



ARTIGOS TECNOLÓGICOS

MINHA TARIFA BRANCA: SISTEMA DE APOIO À DECISÃO PARA ADESÃO À TARIFA BRANCA



MINHA TARIFA BRANCA: SISTEMA DE APOIO À DECISÃO PARA ADESÃO À TARIFA BRANCA

Yago Antonioli Marino, Luís Augusto Mattos Mendes, Gabriella Castro Barbosa Costa Dalpra, Glaucia Maria Nascimento Costa de Oliveira, Rafael José Fonseca de Sá, Lindolpho Oliveira de Araújo Junior, Ângelo Rocha de Oliveira

Resumo: Este artigo apresenta o desenvolvimento de um sistema inteligente para auxiliar consumidores na adesão à Tarifa Branca de energia elétrica. A solução integra *hardware* e *software*, permitindo o monitoramento em tempo real do consumo, análise de dados e sugestões personalizadas de tarifação. O dispositivo, instalado no quadro de distribuição da residência, envia informações para plataformas digitais acessíveis via web ou dispositivos móveis. Com isso, o sistema apresenta dados atualizados sobre os horários e valores da tarifa, promovendo o uso consciente da energia. O projeto também proporcionou a capacitação de estudantes em inovação tecnológica, ao longo de todo o seu desenvolvimento.

Palavras-chave: Tarifa Branca; Monitoramento de energia elétrica; Medidor inteligente.

1. Introdução

Apesar de contar com uma matriz energética predominantemente hidrelétrica, o Brasil possui uma das tarifas de energia elétrica mais elevadas do mundo (BEM, *et al*, 2023). Essa realidade é influenciada por variados fatores, como, por exemplo, os custos de geração, transmissão e distribuição, além de encargos e tributos (ANEEL, 2022).

As tarifas brasileiras variam conforme a classe de consumo e a tensão do fornecimento, sendo organizadas em dois grupos: o Grupo A (alta tensão) e o Grupo B (baixa tensão). No Grupo B, tem-se as residências e os pequenos comércios, com exceção dos consumidores de baixa renda, que contam com benefício tarifário diferenciado (ANEEL, 2021).

No Grupo B, destacam-se, ainda, duas modalidades: a Tarifa Convencional, com valor fixo por quilowatt-hora (kWh), e a Tarifa Branca, que varia conforme o horário de consumo. Na Tarifa Branca, os valores são reduzidos fora dos horários de pico e mais altos durante os períodos de maior demanda. Os dias úteis são divididos em três faixas de horário (pico, intermediário e fora de pico), enquanto fins de semana e feriados seguem a tarifa fora de pico (ANEEL, 2024). Essa modalidade, embora ofereça possibilidade de economia, exige conhecimento e planejamento do consumidor, como será apresentado a seguir.

2. Contexto do Problema

A Tarifa Branca foi criada com o objetivo de incentivar o consumo consciente de energia elétrica, oferecendo valores mais baixos durante os períodos de menor demanda, a fim de atenuar a carga na rede elétrica (ANEEL, 2024). No entanto, apesar do potencial de economia, sua adoção exige um conhecimento detalhado dos hábitos de consumo e dos horários de aplicação das tarifas, já que cada concessionária define seus próprios períodos de ponta, intermediário e fora de ponta, bem como os respectivos valores cobrados.

Vale destacar que há estados com mais de uma concessionária atuante, o que torna ainda mais complexa a identificação precisa dos horários em que a demanda da rede é mais elevada. Essa complexidade evidencia um cenário em que, apesar das boas intenções da tarifa, sua efetividade depende diretamente da capacidade do consumidor de compreender e adaptar seu consumo a essa dinâmica.

3. Diagnóstico do Problema

A falta de informação clara e acessível ao consumidor comum — que muitas vezes opta pela Tarifa Branca sem pleno entendimento de seu funcionamento, motivado pelos incentivos

oferecidos pelas concessionárias — representa um problema significativo. Sem planejamento adequado e ferramentas que forneçam informações confiáveis e personalizadas, essa escolha pode resultar em prejuízos financeiros, dificultando a real obtenção dos benefícios prometidos pela modalidade ao consumidor.

