam métricas zeradas, que pacientes sem *timestamp* não causam erros e que todas as classificações estão presentes no resultado mesmo quando vazias. A camada de persistência é validada através de testes de repositório que verificam operações CRUD completas e *queries* complexas com agregações, garantindo mapeamento correto entre domínio e banco de dados. Produtores de eventos assíncronos completam a cobertura unitária ao validar que mensagens são publicadas nos tópicos corretos com estrutura apropriada.

#### 4.2.4.2 Testes de Integração

Testes de integração validam comportamento conjunto de múltiplos componentes através de fluxos completos nas camadas da aplicação. A infraestrutura utiliza *Testcontainers* para provisionar automaticamente *containers* de PostgreSQL e *Kafka*, garantindo ambiente isolado e reproduzível para cada execução. O teste mais abrangente simula a jornada completa de um paciente desde entrada até finalização do atendimento, verificando que transições de estado seguem a sequência obrigatória e que *timestamps* mantêm ordem cronológica correta. Eventos *Kafka* são publicados sequencialmente e o sistema aguarda processamento assíncrono utilizando biblioteca *Awaitility*, eliminando falhas intermitentes causadas por condições de corrida.

Cenários realistas envolvendo múltiplos pacientes em diferentes estágios simultaneamente garantem que o sistema mantém estado consistente de cada indivíduo, com contagens por *status* corretas e *timestamps* apropriados para cada etapa. Controladores REST são testados através de requisições HTTP reais usando *WebTestClient*, validando que respostas seguem especificação da API com códigos apropriados (200 para sucesso, 400 para requisições inválidas, 401 para falhas de autenticação) e estrutura JSON correta. Consumidores de eventos completam a cobertura ao confirmar que mensagens *Kafka* são processadas adequadamente, atualizando registros no banco de dados e refletindo mudanças nos contadores de fila, incluindo tratamento de casos especiais como *timestamps* nulos através de geração automática de valores.

#### 4.2.4.3 Cobertura de Testes

A Tabela 2 apresenta as métricas de cobertura de código obtidas através da execução da suíte completa de testes. A cobertura foi calculada utilizando ferramentas de análise estática que avaliam quais instruções, linhas, ramificações, métodos e classes foram exercitados durante a execução dos testes.

Tabela 2 – Cobertura de testes dos microsserviços do *backend*

| MICROSSERVIÇO        | INSTRUÇÕES | LINHAS | MÉTODOS | CLASSES |
|----------------------|------------|--------|---------|---------|
| <i>Notification</i>  | 95,5%      | 95,2%  | 89,5%   | 71,4%   |
| <i>Monitoring</i>    | 75,1%      | 79,8%  | 43,5%   | 28,6%   |
| <i>Authorization</i> | 62,1%      | 71,8%  | 61,2%   | 40,0%   |
| <i>Gateway</i>       | 48,3%      | 50,2%  | 58,5%   | 62,8%   |

Fonte: As autoras (2025).

Os resultados demonstram cobertura satisfatória nos microsserviços críticos, com destaque para o serviço de notificações que alcança mais de 95% de cobertura em instruções e linhas. O microsserviço de monitoramento apresenta cobertura adequada na lógica de negócio principal, enquanto percentuais menores em métodos e classes refletem componentes de infraestrutura e configuração que não requerem testes específicos. O *gateway* apresenta cobertura equilibrada considerando sua natureza de componente de roteamento e agregação de serviços.

#### 4.3 CAMADA DE APRESENTAÇÃO (FRONTEND)

##### 4.3.1 Tecnologias e Arquitetura

A interface *web* foi desenvolvida com um conjunto de tecnologias modernas que priorizam a experiência do usuário, a responsividade, a manutenibilidade do código e acessibilidade em navegadores modernos (RNF05, RNF06). O quadro 3 apresenta as principais tecnologias empregadas, organizadas por categoria e finalidade no sistema.

O sistema adota separação de responsabilidades, onde cada funcionalidade principal (mapa, autenticação, dashboard) possui diretório próprio com componentes, *hooks* customizados, utilitários e testes, favorecendo navegabilidade, manutenção e escalabilidade.

A arquitetura utiliza *React* 19 com componentes reutilizáveis e reconciliação eficiente do *DOM* virtual. O *JavaScript* ES6+ fornece recursos assíncronos, *arrow functions* e módulos, proporcionando maior confiabilidade. Para complementar essa base, o gerenciamento de estado é implementado por meio da *Context API* nativa do *react*, associada a *custom hooks*. Essa combinação reduz a complexidade e elimina a necessidade de bibliotecas externas. Sempre que possível, são utilizados estados locais, reservando o contexto global apenas para dados críticos, como informações de autenticação e atualizações em tempo real.

Quadro 3 – Tecnologias utilizadas no desenvolvimento do *frontend*

| CATEGORIA                    | TECNOLOGIA                                       | FINALIDADE                                               |
|------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Biblioteca Base              | <i>React</i> 19                                  | Interfaces reativas baseadas em componentes              |
| Linguagem                    | <i>JavaScript</i> ES6+                           | Recursos assíncronos e módulos ES6                       |
| Roteamento SPA               | <i>React Router DOM</i> 7                        | Navegação <i>client-side</i> sem recarregamento          |
| Estado Global                | <i>Context API</i>                               | Compartilhamento de estado entre componentes             |
| Autenticação                 | <i>js-cookie</i> 3.0                             | Armazenamento de <i>tokens</i> JWT em <i>cookies</i>     |
| Mapas Interativos            | <i>Leaflet</i> 1.9 / <i>React-Leaflet</i> 5      | Mapas com marcadores de localização das UPAs (RF01)      |
| Visualização de Dados        | <i>Chart.js</i> 4.5 / <i>react-chartjs-2</i> 5.3 | Gráficos interativos para análise estatística            |
| Geração de PDF               | <i>jsPDF</i> 3.0 / <i>jspdf-autotable</i> 5.0    | Relatórios em PDF com tabelas formatadas                 |
| Captura de Tela              | <i>html2canvas</i> 1.4                           | Conversão de gráficos em imagens para PDF                |
| Requisições HTTP             | <i>Axios</i> 1.11                                | Comunicação com APIs REST dos microserviços              |
| Comunicação <i>Real-Time</i> | <i>Socket.IO Client</i> 4.8                      | Atualizações em tempo real via <i>WebSocket</i> (RNF08)  |
| Roteamento Geográfico        | API OSRM                                         | Rotas otimizadas entre usuário e UPAs (RF04)             |
| Interação <i>Mobile</i>      | <i>react-swipeable</i> 7.0                       | Gestos de <i>swipe</i> para <i>sidebar</i> móvel (RNF05) |
| <i>Build Tool</i>            | <i>Create React App</i> 5.0                      | <i>Scaffolding</i> com <i>Webpack</i> e <i>Babel</i>     |
| Qualidade de Código          | <i>ESLint</i>                                    | Análise estática e padrões de código                     |

Fonte: As autoras (2025).

#### 4.3.2 Interface e Funcionalidades

A interface principal exibe um mapa georreferenciado das UPAs com marcadores interativos que indicam localização e nível de ocupação por cores. Ao selecionar uma unidade, um painel lateral apresenta métricas como tempo médio de espera por classificação de risco, número de pacientes em fila e tempo estimado de deslocamento.

O sistema integra um módulo de rotas via API OSRM que calcula trajetos para automóvel, bicicleta e caminhada (RF04). As rotas são renderizadas no mapa e o sistema identifica automaticamente a UPA com menor tempo total de acesso (deslocamento + espera), apoiando a escolha informada da unidade mais adequada (RF05).

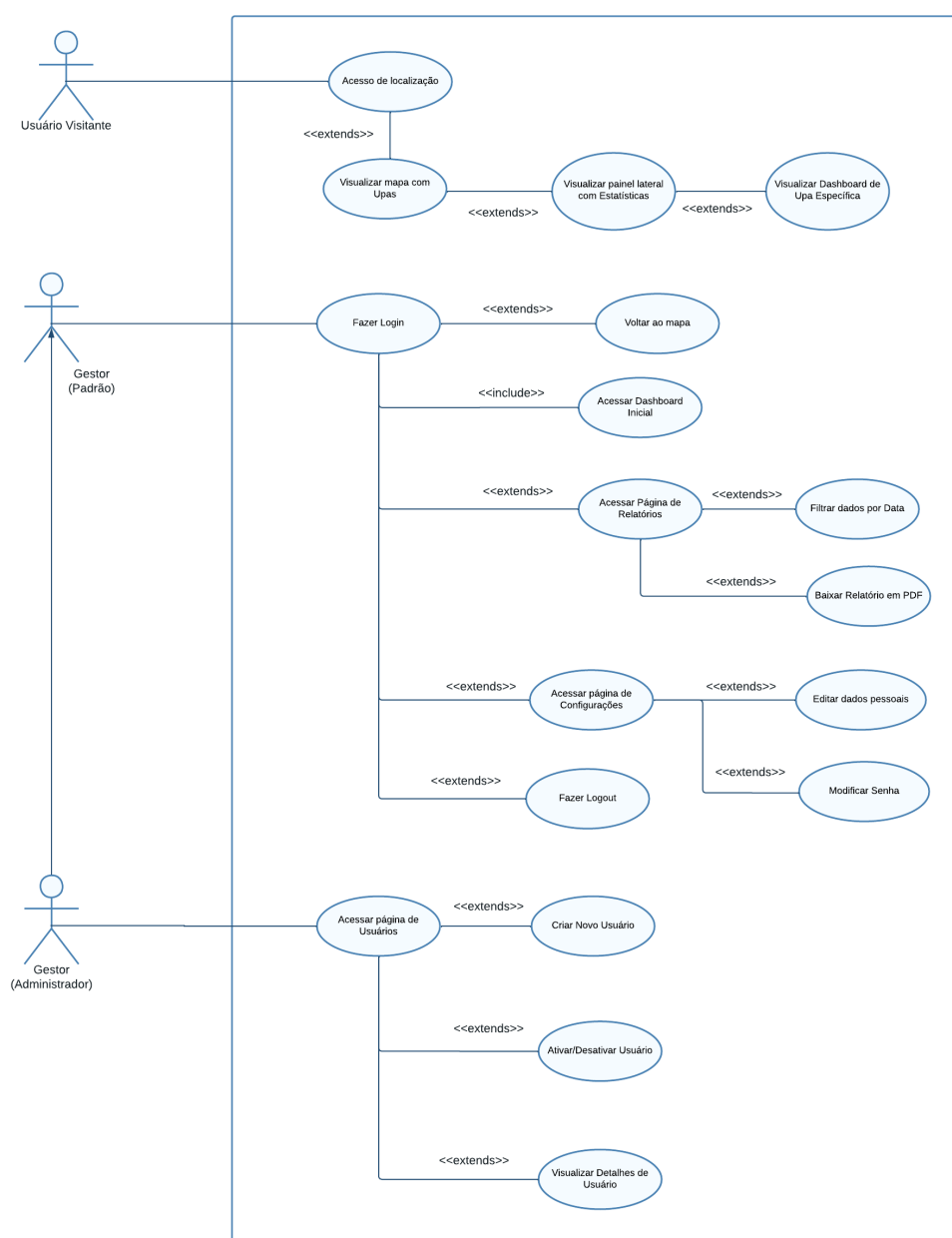
Para garantir boa experiência de uso, foram implementados componentes de *feedback*



visual: *skeleton screens* no carregamento inicial, *spinners* em requisições, *toasts* para confirmações e alertas para erros. Estados vazios exibem mensagens explicativas quando nenhuma UPA está cadastrada ou dados estão indisponíveis. Filtros permitem ajustar a visualização conforme a necessidade, útil em situações urgentes onde minutos podem ser determinantes.

