



Monitoramento Residencial de Consumo de Energia com aplicação de IoT

Diego Estevão Lopes de Queiroz¹, Erik Salomão Almeida¹, Iago Leite Chain¹,
Vinícius Gutierrez Gomes¹, Wallace Rodrigues de Santana¹

¹Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM)

Rua da Consolação, 930 Consolação, São Paulo - SP, 01302-907 - Brasil

10419038@mackenzista.com.br, 10417843@mackenzista.com.br,
10418120@mackenzista.com.br, 10425609@mackenzista.com.br,
1165744@mackenzie.br

Abstract. *This article describes the Energy Consumption Monitoring project, aligned with SDG 7 – Affordable and Clean Energy, developed using sensors and IoT protocols, such as MQTT, to help households adopt more sustainable practices through real-time monitoring of electricity consumption, enabling efficient data collection and analysis. The focus of this system is to encourage the adoption of sustainable habits in daily life, prioritizing environmental preservation.*

Resumo. *Este artigo descreve o projeto de Monitoramento de Consumo de Energia, alinhado com o ODS 7 – Energia Acessível e Limpa, desenvolvido por meio de sensores e protocolos IoT, como o MQTT, a fim de auxiliar residências a adotarem práticas mais sustentáveis a partir de um monitoramento em tempo real do consumo elétrico, permitindo uma coleta e análise de dados eficiente. O foco desse sistema é incentivar a adoção de hábitos sustentáveis no dia a dia, priorizando a preservação ambiental.*

1. Introdução

O desperdício de energia elétrica no Brasil é estimado em 43 TWh por ano, o equivalente ao atendimento de 20 milhões de residências (FIESC, 2022). Este dado revela hábitos incorretos dos brasileiros em relação ao consumo de energia em suas residências e empresas. Com a vida cada vez mais corrida, a população acaba deixando de lado a preocupação com a economia de energia elétrica, talvez por acreditar que um descuido individual não traga prejuízos coletivos. Todavia, tal atitude produz um efeito cascata que, ao final dela, obriga a construção de mais usinas elétricas para cobrir o desperdício (BAHIA, 2024).

Com a adoção por parte de diversos países ao Acordo de Paris, em 2015, foi firmado um tratado com o objetivo de limitar o aumento do aquecimento global a menos 2°C, mantendo-o preferencialmente abaixo de 1,5°C. No entanto, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, o IPCC, sugere que o aquecimento induzido pelo ser humano beira o 1,31°C, ou seja, está se aproximando do limite (IPEA, 2024).

Estudos sugerem que, com as mudanças climáticas e o consequente aumento da temperatura global, há uma tendência do incremento de aparelhos de ar-condicionado em empresas e residências. Tal movimento, no entanto, gera o fenômeno conhecido como retroalimentação positiva (SALAZAR; RAJAGOPALAN; MURRAY, 2020). Isto ocorre quando há uma maior procura por aparelhos de ar-condicionado com o objetivo de climatização dos ambientes de residência e trabalho, causadas justamente pela maior emissão de gases de efeito estufa ocorridos pelo uso desenfreado e inconsequente de energia elétrica. Com a instalação de aparelhos de climatização, no entanto, há um consumo ainda maior de energia, agravando ainda mais o aquecimento do globo.

Um estudo desenvolvido por pesquisadores do laboratório Cenergia (Centro de Economia Energética e Ambiental) da COPPE/UFRJ e da Universidade Ca'Foscari de Veneza, concluiu que um eventual aumento das vendas de aparelhos de ar-condicionado no Brasil pode levar a um aumento em mais de 125% da demanda de energia para a climatização nos próximos anos (COPPE/UFRJ, 2022).

Diante desse cenário, temos como objetivo desenvolver um sistema de Monitoramento de Consumo de Energia. Com este sistema, poderemos criar uma solução eficiente para residências e empresas, permitindo o acompanhamento detalhado e em tempo real do consumo elétrico. Através da coleta de dados e da geração de alertas, o sistema incentivará práticas mais sustentáveis, contribuindo para a redução do desperdício energético e promovendo o uso consciente da eletricidade.

O sistema será responsável por identificar padrões de empresas e residências, comparando dados e criando sugestões aos usuários sobre a melhor forma de utilizar a energia elétrica. É sabido que não é possível simplesmente deixar de utilizar aparelhos de ar-condicionado, por exemplo, devido ao calor intenso, e esse não é o objetivo. Graças ao sistema, os usuários poderão continuar utilizando tais aparelhos, porém, agora, de uma maneira mais consciente e sustentável.

Desse modo, o projeto vai de encontro total ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU) (ONU BRASIL, 2025). Tal ponto tem como objetivo garantir o acesso a fontes de energia viáveis, sustentáveis e modernas para todos. Mais adiante, é detalhado, dentre os objetivos, a meta de dobrar a taxa global de melhoria da eficiência energética até 2030, mesmo ano em que a ONU pretende ter aumentado substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global. O sistema de Monitoramento do Consumo de Energia Elétrica desenvolvido neste projeto será capaz de melhorar significativamente a eficiência energética, evitando o desperdício e ajudando a população a ter mais acesso à energia limpa e acessível.

