



PROJETO DE PESQUISA - PEQUENAS CENTRAIS HIDROELÉTRICAS 4.0¹

Guilherme Eckhardt², Nathaly Müller³, João Schefer⁴, Francisco Bressan⁵, Joana Câmara⁶, Manuel Binelo⁷, Maurício de Campos⁸, Paulo Sausen⁹

¹ Projeto de pesquisa desenvolvido na Unijuí, projeto de extensão realizado no Grupo de Automação Industrial e Controle (GAIC), projeto com financiamento da empresa Hidroenergia;

² Bolsista PROFAP, Estudante do curso de Graduação em Ciência da Computação da Unijuí;

³ Bolsista PROFAP, Estudante do curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Unijuí;

⁴ Bolsista PROFAP, Estudante do curso de Graduação em Ciência da Computação da Unijuí;

⁵ Bolsista CNPq, Estudante do curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Unijuí;

⁶ Bolsista CNPq, Estudante do curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Unijuí;

⁷ Professor Pesquisador do Grupo de Automação Industrial e Controle - GAIC - Unijuí;

⁸ Professor Pesquisador do Grupo de Automação Industrial e Controle - GAIC - Unijuí;

⁹ Professor Pesquisador do Grupo de Automação Industrial e Controle - GAIC - Unijuí.

INTRODUÇÃO

As Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) desempenham um papel significativo na matriz energética brasileira, oferecendo uma alternativa sustentável e eficiente para a geração de energia elétrica, com capacidade instalada de 1 MW a 30 MW. Elas são fundamentais para atender demandas locais e regionais, diversificando a matriz energética e reduzindo as emissões de gases de efeito estufa. Implementadas em áreas com menor impacto ambiental, as PCHs equilibram desenvolvimento econômico e preservação ambiental. Além disso, a descentralização da geração de energia promovida pelas PCHs fortalece a segurança energética do país, reduzindo a dependência de fontes não renováveis e grandes infraestruturas de transmissão (ANEEL, 2020; OLIVEIRA, SILVA E SANTOS, 2023; SANTOS E ALMEIDA, 2022).

A operação das PCHs envolve o uso de sistemas avançados de automação e telecomando que permitem o controle e a supervisão constantes da geração de energia, garantindo eficiência operacional e uma resposta rápida a qualquer variação ou problema no sistema. Investimentos em centros de operações integrados, que monitoram múltiplas usinas simultaneamente, incluindo PCHs, centralizam as operações, aumentando a segurança e a capacidade de gerenciamento remoto (ALBITA, 2023; BORKOWSKI; MAJDAK, 2020). Nesse sentido, a modernização das PCHs é essencial para manter a eficiência e a longevidade das operações, com projetos recentes focados na substituição e atualização de equipamentos antigos, melhorando a capacidade de geração, reduzindo custos operacionais e minimizando impactos ambientais (ABRAPCH, 2024).



Neste sentido, o presente trabalho foca no desenvolvimento de um sistema para a operação em tempo real de PCHs, destacando a implementação de tecnologias inovadoras que permitam uma supervisão precisa e eficiente. A utilização de *dashboards* interativos com *React*, *JavaScript* e *CSS* possibilita uma análise dinâmica dos dados operacionais, facilitando a identificação de padrões e promovendo uma gestão eficiente dos recursos hídricos e energéticos (OLIVEIRA, SILVA E SANTOS, 2023; SANTOS E ALMEIDA, 2022). Essas tecnologias também contribuem para a manutenção preditiva, identificando falhas antes de paradas não planejadas através de algoritmos de aprendizado de máquina (SILVA, 2021). Além disso, a automação e controle avançado, utilizando sistemas DCS e SCADA, permitem a coordenação otimizada de múltiplas PCHs, minimizando impactos ambientais (MOURA ET AL., 2020).

METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo inclui a criação de um *dashboard* interativo para visualizar e analisar os dados coletados. Este dashboard foi desenvolvido utilizando o editor de código *Visual Studio Code* (VSCode) e as linguagens de programação *React*, *JavaScript* e *CSS*. O objetivo do *dashboard* é permitir uma análise dinâmica e visual dos dados, facilitando a identificação de padrões e tendências relevantes para a avaliação do potencial de Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCHs).

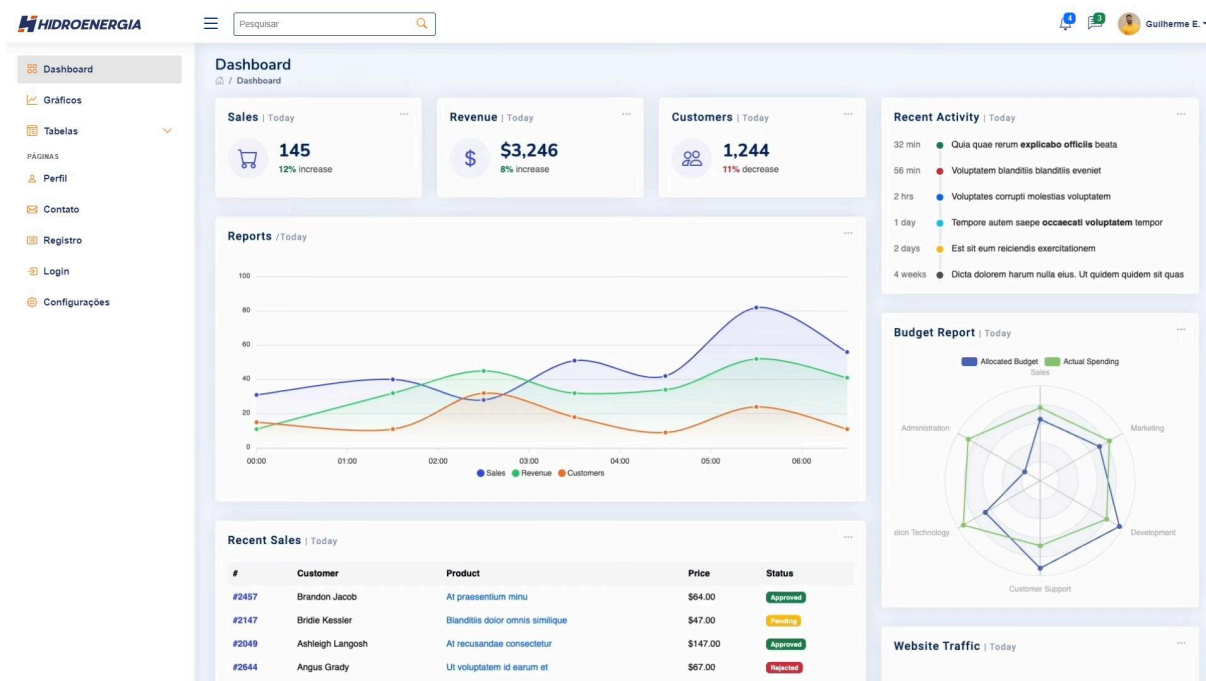
A criação do *dashboard* envolveu várias etapas, detalhadas a seguir:

- **Envio de Modelos de Referência:** Antes do desenvolvimento, foram enviados modelos de dashboards existentes como referência. Esses modelos ajudaram a identificar as melhores práticas em termos de design, funcionalidade e usabilidade. A análise dos modelos de referência permitiu estabelecer um padrão de qualidade e definir os requisitos visuais e técnicos que deveriam ser seguidos no desenvolvimento do nosso dashboard.
- **Decisão da Linguagem de Programação:** Após a análise dos modelos de referência, a equipe decidiu utilizar *React*, *JavaScript* e *CSS* como as principais tecnologias para o desenvolvimento do *dashboard*. A escolha de *React* se deu por sua capacidade de construir interfaces de usuário dinâmicas e modulares, enquanto *JavaScript* e *CSS*



- **Campo de Pesquisa:** Um campo de pesquisa integrado na interface, permitindo aos usuários buscar rapidamente por informações específicas dentro do *dashboard*. Esta funcionalidade foi projetada para melhorar a eficiência na localização de dados relevantes.
- **Gráficos e Tabelas:** Diversas visualizações de dados, incluindo gráficos de linha, barra e tabelas, que apresentam informações de forma clara e organizada. Estes elementos são essenciais para a análise visual e a identificação de padrões e tendências nos dados.

Figura 1 - *Dashboard* Hidroenergia



Atualmente, estas funcionalidades foram implementadas principalmente de maneira visual, funcionando como uma demonstração de como o *dashboard* final deve se comportar. A conexão com o banco de dados ainda não foi totalmente implementada, o que significa que as interações e a atualização dos dados são simuladas. O objetivo desta fase de desenvolvimento foi criar uma interface funcional e atrativa, que pode ser utilizada para validação e *feedback* antes da integração completa com os dados reais.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se então que o desenvolvimento deste *dashboard*, empregando *React*, *JavaScript* e *CSS*, tornou-se extremamente eficaz para a finalidade. Outras “páginas” que possivelmente serão adicionadas com o tempo, seriam *login*/registro, configurações, perfil, entre outras, assumindo a função de um componente.

O maior complemento, no entanto, seria de fato o *backend*, uma vez que o *dashboard* se limita a ofertar o que é permitido pelo *frontend*. Tendo as métricas, tabelas e assim por diante, o real funcionamento dos gráficos e tabelas seria o ponto em que haveria mais ‘ação’ para o usuário, em sua maior parte dinâmica e integrada.

Palavras-chave: Pequenas Centrais Hidroelétricas, *React*, *Dashboard*, tecnologias.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a UNIJUÍ e a Hidroenergia pelo apoio financeiro a partir do edital FINEP Indústria 4.0 e ao Grupo de Automação Industrial e Controle (GAIC).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3ª edição, Brasília, 2020.
- ALBITA, D. S. A. *A compact iiot system for remote monitoring and control of a micro hydropower plant*. *Sensors*, v. 23, p. 1784, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/23/4/1784>.
- Associação Brasileira das Pequenas Centrais Hidrelétricas (ABRAPCH). **Investimentos em PCHs e CGHs no Paraná somam R\$2 bilhões em três anos**. 2024. Acesso em: 6 jun. 2024. Disponível em: <https://abrapch.org.br/2022/03/investimentos-em-pchs-e-cghs-no-parana-somam-r2-bilhoes-em-tres-anos/>.
- BORKOWSKI, D.; MAJDAK, M. *Small hydropower plants with variable speed operation—an optimal operation curve determination*. *Energies*, v. 13, p. 6230, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/23/6230>.
- Moura, E. C., Carvalho, M. A., & Lima, R. S. **Automação e Controle Avançado em Pequenas Centrais Hidrelétricas**. *Proceedings of the International Conference on Renewable Energy and Power Systems*, 2020.
- Oliveira, L. F., Silva, M. R., & Santos, P. H. **Tecnologias de Monitoramento e Controle em PCHs**. *Revista de Engenharia Elétrica*, vol. 25, no. 3, 2023.
- Santos, D. S., & Almeida, R. F. **A Importância das PCHs na Matriz Energética Brasileira**. *Anais do Congresso Brasileiro de Energia Renovável*, 2022.
- Silva, J. R. **Manutenção Preditiva em Pequenas Centrais Hidrelétricas**. *Journal of Sustainable Energy Systems*, vol. 8, no. 2, 2021.