O *dashboard* administrativo oferece métricas agregadas sobre demanda histórica, comparativos entre unidades e padrões de ocupação, facilitando análise de tendências e identificação de melhorias operacionais. A Figura 6 apresenta o diagrama de casos de uso, ilustrando atores, operações e interações do sistema.

Figura 6 – Diagrama de casos de uso do sistema Veja +Saúde.



Fonte: As autoras (2025).

### 4.3.3 Estratégia de Testes

A validação do *frontend* seguiu estratégia de testes automatizados em três níveis, adaptando a pirâmide de testes ao contexto de interfaces de usuário (COHN, 2009). Assim, testes unitários de componentes utilizaram *React Testing Library*, biblioteca que promove testes focados no comportamento do usuário em detrimento de detalhes de implementação, verificando renderização condicional, interatividade, tratamento de erros e exibição de estados de carregamentos (RNF10).

Além disso, *custom hooks* que encapsulam lógica reutilizável foram testados isoladamente através da biblioteca *@testing-library/react*, que possui suporte nativo para testar *hooks* através do *renderHook* garantindo que ciclos de vida, efeitos colaterais e retornos estão corretos independentemente de componentes que os consomem. Nesse conjunto, *hooks* como *useFetchUpas* para busca de dados e *useWebSocket* para gerenciamento de conexões em tempo real receberam cobertura completa de testes unitários.

Em seguida, testes de integração validaram fluxos completos de interação do usuário, simulando cliques, *inputs* e navegação entre telas, verificando que componentes colaboram adequadamente e que a comunicação com *backend mockado* produz resultados esperados. Além disso, casos de teste cobriram cenários de sucesso, erros de rede, *timeouts* e respostas inválidas do servidor, garantindo robustez da aplicação em condições adversas.

Por fim, os testes implementados alcançaram cobertura de 93% em relação ao código, considerando equilíbrio entre confiança na qualidade e velocidade de desenvolvimento. Além disso, componentes críticos relacionados à autenticação, cálculo de rotas e exibição de métricas em tempo real receberam cobertura superior a 90%, refletindo maior risco associado a falhas nesses módulos.

## 4.4 SERVIÇO DE SIMULAÇÃO

### 4.4.1 Propósito e Justificativa

Conforme discutido na seção 3.2.3, a complexidade burocrática para a realização da integração representou um obstáculo que poderia inviabilizar a validação funcional do sistema dentro do cronograma estabelecido. Dessa forma, para mitigar esse risco, propôs-se a criação de um serviço de simulação que utiliza a API já existente, a qual foi projetada para processar eventos de entrada, triagem e atendimento independentemente de sua origem (RF10).

### 4.4.2 Análise de Dados Reais

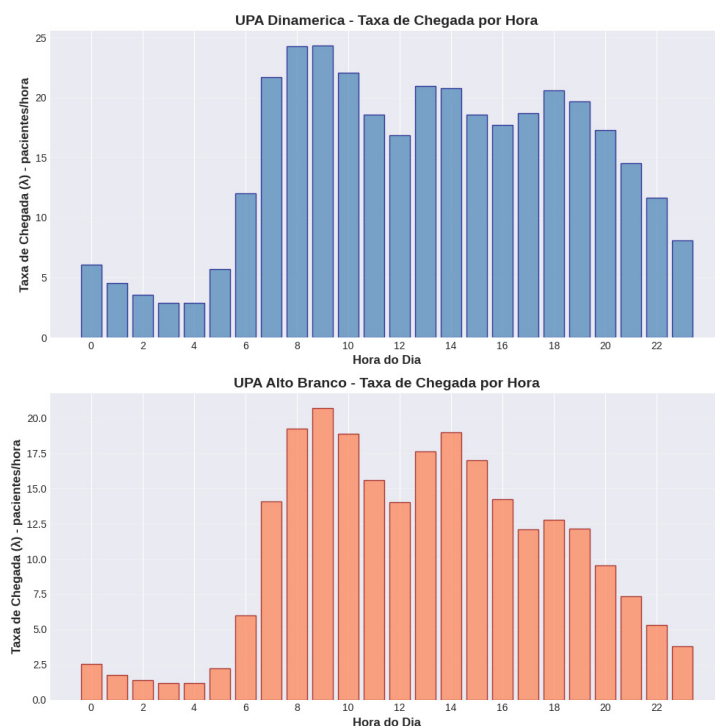
A parametrização do simulador foi realizada com base em dados históricos de duas unidades, UPA Dinamérica e UPA Alto Branco, fornecidos pela Secretaria Municipal de Saúde de Campina Grande. Esses dados abrangem os registros de atendimentos rea-

lizados entre outubro de 2024 e outubro de 2025, Para cada unidade, os dados foram disponibilizados em três arquivos CSV distintos: o primeiro contém a quantidade total de atendimentos por dia; o segundo apresenta a distribuição de atendimentos ao longo das 24 horas, incluindo quantidade e percentual para cada faixa horária; e o terceiro traz a classificação de risco dos atendimentos por data. Os arquivos CSV completos estão disponíveis no repositório do simulador (Apêndice A.3).

#### 4.4.2.1 Análise Temporal da Demanda

A análise exploratória revelou variação temporal significativa na taxa de chegadas ao longo do dia, caracterizando processo de Poisson não-homogêneo. A Figura 7 apresenta distribuição horária da taxa de chegadas para ambas unidades.

Figura 7 – Variação da taxa de chegadas ( $\lambda$ ) por hora do dia nas UPAs Dinamérica e Alto Branco. Dados baseados em registros de 10/2024 até 10/2025.



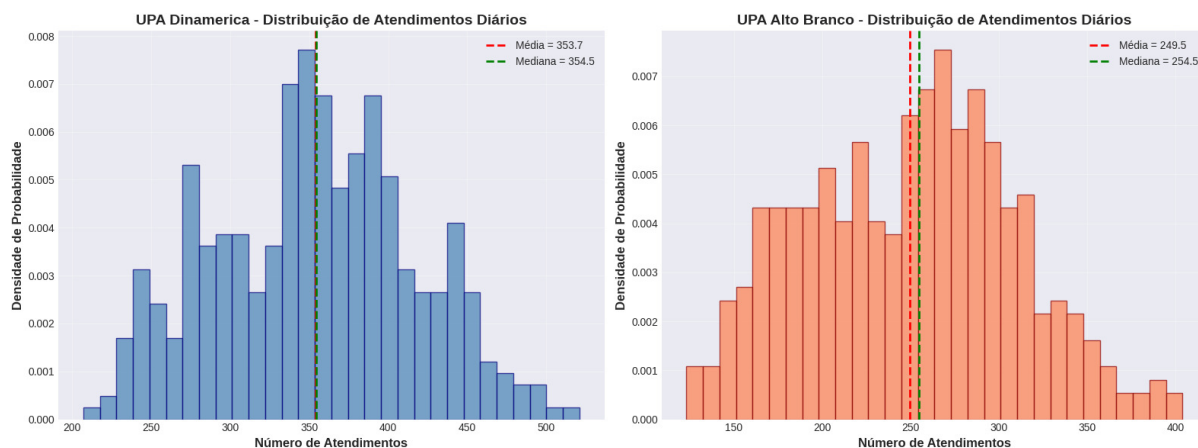
Fonte: As autoras (2025).

Observou-se pico matutino entre 7h-10h, período em que UPA Dinamérica registra  $\lambda$  máximo de 24,3 pacientes/hora às 9h (6,9% do total diário), enquanto Alto Branco atinge máximo de 20,7 pacientes/hora no mesmo horário (8,3% do total diário). Período noturno apresenta demanda reduzida, com mínimo às 3h-4h da madrugada ( $\lambda$  de 2,9 e 1,2 pacientes/hora, respectivamente).

Complementarmente, a Figura 8 evidencia padrão bimodal de chegadas, com picos matutinos (8h-10h) e vespertinos (13h-18h), característico de unidades de pronto atendi-

mento que atendem população trabalhadora. Esta sazonalidade temporal da demanda é consistente com literatura sobre padrões de variação em serviços de urgência, que documentam flutuações previsíveis ao longo do dia e da semana (BATAL et al., 2001).

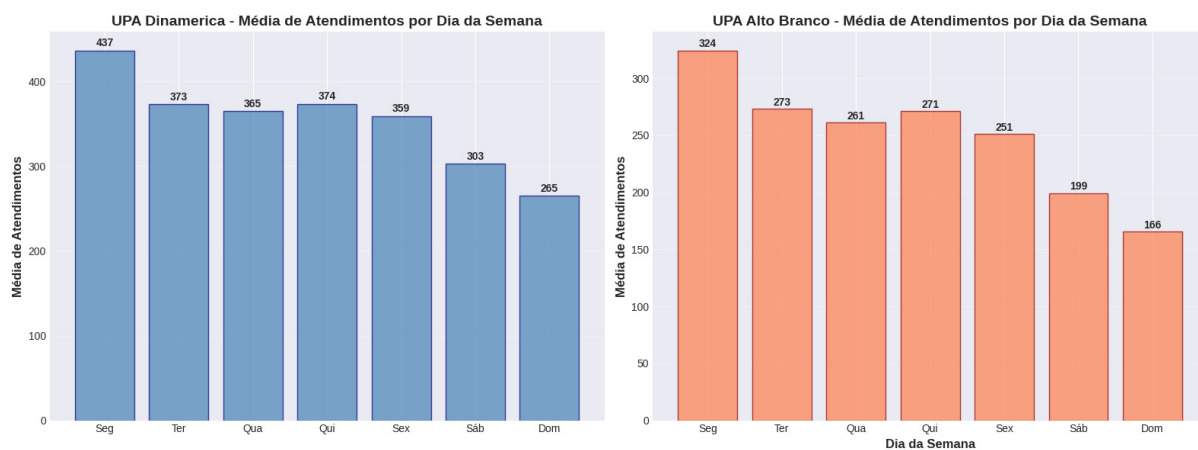
Figura 8 – Taxa média de chegadas por hora do dia. Observa-se padrão bimodal com picos matutinos (8h-10h) e vespertinos (13h-18h), e demanda mínima durante madrugada (2h-5h).



