



Relatório de Projeto de Internet das Coisas (IoT)

Configuração e Monitoramento Inteligente de Ambientes

Daniel Nobre de Queiroz Pereira
Renzo Paulo da Silva Zukeram



Configuração e Monitoramento Inteligente de Ambientes

Disciplina: IMD0902 - Internet das Coisas - 2023.1

Orientador: Prof. Heitor Medeiros Florencio

Prof. Leonardo Augusto

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Descrição do projeto

Um configurador que ajusta o ambiente de acordo com as predefinições existentes em um banco de dados e realiza monitoramento do ambiente configurado enviando informações para a nuvem.

Resumo

Este projeto desenvolve um configurador que ajusta o ambiente com base em predefinições de um banco de dados e realiza monitoramento do ambiente configurado, enviando informações para a nuvem. O sistema automatiza os ajustes do ambiente, como temperatura e iluminação, utilizando as predefinições armazenadas. Além disso, coleta dados relevantes do ambiente, como informações de sensores, atividades e métricas, e os envia para a nuvem para armazenamento e análise. A integração com a nuvem possibilita o acesso remoto aos dados e a análise para identificar padrões e tendências, visando otimizar a configuração e monitoramento de ambientes e fornecendo uma solução automatizada e eficiente.



1. Introdução

A configuração eficiente de um ambiente e o monitoramento são aspectos essenciais para garantir um espaço confortável e adequado às necessidades de seus usuários. No entanto, muitas vezes nos deparamos com a dificuldade de configurar rapidamente um ambiente ao nosso gosto, ou garantir a segurança do mesmo. É nesse contexto que entra em cena o uso da tecnologia RFID e do microcontrolador ESP32.

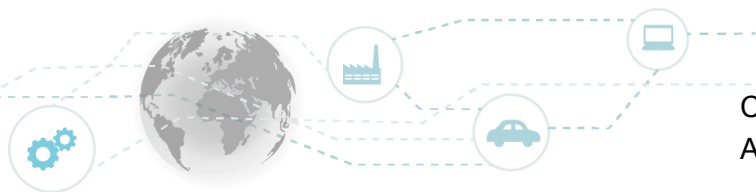
Com o intuito de simplificar a configuração do ambiente e fornecer um monitoramento preciso, desenvolvemos um sistema que utiliza a tecnologia RFID para detectar uma chave em um cartão. Ao ser detectada, a chave é procurada em um banco de dados, onde são armazenadas informações vitais para o ambiente, como o estado do ar condicionado (ligado ou desligado), a temperatura desejada, diferentes combinações de acionamento de luzes e até mesmo o nome do proprietário do cartão.

A fim de proporcionar uma experiência completa, implementamos a exibição dos dados relevantes em uma tela LCD, permitindo uma confirmação visual da conexão bem-sucedida. Dessa forma, os usuários podem ter a certeza de que suas preferências estão sendo atendidas de maneira eficiente e personalizada.

Além da facilidade de configuração, também abordamos a necessidade de monitoramento do ambiente. Em caso de detecção de uma tag, além de coletar as informações associadas a ela, nosso sistema utiliza um sensor de temperatura e umidade. Esses dados são enviados para um feed e exibidos em uma dashboard hospedada no servidor do Adafruit, possibilitando um acompanhamento detalhado das condições do ambiente.

2. Arquitetura IoT

A arquitetura do projeto proposto envolve a integração de diferentes componentes para facilitar a configuração e monitoramento de um ambiente de forma eficiente. Vamos explorar essa arquitetura em detalhes:



