

SISTEMA AVANÇADO DE MONITORAMENTO PARA NOBREAKS: UMA SOLUÇÃO INTEGRADA PARA A GESTÃO E CONTINUIDADE ENERGÉTICA

Leonardo da Rosa Marcello¹, Matheus Leandro Ferreira²

Resumo: O crescente uso de sistemas que gerenciam dados em ambientes críticos, culminou no desenvolvimento de soluções confiáveis no fornecimento de energia. Nesse contexto, as UPS desempenham um papel essencial, entretanto, ainda muitos UPS carecem de interfaces para o monitoramento em tempo real, dificultando a gestão proativa e aumentando consideravelmente o risco de falhas operacionais. Assim, esse trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema de monitoramento para nobreaks em tempo real, com o uso de sensores via IoT sendo integrados a uma interface gráfica, com alertas automáticos em caso de falhas, dessa forma, aumentando a segurança, eficiência energética e continuidade operacional. Esta pesquisa foi aplicada com desenvolvimento de um protótipo composto por dois módulos, sendo eles, o sensor e a aplicação. O módulo sensor, é composto por um Raspberry Pi utilizando sensores diversos, responsáveis pela coleta dos dados do nobreak e os armazenando em banco de dados e enviando alertas via Telegram em caso de erros. A aplicação web, foi feita em Python, consultando os dados a cada 10 segundos. O sistema apresentou desempenho satisfatório, coletando as informações em média de 1,63 e 1,29 segundos para envio de alertas. A interface permitiu a visualização dos dados em tempo real, permitindo análise histórica com gráficos e filtros. Os resultados apontaram que o sistema é funcional, estável e adequado para monitoramento remoto de nobreaks. Como trabalhos futuros, sugere-se aprimoramento dos sensores, inclusão de algoritmos de inteligência artificial para detecção preditiva de falhas e controle de servidores que estão conectados a UPS.

Palavras-chave: Monitoramento de Energia, Internet das Coisas, Raspberry Pi Zero 2, UPS, Nobreak

¹ Curso de Ciência da Computação, Universidade do Extremo Sul Catarinense (Unesc), leonardomarcello123456@gmail.com

² Curso de Ciência da Computação, Universidade do Extremo Sul Catarinense (Unesc), mlf@unesc.net

ABSTRACT: With the growing use of systems that manage data in critical environments, it has culminated in the development of reliable solutions for power supply. In this context, UPSs play an essential role; however, they still lack interfaces for real-time monitoring, thus making proactive management difficult and considerably increasing the risk of operational failures. In this sense, this work aims to develop a real-time monitoring system for UPSs, using sensors via IoT integrated into a graphical interface, with automatic alerts in case of failures, thereby increasing safety, energy efficiency, and operational continuity. This research was applied through the development of a prototype composed of two modules, namely the sensor and the application. The sensor module is composed of a Raspberry Pi using various sensors, responsible for collecting UPS data, storing them in a database, and sending alerts via Telegram in case of errors. The web application was made in Python, querying the data every 10 seconds. The system showed satisfactory performance, collecting information in an average of 1.63 and 1.29 seconds for sending alerts. The interface allowed the visualization of data in real time, enabling historical analysis with graphs and filters. The results indicated that the system is functional, stable, and suitable for remote UPS monitoring. As future work, it is suggested to improve the sensors, include artificial intelligence algorithms for predictive fault detection, and implement control of servers connected to the UPS.

Keywords: Energy Monitoring, Internet of Things, Raspberry Pi Zero 2, UPS, Nobreak.

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento exponencial das tecnologias de informação e a consequente multiplicação de dispositivos que gerenciam os dados críticos, a confiabilidade no fornecimento de energia tornou-se um componente vital para a continuidade operacional de sistemas essenciais. Essa necessidade culminou no desenvolvimento e na ampla adoção de Sistemas de Alimentação Ininterrupta (*UPS - Uninterruptible Power Supplies*), mais conhecidos como nobreaks, que asseguram a continuidade operacional, mesmo diante de falhas no fornecimento de energia elétrica (Neelamraju & Yellampalli, 2023).

Os UPS proveem energia de suas baterias de forma rápida quando ocorre uma falha energética, assim, fornecendo energia condicionada e contínua com qualidade. Os sistemas de alimentação ininterrupta, são comumente utilizados em hardwares críticos como servidores, computadores, sistemas de segurança, entre outros, que não podem ter o seu funcionamento interrompido (Aamir, Kalwar, & Mekhilef, 2016).

Entretanto, muitos modelos de nobreaks ainda carecem de interface de usuário específicas, que permita o gerenciamento e monitoramento eficiente em tempo real e de implementações específicas, não padrões em UPS comerciais (K Vijaya Manasa Et Al., 2018). Esta limitação dificulta a capacidade dos usuários de reagirem prontamente a situações críticas, comprometendo a eficiência operacional. A integração insuficiente com sistemas centralizados de gestão e plataformas de automação, amplifica esses desafios (Kazakoba et al., 2015).