Fonte: As autoras (2025).

A análise semanal demonstrou maior volume em segundas-feiras (436,8 atendimentos na Dinamérica e 324,4 no Alto Branco) com redução progressiva até domingo (264,9 e 165,5 atendimentos). Desvios-padrão entre 26,7 e 51,4 atendimentos indicam variabilidade moderada, típica de sistemas estocásticos de filas. A Figura 9 apresenta distribuição completa de atendimentos ao longo dos dias da semana.

Figura 9 – Distribuição de atendimentos por dia da semana nas UPAs Dinamérica e Alto Branco. Volume decai de segunda-feira para domingo.



Fonte: As autoras (2025).

#### 4.4.3 Tecnologias

O simulador foi implementado como aplicação independente para validar completamente a cadeia de processamento do sistema. O quadro 4 apresenta as tecnologias utilizadas em sua implementação.

Quadro 4 – Tecnologias utilizadas no módulo simulador

| CATEGORIA        | TECNOLOGIA                    | FINALIDADE                                                                                              |
|------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Linguagem        | <i>TypeScript</i>             | Tipagem estática que reduz erros em tempo de execução e ecossistema robusto para aplicações assíncronas |
| <i>Runtime</i>   | <i>Node.js</i>                | Execução contínua 24/7 com baixo consumo de recursos                                                    |
| Requisições HTTP | <i>Axios</i>                  | Comunicação com <i>backend</i> via API REST                                                             |
| Formato de Dados | JSON                          | Estrutura idêntica à produzida por sistemas hospitalares reais                                          |
| Autenticação     | JWT ( <i>JSON Web Token</i> ) | Segurança da integração com mecanismo automático de <i>refresh token</i> para prevenir interrupções     |
| Arquitetura      | API REST                      | Integração exclusiva via <i>endpoints</i> de ingestão do serviço de monitoramento                       |

Fonte: As autoras (2025).

#### 4.4.4 Modelagem Estocástica

O simulador implementa processo de Poisson não-homogêneo para geração de chegadas, onde taxa de eventos  $\lambda(t)$  varia em função da hora do dia. Para cada hora  $h \in \{0, 1, \dots, 23\}$ , utiliza-se taxa  $\lambda_h$  derivada da análise de dados históricos.

Para gerar intervalos entre chegadas, dado número aleatório  $U \sim \text{Uniform}(0, 1)$ , o intervalo até a próxima chegada é calculado como:

$$T = \frac{-\ln(1 - U)}{\lambda_h}$$

Classe **PoissonGenerator** encapsula esta lógica, atualizando automaticamente o valor de  $\lambda$  conforme progressão horária.

A modelagem via processos de Poisson não-homogêneos é adequada para sistemas de saúde com variação temporal de demanda, sendo amplamente utilizada para simulação de chegadas em serviços de urgência hospitalar (SANTIS et al., 2021).

#### 4.4.5 Fluxo de Pacientes e Protocolo de Manchester

A simulação implementa três etapas sequenciais obrigatórias: entrada, triagem e atendimento. Cada paciente recebe identificador único (UUID v4) e timestamp preciso em

todas transições de estado, permitindo rastreamento completo da jornada.

**Entrada:** Pacientes são gerados seguindo processo de Poisson não-homogêneo descrito anteriormente. Cada paciente é associado a bairro de origem selecionado aleatoriamente de conjunto pré-configurado específico para cada UPA, viabilizando análise geográfica da demanda.

**Triagem:** Após tempo mínimo de espera configurável (2 minutos no cenário padrão), paciente é triagado durante período fixo de 3 minutos. Classificação de risco é atribuída através de distribuição multinomial calibrada com dados empíricos:  $P(\text{Vermelho}) = 0.10$ ,  $P(\text{Laranja}) = 0.10$ ,  $P(\text{Amarelo}) = 0.24$ ,  $P(\text{Verde}) = 0.50$ ,  $P(\text{Azul}) = 0.06$ . Esta etapa emula avaliação inicial por enfermeiro.

**Fila de Atendimento:** Após triagem, pacientes são inseridos em fila de prioridade que implementa ordem de atendimento conforme Protocolo de Manchester. Dentro de mesma classificação, disciplina FIFO (*First In, First Out*) é aplicada. Estrutura de dados ordena automaticamente pacientes a cada inserção, garantindo que próximo paciente atendido seja sempre aquele de maior prioridade. Esta implementação reflete fielmente prática clínica em UPAs reais, onde casos graves são priorizados independentemente de ordem de chegada.

**Atendimento:** Para simular capacidade realista de atendimento, sistema implementa múltiplos processadores paralelos (médicos) que consomem simultaneamente a fila de prioridade. Cada médico, operando de forma independente, remove paciente de maior urgência disponível e simula atendimento em tempo fixo de 6 minutos, valor baseado em tempos médios para consultas de urgência de baixa complexidade. Configuração padrão utiliza 2 médicos por UPA, resultando em capacidade de atendimento de 20 pacientes/hora (10 por médico). Ajuste dinâmico da taxa de chegada ( $\lambda$ ) por dia da semana é aplicado automaticamente: sistema detecta dia atual e multiplica  $\lambda_h$  base pelo fator de ajuste correspondente (segunda-feira:  $1,23\times$  na Dinamérica e  $1,30\times$  no Alto Branco; domingo:  $0,75\times$  e  $0,66\times$ , respectivamente), garantindo que simulação reflita variações reais de demanda ao longo da semana. Timestamps de início e fim de atendimento são registrados, permitindo cálculo preciso de métricas como tempo total de permanência e tempo de espera por classificação de risco.

## 4.5 CONCLUSÃO DO DESENVOLVIMENTO

Este capítulo apresentou o desenvolvimento do sistema "Veja +Saúde", abrangendo especificação de requisitos, implementação das camadas de servidor e de apresentação, desenvolvimento de serviço de simulação para validação independente, e estratégias de teste para garantir qualidade do código.

## 5 VEJA +SAÚDE

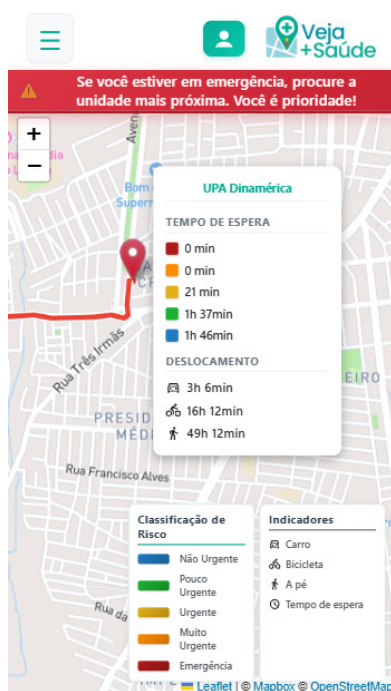
### 5.1 APRESENTAÇÃO DO SISTEMA DESENVOLVIDO

Esta seção demonstra visualmente as principais interfaces implementadas, evidenciando a concretização dos requisitos estabelecidos. O sistema foi implantado em ambiente de produção com disponibilidade 24/7 (RNF02), permitindo acesso ininterrupto às funcionalidades de monitoramento e visualização de dados das unidades de pronto atendimento.

#### 5.1.1 Tela Inicial e Mapa Georreferenciado

O sistema apresenta mapa interativo georreferenciado com localização das UPAs e posição do usuário (RF01). Marcadores coloridos indicam ocupação: verde para baixa (<10 pacientes), amarelo para média (10-20) e vermelho para alta (>20). O sistema calcula rotas considerando três modalidades de transporte—carro, bicicleta e caminhada (RF04)—e destaca automaticamente a UPA com menor tempo total (deslocamento + espera), auxiliando na escolha informada (RF05). Janela lateral apresenta informações detalhadas de cada unidade (RNF05).

Figura 10 – Tela inicial do sistema exibindo mapa georreferenciado com localização das UPAs e indicadores de ocupação

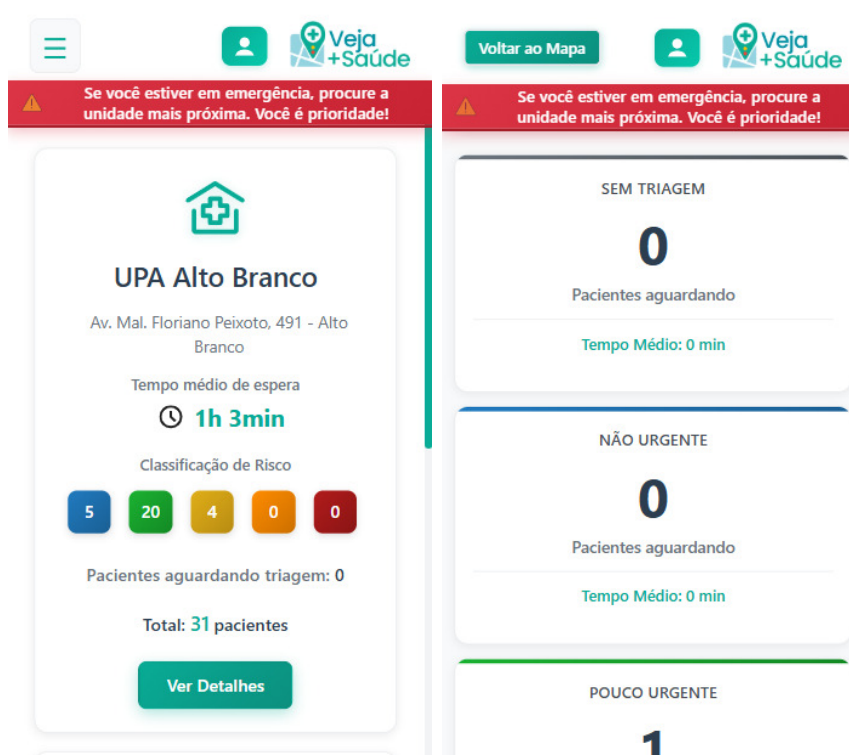


Fonte: As autoras (2025).