Configuração e Monitoramento Inteligente de Ambientes

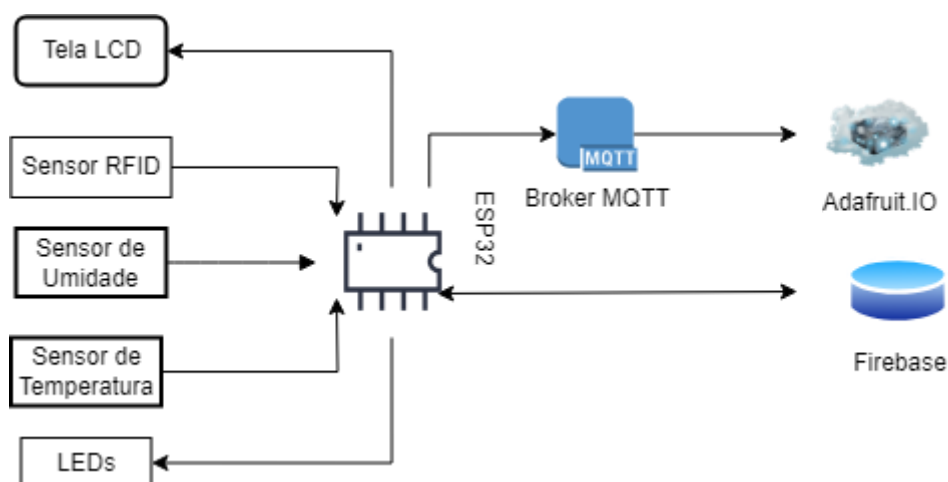


Figura 01 - Diagrama da arquitetura do projeto.

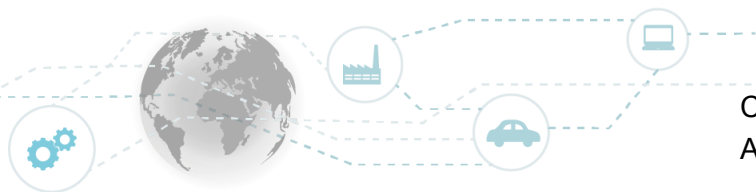
O sistema é projetado para utilizar tecnologia RFID em conjunto com um microcontrolador ESP32 para detectar uma chave em um cartão. Esse cartão contém informações associadas a um determinado usuário, como o estado do ar condicionado, temperatura desejada, combinações de luzes e o nome do proprietário.

Para armazenar e gerenciar esses dados, é utilizado o Firebase, um serviço de banco de dados em tempo real fornecido pela Google. O Firebase permite que as informações associadas à chave do cartão sejam armazenadas ou eventualmente, modificadas, garantindo a consistência dos dados e a sua disponibilidade para acesso por parte do sistema.

Quando uma chave é detectada, o sistema realiza uma busca no banco de dados do Firebase para recuperar as informações associadas a ela. Esse processo permite que o ambiente seja configurado automaticamente de acordo com as preferências do usuário, proporcionando um ambiente personalizado e confortável.

Além da configuração do ambiente, o sistema também aborda a necessidade de monitoramento. Ao detectar uma tag, o sensor de temperatura e umidade é acionado para monitorar as condições ambientais. Esse sensor coleta informações sobre a temperatura e umidade do ambiente e envia esses dados para o Adafruit.

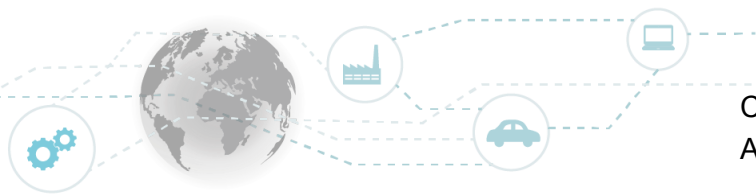
Para a comunicação entre os componentes do sistema, é adotado o protocolo MQTT (Message Queuing Telemetry Transport). O ESP32 utiliza MQTT para publicar os dados coletados, enquanto o servidor do Adafruit, responsável pela exibição dos dados em uma dashboard, atua como um cliente MQTT para receber as informações publicadas pelo ESP32.



Configuração e Monitoramento Inteligente de Ambientes

No servidor do Adafruit, os dados recebidos via MQTT são processados e exibidos em uma dashboard. Essa dashboard permite ao usuário visualizar as informações em tempo real, incluindo a temperatura atual do ambiente, sua umidade e o nome do usuário. Essa interface intuitiva proporciona uma confirmação visual da conexão bem-sucedida e oferece um meio conveniente de monitorar o ambiente de forma remota.

