

PROPOSTA DE PROJETO IC

1 TÍTULO

Monitoramento em Tempo Real da Qualidade do Ar, Umidade, Temperatura e Odor em *Smart Cities* e Ambientes Industriais

2 ÁREA DE CONHECIMENTO

([Conforme CNPq – por extenso](#))

1.03.00.00-7 Ciência da Computação

2.1 Subárea de conhecimento

([Conforme CNPq – por extenso](#))

1.03.04.00-2 Sistemas de Computação

3 RESUMO

O avanço das tecnologias de IoT (Internet of Things) e Big Data está revolucionando o monitoramento ambiental, oferecendo soluções inovadoras para melhorar a saúde pública e a segurança em ambientes urbanos e industriais. Este projeto propõe o desenvolvimento de um sistema integrado de sensores IoT para o monitoramento em tempo real da qualidade do ar, umidade, temperatura e odor em Smart Cities e ambientes industriais. O objetivo principal é criar uma solução escalável e eficiente que permita a coleta, processamento e análise de dados em tempo real, facilitando a identificação de padrões e auxiliando na tomada de decisões preventivas para mitigar riscos à saúde e ao meio ambiente.

A metodologia adotada inclui o desenvolvimento de uma rede de sensores IoT, a criação de uma infraestrutura robusta de Big Data para o processamento e armazenamento dos dados coletados, e a implementação de algoritmos de análise de dados para extrair insights relevantes. Além disso, o projeto prevê a realização de testes de campo em diferentes cenários para validação e ajustes do sistema. O projeto será conduzido ao longo de 12 meses, com etapas que incluem planejamento, desenvolvimento, testes e análise dos resultados, culminando na divulgação dos achados e propostas de melhoria.

Palavras-chave: IoT; Smart City; Big Data; Environmental Monitoring.

4 INTRODUÇÃO:

O avanço das tecnologias de Internet das Coisas (IoT) e Big Data tem proporcionado oportunidades inéditas para o monitoramento ambiental em tempo real, especialmente em contextos urbanos e industriais. O monitoramento contínuo de fatores como qualidade do ar, umidade, temperatura e odor é essencial para a promoção da saúde pública, o bem-estar dos cidadãos e o cumprimento de regulamentações de saúde e segurança. Este projeto propõe a implementação de um sistema integrado de sensores IoT para monitoramento ambiental, capaz de coletar e processar grandes volumes de dados em tempo real, permitindo uma análise precisa e a adoção de medidas preventivas em *Smart Cities* e ambientes industriais.

5 PROBLEMA:

Nas grandes cidades e ambientes industriais, a qualidade do ar e outros parâmetros ambientais podem variar significativamente devido à poluição, condições meteorológicas e atividades industriais. A falta de monitoramento adequado desses fatores pode resultar em riscos à saúde pública, degradação do ambiente e violações de normas de segurança. Atualmente, muitos sistemas de monitoramento são limitados em sua capacidade de fornecer dados em tempo real ou de integrar múltiplos parâmetros ambientais de forma coesa. Além disso, há uma necessidade crescente de sistemas escaláveis que possam ser implementados em diferentes ambientes, desde áreas urbanas densamente povoadas até plantas industriais e escritórios.

6 OBJETIVOS

6.1 Objetivo geral:

Desenvolver um sistema de monitoramento ambiental em tempo real, utilizando tecnologias de IoT e Big Data, capaz de coletar, processar e analisar dados sobre a qualidade do ar, umidade, temperatura e odor em *Smart Cities* e ambientes industriais.

6.2 Objetivos específicos

- Projetar e implementar uma rede de sensores IoT para monitoramento de múltiplos parâmetros ambientais.
- Desenvolver uma infraestrutura de Big Data para processamento e análise dos dados coletados.
- Realizar testes de campo em ambientes urbanos e industriais para validar a eficácia do sistema.
- Analisar os dados coletados para identificar padrões e fornecer recomendações para a melhoria da qualidade ambiental.
- Publicar os resultados do projeto em artigos científicos e conferências especializadas.

