Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.06,2024
ISSN 2178-6925

IMPLEMENTAÇÃO DE SORVEDOURO DE DADOS DE APLICAÇÃO IOT DE IRRIGAÇÃO AUTOMÁTICA

DATA SINK IMPLEMENTATION FOR AUTOMATED IRRIGATION IOT APPLICATION

Domingos Barbosa da Silva
Licenciado em Computação, IFTO - Campus Dianópolis
Dianópolis - TO, Brasil
E-mail: domingos.silva@estudante.ifto.edu.br

Karine de Souza Araújo
Licenciada em Computação, IFTO - Campus Dianópolis
Dianópolis - TO, Brasil
E-mail: karine.araujo@estudante.ifto.edu.br

Leila Pereira Rodrigues
Discente de Licenciatura em Computação, IFTO - Campus Dianópolis
Dianópolis - TO, Brasil
E-mail: leila.rodrigues@estudante.ifto.edu.br

Lucas Arruda Ramalho
Professor da Área de Computação, IFTO - Campus Paraíso
Paraíso do Tocantins- TO, Brasil
E-mail: lucas.ramalho@ifto.edu.br

Resumo

Este artigo tem o objetivo de descrever a implementação de um sorvedouro de dados para o sistema IoT de irrigação automática Hortência, desenvolvido previamente. O trabalho monta um cenário real de testes para a coleta de dados e formatação em arquivo de texto. Além disso, realiza uma análise dos requisitos para implementação de um banco de dados para a aplicação IoT em estudo.

Palavras-chave: Automação; ESP32; HTTP; Formatação de Dados.

ISSN 2178-6925

Abstract

This work aims to describe the data sink implementation for an IoT irrigation system named Hortência, previously developed. The paper assembles a real scenario for data collecting and formatting. Moreover, it performs a requirement analysis for database implementation for this IoT application.

Keywords: Automation; ESP32; HTTP; Data Formatting.

1. Introdução

A popularização e evolução da Internet fez com que não demorasse muito tempo para que os pesquisadores começassem a pensar em um mundo mais conectado e tecnológico através da automação de processos. Para Atzori et al (2010), os objetos podem se interconectar entre si e com outros recursos (físicos ou virtuais) e podem ser controlados remotamente, permitindo o surgimento de diversas aplicações que poderão se beneficiar dos novos tipos de dados, serviços e operações disponíveis.

Esse cenário aplica o conceito de Internet das Coisas (Internet of Things - IoT), que traz um paradigma de um mundo de objetos físicos embarcados com sensores e atuadores, conectados muitas vezes por redes sem fio e que se comunicam usando Internet. Esse novo paradigma molda uma rede de objetos inteligentes capazes de realizar variados processamentos, capturar variáveis ambientais e reagir a estímulos externos.

As aplicações IoT são utilizadas em residências, veículos, eletrodomésticos como geladeiras, ou mesmo robôs de uso residencial, comercial ou industrial. Segundo pesquisa realizada em Kubota e Rosa (2022) no Brasil, mais de 70% da população já está conectada com a Internet. Além disso, 14% das empresas brasileiras já utilizam dispositivos inteligentes com aplicações IoT.

Em conjunto ao crescimento das aplicações IoT crescem também as preocupações com armazenamento e utilização dos dados. Essas aplicações apresentam dados pequenos sob perspectiva unitária, mas heterogêneos e que se acumulam de maneira rápida a depender da taxa de amostragem.

O sistema Hortência é um sistema IoT de irrigação automático proposto em Rodrigues (2021) que permite controlar e monitorar a irrigação através de aplicativo. O monitoramento realiza leitura da umidade do solo através de sensores conectados ao micro-controlador chamado ESP32 LILYGO TTGO. O

ISSN 2178-6925

sistema utiliza rede WIFI local para que o aplicativo se conecte com a eletrônica de irrigação. A aplicação é capaz de controlar a irrigação em diferentes culturas ao mesmo tempo que fornece dados relacionados à umidade do solo e a quantidade de água que a planta precisa durante o dia (Rodrigues, 2021).

Entretanto, essa aplicação não possui mecanismos de armazenamento dos dados gerados. Sendo assim, este trabalho tem o objetivo de desenvolver um script sorvedouro de dados para o sistema de irrigação Hortência e realizar a análise de requisitos para criação de um banco de dados compatível com a aplicação IoT em estudo.