### 5.1.2 Painel de Detalhamento da UPA

Ao selecionar o menu no canto superior esquerdo, o sistema apresenta painel lateral detalhado contendo informações específicas da unidade escolhida (RF02, RF03) com as informações sendo atualizadas automaticamente em tempo real (RF08). A Figura 11 mostra o painel com métricas de tempo de espera segmentadas por classificação de risco e quantidade de pacientes aguardando atendimento em cada categoria.

Figura 11 – Painel de detalhamento exibindo tempos de espera por classificação de risco e ocupação atual da UPA



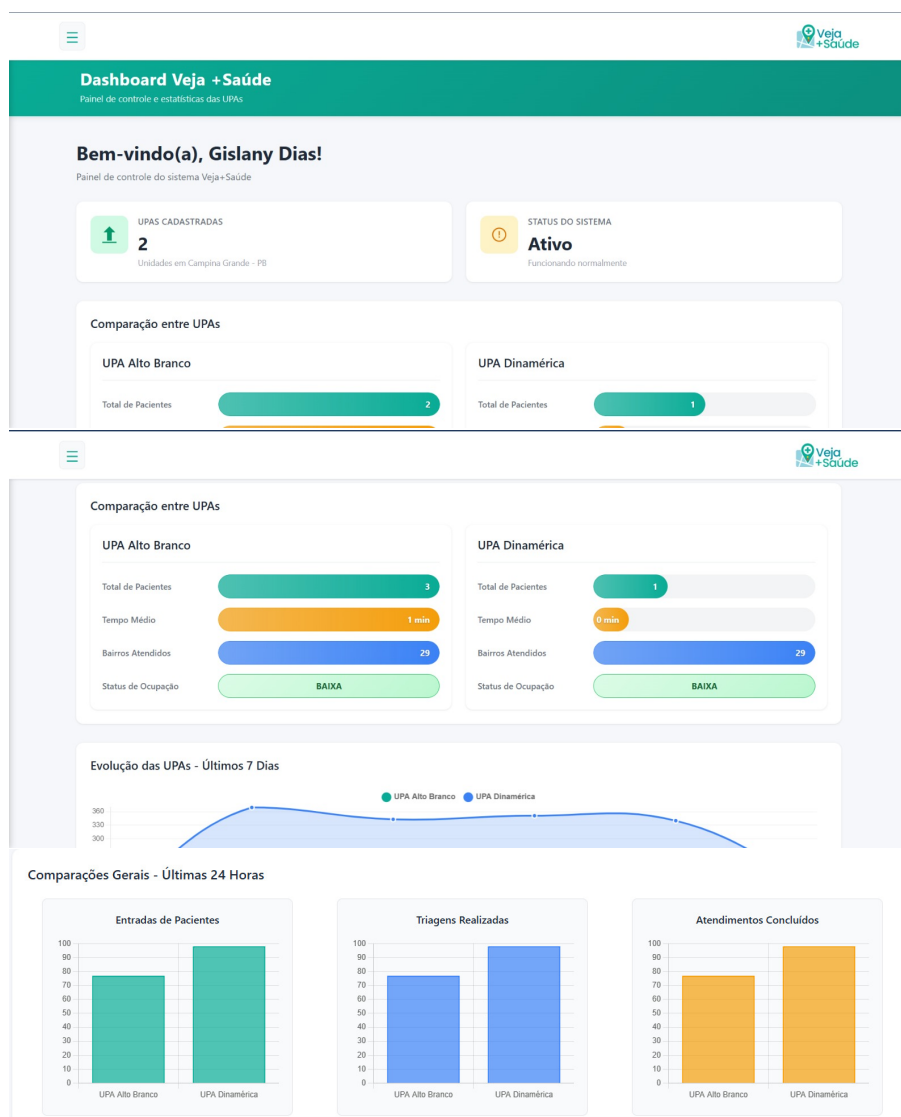
Fonte: As autoras (2025).

### 5.1.3 Painel Administrativo

Para os gestores de saúde, foi criado um dashboard administrativo com métricas agregadas e análises históricas sobre o funcionamento das UPAs (RF09). Por meio dessa ferramenta, é possível analisar períodos específicos, identificar padrões de demanda por horário e dia da semana, além de visualizar a distribuição de pacientes por classificação de risco e bairro de origem. Essas funcionalidades fornecem informações essenciais para o planejamento operacional e a tomada de decisões estratégicas pela gestão municipal de saúde. A interface do painel gerencial apresenta visualizações gráficas que incluem distribuição de demanda, evolução temporal de ocupação e comparativos entre as diferentes unidades.



Figura 12 – Dashboard administrativo com métricas agregadas, gráficos de evolução temporal e indicadores de ocupação



Fonte: As autoras (2025).

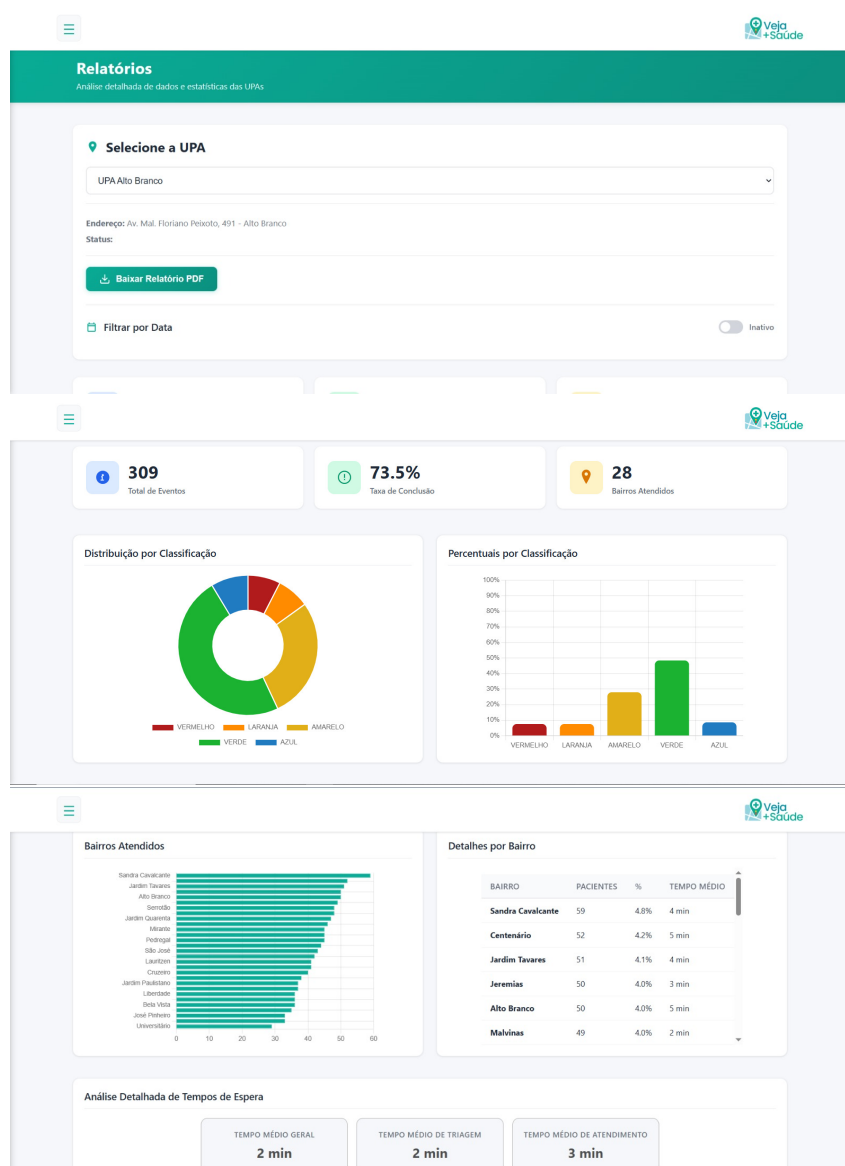
#### 5.1.4 Relatórios Detalhados

A página de relatórios oferece ferramentas analíticas para subsidiar decisões estratégicas na gestão das unidades de saúde. Por meio de sua interface, é possível selecionar intervalos temporais personalizados, o que possibilita análises comparativas entre diferentes períodos e facilita a identificação de tendências ao longo do tempo.

Nesse contexto, o sistema apresenta diversas visualizações gráficas, incluindo distribuição de pacientes por classificação de risco, análise temporal dos tempos médios de espera, mapeamento da origem dos pacientes por bairro e gráfico evolutivo do fluxo de atendimentos. Além disso, a funcionalidade de exportação em PDF consolida todas as visualizações em um documento formatado, facilitando o compartilhamento com equipes

e a elaboração de apresentações.

Figura 13 – Relatório detalhado de Upas, com dados sobre classificação e bairros



Fonte: As autoras (2025).

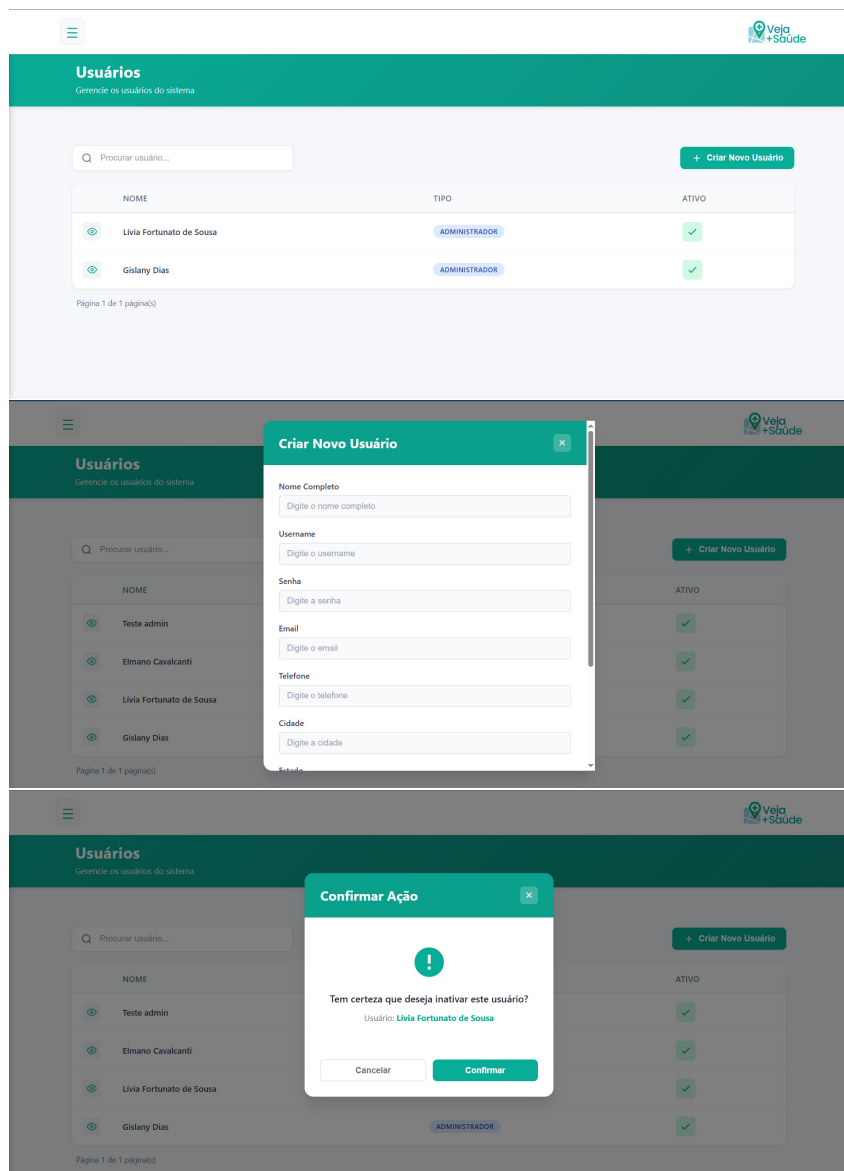
### 5.1.5 Gerenciamento de Usuários

Para administradores, o sistema disponibiliza uma página exclusiva de gerenciamento de usuários, que centraliza o controle de acesso à plataforma. A interface apresenta uma listagem completa de todos os usuários cadastrados, permitindo a visualização de informações essenciais como nome, email, perfil de acesso e status de ativação de cada conta.

