

**CENTRO PAULA SOUZA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE FRANCA “Dr. THOMAZ NOVELINO”**  
**CST EM DESENVOLVIMENTO SOFTWARE MULTIPLATAFORMA**

ANA JÚLIA ALVES MOTA  
LAUANE GABRIELA DE ARAUJO TOLEDO  
PEDRO HENRIQUE SILVA CINTRA

**AERONSENSE**  
SISTEMA INTELIGENTE DE MONITORAMENTO E QUALIDADE DO AR

FRANCA/SP

2025

ANA JÚLIA ALVES MOTA

LAUANE GABRIELA DE ARAUJO TOLEDO

PEDRO HENRIQUE SILVA CINTRA

## **AEROSENSE**

SISTEMA INTELIGENTE DE MONITORAMENTO E QUALIDADE DO AR

Memorial Descritivo do Projeto Integrador  
apresentado como requisito para compor o  
Curso Superior de Tecnologia em  
Desenvolvimento de Software Multiplataforma.

FRANCA/SP

2025

## 1. INTRODUÇÃO

A qualidade do ar é um dos fatores ambientais que mais influenciam diretamente a saúde humana e o bem-estar das populações. O crescimento urbano, o aumento da frota de veículos, as atividades industriais e os processos de combustão têm intensificado a emissão de poluentes, tornando a poluição atmosférica um dos principais desafios ambientais da atualidade. A Organização Mundial da Saúde estima que milhões de pessoas são afetadas anualmente por doenças agravadas pela má qualidade do ar, reforçando a necessidade de vigilância constante e políticas eficazes de controle.

No contexto brasileiro, o monitoramento da poluição atmosférica segue parâmetros legais que abrangem poluentes considerados críticos para a saúde. Entre eles estão o monóxido de carbono (CO), os óxidos de nitrogênio (NOx), o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), o ozônio (O<sub>3</sub>), a fumaça e os materiais particulados (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> e PTS). Além desses, compostos orgânicos voláteis como BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos) também são de grande relevância devido à sua elevada presença em centros urbanos e seu potencial tóxico.

De acordo com Castro, Silva e Araújo (2013), *“a presença de poluentes atmosféricos em ambientes urbanos reforça a necessidade de sistemas eficazes de monitoramento da qualidade do ar”*. Esse monitoramento é essencial não apenas para avaliar a exposição populacional, mas também para subsidiar ações de prevenção, identificar padrões de emissão e fornecer informações que auxiliem na tomada de decisões por instituições públicas e privadas.

Em ambientes fechados, como residências, escolas, empresas e edifícios de uso coletivo, a preocupação é igualmente relevante. Muitas vezes, a concentração de poluentes internos pode superar a do ambiente externo, agravando sintomas alérgicos, respiratórios e afetando diretamente o desempenho cognitivo e o conforto dos ocupantes. Dessa forma, torna-se indispensável dispor de meios confiáveis e acessíveis para acompanhar as condições do ar e identificar situações de risco.

Nesse cenário, estudos e iniciativas voltadas ao monitoramento da qualidade do ar desempenham um papel fundamental para a promoção de ambientes mais saudáveis. A identificação precoce de poluentes e a análise contínua de sua

variação contribuem para a prevenção de danos à saúde, auxiliam na gestão ambiental e fortalecem a conscientização sobre os impactos da poluição atmosférica no cotidiano.

## **2. OBJETIVOS**

O principal objetivo do projeto AeroSense é desenvolver um sistema capaz de monitorar a qualidade do ar em tempo real, permitindo identificar rapidamente situações que possam oferecer riscos à saúde humana. O sistema busca realizar a coleta contínua de dados ambientais, analisando a presença e a variação de poluentes presentes no ambiente monitorado. Além disso, pretende-se comparar esses valores com padrões de referência, de modo a reconhecer concentrações que ultrapassem níveis considerados seguros.

Outro objetivo fundamental é possibilitar a emissão de alertas imediatos sempre que forem detectadas condições inadequadas, garantindo que o usuário seja informado com rapidez para tomar medidas preventivas. O sistema também visa registrar e armazenar as medições ao longo do tempo, oferecendo ao usuário acesso a um histórico detalhado que facilite a análise de tendências e a identificação de possíveis episódios críticos.