Além disso, devido à instabilidade da energia elétrica em muitos locais do Brasil, a falta de um monitoramento eficaz dos nobreaks pode resultar em consequências desastrosas como a perda de dados, interrupções operacionais e danos a equipamentos sensíveis, levando a perdas financeiras significativas e comprometendo a segurança da infraestrutura (Aamir, Kalwar, & Mekhilef, 2016). Dessa forma, com o monitoramento adequado é possível mitigar os problemas, pois o sistema irá notificar ao administrador da infraestrutura caso ocorra uma queda de energia, permitindo que as devidas providências sejam tomadas.

A Internet das Coisas (*IoT - Internet of Things*) e o *middleware* para redes de sensores sem fio, foram desenvolvidos para conectar pessoas e processos cotidianos à internet; assim, com a sua ampla adoção, tornou-se viável essa aplicação no monitoramento dos sistemas de alimentação ininterrupta (Azevedo, 2016). Quando integrados com dispositivos como o Arduino, que possui sensores capazes de responder a estímulos como luz, fumaça e calor, é possível utilizá-los como fontes de entrada de dados. Essas informações capturadas, são armazenadas e transmitidas a um servidor responsável pelo processamento e execução das ações necessárias, exibindo-as em uma interface de monitoramento para que o usuário possa analisá-las em tempo real (Santos et al., 2016).

A IoT desempenha um papel crucial no desenvolvimento de sistemas inteligentes para monitoramento e gestão do consumo de energia. Essa tecnologia não apenas aumenta a eficiência energética, mas também reduz os riscos decorrentes

de falhas no monitoramento dos sistemas UPS, por meio de informações mostradas na interface de controle (Hu, 2014). Dessa forma, a IoT oferece uma abordagem inovadora para o desenvolvimento de sistemas de monitoramento inteligente nas empresas e indústrias, com potencial para minimizar significativamente os riscos associados à ineficácia do controle dos sistemas UPS (Hu, 2014).

Juntamente com a IoT é possível desenvolver a integração de sistemas de gestão centralizados com interfaces gráficas intuitivas, sendo essencial para superar as limitações dos atuais sistemas de energia ininterrupta (Lukman, 2016). Interfaces bem projetadas permitem que os usuários compreendam rapidamente os parâmetros do dispositivo, tomem decisões informadas e realizem intervenções em tempo hábil, minimizando o risco de falhas críticas.

Estudos de caso reforçam a importância de integrar tecnologias modernas aos sistemas de monitoramento de UPS. Em uma análise comparativa, Macedo et al. (2021) destacam que a utilização de IoT e protocolos como MQTT permite monitoramento em tempo real, notificações automáticas e maior confiabilidade na gestão de sistemas críticos de forma remota, permitindo a intervenção imediata e a prevenção de falhas. Segundo Gomes et al. (2020), o monitoramento contínuo e a análise de dados capturados pelos sensores da IT promovem uma gestão eficiente e sustentável, reduzindo custos e aumentando a longevidade dos equipamentos. Essa abordagem enfatiza o papel da inovação tecnológica na mitigação de riscos e na manutenção da continuidade operacional.

A lacuna no mercado para soluções de fácil utilização e que permitam a integração com sistemas de gestão centralizados para o monitoramento de nobreaks, é evidente. O monitoramento de energia emerge como um passo inicial, fornecendo dados detalhados, essenciais para o gerenciamento energético (Bell, 2006). Esse fundamento, apoia o desenvolvimento de sistemas de monitoramento para nobreaks, direcionando a pesquisa para soluções inovadoras que atendam às necessidades emergentes de eficiência e continuidade energética (Balamurugan; Saravanakamalam, 2017).

De acordo com o trabalho proposto, diversas pesquisas foram publicadas em revistas nacionais e internacionais. Em uma pesquisa realizada por Hajar, Muhammad & Dani, Akhmad & Miharno, Satriyo (2018), foi projetado um dispositivo de monitoramento de corrente elétrica com um sistema IoT, com o objetivo de realizar o

monitoramento adequado de um sistema elétrico, caso o valor da corrente atingir um nível máximo o sistema irá enviar uma mensagem ao usuário, que poderá desligar a energia via Telegram. Para isso, foi utilizado o microcontrolador Wesmos para o desenvolvimento do dispositivo de monitoramento, sensor esse, conectado à carga do Nobreak, dessa forma, ele mostrará o valor da corrente elétrica no display LCD, que também é conectado ao sistema IoT. Como resultado, o projeto foi concluído com sucesso, mas os testes mostraram atrasos mínimos no funcionamento, com o envio de notificações 6,2 segundos após a detecção de sobrecarga.

O artigo desenvolvido por Gomes, F. S.; Pereira, A. F.; Ramos, P. V. B (2020) propõe o desenvolvimento de um sistema de automação residencial de baixo custo, visando automatizar o controle da distribuição de energia em uma residência, e controle e supervisão de energia elétrica, que possa ser utilizado em diversos dispositivos, sendo eles tomadas, luminárias e interruptores, facilitando a compreensão do funcionamento integral da solução. As plataformas utilizadas para a prototipação foram o AdobeXD responsável por realizar o *mock-up* da interface, o Raspberry Pi juntamente com o sensor de corrente SCT-013 20A, auxiliando na interação entre os sensores e atuadores para percepção ambiental. Os dados gerados serão armazenados no banco de dados Google Firebase, assim, os usuários poderão ver as informações em tempo real em um aplicativo mobile. Como resultado, os autores concluíram que as ferramentas escolhidas funcionaram conforme o objetivo estabelecido, outrossim, a integração entre hardware e software foi fundamental, demonstrando que o controle pode ser adaptado ao ambiente específico.

