

14º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2023

Sistema embarcado IoT para monitoramento de contêineres coletores usados na reciclagem de resíduos em cidades inteligentes

CAIO TRALDI SANT ANA¹, LUIZ CLAUDIO MARANGONI DE OLIVEIRA²

¹ Graduando em Engenharia de Controle e Automação, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Câmpus Hortolândia, caio.traldi@aluno.ifsp.edu.br.

² Docente, Orientador PIBIFSP, IFSP, Câmpus Hortolândia, marangoni@ifsp.edu.br

RESUMO: Este artigo apresenta o desenvolvimento de um container para reciclagem inteligente utilizando o Arduino Nano 33 IoT, que se conecta facilmente ao Arduino IoT para implementar um dashboard acessível pela rede Wi-Fi. O foco central é permitir aos usuários monitorar de maneira eficiente os níveis de resíduos em um recipiente dedicado a materiais recicláveis, abordando diretamente o conceito de sustentabilidade. O container inteligente visa melhorar a administração de resíduos recicláveis, otimizando o processo de coleta e contribuindo para a formação de cidades inteligentes. Através do dashboard online, os dados coletados podem ser visualizados e analisados remotamente, possibilitando um gerenciamento mais eficaz das operações de coleta e reciclagem. O projeto também busca estabelecer parcerias com entidades municipais para implementar o container inteligente em ambientes urbanos, proporcionando uma oportunidade real para testar na prática e contribuir para o desenvolvimento de cidades inteligentes e sustentáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Internet das Coisas; IoT; Smart Cities; Sistemas embarcados; Reciclagem; Gerenciamento de resíduos

IoT embedded system for monitoring recycling collector containers for smart cities

ABSTRACT: This project highlights the creation of an intelligent recycling container using the Arduino Nano 33 IoT, which easily connects to the Arduino IoT to implement a dashboard accessible via the Wi-Fi network. The central focus is to allow users to efficiently monitor waste levels in a container dedicated to recyclable materials, directly addressing the concept of sustainability. The smart container aims to improve the management of recyclable waste, optimizing the collection process and contributing to the formation of smart cities. Through the online dashboard, the collected data can be viewed and analyzed remotely, enabling a more effective management of collection and recycling operations. The project also seeks to establish partnerships with municipal entities to implement the smart container in urban environments, providing a real opportunity to test in practice and contribute to the development of smart and sustainable cities.

KEYWORDS: Internet of Things; IoT; Smart Cities; Internet das Coisas; IoT; Smart Cities; Embedded systems; Recycling; Waste management

INTRODUÇÃO

Segundo (CARRION et al., 2019) a Internet das Coisas ou IoT – Internet of Things - trata-se de um ecossistema que conecta objetos físicos, através de um endereço de IP ou outra rede, para

trocar, armazenar, coletar e enviar dados para consumidores e empresas através de uma aplicação de software. Relacionado a IoT está o conceito de Cidades Inteligentes ou Smart Cities, que de maneira simplista, são cidades que utilizam das tecnologias de comunicação e monitoramento de dados para coletar informações e melhorar sua administração e desenvolvimento ao longo do tempo.

Esses dois conceitos são associados no gerenciamento de resíduos de uma cidade, que muitas vezes são negativamente influenciadas por sistemas impróprios de coleta, falta de informações sobre calendário de coleta, planejamento inadequado de rotas e outros fatores (GUERRERO, 2013).

Uma abordagem eficaz para mitigar desafios e aprimorar a gestão de resíduos consiste no monitoramento remoto de containers. Essa estratégia reduz deslocamentos desnecessários, otimiza o planejamento de rotas de coleta e, ao mesmo tempo, viabiliza uma análise de dados que contribui para a inteligência urbana.