7 Revisão Bibliográfica/ Fundamentação teórica

A fundamentação teórica deste projeto está baseada em três pilares principais: Internet das Coisas (IoT), Big Data e Monitoramento Ambiental (BAWA et al., 2016; BOTTA et al., 2016; EFREMOV; PILIPENKO; VOSKOV, 2015; KOHLI; GUPTA, 2020; ROMERO; BARRIGA; MOLANO, 2016; VU; PHAN; PHAM-QUOC, 2021; ZANELLA et al., 2014). A IoT refere-se à interconexão de dispositivos e sensores que coletam e transmitem dados para análise. No contexto do monitoramento ambiental, a IoT permite a criação de redes de sensores distribuídos que podem fornecer dados em tempo real sobre diversas condições ambientais. Big Data, por sua vez, envolve o processamento de grandes volumes de dados para extrair informações significativas. A combinação dessas tecnologias permite a criação de sistemas de monitoramento robustos, capazes de fornecer insights detalhados sobre o ambiente, identificar padrões de poluição (JANGID; SHARMA, 2016; JOSHI; JOSHI; LAD, 2024), umidade (TALAVERA et al., 2017), temperatura (MADDIKATLA; JANDHYALA, 2016) e odor (NIU, 2018), e apoiar a tomada de decisões em tempo real (EFREMOV; PILIPENKO; VOSKOV, 2015; KOHLI; GUPTA, 2020; ROMERO; BARRIGA; MOLANO, 2016; VU; PHAN; PHAM-QUOC, 2021).

Além disso, a literatura existente destaca a importância do monitoramento contínuo da qualidade do ar e outros parâmetros ambientais para a saúde pública e a conformidade com regulamentações de segurança. Estudos recentes têm demonstrado como sistemas de monitoramento em tempo real podem ser aplicados em cidades inteligentes (*Smart Cities*) para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos (JAVOID et al., 2021a) e em ambientes industriais (JAVOID et al., 2021b) para garantir a segurança no local de trabalho (BAL, 2014).

8 Originalidade e relevância do projeto

Este projeto é relevante tanto para o campo acadêmico quanto para a indústria. Do ponto de vista acadêmico, ele contribui para o avanço do conhecimento sobre a aplicação de IoT e Big Data no monitoramento ambiental, além de fornecer uma base para futuros estudos e desenvolvimento de tecnologias relacionadas. Para a indústria, o sistema proposto oferece uma ferramenta prática para monitorar e gerenciar condições ambientais em tempo real, o que pode resultar em melhorias significativas na saúde e segurança em ambientes urbanos e industriais.

Além disso, o projeto tem o potencial de influenciar políticas públicas ao fornecer dados precisos e em tempo real sobre condições ambientais, permitindo que governos e autoridades tomem decisões informadas para melhorar a qualidade de vida nas cidades e a segurança em ambientes de trabalho. A capacidade de detectar rapidamente condições adversas também pode ajudar a mitigar os impactos da poluição e de outras ameaças ambientais.

9 Viabilidade e exequibilidade:

A viabilidade do projeto é assegurada por vários fatores:

9.1 Tecnológica

A tecnologia necessária para a implementação do sistema proposto está amplamente disponível e testada. Sensores de qualidade do ar, umidade, temperatura e odor são comercialmente acessíveis e possuem compatibilidade com plataformas de IoT. Além disso, as ferramentas e plataformas de Big Data utilizadas para processamento e análise de dados em tempo real são amplamente conhecidas e usadas na indústria. A integração entre esses componentes, embora complexa, é viável com base nas tecnologias existentes.

9.2 Financeira

O projeto requer um investimento inicial em sensores IoT, infraestrutura de servidores para Big Data e software de análise de dados. Considerando o tamanho e a escala do projeto, os custos são considerados moderados e dentro do orçamento típico para projetos de pesquisa acadêmica com parcerias industriais. Além disso, existe a possibilidade de obter financiamento adicional através de bolsas de pesquisa, subsídios governamentais e parcerias com a indústria.

9.3 Operacional

Dois alunos de engenharia de software/elétrica, com habilidades complementares em IoT, Big Data, e sistemas embarcados, podem gerenciar e executar o projeto dentro do cronograma de um ano. A divisão das tarefas foi planejada para maximizar a eficiência e garantir que todas as etapas do projeto sejam concluídas de forma colaborativa e eficaz. A infraestrutura necessária para a implementação do projeto pode ser acessada através de laboratórios universitários e parcerias com indústrias locais.

9.4 Sustentabilidade

A sustentabilidade do sistema desenvolvido será garantida pela escolha de tecnologias energeticamente eficientes e pela utilização de plataformas de código aberto, que reduzem os custos operacionais e permitem futuras expansões do sistema. O impacto ambiental do projeto também será minimizado, utilizando fontes de energia renováveis para os sensores sempre que possível.

10 Potencial de impacto

O projeto de monitoramento em tempo real da qualidade do ar, umidade, temperatura e odor em *Smart Cities* e ambientes industriais representa uma abordagem inovadora e integrada para a gestão ambiental. Através da combinação de tecnologias de IoT e Big Data, o projeto visa não apenas avançar o conhecimento acadêmico, mas também fornece uma ferramenta prática e escalável para o monitoramento ambiental, com benefícios diretos para a saúde pública, segurança no trabalho e políticas ambientais. A conclusão bem-sucedida deste projeto pode servir como um modelo para futuras iniciativas em monitoramento ambiental, tanto em contextos urbanos quanto industriais.

