



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ – UFOPA
INSTITUTO DE ENGENHARIA E GEOCIÊNCIAS – IEG
BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

DALTON FELIPE SILVA VARÃO

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA IoT PARA O MONITORAMENTO
DE ENERGIA ELÉTRICA**

SANTARÉM

2020

DALTON FELIPE SILVA VARÃO

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA IoT PARA O MONITORAMENTO
DE ENERGIA ELÉTRICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia para obtenção do grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia na Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Engenharia e Geociências.

Orientador: Anderson Alvarenga De Moura Meneses

SANTARÉM

2020

Desenvolvimento de um sistema IoT para o monitoramento de energia elétrica

Dalton Varão ^{1,2}, Yasmin Teixeira ^{1,2}, João Bentes ², Prof. Dr. Anderson Meneses ^{1,2}

¹ Instituto de Engenharia e Geociências – UFOPA – Santarém, PA – Brasil
Programa de Ciência e Tecnologia/Engenharia Física

²Laboratório de Inteligência Computacional, LABIC – UFOPA – Santarém, PA – Brasil

daltonphellipe@gmail.com, yasminbragateteixeira@gmail.com

joaobentes.junior@gmail.com, anderson.meneses@ufopa.edu.br

***Resumo.** A internet das coisas é um assunto em crescente desenvolvimento e vem sendo alvo de grande investimento em muitas áreas do conhecimento, desta forma, o seu papel na solução de problemas de engenharia também acompanha esse crescimento. Um problema que estamos familiarizados cotidianamente é o pouco conhecimento acerca do consumo consciente de energia elétrica. Neste trabalho é proposto o desenvolvimento de um protótipo de sistema IoT para o monitoramento de energia elétrica com vistas a conscientizar e propor um maior controle do consumo.*

1. Introdução

Com a grande expansão dos setores industriais e de alta tecnologia no país, além da melhoria na qualidade de vida, há um aumento no consumo de energia elétrica juntamente a esse desenvolvimento. Outros fatores, como o próprio setor industrial, também alavancam esse alto consumo, já que é necessário grande quantidade de energia para o funcionamento dos equipamentos. Assim, todo esse quadro de elevado consumo remete a alguns custos, sendo estes relativos ao capital financeiro investido na indústria, o grande consumo de recursos naturais para a produção de energia e os impactos produzidos nesta atividade [Aneel 2008]. Tendo em vista esse problema o objetivo deste trabalho é desenvolver um protótipo de sistema de monitoramento e controle de consumo energético afim de futuramente expandir o sistema de modo a diminuir o desperdício e propor uma forma consciente e eficiente de consumo.

2. Metodologia

A metodologia geral do trabalho se deu no desenvolvimento do sistema de monitoramento e no seu uso em um bebedouro monofásico afim de monitorar e analisar dados de corrente elétrica. Inicialmente foi desenvolvido um servidor web escrito em JavaScript [Powers et al. 2015] com a plataforma Node.js [Brown 2014] integrado ao banco de dados MongoDB [Hows et al. 2010] e ao protocolo de envio de mensagens MQTT [Tang et al. 2013]. No entanto, a plataforma Node.js foi substituída pelo microframework Flask [Grinberg 2014] na linguagem Python [Lott 2016] em virtude da simplicidade agregada ao entendimento da linguagem e sua grande utilização em projetos de IoT de pequeno porte.

Após o desenvolvimento do servidor, foi iniciado o teste com um sensor de corrente elétrica conectado a um Gateway¹ desenvolvido por uma equipe do LabIC²[Teixeira et al. 2017] que faz a aquisição das leituras de corrente elétrica do bebedouro e envia os dados através da internet com o MQTT para o servidor (Figura 1).

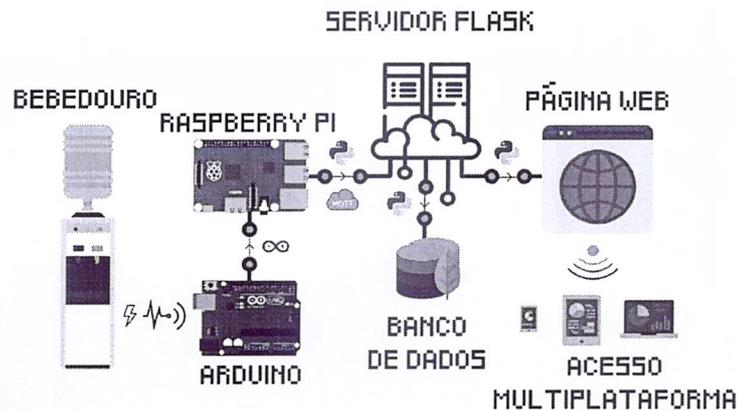


Figura 1. Metodologia esquemática do teste.