Nesse contexto, este projeto tem como propósito a criação de um sistema embarcado voltado ao monitoramento de um container de materiais recicláveis. A abordagem empregada envolve a utilização da placa Arduino Nano 33 IoT, integrada à plataforma Arduino Cloud, o que viabiliza a coleta e análise dos dados do container. Essa informação é então disponibilizada em tempo real por meio de uma interface acessível via rede Wi-Fi, permitindo que o usuário acompanhe e gerencie as informações à distância.

MATERIAL E MÉTODOS

Para desenvolvimento do sistema de monitoramento de contêineres de reciclagem de resíduos propõe-se um protótipo eletrônico funcional baseado na plataforma Arduino, a sua conexão à rede por meio do Wi-Fi, a integração à plataforma Arduino Cloud e a apresentação dos dados coletados através de uma interface intuitiva para o usuário,

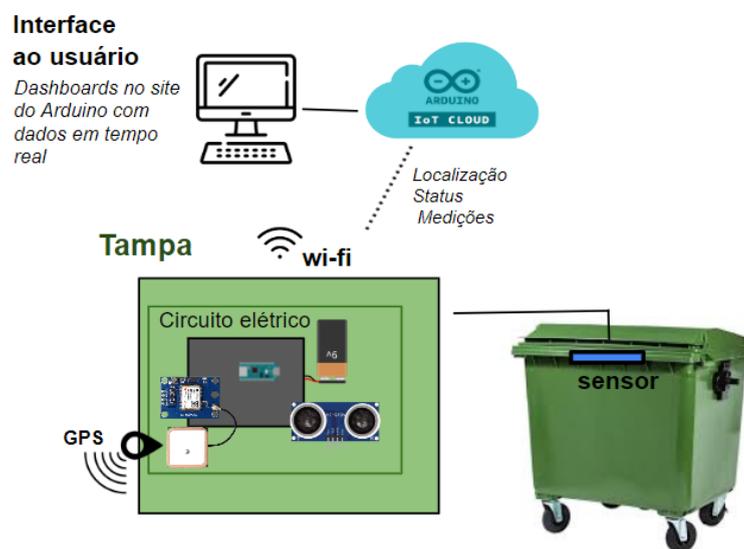


FIGURA 1. Diagrama de concepção do projeto. Um sistema eletrônico conectado a um container de resíduos é interligado a internet por wi-fi e envia informações sobre sua localização e status que são exibidas numa interface web – dashboard do usuário

Para o circuito foi utilizada a placa Arduino Nano 33 IoT, conhecida por sua integração com a plataforma Arduino IoT, figura 02. Com um microcontrolador ARM Cortex-M0+ e conectividade Wi-Fi e BLE, a placa facilitou a transmissão de dados em tempo real para a nuvem Arduino evitando complicações com a utilização de protocolos de rede.

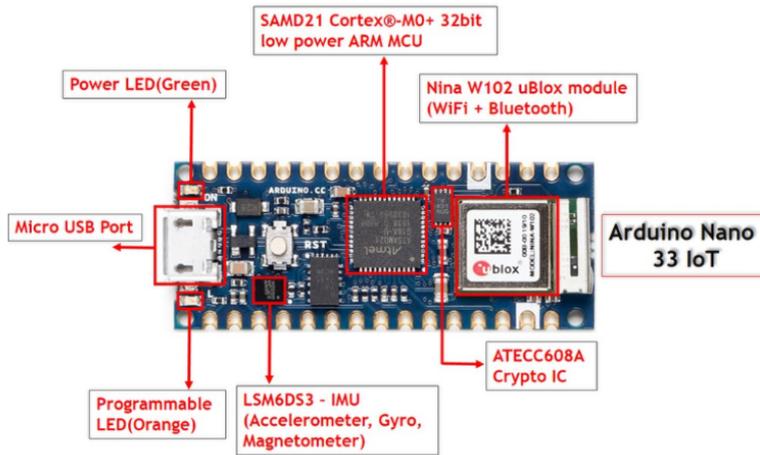


FIGURA 2. Placa Arduino nano 33 IoT e seus componentes integrados

O Arduino Cloud (“Arduino Cloud - How it works”, [s.d.]), uma plataforma especialmente projetada para sistemas de Internet das Coisas (IoT), desempenha um papel fundamental neste projeto, impulsionando a integração entre o protótipo de monitoramento e a nuvem. Uma das ferramentas do Arduino Cloud que será utilizada neste projeto é a criação de interfaces de usuário por meio de dashboards personalizados. Esses painéis intuitivos permitem aos usuários visualizar e interagir com os dados coletados.