O objetivo poderá ser alcançado a partir da coleta de dados e geração de alertas, permitindo o acompanhamento detalhado e em tempo real do consumo em residências e empresas. A partir disso, o sistema incentivará práticas mais sustentáveis, contribuindo para a redução do desperdício energético e promovendo o uso consciente da eletricidade. Para garantir a comunicação imediata e eficaz com o usuário, utilizaremos a API do WhatsApp Business para o envio automatizado desses alertas e sugestões de consumo, facilitando a adoção de práticas mais eficientes no dia a dia. Tais dados serão de suma importância para a adoção de práticas melhores por parte dos usuários, inclusive ao ressaltar a economia financeira que estas mudanças podem trazer ao plano individual.

O sistema contará com sensores de medição de consumo de energia elétrica, responsáveis por capturar informações sobre a quantidade de energia utilizada em determinados períodos. Estes dados serão processados e exibidos em um dashboard interativo com gráficos informativos e alertas de consumo excessivo. Tais dados serão de suma importância para a adoção de práticas melhores por parte dos usuários, inclusive ao ressaltar a economia financeira que estas mudanças podem trazer ao plano individual.

Os sensores estão conectados ao sistema central através de uma comunicação realizada por protocolos de IoT, como o MQTT (Message Queuing Telemetry Transport). A escolha deste protocolo se deve ao baixo consumo de dados, à fácil implementação e a possibilidade da troca de mensagens entre dispositivos para a nuvem e da nuvem para o dispositivo (AMAZON WEB SERVICES, 2025).

Serão aplicados conceitos como conectividade, sensoriamento e automação durante o desenvolvimento do projeto. Esta proposta não só reforça a importância da tecnologia IoT na gestão energética, mas também a adoção de hábitos sustentáveis no cotidiano, alinhados com as metas globais de eficiência energética e preservação ambiental.

Durante o projeto, aplicamos conceitos como conectividade, sensoriamento e automação. A proposta não só reforça a importância da tecnologia IoT na gestão energética, mas também a adoção de hábitos sustentáveis no cotidiano, alinhados com as metas globais de eficiência energética e preservação ambiental.

2. Materiais e Métodos

- **ESP32** (C++ / Arduino)
- **MQTT** (Mosquitto ou outro broker compatível)
- **Node-RED** (JavaScript / JSON para fluxos)
- **InfluxDB 2.x**
- **Grafana**
- **API CallMeBot** (WhatsApp)