3. Desenvolvimento

O servidor foi desenvolvido em Python com o micro-framework Flask e possui uma arquitetura do tipo (Modelo, Visualização e Controle) muito utilizada na maioria dos projetos. Em síntese, O Modelo é responsável pela conexão com o banco de dados, isto é, é o Modelo que faz novos registros de dados, os requisita, exclui e atualiza. A visualização é a parte da aplicação que faz a interação com o usuário através de requisições (entrada de dados) e respostas (saída de dados). E por último, o Controle é encarregado de levar as requisições do usuário ao Modelo e devolver a resposta a Visualização.

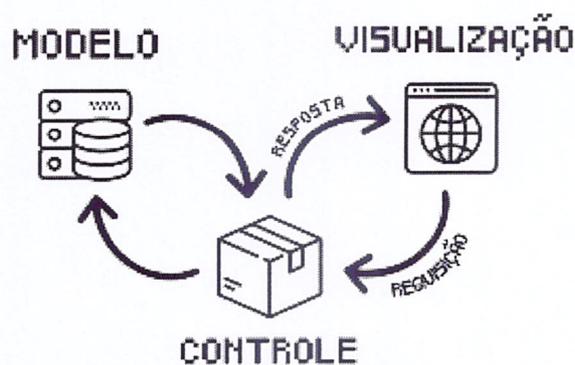


Figura 2. Diagrama do MCV.

O servidor possui 8 páginas, as quais são relativas a Login, Cadastro e Perfil do Usuário, Cadastro e Lista de Sensores, Lista de Localização, Edição de informações e

¹Arduino UNO [Margolis 2011] conectado a um Raspberry Pi [Monk 2016] por conexão serial.

²Laboratório de Inteligência Computacional - UFOPA

exclusão de sensores e por fim uma página para visualização da aquisição e download dos dados em tempo real.

A estrutura geral do sistema foi dividida entre aquisição dos dados (MQTT) e armazenamento em um banco de dados (MongoDB). O MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) é um protocolo de envio de mensagens entre máquinas através da internet. Sua estrutura básica possui um Broker que é nada menos que um local para onde as mensagens são enviadas e "capturadas" através de tópicos, que são palavras-chave pelas quais as mensagens são enviadas. Seu funcionamento acontece através de dois comandos principais o *Publish* que faz o envio para o Broker em um determinado tópico da mensagem e o *Subscribe* que faz a requisição dessa mensagem no mesmo tópico.

O MongoDB é um banco de dados orientado a documentos não relacional, ou seja, não possui a estrutura de tabelas, passando a ter coleções que por sua vez possuem documentos, que são os dados armazenados. A sua escolha possibilita alta flexibilidade no fluxo de dados uma característica dinâmica pois os documentos não exigem um esquema (modelo pré-definido), muito embora utilizado.

4. Resultados

O teste durou 28 dias e durante esse período foram coletados 887036 leituras de corrente elétrica do bebedouro. Parte dos dados podem ser observados no gráfico gerado pela página e podem ser notados alguns padrões em uma análise visual na Figura 3. O primeiro é a tendência dos dados bem próxima da média (valor do balão flutuante referente a posição do mouse no gráfico à direita na parte inferior e o valor da linha *Average* na coluna à esquerda da página) que é calculada na própria página, o segundo são picos de corrente referentes aos disparos periódicos do compressor que podem ser visualizados constantemente quando o gráfico é plotado com mais dados. Por questão de otimização da página, apenas os últimos 750 dados são plotados.

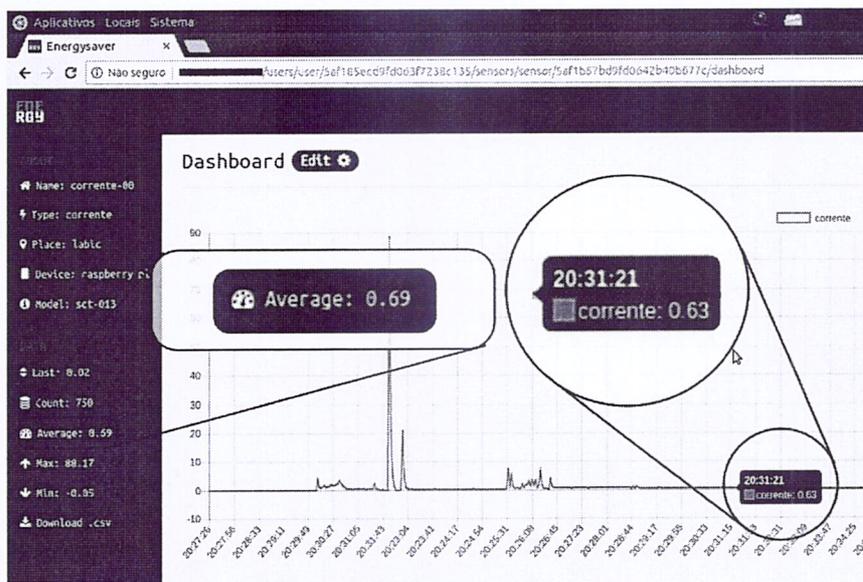


Figura 3. Pagina de Dashboard.