A arquitetura, portanto, combina o uso de tecnologia RFID, microcontrolador ESP32, Firebase, sensores de temperatura e umidade, além do protocolo MQTT e a plataforma do Adafruit, para criar um sistema completo que simplifica a configuração do ambiente e fornece um monitoramento preciso.



3. Metodologia

Levantamento de requisitos:

É realizada uma análise detalhada dos requisitos do projeto, considerando as funcionalidades esperadas, restrições técnicas, integrações necessárias e requisitos não funcionais. Essa etapa inclui a identificação das informações necessárias para configurar o ambiente e o monitoramento usando RFID, microcontrolador ESP32 e o banco de dados de chaves.

Projeto e arquitetura:

Com base nos requisitos identificados, é desenvolvido um projeto e uma arquitetura adequada para o sistema. Isso inclui a definição das principais funcionalidades, a escolha dos componentes e tecnologias adequadas, como RFID, microcontrolador ESP32, banco de dados e integração com o Adafruit. São também definidos os fluxos de comunicação entre os componentes do sistema.

Implementação do hardware:

Nesta etapa, é realizado o desenvolvimento e montagem do hardware necessário para o projeto. Serão utilizados o microcontrolador ESP32 e o leitor RFID para detectar e ler as tags dos cartões. Além disso, é conectado o sensor de temperatura e umidade para o monitoramento do ambiente. A comunicação entre os componentes é estabelecida para garantir a troca adequada de informações.

Desenvolvimento do software:

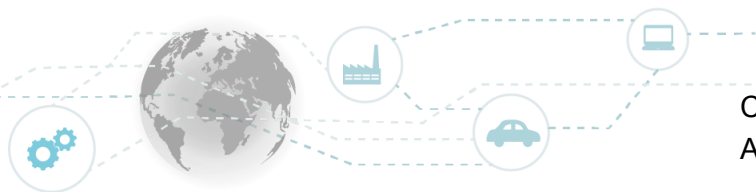
É realizado o desenvolvimento do software necessário para o projeto. Isso inclui a programação do microcontrolador ESP32 para processar os dados do RFID, buscar as informações no banco de dados e controlar os dispositivos do ambiente, como o ar condicionado e as luzes. Também é implementada a comunicação com o servidor do Adafruit para enviar os dados de temperatura e umidade.

Testes e validação:

São conduzidos testes abrangentes para garantir que o sistema atenda aos requisitos definidos. São realizados testes de integração entre os componentes, testes de funcionalidade e testes de desempenho. Além disso, é validado o monitoramento do ambiente e a correta exibição das informações na tela LCD.

Implantação e monitoramento:

Após os testes, o sistema é implantado no ambiente de destino. São realizados ajustes finais e a configuração adequada dos dispositivos. Durante a operação, é monitorado o funcionamento do sistema e a coleta de dados, que são enviados para o servidor do Adafruit para visualização em uma dashboard.



3.1. Dispositivos IoT

A camada de dispositivos IoT desempenha um papel fundamental no projeto descrito, pois é responsável pela coleta de dados do ambiente e interação com os elementos físicos. Nesse caso, utilizamos a tecnologia RFID (Radio-Frequency Identification) em conjunto com um microcontrolador ESP32.

O ESP32 é um microcontrolador baseado na arquitetura Xtensa LX6, equipado com um processador dual-core, conectividade Wi-Fi e Bluetooth, além de uma ampla gama de interfaces e periféricos. Ele é amplamente utilizado no desenvolvimento de dispositivos IoT devido à sua capacidade de processamento e recursos de conectividade.

No contexto do projeto, o ESP32 é responsável por ler os dados do cartão RFID, buscar as informações correspondentes no banco de dados e controlar os elementos do ambiente, como o ar condicionado e as luzes. Além disso, o microcontrolador também interage com o sensor de temperatura e umidade para monitorar o ambiente e enviar essas informações para uma plataforma de dashboard.

A metodologia para o desenvolvimento da solução pode ser dividida nas seguintes etapas:

Levantamento dos requisitos: Nessa etapa, são identificados os requisitos funcionais e não funcionais do sistema. Os principais requisitos identificados no projeto são o uso da tecnologia RFID, a conexão com um banco de dados, controle de dispositivos, monitoramento de temperatura e umidade e visualização dos dados em uma dashboard.