Por meio dessa ferramenta, os administradores podem realizar o cadastro de novos usuários, além de ativar ou desativar contas existentes conforme a necessidade. Vale

ressaltar que esta página é acessível exclusivamente para usuários com perfil de administrador, garantindo assim a segurança e o controle adequado sobre as permissões de acesso ao sistema.

Figura 14 – Página de gerenciamento de usuários do sistema



Fonte: As autoras (2025).

### 5.1.6 Página de Configurações

O sistema disponibiliza página de configurações para usuários autenticados, permitindo edição de dados cadastrais (nome, email, telefone, cidade e estado) e alteração de senha. As informações de cidade e estado determinam quais UPAs são exibidas na interface: cada usuário visualiza exclusivamente unidades de sua localidade, assegurando relevância geográfica e evitando sobrecarga de informações desnecessárias.

Figura 15 – Página configurações gerais de dados do usuário

**Configurações**  
Gerencie suas informações pessoais e segurança

**Gislany Dias**  
@gislany.dias  
Ativo

**Dados do Usuário** [Editar](#)

Nome Completo: Gislany Dias  
Nome de Usuário: gislany.dias  
Email: gislany.dias@academico.ifpt  
Telefone: 83988887777  
Cidade: Campina Grande  
Estado: PB - Paraíba

**Segurança**  
Mantenha sua conta segura alterando sua senha regularmente  
[Alterar Senha](#)

Fonte: As autoras, 2025.

## 5.2 VALIDAÇÃO COM USUÁRIOS POTENCIAIS

Para avaliar a aceitação, usabilidade e utilidade percebida do sistema Veja +Saúde junto ao público-alvo, realizou-se pesquisa de satisfação com 67 usuários potenciais residentes em Campina Grande, conforme metodologia descrita na Seção 3.2.4.

### 5.2.1 Perfil dos Respondentes

A análise do perfil demográfico dos participantes revela predominância de usuários jovens, com 80,6% na faixa etária de 18-29 anos e 7,5% entre 30-39 anos, indicando que público mais familiarizado com tecnologias digitais demonstrou maior engajamento na pesquisa. Quanto à frequência de uso de serviços de urgência, 59,7% dos respondentes utilizam UPAs raramente (1 vez por ano ou menos) e 22,4% ocasionalmente (2-4 vezes por ano), caracterizando usuários não frequentes do sistema de saúde. Destaca-se que 82,1% dos participantes costumam escolher UPA baseando-se em proximidade geográfica, enquanto apenas 14,9% perguntam a conhecidos sobre qual unidade está menos congestionada, evidenciando que decisão atual é predominantemente baseada em conveniência de localização, sem consideração sobre tempo de espera. Praticamente todos os participantes (98,5%) possuem acesso regular à internet, confirmando viabilidade de solução digital para este público-alvo e validando premissa de que sistema web seria acessível aos

potenciais usuários do Veja +Saúde. A Tabela 3 apresenta a caracterização demográfica dos participantes da pesquisa, incluindo distribuição por faixa etária e frequência de utilização de serviços de UPA.

Tabela 3 – Perfil demográfico dos respondentes da pesquisa com usuários potenciais

| Característica                                                         | Quantidade | Percentual |
|------------------------------------------------------------------------|------------|------------|
| <b>Idade:</b>                                                          |            |            |
| 18-29 anos                                                             | 54         | 80,6%      |
| 30-39 anos                                                             | 5          | 7,5%       |
| 40-49 anos                                                             | 2          | 3%         |
| 50-59 anos                                                             | 5          | 7,5%       |
| Acima de 60 anos                                                       | 1          | 1,5%       |
| <b>Com que frequência você precisa ir a uma UPA?</b>                   |            |            |
| Nunca fui                                                              | 7          | 10,4%      |
| Raramente (1 vez por ano ou menos)                                     | 40         | 59,7%      |
| Ocasionalmente (2-4 vezes por ano)                                     | 15         | 22,4%      |
| Frequentemente (mais de 4 vezes por ano)                               | 5          | 7,5%       |
| <b>Como você costuma escolher qual UPA ir atualmente?</b>              |            |            |
| Vou sempre na mais próxima                                             | 55         | 82,1%      |
| Pergunto a conhecidos qual está menos cheia                            | 10         | 14,9%      |
| Vou tentando até encontrar vaga                                        | 2          | 3%         |
| <b>Você possui <i>smartphone</i> e acessa a internet regularmente?</b> |            |            |
| Sim                                                                    | 66         | 98,5%      |
| Não                                                                    | 1          | 1,5%       |

Fonte: As autoras (2025).

### 5.2.2 Avaliação de Usabilidade e Interface

Os participantes avaliaram diversos aspectos relacionados à usabilidade da interface e facilidade de uso do sistema. A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos sobre clareza da interface, autonomia de uso e eficácia informacional das telas.

A avaliação de usabilidade revelou percepção extremamente positiva. A clareza da interface foi considerada muito clara por 92,5% dos respondentes e razoável por 7,5%, sem avaliações negativas. Este resultado valida as decisões de design adotadas, confirmando que organização visual, hierarquia de informações e elementos gráficos comunicam efetivamente o conteúdo.

Quanto à autonomia de uso, 92,5% dos participantes afirmaram conseguir usar o sistema sem ajuda e 7,5% necessitaram auxílio apenas na primeira vez, sem manifestações de impossibilidade de uso. Considerando a diversidade do público-alvo, este resultado indica que a interface atende ao requisito não funcional de usabilidade (RNF05), sendo acessível independentemente do nível de familiaridade tecnológica.

Tabela 4 – Avaliação de usabilidade e facilidade de uso da interface

| Questão/Resposta                                                    | Quantidade | Percentual |
|---------------------------------------------------------------------|------------|------------|
| <b>A interface do sistema está clara e fácil de entender?</b>       |            |            |
| Muito clara                                                         | 62         | 92,5%      |
| Razoável                                                            | 5          | 7,5%       |
| Muito confusa                                                       | 0          | 0,0%       |
| <b>Você conseguiria usar esse sistema sem ajuda?</b>                |            |            |
| Sim                                                                 | 62         | 92,5%      |
| Precisaria de ajuda na primeira vez                                 | 5          | 7,5%       |
| Não conseguiria usar sozinho                                        | 0          | 0,0%       |
| <b>As telas identificam rapidamente as informações importantes?</b> |            |            |
| Sim                                                                 | 66         | 98,5%      |
| Não                                                                 | 1          | 1,5%       |
| Talvez                                                              | 0          | 0,0%       |

Fonte: As autoras (2025).

A eficácia informacional foi validada por 98,5% dos participantes, que concordaram que as interfaces permitem identificar rapidamente informações importantes, com apenas 1,5% de discordância. A arquitetura de informação implementada—incluindo uso de cores, ícones, hierarquia visual e organização espacial—permite localizar e compreender rapidamente os dados relevantes para escolha da UPA.

### 5.2.3 Avaliação de Utilidade Percebida

A utilidade percebida do sistema foi avaliada através de questões sobre relevância das funcionalidades, intenção de uso e percepção de impacto prático. A análise revela alta aceitação: 86,6% certamente utilizariam o sistema, 11,9% talvez utilizariam, totalizando 98,5% de aceitação potencial, enquanto apenas 1,5% não utilizariam, validando a relevância do problema abordado.

Em relação à hierarquia de funcionalidades, a informação mais valorizada é o tempo de espera por classificação de risco (65,7%), seguida pelo número de pacientes aguardando (31,3%) e tempo de deslocamento (3%). Entretanto, quando avaliado isoladamente, o tempo de deslocamento foi considerado útil por 79,1% dos respondentes e pouco útil por 20,9%, evidenciando que, embora não prioritário, constitui funcionalidade complementar relevante. Ademais, a segmentação por classificação de risco obteve reconhecimento praticamente unânime: 88,1% afirmaram que ajudaria muito e 11,9% que ajudaria um pouco.

Quanto ao impacto prático percebido, 91% acreditam que o sistema reduziria efetivamente o tempo de espera, 7,5% consideram que talvez ajude e apenas 1,5% não acreditam no benefício. Complementarmente, a métrica de recomendação apresentou resultado ex-

cepcional: 98,5% recomendariam o sistema para familiares e amigos, evidenciando não apenas satisfação individual mas disposição ativa de endossar a plataforma, fator crucial para adoção orgânica e que sugere potencial de crescimento viral em produção.

A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos sobre aceitação do sistema e valorização das funcionalidades implementadas.