O trabalho desenvolvido por Cun e colaboradores (2002), discutem o desenvolvimento de sistemas de monitoramento de baterias para nobreaks da patenteada Merlin Gerin, com foco em aplicações críticas de telecomunicação. O objetivo do trabalho foi investigar e apresentar uma metodologia para a gestão eficiente de UPS, garantindo a satisfação do cliente. O foco está em desenvolver um método que seja preciso, simples e economicamente viável, facilitando a integração com os sistemas atuais de UPS. Como resultado, os autores concluíram que o sistema garante uma gestão eficiente para prolongar a vida útil da bateria, permitindo ações proativas, além disso, possui uma boa acurácia, o sistema teoricamente possui uma previsão de erro de 10%, mas com os testes práticos realizados, concluíram uma previsão de erro de 5%.

O artigo desenvolvido por Macedo e colaboradores (2021), propõe o desenvolvimento de um sistema de monitoramento da alimentação elétrica de dispositivos do tipo UPS. O objetivo do artigo é o monitoramento adequado das informações da UPS, a fim de detectar incidentes, antecipar falhas e calcular o consumo de energia de um determinado local. Para o sistema de monitoramento da UPS, foram utilizados microcontroladores como o ESP8266 NodeMCU, sensores de baixo custo e Raspberry Pi que realizam medições de corrente e tensão. Os dados coletados, são enviados a um datacenter privado armazenado no serviço de monitoramento chamado Zabbix. Na camada de transmissão, a solução implementa gateways utilizando o Raspberry Pi, que fornecem rede Wi-Fi para conectar os dispositivos IoT propostos. Os dados coletados são encaminhados via protocolo MQTT, permitindo um sistema M2M (*machine-to-machine*) sem fio, escalável, com baixo consumo de banda e latência. Como resultado os dados coletados pelo microcontrolador corresponderam fielmente aos valores medidos pelos voltímetros e amperímetro, assim com as informações obtidas podem ser utilizadas para identificar incidentes e o monitoramento do consumo energético de um determinado local.

Desse modo, o intuito do presente trabalho é desenvolver um sistema de monitoramento para nobreaks que, além de fornecer informações detalhadas sobre a situação do sistema de energia ininterrupta, também as apresente de maneira intuitiva por meio de uma interface gráfica. A solução proposta visa aumentar a utilidade e aplicabilidade, contribuindo significativamente para a continuidade operacional e eficiência energética. A importância do monitoramento de energia, especialmente em contextos industriais que apresentam um consumo energético elevado, reforça a relevância deste trabalho.

2 MATERIAS E MÉTODOS

Essa pesquisa é aplicada, de base tecnológica e explicativa. Para seu desenvolvimento, foi criado um protótipo utilizando conceitos de IoT, sensores e conexão à internet, visando um monitoramento eficiente por meio de uma interface gráfica. O protótipo consiste em 2 partes, sendo eles, o modulo sensor e a aplicação para a visualização dos dados coletados.

O modulo sensor, consiste em um protótipo de dispositivo é responsável pela coleta dos dados do nobreak, do armazenamento das informações capturadas no banco de dados MySQL e quando detectada uma falha na rede o sistema envia uma notificação ao usuário via Telegram, dessa forma o usuário consegue tomar providências de forma imediata. Já a aplicação, realiza consultas no banco de dados a cada dez segundos, a fim de coletar as informações e apresentá-las na interface para o usuário realizar o monitoramento adequado. A comunicação entre os dois módulos é realizada por meio de uma VPN, garantindo segurança e integridade na transmissão dos dados.

