

# MONITORAMENTO E ANÁLISE DE DADOS COLETADOS POR SENSORES AMBIENTAIS IOT NA REGIÃO DAS ESCOLAS MUNICIPAIS DE APUCARANA

Tecnologia e Produção

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Apucarana

MOURA, V. H. R.<sup>1</sup>; CARVALHO, L. F.<sup>2</sup>; ALMEIDA, T. E. P.<sup>3</sup>; BARRETO, F.<sup>4</sup>

## RESUMO

O monitoramento de ambiente escolar pode propiciar um melhor acompanhamento da escola visando trilhar estratégias de melhorias para organizar o ambiente escolar, tornando-o mais apto ao ensino e com melhor qualidade de vida. Esse trabalho apresenta o desenvolvimento de um projeto de extensão de monitoramento ambiental para atender escolas municipais de Apucarana/PR. O monitoramento ocorre através de sensores de baixo custo que propiciam a coleta de dados de temperatura, umidade, pressão, ruídos, poeira e coordenadas GPS. Esses sensores são gerenciados por um microcontrolador de baixo custo e todos são fixados em uma estrutura barata impressa em uma impressora 3D para ser instalada em cada escola. Os protótipos foram instalados com sucesso os quais geraram dados para serem utilizados pelas diretoras das escolas fornecendo informações que podem auxiliar na organização/gestão da escola.

**Palavra-chave:** monitoramento; internet das coisas; sensores; escola.

## 1 INTRODUÇÃO

O conceito de Internet das Coisas (IoT - *Internet of Things*) torna possível conectar "coisas" que antes não tinham conectividade ou capacidade de acesso à Internet, pois permite tornar "inteligente" praticamente qualquer coisa ou objeto que se deseja monitorar/gerenciar. Por conta da importância desse conceito, o governo federal instituiu o Plano Nacional de Internet das Coisas [PNIC, 2019], o qual procura estimular a implementação de soluções de IoT para melhorar a

---

<sup>1</sup> Victor Hugo Rizzo Moura (aluno [Engenharia de Computação]).

<sup>2</sup> Luiz Fernando Carvalho, professor (servidor docente [Engenharia de Computação]).

<sup>3</sup> Thales Eugenio Portes de Almeida, professor (servidor docente [Engenharia Elétrica]).

<sup>4</sup> Fernando Barreto, professor (servidor docente [Coordenador - Engenharia de Computação]).

qualidade de vida dos cidadãos, incrementar a produtividade e fomentar competitividades das empresas brasileiras, além de estimular a capacitação profissional na área.

Há um conceito mais amplo que incorpora a IoT, denominado Cidades Inteligentes ou também *smart city*. Esse conceito está comprometido com o desenvolvimento urbano, sustentável e integrado por meio de tecnologias na gestão urbana que possam melhorar a qualidade de vida do cidadão. A Organização das Nações Unidas (ONU) [ONU, 2022] possui metas mundiais para a prosperidade dos países e proteção do planeta. São apresentadas 17 metas, e dentre elas, o conceito de Cidades Inteligentes consegue contribuir diretamente para as metas de números 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura) e 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis).

Em relação à meta 9, pode-se oferecer uma infraestrutura tecnológica para tornar os processos industriais mais eficientes e limpos. Em relação à meta 11, a qual tem maior interseção com Cidades Inteligentes, pode-se melhorar questões de transporte público, monitoramento ambiental, qualidade de vida, melhorar gestão de iluminação pública, gerenciamento holístico do risco de desastres.

Nesse âmbito de Cidades Inteligentes, este trabalho desenvolveu um sistema IoT de monitoramento ambiental para as escolas fornecendo medições de temperatura, umidade, pressão, ruído, poeira e indicação de posição GPS do equipamento. O projeto envolveu a gestora de cada escola atendida para que pudesse acompanhar, contextualizar com as tecnologias IoT e auxiliar na divulgação do mesmo na escola. Com essas informações, espera-se que haja melhorias na gestão e tomada de decisão na escola, como por exemplo níveis de ruído e poeira.

## **2 METODOLOGIA**

Este trabalho tem afinidade com eletrônica e programação, que são necessários para implementar tecnologias IoT. Uma parte deste projeto foi vinculado à disciplina extensionista de Oficina de Integração 1 do curso de Engenharia de Computação da UTFPR campus Apucarana. Houve uma consolidação de conhecimento de IoT para desenvolver protótipos com microcontroladores e sensores de monitoramento ambiental nas escolas. A

coleta dos dados foi feita através de sensores ambientais BME280 (temperatura, umidade e pressão), DSM501a (poeira com precisão de 1.0 partículas por milhão (PPM) e 2.5 PPM), NEO-6m (GPS), INMP441 (ruído). Esses sensores foram gerenciados através de microcontrolador ESP32 utilizando a linguagem Espressif IDF [IDF, 2022]. Para acomodar esses sensores junto com o microcontrolador, planejou-se uma placa de circuito a qual foi fresada com o layout apresentado na Figura 1. A placa com os componentes soldados e a estrutura feita em impressora 3D para acomodar a parte eletrônica são apresentados na Figura 2.

