

Sistema Web para Monitoramento Sustentável de Água e Energia com Dashboard Interativo

João Victor A. R. Brito, Jamison Alves de Paulo, Renata I. S. Pereira

¹ Sistemas de Informação – Instituto Federal de Alagoas (IFAL)
Campus Arapiraca – Brasil

{jvarb1, jap4}@aluno.ifal.edu.br, renata.pereira@ifal.edu.br

Abstract. *Water and energy consumption is a central topic in sustainability discussions. In this context, this project proposes a free web-based system for monitoring these resources, using Firebase Firestore and an interactive dashboard hosted on Firebase Hosting. To validate its functionalities, real energy consumption data from the Federal Institute of Alagoas (IFAL) – Arapiraca Campus were used. The dashboard provides real-time visualization, daily shift comparisons, and sustainability tips. Aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs), the project aims to promote awareness, reduce waste, and encourage more sustainable practices. As a future development, the integration of measurements using ESP32 is planned, enabling full automation.*

Resumo. *O consumo de água e energia é um tema central nas discussões sobre sustentabilidade. Diante disso, este projeto propõe um sistema web gratuito para monitoramento desses recursos, utilizando Firebase Firestore e um painel interativo hospedado no Firebase Hosting. Para validar suas funcionalidades, foram utilizados dados reais de consumo de energia do Instituto Federal de Alagoas (IFAL) – Campus Arapiraca. O painel disponibiliza visualização em tempo real, comparações por turnos diários e dicas de sustentabilidade. Alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), o projeto busca promover a conscientização, reduzir desperdícios e incentivar práticas mais sustentáveis. Como evolução futura, pretende-se integrar medições com ESP32, permitindo automação completa.*

1. Introdução

Nas últimas décadas, o crescimento populacional, a urbanização acelerada e o aumento da demanda por recursos naturais têm colocado em evidência a necessidade urgente de adoção de práticas sustentáveis. A água e a energia elétrica, recursos fundamentais para o funcionamento da sociedade, encontram-se entre os mais afetados por padrões de consumo pouco eficientes e pela escassez em determinadas regiões. Nesse cenário, surgem desafios não apenas ambientais, mas também econômicos e sociais, exigindo soluções tecnológicas que promovam o uso racional e consciente desses recursos.

Com a popularização da Internet das Coisas (IoT) e o avanço das tecnologias de computação em nuvem, tornou-se possível desenvolver sistemas mais acessíveis para monitoramento, automação e análise de dados em tempo real. Tais inovações têm potencial para transformar a forma como indivíduos, instituições e comunidades interagem com os

recursos que consomem diariamente, oferecendo dados valiosos para tomada de decisão e ações educativas.

A Figura 1 ilustra de forma simplificada como ocorre a transmissão de dados em um sistema baseado em IoT, evidenciando a relação entre sensores, dispositivos intermediários e armazenamento em nuvem.

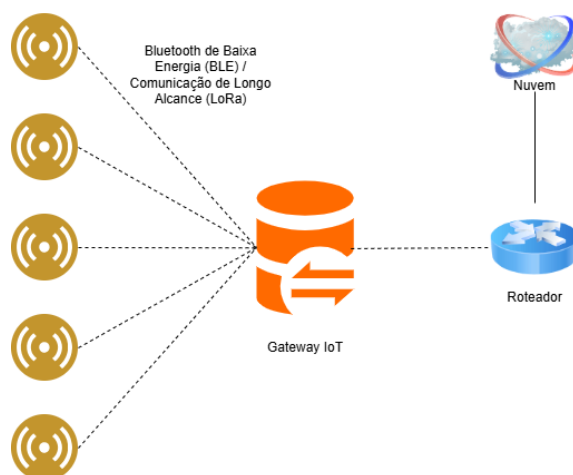


Figura 1. Processo de transmissão de dados em um sistema IoT

Diante desse contexto, este trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema web gratuito, hospedado em serviço de nuvem, para monitoramento do consumo de água e energia. A proposta utiliza o ecossistema do Firebase para hospedagem e armazenamento dos dados em nuvem, estando apta a receber leituras simuladas ou registros parciais do IFAL – Campus Arapiraca. No futuro, o sistema poderá ser integrado a sensores físicos, como o ESP32, permitindo leituras em tempo real.

Adicionalmente, o sistema inclui um *dashboard* interativo com gráficos comparativos entre turnos (matutino, vespertino e noturno), visualização do consumo atualizado e orientações de uso consciente dos recursos. Dessa forma, a solução busca não apenas informar, mas também educar os usuários, incentivando práticas mais sustentáveis.

1.1. Objetivos

Os objetivos geral e específicos estão descritos a seguir.

1.1.1. Objetivo Geral

Desenvolver um sistema web gratuito, hospedado em serviço de nuvem, para monitoramento do consumo de água e energia, incluindo visualização em tempo real e comparações por turnos, visando conscientizar e incentivar práticas de uso racional dos recursos.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Utilizar um banco de dados em nuvem (Firestore) para armazenamento de leituras de consumo, garantindo escalabilidade e baixo custo.