Os dados heterogêneos apresentam desafios no armazenamento, na integração das informações e na análise, por serem conjuntos de dados com diferentes formatos e estruturas. No sistema Hortência, a aplicação possui natureza heterogênea ao tipo de dados, pois possui uma combinação de dados numéricos (amostras dos sensores de umidade do solo), textuais (descrição do local de irrigação), categóricos (status da irrigação) e de data/hora. Isso requer técnicas específicas para tratamento e análise que também serão propostas neste artigo.

2. Trabalhos Relacionados

A literatura apresenta diversos trabalhos que propõe, desenvolvem ou analisam aplicações IoT. Abaixo listamos alguns que são relevantes para as discussões deste artigo.

O trabalho de Viana et al (2022), desenvolveu um sistema de monitoramento e comunicação com dispositivos de borda capazes de sensoriar a temperatura e umidade do ambiente. As informações coletadas são enviadas via Bluetooth para o smartphone que atua como o dispositivo mestre do sistema. O do aplicativo foi desenvolvido com o framework “AppInventor”, desenvolvido pelo MIT. Nesse cenário é possível notar uma limitação de escalabilidade, pois a conectividade entre aplicativo e sistema de monitoramento é realizada pelo protocolo Bluetooth que possui capacidade máxima de 8 ou 9 nós escravos. No trabalho que propomos aqui, o sistema Hortência pode tanto enviar informações através da Internet com uso de VPN quanto armazenar as informações em banco de dados.

O artigo de dos Santos (2020) apresenta uma aplicação IoT voltada à

ISSN 2178-6925

aquicultura. Para implementação do sistema, foi utilizado um *gateway* IoT baseado em plataforma Arduíno com sensores e atuadores compatíveis que são monitorados ou acionados remotamente através de interface Web. A interface implementada possui uma tela *dashboard* da aplicação que apresenta uma visão geral e resumida dos dados importantes. Nesta implementação o sistema envia seus dados através de serviços web para banco de dados MySQL. Esses dados ficarão disponíveis para acesso da aplicação através de conexão HTTP e a partir daí as informações são disponibilizadas na interface. Em caso de problemas detectados pelo monitoramento, o sistema também envia alertas via email para o administrador da aplicação.

O trabalho de Oliquei (2020) desenvolveu um *middleware* com uma arquitetura baseada em microsserviços que utiliza os protocolos principais mais populares no meio da IoT: o MQTT, AMQP, CoAP, HTTP/ REST, e LoRaWAN. No trabalho conclui-se que em aplicações simples, onde há poucos dispositivos, não há necessidade de cadastrá-los e gerenciá-los, não tem o uso de protocolos diferentes para a comunicação e não exigem a persistência dos dados da comunicação entre os dispositivos, a complexidade para desenvolvimento com e sem o middleware é semelhante. Porém, em sistemas mais complexos de IoT, com maior quantidade de dispositivos, protocolos diversos e necessidade de persistência de dados (seja para controle ou tratamento e estatísticas), o apoio da infraestrutura do *middleware* seria essencial.

O que se apresenta em Bimonte et al (2016) trata de um Sistema de Informação de Gestão Agrícola, chamado VBoxReporting, voltado a análise de consumo energético em implementos agrícolas para apoio a tomada de decisão. O sistema é capaz de coletar dados de localização e nível de combustível por meio dos sensores de baixo custo dos equipamentos. Os dados obtidos são armazenados no banco de dados PostGIS e a visualização dos dados gerada pela interface.

Outro sistema relacionado foi o de Perondi et al (2019), qual se tratava de uma ferramenta de suporte a decisão para escolha de época de semeadura. O usuário indica manualmente a estação meteorológica mais próxima a sua propriedade e o cultivo que deseja plantar. A partir daí o sistema simula e indica a probabilidade da ocorrência de eventos climáticos indesejados. Diferente dos

ISSN 2178-6925

bancos de dados relacionais, no MongoDB os dados são armazenados em documentos, que são agrupados em coleções e o formato JavaScript Object Notation (JSON) é utilizado como padrão.

Os dilemas relacionados à arquitetura e modelo do banco de dados serão discutidos neste artigo na seção 4.

3. Principais Conceitos IoT

O conceito de IoT (Internet of Things) surge da evolução das tecnologias de automação e comunicação que em conjunto trazem um novo mundo de aplicações voltadas a construção de uma sociedade cada vez mais moderna, como ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Conceito de Internet das Coisas.