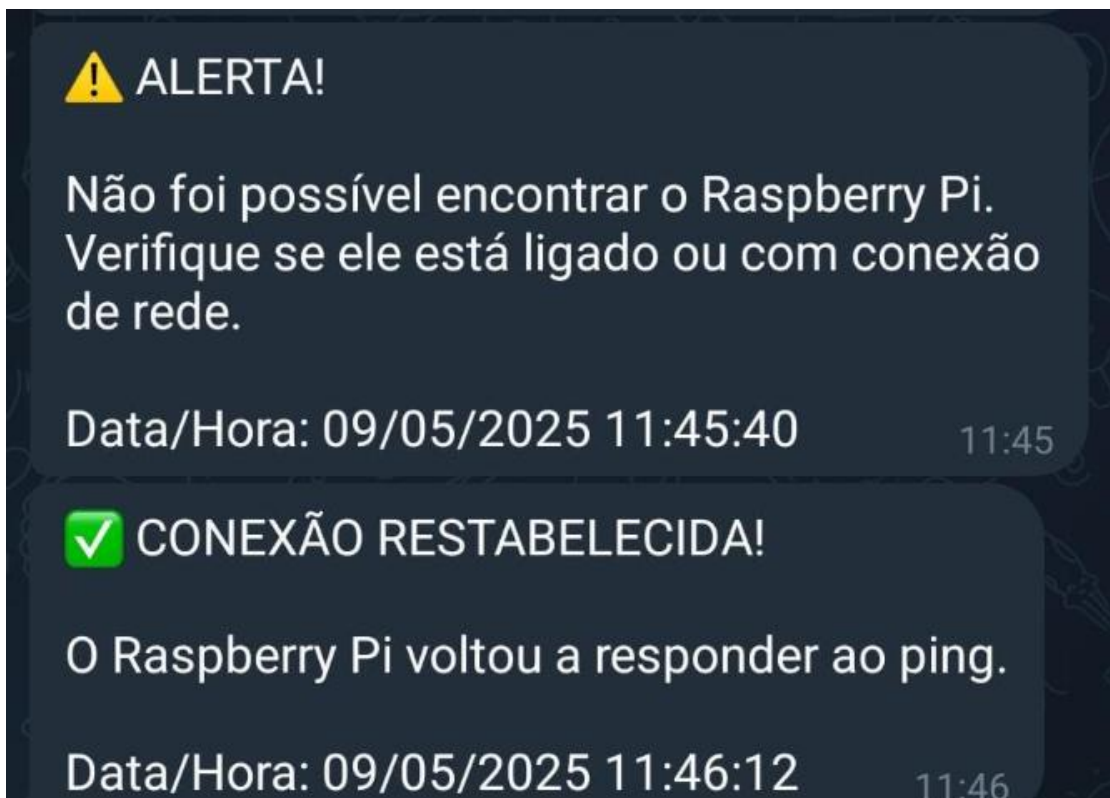
2.1 DESENVOLVIMENTO DO MODULO SENSOR

O modulo sensor foi desenvolvido com um Raspberry Pi Zero 2, utilizando os sensores de umidade e temperatura DHT11, sensor de poeira e fumaça e sensor para verificar a tensão da bateria do nobreak. Além disso, foi usado o Analógico-Digital (ADC), responsável por converter os sinais analógicos dos sensores em dados digitais, assim sendo possível realizar o processamento pelo sistema. O código para a coleta das informações foi realizado em Python 3.9, e o código-fonte está armazenado diretamente no Raspberry Pi, ademais, foi criado um serviço no Raspberry PI para a execução do código.

Para a interação com os sensores, foram utilizadas as bibliotecas *RPi.GPIO* e *gpiozero*, permitindo o controle dos pinos GPIO (*General Purpose Input/Output*) e dos dispositivos conectados a eles. A biblioteca *Adafruit_DHT* foi empregada para a leitura dos sensores de temperatura e umidade, enquanto a *mysql.connector* foi utilizada para estabelecer a comunicação entre o Python e o banco de dados MySQL, viabilizando o armazenamento e a recuperação das informações coletados pelo sistema. A cada execução o programa realiza a coleta dos dados necessários, realiza os devidos cálculos para a obtenção da tensão da bateria e após isso, conecta no banco de dados para realizar a inserção nas tabelas, além do mais, no final da coleta dos dados realiza a criação de uma planilha com os dados coletados, permitindo análises futuras por parte do usuário. Em seguida, o sistema aguarda dez segundos para realizar a coleta novamente.

Outrossim, foi implementada a funcionalidade de verificação da conectividade com o Raspberry Pi, utilizando as bibliotecas *subprocess* e *platform*. Essas bibliotecas, permitem realizar um comando de *tcp*. Caso o *Raspberry Pi* não responda ao *tcp*, é enviado automaticamente um alerta via Telegram informando a falha de comunicação. Assim que a conexão for restabelecida, uma nova mensagem é enviada para notificar o retorno da conectividade (Figura 1).

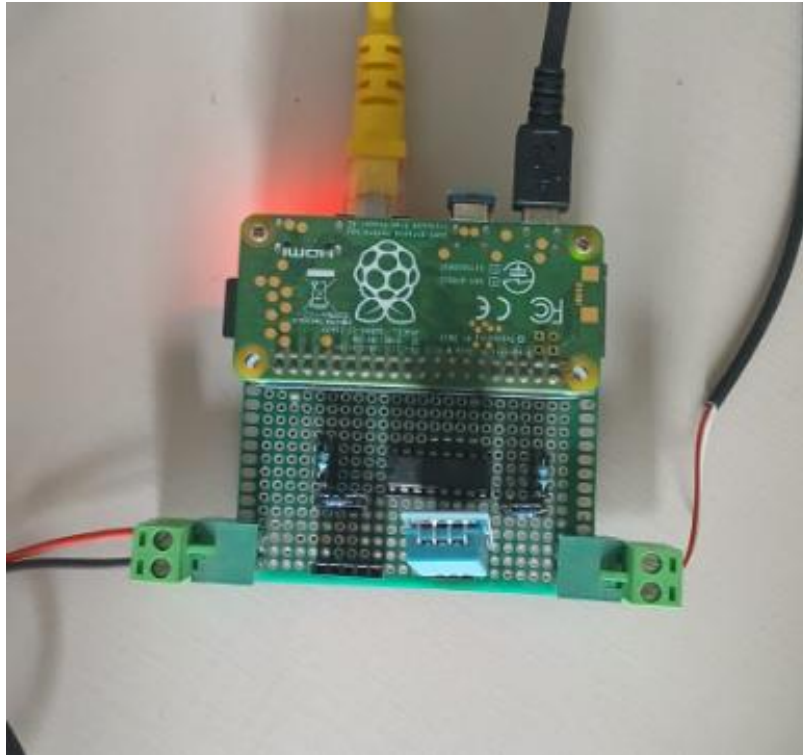
Figura 1 - Alerta da conexão do Raspberry Pi.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a conexão dos módulos foi utilizado uma placa circuito impresso, os sensores foram soldados a essa placa em conjunto com cabos para a conexão. O dispositivo é alimentado pelo cabo de alimentação do Raspberry PI na tomada de 220v (Figura 2).