Tabela 5 – Avaliação de utilidade percebida e aceitação do sistema

| <b>Questão/Resposta</b>                                               | <b>Quantidade</b> | <b>Percentual</b> |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Você usaria um sistema como este para escolher qual UPA ir?</b>    |                   |                   |
| Sim, com certeza                                                      | 58                | 86,6%             |
| Talvez                                                                | 8                 | 11,9%             |
| Não                                                                   | 1                 | 1,5%              |
| <b>Qual informação seria MAIS útil na hora de escolher uma UPA?</b>   |                   |                   |
| Número de pacientes aguardando                                        | 21                | 31,3%             |
| Tempo de espera estimado por classificação                            | 44                | 65,7%             |
| Tempo de deslocamento até a UPA                                       | 2                 | 3,0%              |
| <b>A informação sobre tempo de deslocamento seria útil para você?</b> |                   |                   |
| Útil                                                                  | 53                | 79,1%             |
| Pouco útil                                                            | 14                | 20,9%             |
| Não seria útil                                                        | 0                 | 0,0%              |
| <b>Saber o tempo de espera por classificação ajudaria na decisão?</b> |                   |                   |
| Sim, muito                                                            | 59                | 88,1%             |
| Sim, um pouco                                                         | 8                 | 11,9%             |
| Não faria diferença                                                   | 0                 | 0,0%              |
| Não entendi essa funcionalidade                                       | 0                 | 0,0%              |
| <b>Esse sistema poderia reduzir tempo aguardando atendimento?</b>     |                   |                   |
| Sim                                                                   | 61                | 91,0%             |
| Não                                                                   | 1                 | 1,5%              |
| Talvez                                                                | 5                 | 7,5%              |
| <b>Você recomendaria esse sistema para familiares e amigos?</b>       |                   |                   |
| Sim                                                                   | 66                | 98,5%             |
| Não                                                                   | 1                 | 1,5%              |
| Talvez                                                                | 0                 | 0,0%              |

Fonte: As autoras (2025).

### 5.3 CONCLUSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Este capítulo apresentou os resultados obtidos com o sistema Veja +Saúde, demonstrando as funcionalidades implementadas através de capturas de tela das principais interfaces e relatando a validação realizada com 67 usuários potenciais.

## 6 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou o desenvolvimento do *Veja +Saúde*, plataforma de transparência em saúde pública que disponibiliza informações em tempo real sobre ocupação e tempo de espera nas Unidades de Pronto Atendimento de Campina Grande. A pesquisa partiu da identificação de problema real enfrentado pelo Sistema Único de Saúde: a distribuição desigual de demanda entre UPAs com perfis funcionais equivalentes, situação que compromete a eficiência do serviço e a experiência dos pacientes.

O objetivo geral de desenvolver sistema que promovesse maior transparência sobre condições operacionais das UPAs, subsidiando decisões de usuários e gestores, foi plenamente alcançado. Os objetivos específicos também foram atendidos mediante implementação de mapa georreferenciado interativo, integração de fontes de dados confiáveis através de serviço de simulação parametrizado com dados históricos, desenvolvimento de painel gerencial e validação da solução com usuários potenciais.

### 6.1 SÍNTESE DOS RESULTADOS

A implementação do sistema atendeu aos requisitos funcionais e não funcionais estabelecidos, materializando-se em plataforma *web* responsiva com funcionalidades de transparência em tempo real, cálculo de rotas e painel gerencial. A arquitetura de microsserviços orientada a eventos demonstrou-se adequada para processar informações em tempo real e calcular métricas segmentadas por classificação de risco. Paralelamente, o diagnóstico situacional corroborou a relevância do problema investigado, revelando concentração desproporcional de demanda entre as UPAs, permitindo parametrizar serviço de simulação que reproduz padrões observados empiricamente.

A validação com usuários potenciais evidenciou alta aceitação do sistema, com aprovação expressiva quanto à clareza da interface, intenção de uso e disposição para recomendação. Os respondentes identificaram o tempo de espera estimado por classificação como informação mais relevante, confirmando alinhamento entre funcionalidades implementadas e necessidades do público-alvo. A maioria acredita que o sistema poderia reduzir o tempo aguardando atendimento, validando a hipótese de que transparência informacional contribui para distribuição mais equilibrada de pacientes.

### 6.2 CONTRIBUIÇÕES

Este trabalho oferece contribuições em diferentes dimensões. Do ponto de vista prático, apresenta solução tecnológica de baixo custo operacional adaptável para outras cidades brasileiras com problemas similares de distribuição de demanda em serviços de urgência.



A arquitetura desenvolvida opera tanto com eventos reais quanto simulados, facilitando implantação gradual e validação em diferentes contextos. Para gestores de saúde pública, o sistema oferece instrumento de apoio à decisão baseado em dados, disponibilizando métricas históricas sobre distribuição de demanda e padrões de ocupação que podem subsidiar planejamento operacional e políticas fundamentadas em evidências.

Para usuários do SUS, a plataforma representa avanço na garantia do direito à informação e empoderamento para decisões informadas sobre onde buscar atendimento. A transparência sobre condições operacionais pode reduzir tempo de atendimento ao direcionar pacientes para unidades com menor ocupação, além de diminuir ansiedade associada à falta de informações. Do ponto de vista acadêmico, o desenvolvimento de serviço de simulação parametrizado com dados empíricos representa contribuição metodológica para validação de sistemas quando integração com fontes primárias apresenta obstáculos técnicos ou burocráticos.

Finalmente, a pesquisa contribui para discussão sobre transparência em saúde pública, demonstrando que disponibilização de informações operacionais em tempo real é tecnicamente viável, bem recebida pelos cidadãos e possui potencial de impactar positivamente a experiência dos usuários do SUS.

### 6.3 LIMITAÇÕES

Apesar dos resultados positivos, este trabalho apresenta limitações que devem ser consideradas na interpretação dos achados. A principal limitação refere-se à ausência de integração com o sistema de gerenciamento de filas das UPAs. Embora o serviço de simulação tenha sido parametrizado com dados históricos fornecidos pela Secretaria Municipal de Saúde, a operação em produção com eventos reais permitiria validação mais robusta do impacto sobre a distribuição de pacientes. Adicionalmente, embora o modelo utilize processos estocásticos para geração de chegadas via Poisson não-homogêneo, os tempos de triagem e atendimento são determinísticos (fixos em 3 e 7 minutos, respectivamente), não capturando a variabilidade observada em cenários reais.

Quanto à funcionalidade de cálculo de rotas, o sistema não contempla transporte público, fornecendo apenas rotas para automóvel, bicicleta e deslocamento a pé. Considerando que parcela significativa da população utiliza ônibus, esta ausência pode limitar a utilidade prática do sistema. Paralelamente, a validação com usuários concentrou-se em público jovem (80,6% entre 18-29 anos) com acesso regular à internet (98,5%), de modo que usuários idosos ou com menor familiaridade tecnológica podem apresentar percepções distintas não capturadas nesta pesquisa.

Finalmente, o sistema não aborda capacidade instalada específica das UPAs, como disponibilidade de leitos, equipamentos ou especialidades médicas. Casos que demandam recursos especializados podem requerer direcionamento específico independentemente da

ocupação geral.

## 6.4 TRABALHOS FUTUROS

Os resultados obtidos e as limitações identificadas apontam para oportunidades de extensão deste trabalho:

- **Integração com sistemas reais:** Prioridade para viabilizar operação em produção, validar funcionamento em condições reais e avaliar impacto efetivo sobre a distribuição de pacientes.
- **Expansão das modalidades de transporte:** Inclusão de transporte público no cálculo de rotas, ampliando aplicabilidade para população dependente desse meio de locomoção.
- **Informações sobre recursos específicos:** Inclusão de dados sobre leitos de observação, equipamentos de radiologia e especialidades médicas disponíveis em cada UPA.
- **Aplicativo móvel nativo:** Desenvolvimento para Android e iOS com notificações *push*, integração com GPS e interface otimizada para dispositivos móveis.
- **Expansão da rede de saúde:** Inclusão de Unidades Básicas de Saúde e hospitais para orientar usuários ao nível de atenção mais adequado.
- **Estudos de acessibilidade:** Avaliação de usabilidade com idosos e pessoas com deficiência para ampliar inclusão da plataforma.

## 6.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A parceria estabelecida com a Secretaria Municipal de Saúde de Campina Grande evidencia reconhecimento institucional da relevância do problema abordado e abertura para soluções inovadoras. Embora a integração técnica com sistemas existentes ainda constitua desafio, os resultados obtidos indicam caminho promissor para qualificação do acesso aos serviços de urgência.

Este trabalho representa passo inicial em direção a ecossistema de saúde pública mais transparente e centrado no cidadão. A continuidade do desenvolvimento, superando as limitações identificadas, pode resultar em ferramenta que contribua concretamente para redução de tempos de espera e fortalecimento do direito à informação em saúde pública.

## REFERÊNCIAS

Agência Brasil. **Levantamento mostra desigualdade na distribuição de UTIs do SUS em SP**. Brasília: Empresa Brasil de Comunicação, 2020. <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2020-04/levantamento-mostra-desigualdade-na-distribuicao-de-utis-do-sus-em-sp>. Acesso em: 01 out. 2025.

Agência Brasil. **SP: desigualdade na saúde concentra nas zonas norte e leste**. Brasília: Empresa Brasil de Comunicação, 2025. <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2025-03/sp-desigualdade-na-saude-concentra-nas-zonas-norte-e-leste>. Acesso em: 01 out. 2025.

ARAUJO, J. A. d. S. A consolidação de um polo regional: serviços de saúde e centralidade em campina grande-pb. **Revista PPR**, n. 109, 2016. Disponível em: <http://revistappr.com.br/artigos/publicados/A-consolidacao-de-um-polo-regional-servicos-de-saude-e-centralidade-em-Campina-GrandePB.pdf>.

BATAL, H. et al. Predicting patient visits to an urgent care clinic using calendar variables. **Academic Emergency Medicine**, v. 8, n. 1, p. 48–53, 2001. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1553-2712.2001.tb00550.x>.

BERNER, E. S. **Clinical decision support systems: state of the art**. Rockville: Agency for Healthcare Research and Quality, 2009.

Brasil. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: [s.n.], 1988. Diário Oficial da União. Acesso em: 01 out. 2025. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm).

Brasil. **Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990**. 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 set. 1990. Acesso em: 01 out. 2025. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8080.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8080.htm).

Brasil. **Lei nº 8.142, de 28 de dezembro de 1990**. 1990. Dispõe sobre a participação da comunidade na gestão do Sistema Único de Saúde (SUS) e sobre as transferências intergovernamentais de recursos financeiros na área da saúde e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 31 dez. 1990. Acesso em: 01 out. 2025. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8142.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8142.htm).

Brasil. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.922, de 2 de dezembro de 2008**. 2008. Estabelece diretrizes para o fortalecimento e implementação do componente de "Organização de redes loco-regionais de atenção integral às urgências" da Política Nacional de Atenção às Urgências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 dez. 2008. Acesso em: 01 out. 2025. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2008/prt2922\\_02\\_12\\_2008.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2008/prt2922_02_12_2008.html).

Brasil. Ministério da Saúde. **Acolhimento e classificação de risco nos serviços de urgência**. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2009. (Série B. Textos Básicos de

Saúde; Série Humaniza SUS). Acesso em: 01 out. 2025. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/acolhimento\\_classificacao\\_risco\\_servico\\_urgencia.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/acolhimento_classificacao_risco_servico_urgencia.pdf).