Além disso, pretende-se disponibilizar essas informações de forma clara e acessível, possibilitando que o monitoramento seja realizado em diversos tipos de ambientes, como residências, escolas e locais de trabalho. Por fim, o projeto busca contribuir para a conscientização sobre os efeitos da poluição atmosférica, reforçando a importância do acompanhamento contínuo da qualidade do ar para a promoção de ambientes mais saudáveis.

### **3. JUSTIFICATIVA**

A crescente preocupação com os impactos da poluição atmosférica sobre a saúde humana e o meio ambiente evidencia a necessidade de ferramentas mais acessíveis e eficientes de monitoramento da qualidade do ar. Em ambientes urbanos, a exposição constante a poluentes como monóxido de carbono, dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, ozônio e materiais particulados contribui para o agravamento de doenças respiratórias, cardiovasculares e alérgicas, afetando diretamente a qualidade de vida da população. Além disso, estudos apontam que a má qualidade do ar em ambientes internos pode ser tão prejudicial quanto a do exterior, especialmente em locais com baixa ventilação ou alta concentração de fontes poluentes.

Apesar da existência de estações oficiais de monitoramento, sua cobertura geralmente é limitada, o que dificulta a obtenção de dados específicos para diferentes regiões ou ambientes fechados. Isso reforça a necessidade de soluções que permitam o acompanhamento local, contínuo e detalhado das condições atmosféricas. O desenvolvimento de um sistema capaz de fornecer informações em tempo real, emitir alertas e registrar dados históricos torna-se essencial para ampliar o acesso à informação e apoiar ações preventivas.

Nesse cenário, o projeto AeroSense se justifica como uma iniciativa capaz de contribuir para a saúde pública, para a gestão ambiental e para a conscientização da população sobre os riscos associados à exposição a poluentes. Ao permitir que qualquer pessoa ou instituição monitore de forma simples e precisa a qualidade do ar onde vive ou trabalha, o sistema se torna uma ferramenta relevante para tomada de decisões e promoção de ambientes mais salubres e seguros.

## 4. METODOLOGIA

A metodologia adotada no desenvolvimento do AeroSense baseia-se em um conjunto de etapas que integram a coleta de dados ambientais, o processamento dessas informações e a disponibilização dos resultados ao usuário final. O projeto segue uma abordagem prática, orientada à construção de uma solução capaz de monitorar a qualidade do ar em tempo real e apresentar dados de forma acessível em diferentes plataformas.

A primeira etapa consistiu na identificação dos parâmetros de qualidade do ar relevantes para ambientes internos, como CO<sub>2</sub>, compostos orgânicos voláteis (VOCs), óxidos de nitrogênio (NOx), temperatura e umidade. Para a medição desses parâmetros, foram utilizados sensores adequados, como MQ-135 ou CCS811, conectados a microcontroladores ESP32 ou Arduino, responsáveis pela coleta e envio dos dados. Esses dispositivos realizam leituras periódicas e transmitem as informações para o servidor por meio de conexão sem fio.

No lado do servidor, foi estruturada uma API responsável pelo recebimento e armazenamento dos dados. O sistema utiliza PostgreSQL como banco de dados, garantindo segurança, consistência e escalabilidade para o registro das medições. O back-end foi desenvolvido em Node.js com Express, utilizando TypeScript para maior segurança no código, Prisma como ORM, e mecanismos de autenticação com JWT e Bcrypt.js, permitindo acesso controlado aos recursos da aplicação.

Para apresentação das informações aos usuários, foi implementado um front-end baseado em React para a versão Web e React Native com Expo para dispositivos Mobile. O Vite foi utilizado para otimizar o ambiente de desenvolvimento, enquanto React Router possibilitou a navegação entre as páginas. As visualizações gráficas dos dados foram construídas com Recharts, permitindo análise clara das variações ambientais ao longo do tempo. A comunicação entre client e servidor foi realizada por meio da biblioteca Axios. O layout das interfaces utilizou Bootstrap e React Bootstrap para garantir responsividade e facilidade de uso.

O sistema foi hospedado em uma máquina virtual da Microsoft Azure, proporcionando alta disponibilidade e suporte à escalabilidade conforme o aumento de usuários ou dispositivos IoT conectados. Essa estrutura permite que o AeroSense

funcione de forma contínua, receba dados em tempo real e mantenha o acesso seguro dos usuários.