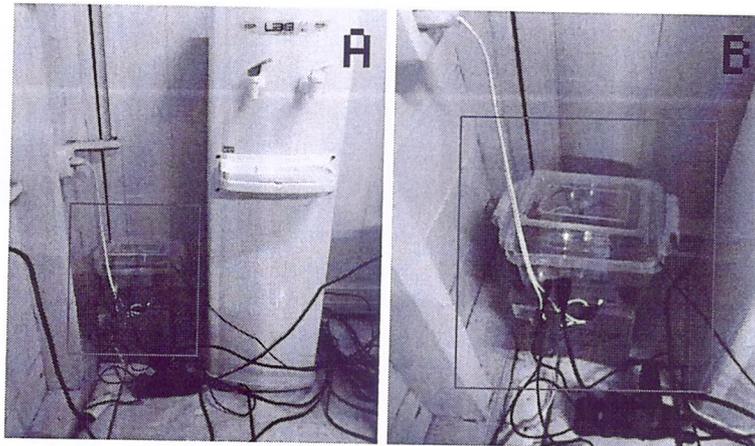


Figura 4. Teste com o gateway no bebedouro (A - Bebedouro utilizado, B - Gateway com sensor de corrente)

5. Conclusão

Por ser um projeto ainda no início, existem mais testes a serem feitos no intuito de buscar melhorias para o sistema. No entanto, com o teste foi possível acompanhar uma aproximação da leitura de corrente elétrica para futuramente expandir o sistema e calcular o consumo referente a cada equipamento afim de ter uma ideia do consumo diário, além de ficar informado sobre algumas distorções do aparelho causadas na rede. É então, de grande importância ter noção do consumo de energia, pois através de um uso correto é possível diminuir gastos e passar a economizar, além de, principalmente, reduzir impactos ambientais ocasionados pela alta demanda de energia elétrica no país.

Referências

- Aneel (2008). *Atlas de energia elétrica do Brasil*. Third edition edition.
- Brown, E. (2014). *Web development with Node and Express*. O'Reilly.
- Grinberg, M. (2014). *Flask Web Development*. O'Reilly Media, Sebastopol, CA, first edit edition.
- Hows, D., Plugge, E., Membrey, P., and Hawkins, T. (2010). The definitive guide to MongoDB. *Apress*, 1:1–319.
- Lott, S. F. (2016). *Modern Python cookbook: the latest in modern Python recipes for the busy modern programmer*. Packt Publishing.
- Margolis, M. (2011). *Arduino Cookbook*. O'Reilly Media, first edition edition.
- Monk, S. (2016). *Raspberry Pi Cookbook*. O'Reilly Media, 2nd edition edition.
- Powers, S., Laurent, S. S., and McConville, J. (2015). *JavaScript cookbook*.
- Tang, K., Wang, Y., Liu, H., Sheng, Y., Wang, X., and Wei, Z. (2013). Design and Implementation of Push Notification System Based on the MQTT Protocol. page 5.
- Teixeira, Y., Varão, D., Meneses, A. A. M., and Bentes, J. (2017). Desenvolvimento de uma plataforma de IoT para monitoramento de consumo de energia elétrica. In *Anais SCOOP 2017*, pages 236–240. SBC.

Prezados Srs;

Em nome do curso de Engenharia Física da Universidade Federal Latino-Americana – UNILA, venho por meio deste ofício atestar que Dalton Felipe Silva Varão participou do XIII Simpósio Brasileiro de Engenharia Física (SBEF) e I Encontro Internacional de Engenheiros Físicos (EIEF), e que o mesmo apresentou o trabalho intitulado “**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA IOT PARA O MONITORAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA**”:

**XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA FÍSICA E
I ENCONTRO INTERNACIONAL DE ENGENHEIROS FÍSICOS.**

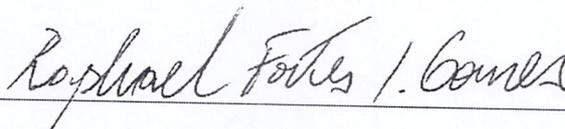
Local: UNILA e Parque Tecnológico Itaipu.

Curso: Engenharia Física.

Data: 22/10/2018 a 26/10/2018.

Organizador: Prof. Dr. Eng. Raphael Fortes Infante Gomes.

Atenciosamente,



Prof. Dr. Eng. Raphael Fortes Infante Gomes
Coordenador do curso de Engenharia Física

12 de maio de 2019.