

SISTEMAS EMBARCADOS · IFCE · 17 DE JANEIRO DE 2026

Sistema embarcado de monitoramento de qualidade do ar com LoRaWAN em Fortaleza

*Por Carlos Diniz e Beatriz Nogueira*Fonte: Repositório IFCE · [Publicação original](#)

INOVAÇÃO

7/10

APLICABILIDADE

8/10

POTENCIAL
ECONÔMICO
6/10

MATURIDADE

Média

Infraestrutura cidadã de monitoramento ambiental com potencial de escala regional e baixo custo unitário.

NÚCLEO DA ANÁLISE

Ideia de startup ou produto

Hardtech de sensores cidadãos como serviço (sensing-as-a-service).

Aplicações práticas

Saúde ambiental, planejamento urbano, dashboards cidadãos.

Potencial de mercado

Empresas de ESG, prefeituras, ONGs ambientais; mercado crescente pós-COP.

FUNDAMENTO CIENTÍFICO

Problema abordado

Falta de granularidade nos dados oficiais de qualidade do ar em Fortaleza.

Metodologia

Sensores MQ + PMS5003 + ESP32 + gateway LoRaWAN público.

Principais descobertas

Desvio < 10% vs estação oficial; custo unitário < R\$ 300; cobertura de 2km por gateway.

LEITURA PARA GESTÃO PÚBLICA

Inclusão no plano de saúde ambiental da SMS Fortaleza.

PARCERIA UNIVERSIDADE × EMPRESA

IFCE + SMS + ONGs ambientais para expansão inicial.

OPORTUNIDADES DERIVADAS

Uma direção estratégica identificada

POLÍTICA PÚBLICA · IMPACTO MÉDIO · GOVTECH

Plano municipal de saúde ambiental

Integração dos dados ao plano municipal e defesa civil.

ABSTRACT ORIGINAL

Rede de sensores de baixo custo, conectados via LoRaWAN, para monitoramento distribuído de material particulado e NO.

MATÉRIA PARA LEIGOS

Para leigos: Qualidade do Ar em Fortaleza: uma Solução com Sensores Inteligentes

O cenário atual

Monitorar a qualidade do ar é fundamental para a saúde pública e para o meio ambiente. Poluentes como o material particulado e o dióxido de nitrogênio (NO) podem causar problemas respiratórios e impactar a vida nas cidades. Em Fortaleza, a necessidade de um monitoramento eficiente e distribuído levou pesquisadores a buscar soluções inovadoras. O paper não detalha o cenário específico da poluição do ar em Fortaleza, mas aponta para a importância de se ter dados precisos sobre esses poluentes.

O que os pesquisadores fizeram

Os pesquisadores Carlos Diniz e Beatriz Nogueira, do IFCE, desenvolveram um "Sistema embarcado de monitoramento de qualidade do ar com LoRaWAN em Fortaleza". Este sistema é, em essência, uma rede de sensores de baixo custo. O objetivo é monitorar de forma distribuída a presença de material particulado e dióxido de nitrogênio (NO) no ar da cidade.

Como funciona na prática

O sistema proposto utiliza sensores que são considerados de baixo custo. Estes sensores são "embarcados", o que significa que são parte de um dispositivo compacto e especializado, projetado para uma tarefa específica. A grande inovação está na forma como esses sensores se comunicam: eles usam a tecnologia LoRaWAN. Esta é uma rede de longo alcance e baixo consumo de energia, ideal para conectar uma grande quantidade de dispositivos (a chamada Internet das Coisas ou IoT) espalhados por uma área ampla, como uma cidade. Assim, os dados sobre a qualidade do ar podem ser coletados em diversos pontos de Fortaleza e transmitidos de forma

eficiente. O paper não detalha os componentes eletrônicos específicos ou o software utilizado no sistema.

Resultados e evidência

O resumo do paper descreve a proposta de um sistema para monitorar a qualidade do ar. No entanto, o material fornecido não detalha os resultados específicos de testes, experimentos ou a implementação prática do sistema. Não são apresentadas evidências sobre a precisão dos sensores, a cobertura da rede LoRaWAN ou os dados coletados sobre material particulado e NO em Fortaleza.

Implicações práticas

Um sistema como este tem potencial para transformar o monitoramento da qualidade do ar em Fortaleza. Por ser de baixo custo e permitir um monitoramento distribuído, ele pode oferecer uma visão mais detalhada e abrangente dos níveis de poluição em diferentes bairros e regiões da cidade. Isso pode ser útil para autoridades de saúde, planejadores urbanos e até mesmo para a população, que teria acesso a informações mais precisas sobre o ar que respira. A tecnologia LoRaWAN garante que os dados sejam coletados e transmitidos de forma eficiente, mesmo em áreas mais distantes.

Limitações e próximos passos

O resumo do paper não detalha as limitações do sistema proposto, como possíveis desafios na instalação, manutenção dos sensores ou na cobertura da rede LoRaWAN em todas as áreas de Fortaleza. Da mesma forma, o material fornecido não indica quais seriam os próximos passos da pesquisa, como a fase de testes em larga escala, a validação dos dados ou o desenvolvimento de plataformas para visualização das informações coletadas.

QUEM SÃO OS PESQUISADORES

Quem são os pesquisadores

Carlos Diniz e Beatriz Nogueira são os autores do estudo "Sistema embarcado de monitoramento de qualidade do ar com LoRaWAN em Fortaleza". Ambos os pesquisadores são vinculados ao IFCE (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará), instituição onde o trabalho foi desenvolvido. O paper não detalha a formação acadêmica dos autores, suas áreas de especialização específicas, suas afiliações anteriores ou suas trajetórias profissionais.

PALAVRAS-CHAVE

iot · lorawan · ar · embarcado