Figura 2 - Raspberry Pi.



Fonte: Elaborado pelo autor.

2.2 DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO

A aplicação foi desenvolvida utilizando a linguagem de programação Python na versão 3.9, juntamente com HTML, CSS e JS. As principais bibliotecas utilizadas no Python foram as *Flask*, *Flask-SocketIO* e *Flask-Session*, responsáveis para desenvolvimento de aplicações web, juntamente com o uso do protocolo *WebSocket* para a comunicação em tempo real entre o servidor e os clientes conectados. Ademais, foi utilizado o *mysql.connector* para a comunicação com o banco de dados e o *bcrypt* para a criptografia de senhas no formato de *hash* (UTF-8), garantindo a segurança da senha armazenada.

No desenvolvimento, foi criada uma tela de login que solicita usuário e senha para acesso ao sistema de monitoramento. Esse usuário já está previamente cadastrado no banco de dados, utilizando a criptografia do *bcrypt*, com isso, caso o protótipo seja comercializado, o produto será encaminhado ao usuário com seus dados de login. Em seguida, foi desenvolvida a tela de cadastro de nobreak, em que é possível inserir o nome, marca, tensão mínima, temperatura mínima do Raspberry

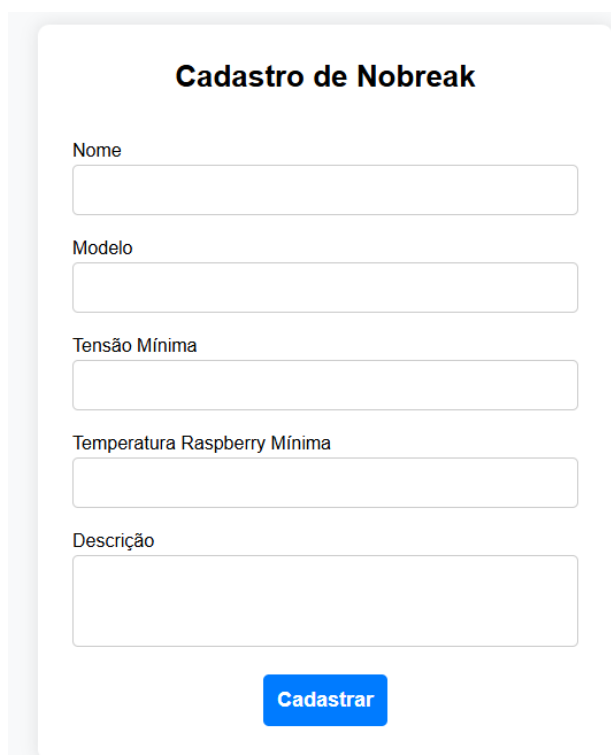
PI e a descrição do componente (Figura 3 e 4). Caso a tensão no Nobreak seja menor que a mínima cadastrada e a temperatura mínima do Raspberry PI seja maior que a cadastrada um alerta é enviada pelo Telegram.

Figura 3 - Tela do gerenciamento do Nobreak.



Fonte: Elaborado pelo autor.

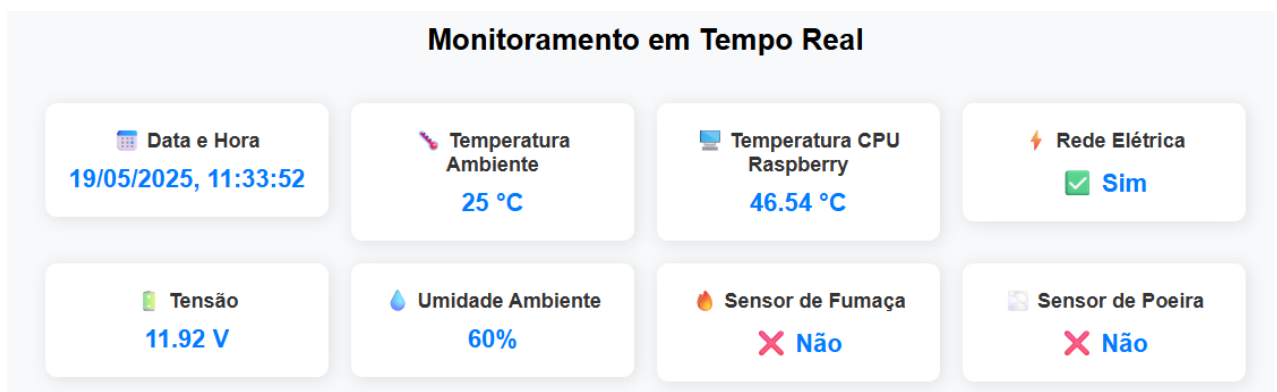
Figura 4 - Tela de cadastro do Nobreak.

