



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

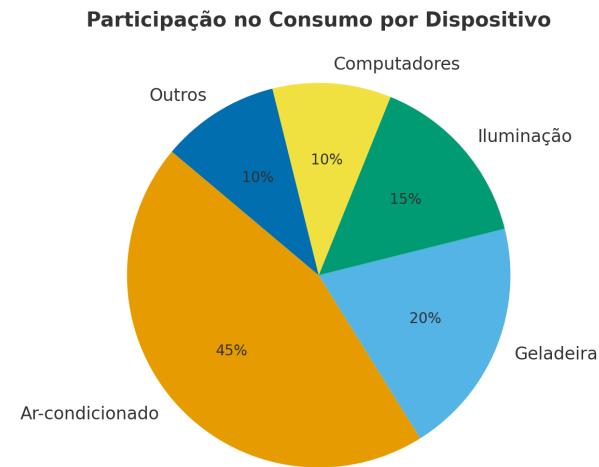


Gráfico 1. Particionamento de consumo por dispositivo

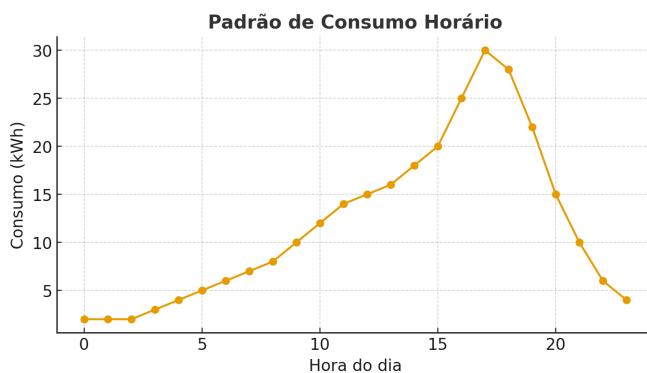


Gráfico 2. Padrão de consumo ao longo do dia

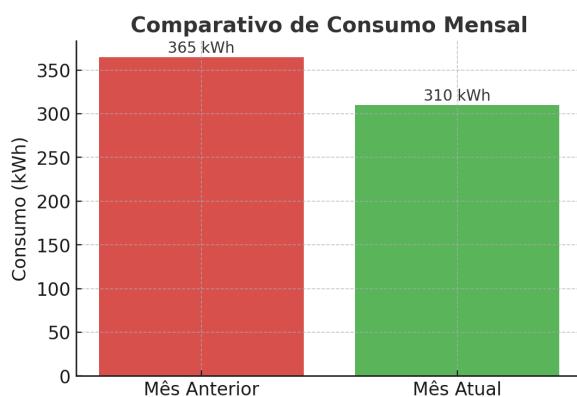


Gráfico 3. Comparativo mensal de consumo

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%20proto%20colocado%20nunquam%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-elettrico-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-contenidos/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>.