Para a medição de nível do container foi utilizado o sensor ultrassônico HC-SR04, um sensor eficaz e com boa integração com o arduino que utiliza ondas sonoras para determinar a distância entre o sensor e um objeto.

Devido a diferença de tensão de operação da placa, que opera em 3.3V (Volts), e do sensor, que opera em 5V, foi-se necessário utilizar um conversor de nível lógico bidirecional de 5V para 3.3V

A fim de implementar a medição da localização do container foi utilizado o módulo GPS GY-NEO6MV2 no qual define a geolocalização e fornece os dados para o microcontrolador que, através da programação, envia a informação ao usuário. A figura 3 mostra os sensores e circuitos utilizados no circuito.

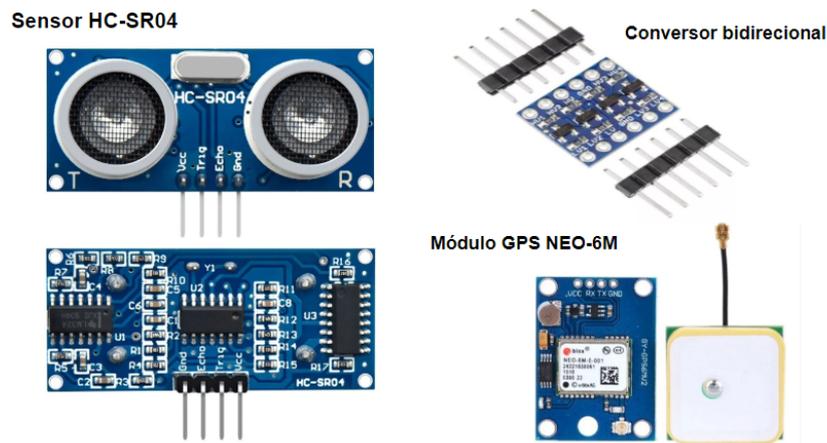


FIGURA 3. Componentes externos utilizados no circuito

Para alimentação, é através de uma bateria de 9V, de fácil substituição quando necessário. Foi implementado um medidor de bateria via divisor de tensão e lógica de programação, tornando simples para o usuário acompanhar a carga e planejar a troca. Ampliando a usabilidade e eficiência da lixeira inteligente. A fim de otimizar a durabilidade da bateria, foi feito através de software, um sistema de economia de consumo de energia, onde após realizar a medida periódica o sistema de “Sleep” é acionado, a placa Nano 33 iot possui uma função na qual reduz seu consumo em até 6mA, assim evitará o consumo excessivo enquanto estiver esperando a próxima medição.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fase inicial do projeto concentrou-se na criação e construção do circuito. O processo teve início com a concepção e desenvolvimento do circuito no ambiente simulado, seguido pela sua efetiva montagem. O diagrama esquemático de montagem do circuito é mostrado na figura 4.

Uma vez que o microcontrolador foi programado de acordo e as conexões foram adequadamente estabelecidas, o protótipo do circuito foi então implementado na protoboard. Este procedimento permitiu validar o funcionamento prático do circuito, culminando na sua operacionalidade para as próximas etapas do projeto, figura 5.