11 METODOLOGIA:

A metodologia do projeto será dividida em várias etapas ao longo de um ano:

1. **Planejamento e Pesquisa Inicial:** Definição dos objetivos e metas, revisão da literatura e escolha das tecnologias a serem utilizadas.
2. **Prototipagem e Design de Sistema:** Desenvolvimento de um protótipo inicial que integra os sensores IoT e a infraestrutura de Big Data.
3. **Desenvolvimento do Sistema:** Criação e teste do sistema completo, incluindo o desenvolvimento de software, integração dos sensores, e configuração da rede IoT.
4. **Análise de Dados e Ajustes Finais:** Processamento dos dados coletados, identificação de padrões e realização de ajustes finais no sistema.
5. **Divulgação dos Resultados:** Publicação dos resultados em jornais e conferências, além de demonstrações práticas para stakeholders.

Durante todo o processo, os alunos irão colaborar estreitamente, dividindo tarefas conforme suas especializações e contribuindo para as diferentes fases do projeto.

12 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES DE PESQUISA

O projeto contará com:

Maria Sophia Pardini da Silva (4º período Eng. Software)	Estudante
Erick Orlando Serapião (6º período Eng. Elétrica)	Estudante
João Emanuel Ricci Barbosa (8º período Eng. Software) (apenas 6m)	Estudante*
Maurício Noris Freire	Professor orientador

Cronograma	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
1. Definição e Planejamento <ul style="list-style-type: none"> a. Reuniões iniciais b. Definição dos objetivos específicos e metas do projeto c. Pesquisa bibliográfica d. Identificação e seleção dos sensores necessários (qualidade do ar, umidade, temperatura, odor) 	X	X										
2. Prototipagem e Design de Sistema <ul style="list-style-type: none"> a. Seleção e especificação dos sensores e componentes eletrônicos b. Montagem de um protótipo básico para testar a conectividade e a coleta de dados c. Design da rede IoT e da plataforma de Big Data d. Especificação dos métodos de análise de dados e algoritmos de processamento 		X	X	X								
3. Desenvolvimento do Sistema <ul style="list-style-type: none"> a. Programação dos sensores e sistemas embarcados b. Configuração dos servidores e desenvolvimento do pipeline de dados c. Criação de um dashboard de visualização para monitoramento em tempo real d. Realização de testes <i>end-to-end</i> 				X	X	X	X	X				
4. Análise de Dados e Ajustes Finais <ul style="list-style-type: none"> a. Análise completa dos dados coletados para identificar padrões ambientais b. Criação de relatórios técnicos com base nas descobertas c. Ajustes finais e melhorias d. Revisão cruzada do trabalho realizado por cada aluno e. Preparação para a apresentação dos resultados 								X	X	X		
5. Conclusão e Divulgação <ul style="list-style-type: none"> a. Compilação dos resultados e redação de artigos científicos. b. Preparação de relatórios para stakeholders. c. Demonstração e apresentação <p>Discussão sobre possíveis expansões ou melhorias do projeto.</p>										X	X	X

13 REFERÊNCIAS

BAL, M. Industrial applications of collaborative Wireless Sensor Networks: A survey. **IEEE International Symposium on Industrial Electronics**, p. 1463–1468, 2014.

BAWA, M. et al. Importance of internet of things and big data in building smart city and what would be its challenges. **Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering, LNICST**, v. 166, p. 605–616, 2016.

BOTTA, A. et al. Integration of Cloud computing and Internet of Things: A survey. **Future Generation Computer Systems**, v. 56, p. 684–700, 1 mar. 2016.

EFREMOV, S.; PILIPENKO, N.; VOSKOV, L. An integrated approach to common problems in the Internet of Things. **Procedia Engineering**, v. 100, n. January, p. 1215–1223, 2015.

JANGID, S.; SHARMA, S. **An embedded system model for air quality monitoring | IEEE Conference Publication | IEEE Xplore**. 3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom). **Anais...**2016. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/7724815>>. Acesso em: 9 ago. 2024

JAVAID, M. et al. Sensors for daily life: A review. **Sensors International**, v. 2, p. 100121, 1 jan. 2021a.

JAVAID, M. et al. Significance of sensors for industry 4.0: Roles, capabilities, and applications. **Sensors International**, v. 2, p. 100110, 1 jan. 2021b.

JOSHI, H. M.; JOSHI, V. G.; LAD, H. J. Distributed Embedded System for Air Quality Monitoring based on Long Range (LoRa) Technology. **Current World Environment**, v. 19, n. 1, p. 196–206, 10 maio 2024.

KOHLI, D.; GUPTA, S. SEN. Recent Trends of IoT in Smart City Development. **Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies**, v. 49, p. 275–280, 2020.