Os autores Goap et al (2018) destacam como a conectividade entre dispositivos físicos, como eletrodomésticos, veículos e sensores, combinados com a coleta e análise de dados, está impulsionando a automação residencial, a criação de cidades inteligentes, a otimização industrial e a inovação em diversas áreas. A IoT tem o potencial de melhorar a nossa qualidade de vida, impulsionar a eficiência e permitir novos serviços e experiência personalizada. Segundo Venturelli (2018), as aplicações IoT possuem as seguintes características:

- **Conectividade** - Envolve a interconexão de dispositivos físicos por meio de rede de comunicação, como a Internet. Esses dispositivos podem ser sensores atuadores, objetos do dia a dia ou máquina industriais. Para isso, são

utilizados protocolos de comunicação, como WIFI, Bluetooth, Zigbee, e outras, que possibilitam a troca de dados de forma eficiente e segura.

- **Sensoriamento e Coleta de Dados** - Envolve monitoramento de aplicações através de sensores que são dispositivos que detectam e medem variáveis do ambiente ou do próprio dispositivo. Esses sensores capturam dados e os enviam para o sistemas de processamentos e análise.
- **Processamentos de Dados** - Envolve processar e analisar os dados coletados pelos dispositivos para extrair informações relevantes no apoio a tomada de decisões de forma automatizada ou fornecer *insights* úteis para os usuários.
- **Integração e Interoperabilidade** - Envolve a integração de dispositivos de diferentes fabricantes e plataformas, garantindo que eles possam interagir e compartilhar dados de maneira eficiente. A interoperabilidade é essencial para que os dispositivos IoT possam se comunicar e trabalhar em conjuntos, independente de suas capacidades técnicas.

De acordo com o site Oracle Brasil (2023), as aplicações de IoT usam algoritmos para análise de grandes quantidades de dados de sensores conectados na nuvem. Usando painéis e alertas da IoT em tempo real, obtém-se visibilidade dos principais indicadores de desempenho, estatísticas do tempo médio entre falhas e outras informações.

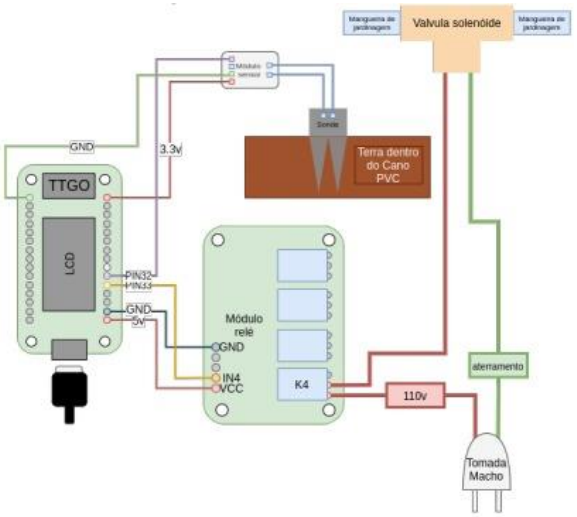
Segundo Seixas e Contini (2017), a IoT envolve serviços de tecnologias da informação e *software*, principalmente *Big Data* e ferramentas de gerenciamento de propriedades rurais. Entre os exemplos de aplicabilidade da IoT pode-se citar monitoramento do solo, da produtividade em pequenas parcelas, do crescimento de culturas e de surtos de doenças.

4. **Sistema Hortência**

O projeto utilizou um micro-controlador chamado ESP32, placa WIFI e Bluetooth, sendo que possui saída de alimentação 5V, requisito para uso do relé. Para o monitoramento de umidade do solo, foi utilizado o sensor higrômetro capaz de medição do solo ou do ar que consiste em duas partes: uma sonda que fica em contato com o solo, e um pequeno módulo contendo um chip comparador LM393, que converte o sinal analógico em sinal digital. Foi usado no sistema o

módulo Relé 5V 4 canais o que dá a capacidade de monitoramento de até 4 canteiros de forma individualizada. A parte eletrônica do sistema Hortência está ilustrada na Figura 2.

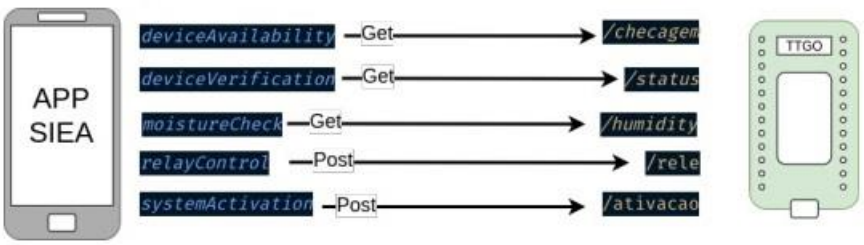
Figura 2 - Sistema Hortência.