Brasil. Ministério da Saúde. **Portaria nº 1.663, de 6 de agosto de 2012. Dispõe sobre o Programa SOS Emergências no âmbito da Rede de Atenção às Urgências e Emergências (RUE)**. Brasília, DF: [s.n.], 2012. Diário Oficial da União. Seção 1, p. 32-33. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2012/prt1663\\_06\\_08\\_2012.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2012/prt1663_06_08_2012.html).

BURNS, B. et al. Borg, omega, and kubernetes. **Communications of the ACM**, v. 59, n. 5, p. 50–57, 2016.

COCKBURN, A. **Hexagonal Architecture**. [S.l.], 2005. Acesso em: 29 out. 2025. Disponível em: <https://alistair.cockburn.us/hexagonal-architecture>.

COHN, M. **Succeeding with Agile: Software Development Using Scrum**. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley, 2009. ISBN 978-0-321-57936-2.

CRESWELL, J. W. **Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches**. 4. ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2014.

EVANS, E. **Domain-Driven Design: Tackling Complexity in the Heart of Software**. [S.l.]: Addison-Wesley, 2003. ISBN 978-0-321-12521-7.

FISHER, N. J.; ROSEN, K. D. Real-time locating systems to improve healthcare delivery: A systematic review. **Journal of the American Medical Informatics Association**, v. 29, n. 2, p. 365–376, 2022.

FITZGERALD, M. et al. Challenges to real-time decision support in health care. In: HENRIKSEN, K.; BATTLES, J. B.; KEYES, M. A. (Ed.). **Advances in Patient Safety: New Directions and Alternative Approaches (Vol. 2: Culture and Redesign)**. Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality (US), 2008.

G1 CEARÁ. **Aplicativo ‘Mais Saúde Fortaleza’ permite acompanhar número de médicos e fila para atendimentos em unidades de saúde**. 2020. <https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2020/06/24/aplicativo-mais-saude-fortaleza-permite-acompanhar-numero-de-medicos-e-fila-para-atendimentos-em-unidades-de-saude.ghtml>. Acesso em: 27 set. 2025.

G1 Paraíba. **UPA do Alto Branco deixa de atender apenas pacientes com sintomas de Covid-19 em Campina Grande**. 2021. <https://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2021/04/19/upa-do-alto-branco-deixa-de-atender-apenas-pacientes-com-sintomas-de-covid-19-em-campina-grande.ghtml>. Acesso em: 01 out. 2025.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GREENES, R. (Ed.). **Clinical Decision Support: The Road to Broad Adoption**. [S.l.]: Academic Press, 2014.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saúde 2019: informações sobre domicílios, acesso e utilização dos serviços de saúde**. Brasil, grandes regiões e unidades da federação. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. ISBN 9786587201184. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101748>.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2022: população dos municípios**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Campina Grande: 419.379 habitantes. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html>.

ISO/IEC. **ISO/IEC 25010:2011 – Systems and software engineering – System and software quality models**. Geneva, Switzerland, 2011. Acesso em: 2 nov. 2025. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/35733.html>.

JESUS, A. P. S. d. et al. Avaliação do indicador de qualidade do sistema de triagem de manchester: tempo de atendimento. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, Porto Alegre, v. 39, p. e20170162, 2018.

KAPLAN, B. Seeing through health information technology: the need for transparency in software, algorithms, data privacy, and regulation. **Journal of Law and the Biosciences**, v. 7, n. 1, p. lsaa062, 2020.

KONDER, M. T.; O'DWYER, G. As unidades de pronto atendimento como unidades de internação: fenômenos do fluxo assistencial na rede de urgências. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 29, n. 2, p. e290203, 2019.

LAW, A. M.; KELTON, W. D. **Simulation modeling and analysis**. 3. ed. Boston: McGraw-Hill, 2000.

LIGHTERNESS, A. et al. Data quality-driven improvement in health care: Systematic literature review. **Journal of Medical Internet Research**, v. 26, p. e57615, aug 2024. Acesso em: 2 nov. 2025. Disponível em: <https://www.jmir.org/2024/1/e57615>.

LOPEZ, L. J. R.; SALAZAR, N. E. J.; DURAN, J. S. O. Open-source telemedicine platform based on WebSockets for management of biosignals. **Electronics**, MDPI, v. 13, n. 22, p. 4365, 2024.

MACHADO, G. V. C.; BENTO, L. M. S. A visão do usuário em relação à qualidade do atendimento em um serviço de urgência. **Revista Médica de Minas Gerais**, v. 26, p. 1–7, 2016. ISSN 2238-3182. Acesso em: 22 nov. 2025. Disponível em: <https://rmmg.org/exportar-pdf/2057/v26n1a04.pdf>.

MERKEL, D. Docker: lightweight linux containers for consistent development and deployment. **Linux Journal**, v. 2014, n. 239, p. 2, 2014.

Ministério da Saúde. **Sistema de Suporte à Decisão: integração de dados para gestão da saúde pública**. Brasília: [s.n.], 2024. <https://www.gov.br/saude/pt-br/com-posicao/sectics/daf/bnafar/sistema-de-suporte-a-decisao>. Acesso em: 27 set. 2025.

NEVES, A. L. et al. Impact of telemedicine on the quality of care of patients with acute stroke or myocardial infarction: A protocol for a systematic review of randomised controlled trials. **Einstein (São Paulo)**, v. 14, n. 3, p. 393–398, 2016. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4878634/>.

NEWMAN, S. **Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems**. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2015.

Observatório Campina Grande. **Mapa digital da cidade: bairros e distritos**. Campina Grande: [s.n.], 2024. <https://observa.campinagrande.br/index.php/mapa-digital-da-cidade/>. Acesso em: 27 set. 2025.

PAIM, J. et al. The brazilian health system: history, advances, and challenges. **The Lancet**, London, v. 377, n. 9779, p. 1778–1797, 2011.

Portal da Capital. **UPAs de Campina Grande realizam mais de 180 mil atendimentos em 2022**. 2023. Disponível em: <https://www.portaldacapital.com/2023/01/24/upas-de-campina-grande-realizam-mais-de-180-mil-atendimentos-em-2022/>.

Prefeitura de Campina Grande. **UPAs de Campina Grande realizam mais de 180 mil atendimentos em 2022**. Campina Grande: [s.n.], 2023. <https://campinagrande.pb.gov.br/upas-de-campina-grande-realizam-mais-de-180-mil-atendimentos-em-2022/>. Acesso em: 27 set. 2025.

Prefeitura de Campina Grande. **Saúde bucal: Prefeitura de Campina Grande atende quase mil pacientes por mês na UPA Alto Branco**. Campina Grande: [s.n.], 2024. <https://campinagrande.pb.gov.br/saude-bucal-prefeitura-de-campina-grande-atende-quase-mil-pacientes-por-mes-na-upa-alto-branco/>. Acesso em: 27 set. 2025.

Prefeitura de Campina Grande. **UPA Dinamérica registra mais de 12 mil atendimentos em junho e supera os 5 mil nos primeiros 14 dias deste mês**. Campina Grande: [s.n.], 2024. <https://campinagrande.pb.gov.br/upa-dinamerica-registra-mais-de-12-mil-atendimentos-em-junho-e-supera-os-5-mil-nos-primeiros-14-dias-deste-mes/>. Acesso em: 27 set. 2025.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. d. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RADIS. **Organização das redes de atenção à saúde**. 2016. Rio de Janeiro: Fiocruz. Acesso em: 27 set. 2025. Disponível em: [https://mooc.campusvirtual.fiocruz.br/rea/pcssi/textos/modulo1/aula3/Radis159\\_web.pdf](https://mooc.campusvirtual.fiocruz.br/rea/pcssi/textos/modulo1/aula3/Radis159_web.pdf).

ROSS, S. M. **Introduction to Probability Models**. 11. ed. Amsterdam: Academic Press, 2014. ISBN 9780124079489.

SANTIS, A. D. et al. Determining the optimal piecewise constant approximation for the nonhomogeneous poisson process rate of emergency department patient arrivals. **Flexible Services and Manufacturing Journal**, v. 33, p. 847–883, 2021.

SANTOS, S. M. A. V. et al. A informática em saúde durante a pandemia de covid-19. **Revista Tópicos**, v. 2, n. 16, p. 1–16, 2024.

SciELO Public Health. Integração entre atenção primária e unidades de pronto atendimento: fragilidades e desafios do sistema de saúde brasileiro. **SciELO Public Health**, v. 49, n. 145, 2024. Acesso em: 27 set. 2025. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/sdeb/2025.v49n145/e9543/>.

SEGOV DF. **Painel permite visualização em tempo real das filas de atendimento nas UPAs**. 2024. <https://segov.df.gov.br/w/painel-permite-visualizacao-em-tempo-real-das-filas-de-atendimento-nas-upas>. Acesso em: 27 set. 2025.

SILVA, L. R. et al. Protocolo de manchester. **Revista Gestão & Tecnologia**, v. 1, n. 32, p. 33–44, 2021.

SILVA, S. F.; SOUZA, N. M.; BARRETO, J. O. M. Sistemas de informação em saúde e suas perspectivas de contribuição para o fortalecimento do sus. **Cadernos de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 4, p. 459–467, 2012. Acesso em: 27 set. 2025. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cadsc/a/94XPRnkSSRjbbQbJBTDNscg/>.

SINGH, H.; GARG, R. D. Web gis development using open source leaflet and geoserver toolkit. In: **Proceedings of the International Conference on Advances in Computing and Data Sciences**. Singapore: Springer, 2018. ResearchGate. Acesso em: 2 nov. 2025.

SOMMERVILLE, I. **Software Engineering**. 9. ed. Boston: Pearson, 2011. ISBN 978-0-13-703515-1.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

VALENTE, M. T. **Arquitetura Hexagonal: O que é e quais os seus benefícios?** 2024. Acesso em: 03 nov. 2025. Disponível em: <https://engsoftmoderna.info/artigos/arquitetura-hexagonal.html>.

W3C. **Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1**. 2018. W3C Recommendation. Acesso em: 2 nov. 2025. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>.

XAVIER, P. B. et al. Uso das tecnologias da informação e comunicação durante a pandemia na atenção primária à saúde: um estudo exploratório. **Revista de Gestão e Secretariado**, São Paulo, v. 15, n. 11, p. e4337, 2024.