MADDIKATLA, S. K.; JANDHYALA, S. An accurate all CMOS temperature sensor for IoT applications. **Proceedings of IEEE Computer Society Annual Symposium on VLSI, ISVLSI**, v. 2016- September, p. 349–354, 2 set. 2016.

NIU, Q. Design and realization of indoor air odor control system based on STM32 single chip microcomputer. **Chemical Engineering Transactions**, v. 68, p. 361–366, 2018.

ROMERO, C. D. G.; BARRIGA, J. K. D.; MOLANO, J. I. R. Big Data Meaning in the Architecture of IoT for Smart Cities. **Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)**, v. 9714 LNCS, p. 457–465, 2016.

TALAVERA, J. M. et al. Review of IoT applications in agro-industrial and environmental fields. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 142, p. 283–297, 1 nov. 2017.

VU, T. A.; PHAN, C. V.; PHAM-QUOC, C. Internet of Things Big Data Management and Analytic for Developing Smart City: A Survey and Future Studies. **Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering, LNICST**, v. 409 LNICST, p. 48–55, 2021.

ZANELLA, A. et al. Internet of things for smart cities. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 1, n. 1, p. 22–32, 1 fev. 2014.

14 APÊNDICE

Abaixo é apresentada uma lista de possíveis artigos gerados em função deste trabalho de iniciação científica.

1. *Real-Time Environmental Monitoring in Smart Cities: An Integrated IoT and Big Data Approach*
 - **Journal:** *IEEE Internet of Things Journal*
 - **Conteúdo:** Apresentação de um sistema integrado de monitoramento ambiental em tempo real para cidades inteligentes, utilizando sensores IoT e uma infraestrutura de Big Data para coletar, processar e analisar dados de qualidade do ar, umidade, temperatura e odor.
 - **Metodologia:** Detalhamento da arquitetura do sistema, incluindo a seleção e integração dos sensores, design da rede IoT, e configuração da plataforma Big Data.
 - **Resultados:** Análise dos dados coletados em um ambiente urbano, com destaque para a precisão dos sensores e a eficiência da infraestrutura de dados.
 - **Conclusões:** Discussão sobre a escalabilidade do sistema e seu impacto potencial em políticas públicas e saúde ambiental.

2. *Indoor Environmental Quality Monitoring in Industrial and Commercial Spaces Using IoT and Embedded Systems*
 - **Journal:** *Journal of Industrial Information Integration*
 - **Conteúdo:** Estudo de caso sobre a aplicação de sensores IoT e sistemas embarcados para monitoramento da qualidade ambiental (qualidade do ar, umidade, temperatura e odor) em ambientes industriais e comerciais.
 - **Metodologia:** Discussão detalhada sobre o design do sistema para ambientes internos, incluindo os desafios específicos de monitoramento em espaços confinados e com alta densidade de ocupação.
 - **Resultados:** Apresentação dos testes de campo realizados em plantas industriais e escritórios, com análise dos dados coletados e identificação de padrões específicos.
 - **Conclusões:** Avaliação da eficácia do sistema em melhorar a segurança e conforto em ambientes de trabalho, além de conformidade com regulamentos de saúde e segurança.

3. *A Scalable IoT Framework for Real-Time Monitoring of Environmental Conditions in Smart Cities*
 - **Conferência:** *IEEE International Conference on Smart Cities*
 - **Conteúdo:** Apresentação de um framework escalável baseado em IoT para monitoramento em tempo real das condições ambientais em cidades inteligentes.
 - **Metodologia:** Explicação da arquitetura modular do sistema, que permite fácil expansão e integração de novos sensores e funcionalidades
 - **Resultados:** Demonstração da escalabilidade do sistema através de testes realizados em diferentes áreas urbanas.
 - **Conclusões:** Discussão sobre a aplicabilidade do framework em diferentes cidades e contextos, destacando a flexibilidade e adaptabilidade do sistema.

4. *Multisensor IoT-Based System for Indoor and Outdoor Environmental Monitoring: A Case Study*
 - **Conferência:** *IEEE International Conference on Internet of Things (iThings)*
 - **Conteúdo:** Estudo de caso sobre a implementação de um sistema IoT multisensor para monitoramento ambiental tanto em ambientes internos quanto externos.
 - **Metodologia:** Descrição detalhada da integração dos diferentes tipos de sensores (qualidade do ar, umidade, temperatura, odor) e a sua configuração para operar de forma eficiente em diversos contextos.
 - **Resultados:** Comparação dos dados coletados em ambientes urbanos e industriais, discutindo as diferenças e desafios específicos de cada cenário.
 - **Conclusões:** Lições aprendidas durante o desenvolvimento e implementação do sistema, com recomendações para futuros projetos semelhantes.