Programação dos dispositivos: Utilizando a linguagem de programação adequada para o ESP32, como a Arduino IDE, é desenvolvido o código que permitirá a interação com os elementos do ambiente. O código deve incluir a leitura do cartão RFID, a busca das informações no banco de dados, o controle do ar condicionado e das luzes, e a leitura dos sensores de temperatura e umidade.

Protótipo da solução inicial: Com base no código desenvolvido, é construído um protótipo dos dispositivos IoT. Isso envolve a conexão do microcontrolador ESP32 com o sensor DHT11 de temperatura e umidade, a configuração dos elementos de controle (ar condicionado e luzes) e a implementação da interface com o cartão RFID.



Integração com a plataforma Adafruit: O ESP32 é configurado para se comunicar com a plataforma Adafruit, enviando os dados de temperatura e umidade para um feed específico. Essa integração permitirá a visualização dos dados em uma dashboard hospedada no servidor do Adafruit.

3.2. Conectividade

Neste projeto, utilizamos diversas tecnologias de comunicação, sendo elas:

Wi-Fi:

O microcontrolador ESP32 possui conectividade Wi-Fi embutida, permitindo a comunicação sem fio com outros dispositivos na rede local e acesso à Internet. O Wi-Fi é utilizado para enviar e receber dados entre o ESP32 e a plataforma Adafruit, onde os dados são exibidos na dashboard.

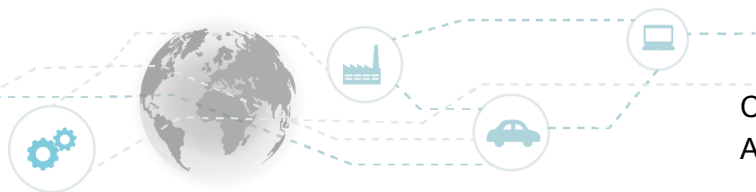
RFID:

A tecnologia RFID é utilizada para a identificação e comunicação sem fio entre o leitor RFID e os cartões com tags. Os cartões RFID contêm informações associadas a um determinado usuário, como as preferências de configuração do ambiente. O leitor RFID no projeto se comunica com o microcontrolador ESP32 por meio de sinais de rádio, permitindo a leitura das tags e a recuperação das informações associadas a elas.

MQTT:

O protocolo MQTT é utilizado para a comunicação entre o microcontrolador ESP32 e a plataforma Adafruit. O ESP32 atua como um cliente MQTT e publica os dados coletados, como temperatura e umidade, em um tópico específico. O servidor do Adafruit, atuando como um cliente MQTT, recebe essas mensagens publicadas e as processa para exibição na dashboard.

As tecnologias de conectividade utilizadas no projeto, desempenham um papel fundamental na criação de um sistema IoT eficiente e funcional. O uso do Wi-Fi permite a comunicação sem fio entre os dispositivos, facilitando a troca de dados e o acesso à Internet. A tecnologia RFID possibilita a identificação rápida e sem contato dos cartões, permitindo a configuração personalizada do ambiente de acordo com as preferências do usuário. Além disso, o protocolo MQTT garante a transmissão confiável dos dados coletados pelo microcontrolador ESP32 para a plataforma Adafruit, onde são processados e exibidos em tempo real na dashboard.



Configuração e Monitoramento Inteligente de Ambientes

Essas tecnologias em conjunto fornecem uma solução completa para a configuração e monitoramento eficiente de um ambiente, proporcionando aos usuários uma experiência personalizada e um controle conveniente sobre o espaço em que estão.

3.3. Plataformas, Aplicações e Serviços

Neste, estamos utilizando as plataformas/serviços IoT do Adafruit e Firebase. Essas plataformas são essenciais para o desenvolvimento e funcionamento do nosso sistema de configurador e monitoramento de ambientes.

O Adafruit é uma plataforma IoT que oferece diversos recursos para conectar dispositivos, coletar dados e exibi-los em uma dashboard. Utilizamos o servidor do Adafruit como um cliente MQTT para receber os dados coletados pelo microcontrolador ESP32. Esses dados incluem informações como temperatura e umidade do ambiente monitorado. Com o Adafruit, conseguimos visualizar e analisar esses dados em tempo real, facilitando o monitoramento remoto do ambiente configurado.