A screenshot of a web form titled "Cadastro de Nobreak". The form contains five input fields: "Nome", "Modelo", "Tensão Mínima", "Temperatura Raspberry Mínima", and "Descrição". At the bottom of the form is a blue button with the text "Cadastrar".

Fonte: Elaborado pelo autor.

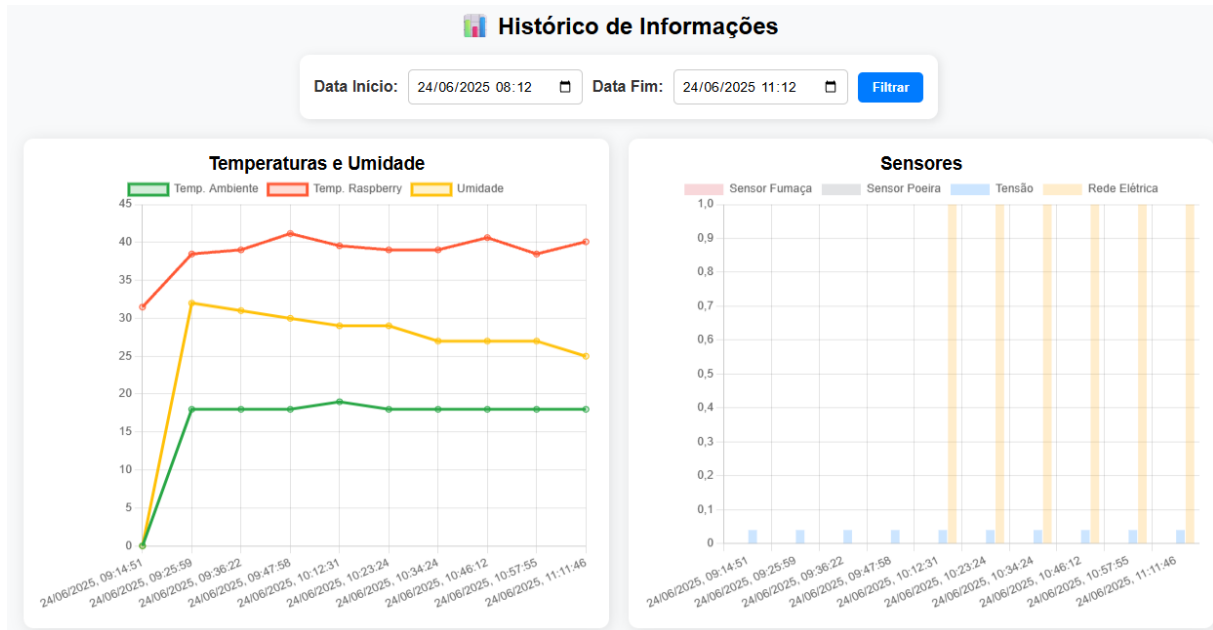
Além do mais, foi desenvolvida a tela de monitoramento, que consiste na visualização das informações da UPS. Ao abrir a tela, o sistema busca as informações no banco de dados por meio de consultas e as disponibiliza na interface (Figura 5). Caso o sensor não tenha conseguido capturar as informações, é apresentada na tela uma mensagem de erro. Durante o trabalho foi visto que o sensor de temperatura e umidade apresenta erro de forma intermitente, dessa forma, foi adicionada uma variável para armazenar a informação da última temperatura e umidade válida capturada. Também foi feita uma tela de relatórios na qual é possível verificar, por meio de gráficos, o histórico de informações que foram coletadas e armazenadas no banco de dados, nessa tela é possível filtrar por data e hora com início e fim (Figura 6).

Figura 5 - Tela do monitoramento do Nobreak.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 6 - Tela do histórico de informações do Nobreak.



Fonte: Elaborado pelo autor.

2.3 EXPERIMENTOS

Durante esta pesquisa, foram realizados experimentos com métodos manuais e automáticos. Na etapa manual, foi monitorado a coleta e inserção dos registros no banco de dados, verificando se os dados coletados do nobreak eram devidamente armazenados, desde que o nobreak estivesse previamente cadastrado, garantindo assim a correta persistência das informações. Além disso, na parte da aplicação foi realizado testes da visualização das informações na tela de monitoramento e na tela de histórico, por onde é possível verificar dados anteriores. Além do mais, foram feitos ajustes na programação no *Python* para forçar o envio de alertas, alterando os valores obtidos dos sensores, também foi feito o desligamento manual da energia geral e o desligamento da bateria do nobreak, a fim de validar o funcionamento das notificações no Telegram.