O *software* do ESP32 atua como servidor WEB com o serviço de monitoramento e controle que foi disponibilizado através da linguagem JavaScript. O monitoramento no aplicativo, permite que o sistema seja composto por vários nós ESP 32 como interface de irrigação automática. O objetivo da implementação é possibilitar que o micro-controlador responda requisições de monitoramento e controle via serviço HTTP para o aplicativo móvel. Caso o sistema esteja ligado são realizadas leituras de umidade através dos sensores de umidade de solo e caso a leitura atenda o parâmetro de acionamento a irrigação é iniciada pelo sistema.

O aplicativo *mobile* é o meio usado para que o usuário possa controlar e monitorar o sistema e para a construção do mesmo é necessário o uso de uma Framework. A comunicação é realizada através dos métodos POST e GET do protocolo HTTP, conforme Figura 3.

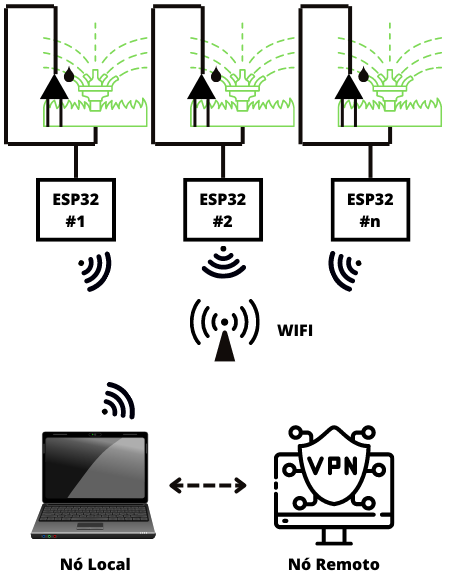
Figura 3 - Comunicação Hortência entre App e ESP32.



4.1 Sorvedouro de Dados do Sistema Hortência

Esta seção descreve uma implementação de um script básico de aquisição e armazenamento de dados do sistema Hortência para posterior armazenamento em banco. O teste ilustrado na Figura 4 demonstra a escalabilidade do sistema:

Figura 4 - Sorvedouro de dados do Sistema Hortência.



- Nó local pode consultar *n* dispositivos ESP32 programados com o *software* Hortência através do protocolo HTTP.
- Cada ESP32 gera um arquivo .txt único com data e hora das medições.
- O formato do arquivo pode mudar para CSV, JSON ou XML de acordo com o banco de dados utilizado.
- Acessos remotos podem ser realizados por VPN ou SSH.
- Futuras implementações podem incluir armazenamento em banco de dados local e/ou nuvem.

A figura 5 mostra um *script* em Python que se comunica com os micro-controladores ESP 32 conectado a dois sensores de umidade de solo.

Figura 4 - Script para Aquisição e Formatação de Dados.

ISSN 2178-6925

```
import http.client
import requests
from datetime import datetime
import time

while True:
    esp1 = http.client.HTTPConnection("192.168.5.185")
    esp2 = http.client.HTTPConnection("192.168.5.59")
    esp1.request("GET", "/humidity")
    esp2.request("GET", "/humidity")
    r1 = esp1.getresponse()
    r2 = esp2.getresponse()
    print(r1.status, r1.reason)
    print(r2.status, r2.reason)
    data1 = r1.read()
    data2 = r2.read()
    print("ESP 1 - ", datetime.now(), " - ", data1.decode())
    print("ESP 2 - ", datetime.now(), " - ", data2.decode())
    data1 = str(data1)
    data2 = str(data2)
    esp1.close()
    esp2.close()
    with open("./esp1.txt", "a") as arq_esp1:
        arq_esp1.write(datetime.now() + " - " + data1)
    with open("./esp2.txt", "a") as arq_esp2:
        arq_esp2.write(datetime.now() + " - " + data2)
    time.sleep(60)
```


Com a implementação do sorvedouro de dados realizada, o próximo passo é analisar os requisitos para modelagem de um banco de dados e integração com a aplicação IoT existente.

4.2 Análise e Projeções dos Dados Gerados

Para a definição correta da arquitetura utilizada no gerenciamento de dados de uma aplicação a escolha do modelo de escalabilidade é uma etapa indispensável, visto que comparar hardware mais potente conforme aumento de demanda não é financeiramente viável (Carraro, 2019). Pontos que devem ser conhecidos por quem pretende utilizar a estratégia e levados em conta são *throughput* (número de transações por unidade de tempo) e característica do volume de dados (exponencial ou linear), por exemplo.