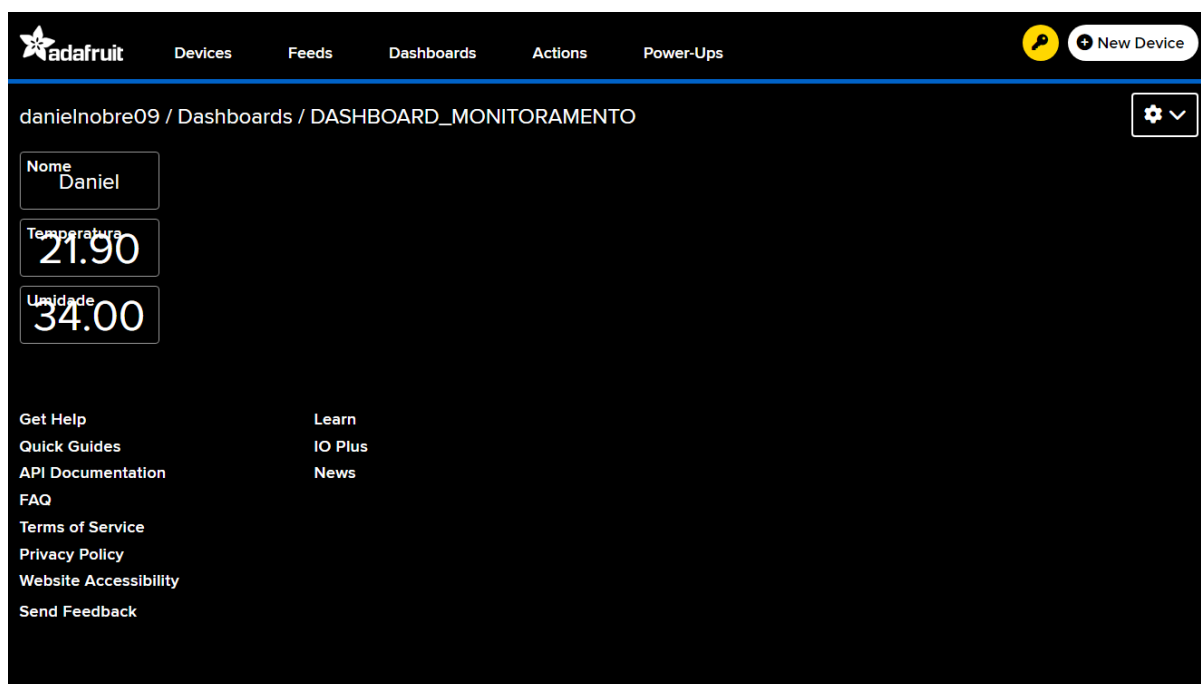
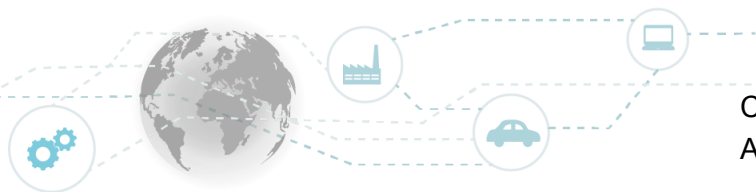


Figura 02 - Dashboard no Adafruit.IO

O Firebase, por sua vez, é um serviço de banco de dados em tempo real fornecido pela Google. Utilizamos o Firebase para armazenar as predefinições de ambiente, como o estado do ar condicionado, temperatura desejada, combinações de luzes e outras informações associadas a cada chave de cartão RFID. O Firebase



Configuração e Monitoramento Inteligente de Ambientes

nos permite acessar e modificar essas informações de forma consistente e segura, garantindo que o ambiente seja configurado adequadamente de acordo com as preferências do usuário.