Nos experimentos automáticos, o Raspberry Pi foi conectado a um nobreak da SDC Energy modelo SDC-1KS3B1F e permaneceu em operação contínua durante duas semanas. Durante esse período, o dispositivo realizou o monitoramento automático dos dados, enviando informações para o Telegram caso detectasse alguma falha e permitindo a visualização das informações em condições reais de uso.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O protótipo desenvolvido apresentou desempenho satisfatório nos experimentos realizados, sendo capaz de capturar com precisão os dados provenientes do nobreak e de se comunicar eficazmente com o Telegram sempre que falhas foram detectadas. Em duas semanas de operação contínua, o sistema identificou corretamente todas as falhas simuladas, como a interrupção da alimentação elétrica e a desconexão da bateria, enviando os alertas correspondentes. Esses resultados validam a robustez e a eficácia da solução proposta.

Diferentemente da solução apresentada por Macedo *et al.* (2021), que adotou a ferramenta Zabbix para monitoramento e visualização de dados, a proposta deste trabalho envolveu o desenvolvimento de uma aplicação própria. Essa escolha proporcionou maior flexibilidade na integração com os dispositivos monitorados e controle direto sobre os recursos da interface. Implementada com *Flask* e *SocketIO*, a aplicação permitiu atualização em tempo real dos dados, além da inclusão de filtros por data e hora e exibição por meio de gráficos interativos. Embora o trabalho de Macedo tenha seguido uma abordagem consolidada de mercado, a solução personalizada desenvolvida neste estudo demonstrou maior adaptabilidade às necessidades específicas do projeto, o que pode ser considerado um diferencial positivo.

Além disso, enquanto Macedo *et al.* utilizaram o protocolo MQTT para a transmissão de dados, o presente estudo optou pela adoção de uma *Virtual Private Network* (VPN) como meio de comunicação. Essa alteração teve como objetivo aprimorar a segurança e a confiabilidade da transmissão, especialmente em ambientes que exigem proteção de dados sensíveis.

Em relação aos sensores, destaca-se o papel fundamental do chip conversor Analógico-Digital na leitura precisa dos sensores de tensão e bateria, uma vez que esses dispositivos não possuem interface de comunicação digital nativa. O uso do conversor permitiu a captação fiel dos sinais analógicos e garantiu a precisão no monitoramento. Por outro lado, o sensor DHT11, responsável pela medição de temperatura e umidade, apresentou intermitências durante os testes, gerando leituras inválidas em determinados momentos. Para mitigar esse problema, foi implementado

um mecanismo de *fallback* que armazena a última medida válida, evitando falhas na exibição de dados tanto na interface de monitoramento quanto no banco de dados. Essa solução contribuiu para a estabilidade geral do sistema. No entanto, para futuras implementações, recomenda-se a substituição do DHT11 por sensores mais precisos e confiáveis, como o DHT22 ou o BME280, especialmente em cenários que demandam maior sensibilidade e robustez.

Também foi integrado ao sistema um sensor de poeira e fumaça, cuja função é detectar partículas em suspensão no ar. Durante os experimentos, este sensor operou de forma consistente, sem apresentar falhas, com os dados sendo corretamente processados e armazenados, o que confirma sua aplicabilidade em ambientes de monitoramento ambiental.

Nos testes de falhas induzidas, como corte abrupto de energia e desconexão da bateria do nobreak, o sistema obteve desempenho expressivo, enviando alertas ao Telegram com tempo médio de 1,29 segundos após a detecção do evento. Esse tempo representa uma melhora significativa em relação ao atraso de 6,2 segundos relatado por Hajar *et al.* (2018), sendo essa melhora atribuída, em parte, ao uso de conexão via cabo Ethernet com largura de banda de 130 Mbps. Considerando que a agilidade na resposta é um requisito crítico em sistemas de monitoramento, esse resultado representa um avanço relevante.

Adicionalmente, o tempo médio de aquisição de dados de todos os sensores foi de 1,63 segundos, valor considerado adequado para aplicações que exigem resposta em tempo real. Esses tempos foram calculados a partir da média das execuções durante o período de testes. A tabela a seguir apresenta os valores obtidos dos sensores utilizados durante os testes, esses valores permitem uma análise mais detalhada do desempenho de cada componente do sistema (Tabela 1).

Tabela 1 - Informações obtidas no monitoramento do nobreak.

Data/Hora	Tensão (V)	Rede Elétrica	Umidade (%)	Temperatura Ambiente (°C)	Temperatura CPU (°C)	Média tempo de coleta	Média tempo de envio
2025-05-23 09:54:17	40,63	1	55	23	46,54	1,63	1,296
2025-05-23 09:55:28	40,63	1	55	23	44,388	1,63	1,296
2025-05-23 09:56:46	40,63	1	55	23	44,388	1,63	1,296
2025-05-23 09:57:55	40,63	1	55	23	45,464	1,63	1,296
2025-05-23 09:59:09	40,54	1	55	23	45,464	1,63	1,296
2025-05-23 10:00:22	40,54	1	55	23	45,464	1,63	1,296
2025-05-23 10:01:38	40,54	1	55	23	46,54	1,63	1,296
2025-05-23 10:02:54	40,54	1	55	23	44,388	1,63	1,296

2025-05-23	10:04:15	40,63	1	56	23	44,926	1,63	1,296
2025-05-23	10:05:29	40,63	1	56	23	47,078	1,63	1,296
2025-05-23	10:06:45	40,63	1	56	23	45,464	1,63	1,296
2025-05-23	10:08:03	40,54	1	56	23	45,464	1,63	1,296
2025-05-23	10:09:19	40,63	1	56	23	47,078	1,63	1,296
2025-05-23	10:10:33	40,63	1	56	23	44,926	1,63	1,296
2025-05-23	10:11:45	40,54	1	56	23	45,464	1,63	1,296

Fonte: Elaborado pelo autor.