## APÊNDICES



## APÊNDICE A – REPOSITÓRIOS DO CÓDIGO-FONTE

### A.1 BACKEND (MICROSSERVIÇOS)

- **URL:** <https://github.com/liviafort/VEJAMAISAUDEAPI>
- **Tecnologias:** Spring Boot, Kotlin
- **Arquitetura:** Hexagonal com microsserviços

### A.2 FRONTEND (INTERFACE WEB)

- **URL:** <https://github.com/liviafort/UPA-TCC>
- **Tecnologias:** React.js, JavaScript
- **Funcionalidades:** Visualização em tempo real, mapas, dashboards

### A.3 SIMULADOR DE EVENTOS

- **URL:** <https://github.com/liviafort/SCRIPT-UPA-SIMULATOR>
- **Tecnologias:** TypeScript, Node.js
- **Conteúdo:** Simulador de chegadas e notebook Jupyter com análise exploratória

## APÊNDICE B – SISTEMA EM PRODUÇÃO

### B.1 ACESSO PARA PACIENTES

Interface pública de consulta e visualização de informações sobre as Unidades de Pronto Atendimento:

- **URL:** <https://www.vejamaisaude.com/>
- **Funcionalidades:** Localização de UPAs, visualização de filas em tempo real, mapas interativos
- **Acesso:** Aberto ao público

### B.2 ACESSO PARA GESTORES

*Dashboard* analítico para gestão e monitoramento das unidades de saúde:

- **URL:** <https://www.vejamaisaude.com/gestao/login>
- **Funcionalidades:** Métricas em tempo real, relatórios gerenciais, análise de dados históricos
- **Acesso:** Restrito mediante autenticação
- **Credenciais de demonstração:** Disponíveis mediante solicitação

**Nota:** O sistema encontra-se em operação com disponibilidade 24/7, processando dados simulados das UPAs Dinamérica e Alto Branco em tempo real. A disponibilidade online está garantida até [mês/ano], após o qual o sistema permanecerá acessível através dos repositórios de código-fonte.

## APÊNDICE C – PEDIDO FORMAL DE INTEGRAÇÃO DE DADOS

### **PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINA GRANDE SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE**

#### **DOCUMENTO TÉCNICO DE ESPECIFICAÇÃO PARA INTEGRAÇÃO DE DADOS**

**Projeto: Sistema Inteligente de Exibição de Filas em Unidades de Pronto Atendimento (UPAs)**

**Instituição Parceira: Instituto Federal da Paraíba – IFPB – Campus Campina Grande**

#### **1. OBJETIVO**

Este documento estabelece os requisitos técnicos necessários para a integração entre o sistema de gestão das Unidades de Pronto Atendimento (UPAs) do município de Campina Grande e a plataforma de exibição de filas em tempo real, desenvolvida no contexto de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) no Instituto Federal da Paraíba – Campus Campina Grande. A integração será realizada de forma segura e anonimizada, em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (Lei nº 13.709/2018 – LGPD), sem expor qualquer dado sensível ou pessoal.

#### **2. ESCOPO DA INTEGRAÇÃO**

A plataforma fornecerá uma API com três pontos de integração (endpoints), responsáveis pelo recebimento de eventos de entrada, triagem e atendimento de pacientes. Os dados transmitidos serão padronizados e conterão exclusivamente informações técnicas e estatísticas.

#### **3. ESTRUTURA DOS ENDPOINTS**

##### **3.1. Exemplo de evento de entrada**

```
{  
  "upa_id": "Dinamérica",  
  "event_type": "entrada",  
  "patient_id": "ABC123",  
  "bairro": "Exemplo",  
  "timestamp": "2024-05-20T14:30:00Z"  
}
```

##### **3.2. Exemplo de evento de triagem**

```
{  
  "upa_id": "Dinamérica",  
  "event_type": "triagem",  
  "patient_id": "ABC123",  
  "classificacao": "amarelo",  
  "timestamp": "2024-05-20T14:30:00Z"  
}
```

```
}
```

### 3.3. Exemplo de evento de atendimento

```
{  
  "upa_id": "Dinamérica",  
  "event_type": "atendimento",  
  "patient_id": "ABC123",  
  "timestamp": "2024-05-20T14:30:00Z"  
}
```

## 4. DETALHES TÉCNICOS DA API

- **Método HTTP:** POST
- **Autenticação:** Token no cabeçalho Authorization: Bearer {TOKEN}

### 4.1. Respostas esperadas:

- **200 OK** – Evento processado com sucesso.
- **400 Bad Request** – Dados inválidos ou incompletos.
- **401 Unauthorized** – Token de acesso inválido ou ausente.

## 5. REGRAS DE NEGÓCIO

O campo *id do paciente* deve ser único e mantido consistente em todos os eventos relacionados ao mesmo paciente. Eventos devem ser enviados de forma cronológica. Por exemplo, não será permitido registrar um evento de triagem antes do evento de entrada.

## 6. SEGURANÇA E LGPD

Todos os dados devem ser transmitidos obrigatoriamente por meio do protocolo HTTPS. Nenhuma informação pessoal, sensível ou identificável será transmitida. O token de autenticação será fornecido exclusivamente pela equipe do projeto do IFPB. A transmissão dos dados será limitada aos termos da LGPD.

## 7. RESPONSABILIDADES

| <b>Entidade</b>                      | <b>Responsabilidade</b>                                                                           |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Secretaria Municipal de Saúde</b> | Autorização de implementação do envio dos dados conforme os parâmetros definidos neste documento. |

## **8. APROVAÇÃO**

Declaram-se cientes e de acordo com as especificações aqui descritas, autorizando a integração entre os sistemas conforme os termos acima para o projeto de TCC do curso Engenharia da Computação das alunas Lívia Maria Fortunato de Sousa e Gislany Dias Formiga da instituição IFPB – Campus Campina Grande.

**Campina Grande, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2025.**

---

**ORIENTADOR IFPB**

---

**SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE**

## APÊNDICE D – ESTUDO DE FILAS DA UPA

## Estudo fila de UPA

1. Qual Upa você mais frequenta?

*Marcar apenas uma oval.*

☐ Dinamérica

☐ Alto Branco

☐ Outro: \_\_\_\_\_

2. Qual o bairro que você mora?

\_\_\_\_\_

3. Quando você vai a UPA, ela costuma estar lotada?

*Marcar apenas uma oval.*

☐ Sim

☐ Não

☐ Prefiro não responder

☐ Outro: \_\_\_\_\_

4. Se antes de sair de casa eu soubesse qual UPA está com menor espera, isso me ajudaria a escolher melhor para onde ir?

*Marcar apenas uma oval.*

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Prefiro não responder
- ☐ Outro: \_\_\_\_\_

5. Você acredita que um sistema que te indicasse isso pode melhorar a experiência do paciente na UPA?

*Marcar apenas uma oval.*

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Prefiro não responder
- ☐ Outro: \_\_\_\_\_

## APÊNDICE E – FORMULÁRIO DE SATISFAÇÃO - PACIENTES

## Satisfação - Pacientes

Formulário para coletar dados sobre a satisfação de pacientes sobre a usabilidade e funcionamento do sistema Veja +Saúde.

\* Indica uma pergunta obrigatória

1. **Idade: \***

*Marcar apenas uma oval.*

- ☐ 18-29 anos
- ☐ 30-39 anos
- ☐ 40-49 anos
- ☐ 50-59 anos
- ☐ 60 anos ou mais

2. **Com que frequência você precisa ir a uma UPA?**

*Marcar apenas uma oval.*

- ☐ Nunca fui
- ☐ Raramente (1 vez por ano ou menos)
- ☐ Ocasionalmente (2-4 vezes por ano)
- ☐ Frequentemente (mais de 4 vezes por ano)

3. **Como você costuma escolher qual UPA ir atualmente?**

*Marcar apenas uma oval.*

- ☐ Vou sempre na mais próxima
- ☐ Pergunto a conhecidos qual está menos cheia
- ☐ Vou tentando até encontrar vaga



4. **Você possui smartphone e acessa a internet regularmente?**

*Marcar apenas uma oval.*

☐ Sim

☐ Não

5. **Você usaria um sistema como este para escolher qual UPA ir?**

*Marcar apenas uma oval.*

☐ Sim, com certeza

☐ Talvez

☐ Não

6. **Qual informação seria MAIS útil para você na hora de escolher uma UPA?**

*Marcar apenas uma oval.*

☐ Número de pacientes aguardando

☐ Tempo de espera estimado por classificação (vermelho, amarelo, verde, azul)

☐ Tempo de deslocamento até a UPA

7. **A informação sobre o tempo de deslocamento (a pé, bicicleta, carro) seria útil para você?**

*Marcar apenas uma oval.*

☐ Útil

☐ Pouco útil

☐ Não seria útil

8. **Saber o tempo de espera por classificação de risco ajudaria você a tomar uma decisão melhor?**

*Marcar apenas uma oval.*

- ☐ Sim, muito
- ☐ Sim, um pouco
- ☐ Não faria diferença
- ☐ Não entendi essa funcionalidade

9. **A interface do sistema está clara e fácil de entender?**

*Marcar apenas uma oval.*

- ☐ Muito clara
- ☐ Razoável
- ☐ Muito confusa

10. **Você conseguiria usar esse sistema sem ajuda?**

*Marcar apenas uma oval.*

- ☐ Sim
- ☐ Precitaria de ajuda na primeira vez
- ☐ Não conseguiria usar sozinho

11. **As telas ajudam a identificar rapidamente as informações importantes?**

*Marcar apenas uma oval.*

- ☐ Sim
- ☐ Talvez
- ☐ Não

12. **Você acredita que esse sistema poderia reduzir o tempo que você passa aguardando atendimento?**

*Marcar apenas uma oval.*

- ☐ Sim
- ☐ Talvez
- ☐ Não

13. **Você recomendaria esse sistema para familiares e amigos?**

*Marcar apenas uma oval.*

- ☐ Sim
- ☐ Talvez
- ☐ Não

|                                                                                   |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA</b>            |
|                                                                                   | Campus Campina Grande - Código INEP: 25137409                                    |
|                                                                                   | R. Tranquilino Coelho Lemos, 671, Dinamérica, CEP 58432-300, Campina Grande (PB) |
|                                                                                   | CNPJ: 10.783.898/0003-37 - Telefone: (83) 2102.6200                              |

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

Versão Final do TCC

|                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| Assunto:             | Versão Final do TCC |
| Assinado por:        | Gislany Formiga     |
| Tipo do Documento:   | Projeto             |
| Situação:            | Finalizado          |
| Nível de Acesso:     | Ostensivo (Público) |
| Tipo do Conferência: | Cópia Simples       |

Documento assinado eletronicamente por:

- Gislany Dias Formiga, DISCENTE (202111250037) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO - CAMPINA GRANDE, em 15/01/2026 15:05:45.

Este documento foi armazenado no SUAP em 15/01/2026. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1731184  
Código de Autenticação: 902273104d