Figura 03 - Banco de dados no Firebase

A integração do Adafruit e Firebase é fundamental para o funcionamento do projeto. Combinando as capacidades de armazenamento e gerenciamento de dados do Firebase com a exibição e análise de dados em tempo real do Adafruit, conseguimos criar um sistema completo e eficiente para configurar e monitorar ambientes de forma automatizada.

4. Resultados e discussões

Durante o desenvolvimento do projeto, enfrentamos algumas dificuldades relacionadas à otimização do tempo de resposta para conectar e desconectar os cartões RFID e para implementar a comunicação em tempo real com o Adafruit. A conexão e desconexão rápida dos cartões é fundamental para garantir uma experiência eficiente e conveniente para os usuários.



Configuração e Monitoramento Inteligente de Ambientes

Enfrentamos o problema de não conseguir realizar o monitoramento em tempo real, devido ao envio estar relacionado à apresentação de um cartão ao sensor RFID, os dados eram enviados apenas quando um cartão era detectado, apenas uma vez, já que era necessário detectar um cartão novamente para entrar no trecho do código que enviava informações para o Adafruit, o que nos levou a implementar uma solução utilizando flags.

Apesar de implementarmos essa estratégia, encontramos outro problema onde o sensor lia a mesma tag mais de uma vez, tornando impossível desconectar um cartão, era esperado que na segunda vez que uma mesma tag fosse apresentada, iria se desconectar, mas como a tag era recebida duas vezes, haveria a desconexão e reconexão quase que instantaneamente. Conseguimos solucionar esse problema utilizando de delays, mas que levou a um problema no tempo de resposta ao apresentar um cartão, podem haver tempos diferentes para resposta tanto na conexão quanto na desconexão de um cartão.

É importante ressaltar que, mesmo enfrentando essas dificuldades, conseguimos alcançar um nível aceitável de desempenho para a maioria das operações de conexão e desconexão de cartões RFID, além de realizar o objetivo de manter a comunicação em tempo real com o Adafruit. Procuramos otimizar ao máximo o tempo de resposta dentro das limitações do sistema de forma que se mantenha dentro do limite de envios por minuto que o servidor do Adafruit permite.

Apesar dessas limitações, o projeto alcançou resultados satisfatórios. Os usuários podem configurar e monitorar seus ambientes de forma remota e automatizada, utilizando cartões RFID como chaves de acesso. A integração entre as plataformas IoT do Adafruit e Firebase permitiu o armazenamento seguro e o acesso eficiente às predefinições de ambiente, enquanto o uso do microcontrolador ESP32 e do leitor de cartões RFID proporcionou a interação física e a autenticação dos usuários.

Em termos de dados e resultados, o projeto coleta e exibe informações importantes, como temperatura e umidade do ambiente monitorado. Esses dados podem ser visualizados em tempo real através da dashboard do Adafruit, permitindo aos usuários acompanhar as condições do ambiente de forma conveniente.

No geral, o projeto foi capaz de oferecer uma solução IoT completa para configurar e monitorar ambientes. Os resultados obtidos permitem uma experiência personalizada, embora ainda haja espaço para melhorias em relação ao tempo de resposta e implementação de outras funcionalidades.



5. Referências

Getting Started with the ESP32 Development Board | Random Nerd Tutorials. Disponível em: <<https://randomnerdtutorials.com/getting-started-with-esp32/>>.

MFRC522 RFID Reader with Arduino Tutorial | Random Nerd Tutorials. Disponível em: <<https://randomnerdtutorials.com/security-access-using-mfrc522-rfid-reader-with-arduino/>>.

ESP32 with DHT11/DHT22 Temperature and Humidity Sensor using Arduino IDE | Random Nerd Tutorials. Disponível em: <<https://randomnerdtutorials.com/esp32-dht11-dht22-temperature-humidity-sensor-arduino-ide/>>.

I2C LCD with ESP32 on Arduino IDE - ESP8266 compatible | Random Nerd Tutorials. Disponível em: <<https://randomnerdtutorials.com/esp32-esp8266-i2c-lcd-arduino-ide/>>.

ESP32: Getting Started with Firebase (Realtime Database) | Random Nerd Tutorials. Disponível em: <<https://randomnerdtutorials.com/esp32-firebase-realtime-database/>>.