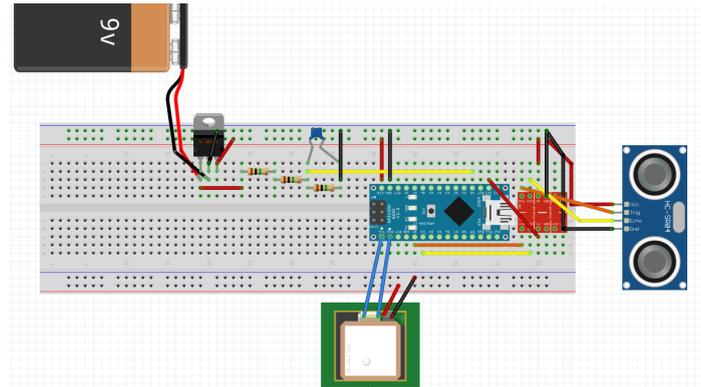


FIGURA 4. Diagrama esquemático de montagem do circuito em protoboard

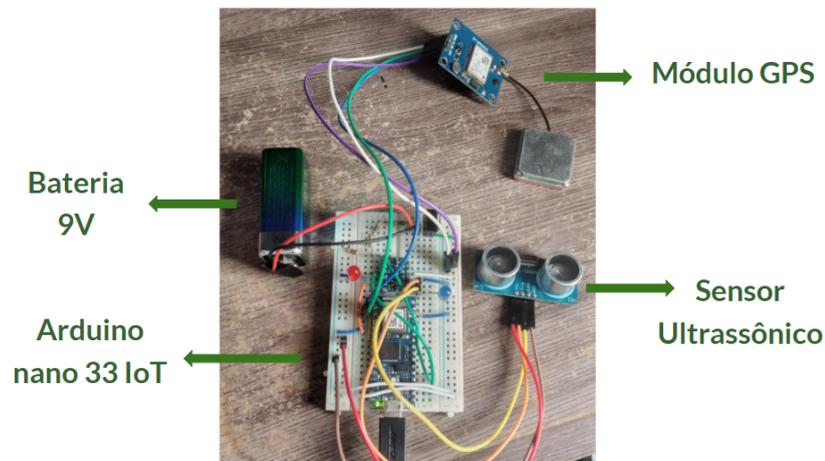


FIGURA 5. Protótipo operando com a identificação dos materiais

Para que o circuito possa se comunicar efetivamente com a nuvem da Arduino, a conexão à rede Wi-Fi é necessária. Felizmente, o microcontrolador utilizado possui um módulo Wi-Fi embarcado, tornando esse processo relativamente simples. Tudo o que é necessário são as credenciais da rede Wi-Fi escolhida. A figura 6 apresenta a conexão do sistema eletrônico à plataforma Arduino Cloud.

A Figura 7 apresenta a interface que disponibiliza os dados, recebidos do circuito remotamente, ao usuário. Essa interface foi criada com a plataforma Arduino Cloud devido à sua alta compatibilidade com a placa Arduino utilizada no projeto. Nela, os usuários têm acesso a informações cruciais, incluindo a data e horário da última medição, o nível do contêiner, o status da bateria, a localização exibida no Google Maps e uma função que permite ao usuário forçar uma atualização nas medidas, caso necessário, entre as medições periódicas. Essa interface proporciona uma visão clara e acessível dos dados essenciais para um gerenciamento eficiente de resíduos recicláveis.