3. Resultados

Esboços dos elementos da Dashboard

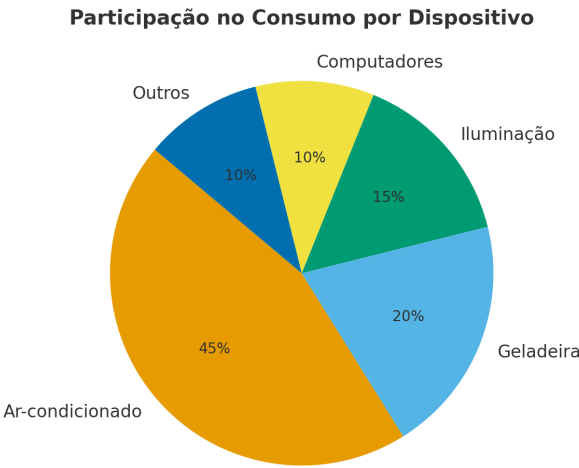


Gráfico 1. Particionamento de consumo por dispositivo

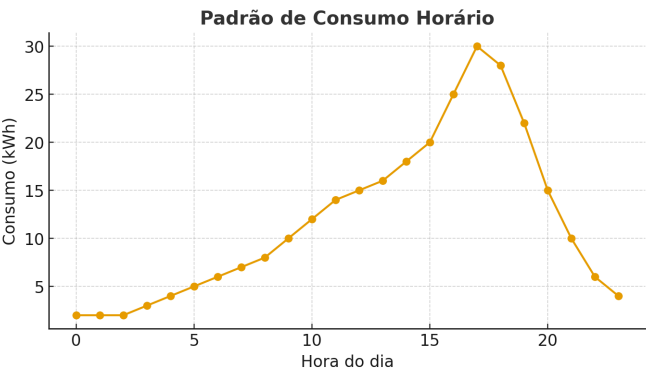


Gráfico 2. Padrão de consumo ao longo do dia

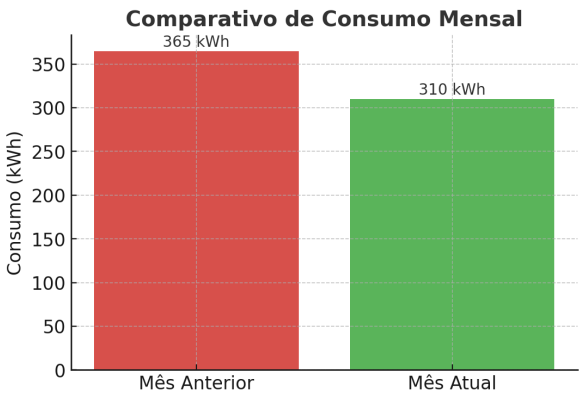


Gráfico 3. Comparativo mensal de consumo

4. Conclusões

O projeto alcançou com sucesso o objetivo de criar um sistema IoT funcional para monitoramento de consumo de energia elétrica. A integração entre sensores, ferramentas de processamento de dados (Node-RED), banco de dados (InfluxDB) e visualização (Grafana) se mostrou eficiente, confiável e expansível.

4.1 Significado dos Resultados

Os resultados obtidos demonstram que é viável, com baixo custo, criar uma solução de monitoramento de energia que permita desde o acompanhamento em tempo real até a análise detalhada do consumo elétrico, podendo impactar diretamente em medidas de economia de energia, segurança e detecção de falhas.

4.2 Vantagens do Projeto

- Monitoramento em tempo real e histórico;
- Custo acessível dos componentes;
- Possibilidade de expansão com mais sensores (tensão, temperatura, umidade);
- Sistema modular com capacidade de integração com APIs e automação residencial.

4.3 Dificuldades Encontradas

Durante o desenvolvimento, alguns desafios surgiram:

- Configuração inicial do bucket do InfluxDB com token correto;
- Criação de painéis personalizados no Grafana que representassem fielmente os dados.

4.4 Projetos Futuros

Para trabalhos futuros, propõe-se:

- Inclusão de sensores de tensão e cálculo da potência e consumo em kWh;
- Desenvolvimento de um aplicativo mobile para o usuário acompanhar em tempo real;
- Integração com sistemas de automação residencial para corte automático de energia;

- Implementação de machine learning para prever picos de consumo e sugerir reduções.

Em resumo, o projeto demonstrou na prática como ferramentas modernas e acessíveis podem ser utilizadas para resolver problemas reais, com potência de aplicação em diversas áreas residenciais, comerciais e industriais.

5. Referências

AMAZON WEB SERVICES. *O que é o MQTT?* Disponível em: <https://aws.amazon.com/pt/what-is/mqtt/#:~:text=O%20MQTT%20é%20um%20protocolo,da%20nuvem%20para%20o%20dispositivo>.

BAHIA, Governo do Estado. Consumo perdulário faz Brasil desperdiçar 10% da energia elétrica. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação da Bahia – SECTI, 2024. Disponível em: <https://www.ba.gov.br/secti/noticia/2024-05/675/consumo-perdulario-faz-brasil-desperdicar-10-da-energia-eletrica>.

COPPE/UFRJ. Estudo aponta aumento de 125% na demanda de energia elétrica para climatização até 2025. 2022. Disponível em: <https://www.coppe.ufrj.br/estudo-aponta-aumento-de-125-na-demanda-de-energia-eletrica-para-climatizacao-ate-2050>.

COSTA DE OLIVEIRA, Gabriel Lisboa. *Aplicação para controle do consumo elétrico: redução de custos através do monitoramento do consumo*. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2019. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/10984/TCC%20Gabriel%20Lisboa.pdf?isAllowed=y&sequence=1>.

FERNANDES, Carolina Cristina; MAZZOLA, Bruno Giovanni. *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: A evolução do Objetivo 7 – Energia Acessível e Limpa*. 2016. Disponível em: <https://engemausp.submissao.com.br/18/anais/arquivos/281.pdf>.

FIESC – Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina. Desperdício elétrico no Brasil equivale ao consumo de 20 milhões de residências. 2022. Disponível em: <https://fiesc.com.br/pt-br/imprensa/desperdicio-eletrico-no-brasil-equivale-ao-consumo-de-20-milhoes-de-residencias>.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. *ODS 7 – Energia Acessível e Limpa*. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ods/ods7.html>.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Aquecimento global à beira do limite crítico de 1,5 °C. 2024. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/noticias/noticias/460-aquecimento-global-a-beira-do-limite-critico-de-1-5-c>.

LUIZ, H. J. P. *Monitoramento do consumo de energia elétrica e controle de equipamentos via aplicativo*. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018. Disponível em: https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/922/1/MONOGRAFIA_MoniotramentoConsumoEnergia.pdf.

ONU BRASIL. Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7: Energia Limpa e acessível. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/7>.

SALAZAR, A.; RAJAGOPALAN, B.; MURRAY, K. The impact of climate change on residential air conditioning demand in the U.S. *Energy and Buildings*, v. 226, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778820334824>.