No cenário de teste implementado neste artigo, foram geradas 4 amostras de umidade do solo (4 Bytes) a cada minuto durante 12 horas. Cada conjunto de 4 amostras possui um registro de data e hora (outros 3 Bytes). Ao final, o script gerou 7 bytes por ESP32 por minuto (valor que pode ser utilizado para analisar o throughput do sistema), o que resulta em 10 KBytes por ESP32 por dia. Esse valor escala para 3.6 MBytes por ano de volume de dados que cresce linearmente.

5. Considerações Finais

Este trabalho discute a melhoria de um sistema IoT de irrigação automática chamado Hortência. Capaz de controlar e monitorar a irrigação através de um aplicativo com conexão WIFI, mas que não permitia o armazenamento dos dados

para a criação de um histórico ou banco de dados. O novo sistema implementou um sorvedouro capaz de armazenar os dados relativos à implementação do sistema de irrigação de acordo com data e horário de forma escalável. O artigo também destaca o aprendizado obtido com a construção do próprio servidor, o uso de sockets e o uso do HTTP como ferramenta de transporte das informações.

A integração de micro-controladores ESP32, sensores de umidade de solo e um aplicativo móvel oferece uma forma eficaz de monitorar e controlar o sistema de irrigação em tempo real. Este é um trabalho em andamento e tem como trabalhos futuros identificar padrões mais complexos nos dados coletados, fazer mais testes de escalabilidade e expandir o sistema para a integração com outros dispositivos com o intuito de obter informações adicionais sobre as condições ambientais por exemplo. Essa abordagem pode contribuir significativamente para o avanço da agricultura sustentável e de alto rendimento.

Referências

ATZORI, Luigi; IERA, Antonio; MORABITO, Giacomo. The internet of things: A survey. **Computer networks**, v. 54, n. 15, p. 2787-2805, 2010.

BIMONTE, Sandro; NAOUFAL, Echcherki; GINESTE, Laurent. A system for the rapid design and implementation of personalized agricultural key performance indicators issued from sensor data. **Computers and electronics in agriculture**, v. 130, p. 1-12, 2016.

Oracle Brasil. 2023. O que´é IoT? Disponível em: https://www.oracle.com/br/ internet-of-things/what-is-iot/ . Acesso em: 28/05/2024.

CARRARO, Cassiano da Silva. Proposta de estratégia para análise de escalabilidade do SGBD MySQL. 2019. Trabalho de Conclusão do Curso Ciências da Computação. Universidade de Caxias do Sul.

DOS SANTOS, Izaias Batista et al. Projeto e implementação de um gateway de internet das coisas (IoT) para otimização e monitoramento de processos do agronegócio. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 344-369, 2020.

GOAP, Amarendra et al. An IoT based smart irrigation management system using Machine learning and open source technologies. **Computers and electronics in agriculture**, v. 155, p. 41-49, 2018.

KUBOTA, Luis Claudio; ROSA, Maurício Benedeti. INTERNET DAS COISAS NO BRASIL: ANÁLISE E RECOMENDAÇÃO DE POLÍTICAS COM ÊNFASE NO AGRONEGÓCIO1, 2. **Digitalização e tecnologias da informação e comunicação**, p. 115, 2023.

OLIVEIRA, John Kennedy Medeiros Alves de. Desenvolvimento de aplicações baseadas em IOT com apoio de um middleware multi-protocolo. 2020. Trabalho de Conclusão do Curso Ciências da Computação. UFERSA.

PERONDI, Daniel et al. Crop season planning tool: Adjusting sowing decisions to reduce the risk of

ISSN 2178-6925
extreme weather events. **Computers and electronics in agriculture**, v. 156, p. 62-70, 2019.

Rodrigues, Marlon. A INFLUÊNCIA DE APLICAÇÕES IOT NO DESEMPENHO
DE REDES WI-FI. 2021. Trabalho de Conclusão do Curso Ciências da Computação. UNEMAT.

SEIXAS, Mario Alves; CONTINI, Elisio. Internet das coisas (IoT): inovação para o agronegócio. 2017.

VENTURELLI, M. A Internet das Coisas na Indústria 4.0. **Automação industrial–online**, 2017.

VIANA, Gabriel D.; VIANA, Gustavo D.; VARELLA, Walter Augusto. IOT APLICADO AO MONITORAMENTO DE AMBIENTE COM COMUNICAÇÃO BLUETOOTH COM SMARTPHONE. 2022.