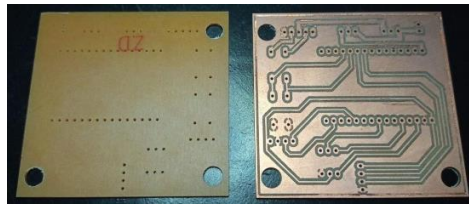


Figura 1: Placa de circuito

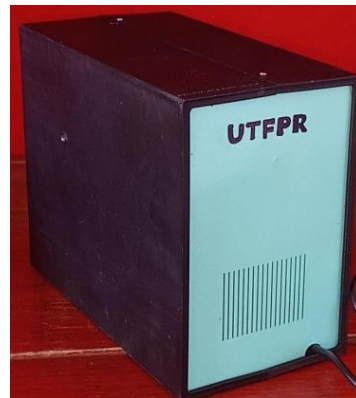
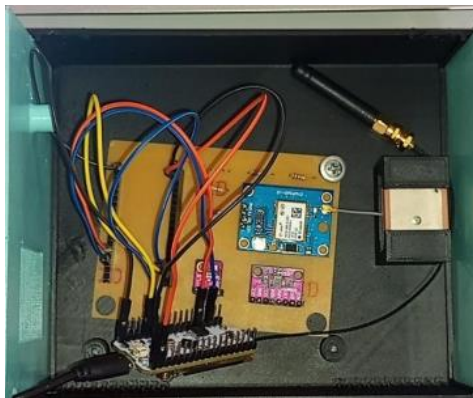


Figura 2: Placa com os componentes soldados e fixados em um chassi feito em impressora 3D

O firmware desenvolvido possibilita o acesso à rede Wireless (WiFi) da escola para enviar os dados mensurados dos sensores até um sistema na nuvem na UTFPR Apucarana utilizando o protocolo MQTT [MQTT, 2022]. Os dados são coletados, mensurados e enviados a cada 10 minutos para a nuvem. Eles são então processados e disponibilizados em um site web de teste para acompanhamento do ambiente monitorado (<https://iot.coenc.ap.utfpr.edu.br>). Para fins de manutenção remota dos firmwares, foi utilizado um recurso de *Firmware Over The Air* (FOTA), o qual possibilitava aplicar correções no código, ajustes e atualização de recursos remotamente, evitando visitas presenciais nas escolas.

As diretoras das escolas eram os contatos principais da instituição com os envolvidos nesse projeto e acompanharam os avanços reforçando a importância de ter dados desses sensores para poder acompanhar o ambiente escolar.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o desenvolvimento do primeiro protótipo, houve a instalação do equipamento na primeira escola municipal para testes. Ao ajustar o funcionamento do protótipo, houve uma replicação do mesmo para outras 2 escolas que também puderam ser monitoradas e os valores dos sensores reunidos no mesmo site web. Uma das escolas teve oscilação do sinal Wifi devido ao formato das construções da escola e posição onde o equipamento foi instalado, porém é possível monitorar os sensores mesmo assim. O resultado do monitoramento com os dados no site web são apresentados na Figura 3.



Figura 3: Site web - medições dos sensores das escolas (GPS ocultado)

Com os protótipos instalados, as diretoras puderam acompanhar o monitoramento ambiental de sua escola, principalmente no que tange ao nível de ruído geral e também na questão de poeira do ambiente.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os protótipos desenvolvidos podem auxiliar a direção das escolas municipais a monitorar o ambiente escolar e manter o espaço saudável de sua comunidade. Várias dificuldades foram encontradas no desenvolvimento do protótipo como ajustes nos sensores de baixa qualidade, questões de qualidade do sinal wireless nas escolas ou dificuldades de instalação e adaptação de ferramentas na nuvem para organizar os dados coletados. Em contrapartida, as escolas foram muito receptivas e auxiliaram no acompanhamento do projeto, liberando visitas nas escolas sempre que foram necessárias. Por fim, o projeto contribuiu para a difusão da tecnologia de IoT no ambiente escolar, atendeu aos esforços do governo federal e estimulou a criação de soluções em benefício da sociedade.

#### **REFERÊNCIAS**

PNIC. Plano Nacional de Internet das Coisas. DECRETO Nº 9.854, DE 25 DE JUNHO DE 2019. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9854.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9854.htm). Acesso em agosto de 2022.

ONU. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. Organização das Nações Unidas. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em agosto de 2022.

MQTT. MQ telemetry transport specification. Disponível em: <https://mqtt.org/mqtt-specification/>. Acesso em agosto de 2022.

IDF., Espressif IDF. Disponível em: <https://idf.espressif.com/>. Acesso em agosto 2022.