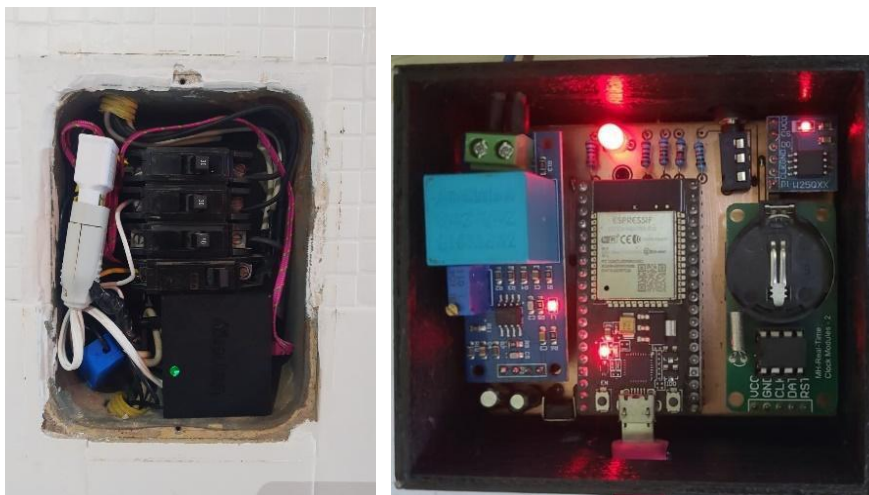
4. Proposta de Solução do Problema

O produto desenvolvido é um sistema composto por *hardware* e *software*, criado para fornecer ao consumidor maior controle sobre seu consumo de energia elétrica.

O *hardware*, ilustrado na Figura 1, é um medidor inteligente projetado para ser instalado no quadro de distribuição da residência. À esquerda, observa-se o protótipo em funcionamento, já instalado, com o sensor de corrente não invasivo (SCT-013), em azul — com um design pensado para facilitar tanto a instalação quanto a interação com o usuário. À direita, é apresentado o circuito interno do dispositivo, com destaque para os principais componentes: na parte superior esquerda encontra-se o módulo de memória flash (W25QXX) e, à direita, o relógio de tempo real (RTC1302). Logo abaixo, estão dispostos o microcontrolador (ESP32), responsável pelo processamento das leituras, e o sensor de tensão (ZMPT101B).

As informações obtidas são armazenadas localmente, o que assegura a preservação dos dados mesmo em casos de falha na conexão com a internet. O dispositivo também é equipado com um relógio em tempo real, essencial para registrar com precisão o horário das medições, uma vez que os valores da Tarifa Branca variam ao longo do dia. Após a coleta, os dados são enviados automaticamente, via conexão sem fio, para um servidor em nuvem, sendo, posteriormente, acessados pelas plataformas digitais do sistema.

Figura 1 – Protótipo do *Hardware*: à esquerda, instalado no quadro de distribuição de energia; à direita, componentes internos.



Fonte: O Autor, 2022

A equipe responsável pelo desenvolvimento do *software*, além do próprio *firmware* do dispositivo, foram desenvolvidas três plataformas complementares para acesso e análise dos dados coletados: um sistema web e dois aplicativos para dispositivos móveis — um para dispositivos com sistema operacional Android e outro para iOS. As interfaces dessas plataformas, ilustradas na Figura 2 — com a versão web à esquerda e a versão mobile à direita, foram projetadas com foco na simplicidade, usabilidade e acessibilidade, permitindo que consumidores de diferentes perfis visualizem e compreendam seus dados de consumo.

Figura 2 – Interface das plataformas desenvolvidas: à esquerda, a versão web; à direita, a versão mobile (Android e iOS).



Fonte: O Autor, 2022

A integração dos *softwares* com o *hardware* é realizada inicialmente via conexão *Bluetooth*, por meio da qual o usuário insere as credenciais da rede Wi-Fi. A partir desse ponto, o dispositivo passa a enviar automaticamente os dados coletados para um servidor em nuvem, abastecendo as plataformas com informações constantemente atualizadas. Esse processo garante ao usuário acesso remoto e em tempo real ao seu consumo, bem como às tarifas aplicáveis à sua região, independentemente de onde esteja no Brasil.