4 CONCLUSÃO

Este trabalho teve por objetivo principal desenvolver um sistema de monitoramento para UPS, capaz de coletar e exibir as informações em tempo real por meio de uma interface intuitiva. O sistema também foi projetado para fornecer alertas imediatos, caso seja detectada alguma falha no sistema, permitindo ações corretivas rápidas. Além disso, buscou-se diminuir os riscos operacionais associados a falta de energia nos sistemas críticos, como servidores, computadores, sistemas de

segurança, entre outros. O protótipo, foi implementado utilizando o módulo do sensor contendo o Rapsberry Pi, juntamente com sensores responsáveis pela coleta das informações e o desenvolvimento da aplicação para visualização dos dados obtidos.

Diante dos resultados, conclui-se que o sistema atendeu plenamente aos objetivos estabelecidos. Os dados foram capturados com sucesso pelos sensores, os alertas foram enviados de forma rápida ao usuário, e a aplicação web desenvolvida demonstrou estabilidade e eficiência na apresentação dos dados. Dessa forma, o sistema mostrou-se compatível com os requisitos de aplicações de monitoramento remoto em tempo real.

No entanto, o sensor DHT11 apresentou falhas intermitentes na captura dos dados de temperatura e umidade. Diante disso, foi necessário implementar um mecanismo de *fallback*, responsável por armazenar a última leitura válida registrada.

Para trabalhos futuros, recomenda-se melhorias como: a substituição de sensores que apresentaram falhas; expansão das funcionalidades gráficas, inclusão de opções de personalização, o desenvolvimento de um gerenciamento dos servidores que estão conectados a UPS, assim possibilitando o desligamento dos servidores quando for detectado a queda de energia na rede elétrica. Além da incorporação de algoritmos de detecção de anomalias baseados em técnicas de inteligência artificial e aprendizado de máquina, com objetivo de ampliar a confiabilidade, a autonomia e a inteligência do sistema desenvolvido.

REFERÊNCIAS

AAMIR, M.; AHMED KALWAR, K.; MEKHILEF, S. **Review: Uninterruptible Power Supply (UPS) system**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 58, n. C, p. 1395–1410, 2016.

ANIOLLY, M.; BARBOSA, R. R.; WILLIAMS, P. **Usabilidade e experiência do usuário de sistemas de informação: em busca de limites e relações**. Ciência da Informação em Revista, v. 6, n. 3, p. 34–48, 2019.

AZEVEDO, V. A. **Geração internet das coisas**. Diálogo com a Economia Criativa, v. 1, n. 2, p. 75, 11 out. 2016.

BALAMURUGAN, S.; SARAVANAKAMALAM D.; **Energy monitoring and management using internet of things**. 1 mar. 2017.

BELL, T. **The UPS in critical application [uninterruptible power supplies]**. Power Engineer, v. 20, n. 6, p. 34, 2006.

CUN, J. P. *et al.* **The experience of a UPS company in advanced battery monitoring**. 23 dez. 2002.

GOMES, F. S.; PEREIRA, A. F.; RAMOS, P. V. B. **Prototipação de uma solução para promover eficiência energética em ambientes inteligentes utilizando IoT**. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 3, p. 11926–11934, 2020.

Hajar, Muhammad & Dani, Akhmad & Miharno, Satriyo. (2018). **Monitoring of electrical system using internet of things with smart current electric sensors**. SINERGI. 22. 211. 10.22441/sinergi.2018.3.010.

K VIJAYA MANASA *et al.* **Performance monitoring of UPS battery using IoT**. International Journal of Engineering & Technology, v. 7, n. 2.7, p. 352–352, 18 mar. 2018.

KAZAKOBA *et al.* **System remote monitoring of uninterruptible power supplies**. Alternative energy sources in the transport-technological complex problems and prospects of rational use of, v. 2, n. 2, p. 878–881, 17 dez. 2015.

LUKMAN, H. **Smart monitoring uninterruptible power supply (ups) pada data center universitas lampung**. In: Proceedings of the International Conference on Robotics and Automation (ICRA). [s.n.], 2016.

MACEDO, G. M. DE *et al.* **Solução de iot para monitoramento elétrico de ups em ambiente de data center / iot solution for ups electrical monitoring in data center environment**. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 3, p. 29691–29708, 2021.

PAVAN MOHAN NEELAMRAJU; SIVA YELLAMPALLI. **Analysis of Uninterruptable Power Supply Critical-to-Quality Factors Bachelor of Technology**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/374372112_Analysis_of_Uninterruptable_

Power_Supply_Critical-to-Quality_Factors_Bachelor_of_Technology>.

SANTOS, B. *et al.* **Capítulo 1 Internet das Coisas: da Teoria à Prática.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://homepages.dcc.ufmg.br/~mmvieira/cc/papers/internet-das-coisas.pdf>>.