Assim, a metodologia integra hardware, software e serviços em nuvem para formar um sistema completo de monitoramento ambiental, garantindo precisão na coleta de dados, estabilidade na transmissão e clareza na apresentação das informações.



## 5. REQUISITOS DO PROJETO

### 5.1 REQUISITOS FUNCIONAIS (RF)

RF01	Coletar dados de qualidade do ar enviados pelos sensores.
RF02	Registrar automaticamente as medições em intervalos regulares.
RF03	Exibir os valores atuais da qualidade do ar ao usuário.
RF04	Emitir alertas quando os níveis ultrapassarem limites seguros.
RF05	Disponibilizar histórico das medições para consulta.
RF06	Permitir o cadastro e autenticação de usuários.
RF07	Exibir gráficos e indicadores de variação dos poluentes.

### 5.2 REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS (RNF)

RNF01	O sistema deve ser confiável e registrar dados de forma consistente.
RNF02	Deve permanecer disponível para monitoramento contínuo.
RNF03	As informações devem ser carregadas rapidamente.
RNF04	Deve-se garantir segurança e proteção das informações.
RNF05	A interface deve ser simples e fácil de usar.
RNF06	Deve funcionar em diferentes dispositivos (computador e mobile).

## 6. MODELO DE DADOS

O modelo de dados do sistema AeroSense foi desenvolvido com o objetivo de organizar e estruturar as informações necessárias para o funcionamento do monitoramento da qualidade do ar e da gestão de usuários. Ele é composto por duas entidades principais: **User** e **SensorData**. Cada uma delas desempenha um papel específico dentro do sistema e contribui para a integridade e consistência das informações armazenadas.

A entidade **User** representa os usuários cadastrados no sistema, armazenando informações essenciais para identificação, autenticação e gerenciamento de acesso. Entre seus atributos estão o identificador único, o e-mail, o nome, a senha criptografada e os registros de criação e atualização do cadastro. Além disso, a entidade inclui campos destinados ao processo de recuperação de senha, como o token e sua data de expiração. Esse conjunto de informações garante que somente pessoas autorizadas possam acessar o sistema e manipular dados sensíveis.

A entidade **SensorData** é responsável por armazenar todas as informações coletadas pelos sensores instalados nos ambientes monitorados. Cada registro corresponde a uma medição e contém dados como o índice de qualidade do ar (AQI), concentrações de CO<sub>2</sub>, compostos orgânicos voláteis (VOC), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), além de temperatura, umidade e o horário exato da leitura. Esses dados permitem análises em tempo real, acompanhamento histórico e identificação de padrões que possam indicar riscos à saúde.

No modelo atual, não há relacionamento direto entre as entidades **User** e **SensorData**, uma vez que os dados sensoriais são tratados de forma independente dos registros de usuários. Essa abordagem simplifica a estrutura e garante maior flexibilidade para futuras expansões do sistema, caso seja necessário relacionar sensores, usuários ou ambientes monitorados.

Assim, o modelo de dados do AeroSense oferece uma base sólida para o armazenamento seguro, organizado e eficiente das informações essenciais ao monitoramento da qualidade do ar.

## **7. CONCLUSÃO**

O desenvolvimento do AeroSense representa uma resposta direta à crescente necessidade de monitoramento eficaz da qualidade do ar em diferentes ambientes. Em um cenário no qual a poluição atmosférica impacta de forma significativa a saúde e o bem-estar da população, torna-se fundamental contar com ferramentas capazes de fornecer informações precisas, em tempo real, e de fácil acesso.

Ao reunir coleta contínua de dados, análise de poluentes, emissão de alertas e disponibilização de históricos, o sistema contribui para a identificação rápida de riscos e para a conscientização sobre a importância da qualidade do ar no cotidiano. Além disso, sua aplicação em residências, escolas, ambientes corporativos e outros espaços reforça seu potencial como instrumento de prevenção e suporte à tomada de decisões.

Assim, o AeroSense se consolida como um recurso relevante para promover ambientes mais seguros, saudáveis e bem monitorados, destacando-se como uma solução prática e essencial diante dos desafios ambientais atuais.