A partir dos dados coletados pelo dispositivo desenvolvido, os sistemas oferecem funcionalidades, como, por exemplo, o monitoramento em tempo real do consumo de energia, acesso ao histórico de uso, visualização dos custos com base nas tarifas da concessionária local e análise do padrão de consumo do usuário. As informações são organizadas de forma visual, com gráficos e indicadores que auxiliam na tomada de decisão. Além disso, o próprio *software* sugere a tarifação mais adequada ao perfil de consumo do usuário.

Portanto, o produto final se configura como um medidor inteligente conectado a plataformas digitais, capaz de informar o consumidor, de forma personalizada e atualizada, sobre os horários e valores da Tarifa Branca vigentes na região onde reside. Dessa forma, a solução proposta atende diretamente ao problema identificado, ao suprir a falta de informações acessíveis e confiáveis sobre o funcionamento da Tarifa Branca.

5. Plano de Ações da Mudança

O produto foi desenvolvido ao longo de dois anos por discentes do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), Campus Leopoldina, com equipes organizadas para atuar em diversas frentes do projeto. As atividades incluíram levantamento de requisitos, modelagem dos sistemas, segurança, identidade visual, prototipação, desenvolvimento e manutenção do banco de dados, criação do protótipo de *hardware*, desenvolvimento do aplicativo (Android e iOS) e do sistema web, além de testes, validações e integração dos componentes da solução — banco de dados, aplicativos, sistema web e *hardware*.

6. Conclusões e Contribuições

O desenvolvimento do projeto Minha Tarifa Branca: Sistema de Apoio à Decisão para Adesão à Tarifa Branca oportunizou desenvolver diversas habilidades dos alunos que participaram do projeto. Dentre as principais, podem-se destacar o senso de responsabilidade e

comprometimento com as entregas, liderança, capacidade em se adaptar a mudanças, trabalho em equipe, proatividade, autoconfiança, capacidade de inovação, pensamento crítico. Os alunos vivenciaram na prática: i) a criação e construção do sistema computacional composto por uma plataforma web e por aplicativo multiplataforma (Android e iOS); ii) desenvolvimento de *hardware* calibrado para a coleta da medição de consumo de energia elétrica; iii) capacitação de mão de obra para o desenvolvimento de soluções que envolvem alta tecnologia; iv) geração de renda elevada, em virtude da mão de obra especializada, para prestação de serviços *high tech*.

O projeto ainda gerou como resultados a publicação do artigo *Decision Support System for Adherence to the White Tariff* (DIAS et al., 2023), o registro de 4 (quatro) programas de computador — Uainergy: Firmware para monitoramento de consumo de energia elétrica e apoio a adesão à Tarifa Branca (Processo Nº: BR512024001661-9); Uainergy: Aplicativo IOS para monitoramento de consumo de energia elétrica e apoio a adesão à Tarifa Branca (Processo Nº: BR512024001660-0); Uainergy: Aplicativo Android para monitoramento de consumo de energia elétrica e apoio a adesão à Tarifa Branca (Processo Nº: BR512024001659-7); Uainergy: Sistema Web para monitoramento de consumo de energia elétrica e apoio a adesão à Tarifa Branca (Processo Nº: BR512024001658-9) — e o protótipo instalado dentro do quadro geral de energia.

Referências

ANEEL. *Classes de consumo*. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/entenda-a-tarifa/classes-de-consumo>. Acesso em: 30 abr. 2025.

ANEEL. *Resolução Normativa ANEEL nº 1.000, de 7 de dezembro de 2021*. 2021. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2025.

ANEEL. *Tarifa Branca*. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/tarifa-branca>. Acesso em: 23 abr. 2025.

BEM, L. C. E. et al. Desenvolvimento de um aplicativo para verificação das tarifas de eletricidade. *e-Prime-Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy*, 2023. página 100-122.

DIAS, PALOMA GREICIANA DE SOUZA. et al. Decision Support System for Adherence to the White Tariff. In Proceedings of the 25th International Conference on Enterprise Information Systems. Vol. 1: ICEIS; ISBN 978-989-758-648-4; ISSN 2184-4992, SciTePress, pages 698-703. DOI: 10.5220/0012039800003467. Disponível em: <

<https://www.scitepress.org/Link.aspx?doi=10.5220/0012039800003467> >. Acesso em: 21 abr. 2025.