FIGURA 6. Placa arduino conectada e operando no Arduino Cloud

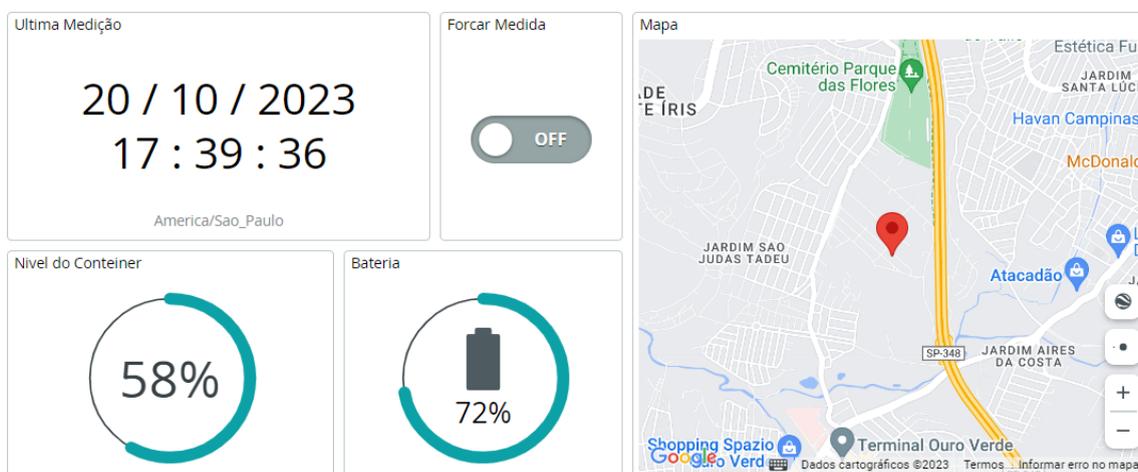


FIGURA 7. Interface ao usuário (Dashboard) contendo as medições.

Durante a concepção deste sistema, foram necessárias escolhas estratégicas para superar desafios tecnológicos. Optou-se pela conexão Wi-Fi para viabilizar a comunicação remota, permitindo o acesso aos dados em tempo real. A decisão de adotar uma bateria de 9V com estratégias de economia de energia via software foi guiada pela praticidade de substituição. Inicialmente, um único sensor foi selecionado para as medições, mas a flexibilidade do projeto permite a incorporação de sensores adicionais, aumentando a precisão das medições de forma iterativa.

Como resultado final o projeto apresenta um sistema elétrico que emprega o Arduino Nano 33 IoT para o controle, por meio de software, não apenas da lógica operacional do circuito, mas também dos dados adquiridos por meio do sensor, a análise e subsequente transmissão dos mesmos para a nuvem via rede WiFi. Além disso, por intermédio da plataforma Arduino Cloud, os dados são apresentados de maneira intuitiva ao usuário, permitindo assim a tomada de decisões melhores e evitando gastos desnecessários de tempo e dinheiro.

CONCLUSÕES

O desenvolvimento do container para coleta de resíduos utilizando integração em nuvem mostrou-se viável. O protótipo desenvolvido foi testado em ambiente controlado conectando-se corretamente à nuvem e gerando informações como nível de bateria e nível da lixeira, que foram exibidas num dashboard através da API do arduino. A criação de uma interface de usuário intuitiva

possibilita a visualização dos dados de maneira compreensível e eficiente contribuindo para tomadas de decisão do usuário.

Além disso, a perspectiva de ampliar o escopo do projeto, formando um banco de dados abrangendo múltiplos dispositivos IoT urbanos, abre oportunidades para enriquecer a gestão de resíduos e outros aspectos urbanos, contribuindo para o desenvolvimento de cidades inteligentes na região. Portanto, os resultados alcançados confirmam a viabilidade e o potencial deste sistema embarcado, estabelecendo as bases para futuros desenvolvimentos e possíveis colaborações com órgãos de interesse.

REFERÊNCIAS

CARRION, P.; QUARESMA, M. Internet da Coisas (IoT): Definições e aplicabilidade aos usuários finais. *Human Factors in Design*, Florianópolis, v. 8, n. 15, p. 049-066, 2019. Disponível em: <https://revistas.udesc.br/index.php/hfd/article/view/2316796308152019049>. Acesso em: 31 ago. 2023.

GUERRERO, L. A. ET AL. Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Waste management*, v. 33, n. 1, p. 220–232, 2013.

Connected Projects, simplified, **Arduino Cloud - How it works**. Disponível em: <https://cloud.arduino.cc/how-it-works>>. Acesso em: 31 ago. 2023.