- Implementar um *dashboard* web interativo que apresente dados em tempo quase real, filtros temporais e gráficos comparativos (por exemplo, entre turnos).
- Inserir dados fictícios e registros parciais do IFAL – Campus Arapiraca, validando a viabilidade do sistema em cenários variados.
- Fornecer dicas de consumo consciente diretamente no *dashboard*, tornando a solução também uma ferramenta de conscientização ambiental.
- Demonstrar a possibilidade de futura integração com sensores físicos (ESP32) para automação completa.

Portanto, a estrutura do artigo é organizada em cinco seções. Na Seção 3, descreve-se a metodologia, incluindo a adoção do Firebase Firestore para armazenamento e do Firebase Hosting para disponibilizar a aplicação. A Seção 3 aborda os resultados obtidos e a avaliação do *dashboard*. Já a Seção 4 apresenta conclusões e trabalhos futuros, e a Seção 5 lista as referências utilizadas.

2. Referencial Teórico

A literatura recente tem apontado o uso de tecnologias digitais como estratégia central na busca por sustentabilidade ambiental. O monitoramento do consumo de água e energia, em especial, figura entre as ações que contribuem diretamente para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), como o ODS 6 (Água potável e saneamento) e o ODS 7 (Energia limpa e acessível).

Duarte (2023) destaca que sistemas inteligentes de monitoramento, ao fornecerem dados em tempo real sobre o consumo, não apenas auxiliam na redução de custos operacionais, como também influenciam positivamente o comportamento dos usuários. Essa perspectiva é reforçada por Santana e Silva (2023), que analisaram a aplicação de tecnologias em instituições de ensino para fins pedagógicos e ambientais, demonstrando que o ambiente educacional é propício para a experimentação e disseminação de práticas sustentáveis com apoio da IoT.

Em contextos diversos, a IoT tem se mostrado uma solução versátil. Matias et al. (2024), por exemplo, exploraram seu uso em sistemas de controle de acesso veicular com visão computacional, evidenciando como a escalabilidade e a automação podem ser aplicadas em diferentes domínios. Embora o foco daquele estudo seja segurança, a abordagem tecnológica se aproxima do presente trabalho, no qual sensores e dispositivos conectados são utilizados para coletar e transmitir dados de forma automatizada.

A proposta deste projeto se diferencia por priorizar tecnologias de baixo custo e fácil replicabilidade, como o ESP32 e o Firebase, tornando viável sua implementação em contextos com recursos limitados. Além disso, o sistema integra um painel visual (*dashboard*) com gráficos e dicas educativas, unindo monitoramento e conscientização — característica nem sempre presente em outras soluções revisadas na literatura.

3. Metodologia

Este estudo adota uma abordagem qualitativa e exploratória, voltada para o desenvolvimento e validação de um sistema web para monitoramento de água e energia. As atividades foram divididas em quatro etapas principais: levantamento de requisitos,

desenvolvimento do sistema, validação com dados simulados e reais, e análise dos resultados.

A primeira etapa consistiu na definição dos requisitos funcionais e não funcionais da aplicação, com base nos objetivos do projeto e nas práticas de design centrado no usuário. Em seguida, partiu-se para o desenvolvimento da solução, utilizando tecnologias como React para o *front-end* e Firebase (Firestore e Hosting) como infraestrutura principal.

Posteriormente, foram inseridos dados simulados e parciais de consumo real para validar a consistência do *dashboard*. Por fim, realizou-se a análise dos resultados obtidos com base nas funcionalidades implementadas e na visualização dos dados. Conforme ilustra a Figura 1, o sistema segue o fluxo típico de um processo de transmissão de dados em uma arquitetura IoT.

3.1. Camada de Armazenamento (Firestore)

Optou-se pelo *Cloud Firestore* devido à sua escalabilidade, ao plano gratuito inicial e à facilidade de integração com aplicações web em tempo real. Cada leitura de consumo recebe atributos como:

- **type**: indicando se é água (*water*) ou energia (*energy*);
- **value**: valor numérico da medição;
- **shift**: período do dia ("morning", "afternoon", "night");
- **timestamp**: registro de data e hora, facilitando a geração de gráficos temporais.

Dados fictícios (simulados) e registros reais parciais do IFAL – Campus Arapiraca foram inseridos manualmente via console do Firebase ou por pequenos scripts de importação, permitindo aferir a consistência do *dashboard*.

3.2. Aplicação Web e Dashboard Interativo

A aplicação web foi desenvolvida em React, consumindo as leituras diretamente do Firestore. A visualização de dados inclui:

- **Consumo em Tempo Real**: soma de leituras de água e energia, atualizada sempre que novos documentos são inseridos no Firestore. Esse processo é ilustrado na Figura 2, que demonstra a atualização automática da interface com os dados recebidos.
- **Comparação por Turnos**: agrupamento das leituras em matutino, vespertino e noturno, exibido em gráficos de barras.
- **Histórico Diário**: gráfico de linha que mostra a evolução do consumo ao longo de diferentes dias.
- **Dicas de Consumo Consciente**: seção fixa com orientações para redução de desperdícios.

```

const fetchRealTimeData = async () => {
  try {
    const response = await fetch("/api/realTimeData");
    if (!response.ok) {
      throw new Error("Erro ao buscar dados de tempo real");
    }
    const data = await response.json();
    setRealTimeData(data);
  } catch (error) {
    console.error("Ocorreu um erro: ", error);
  }
};

useEffect(() => {
  fetchRealTimeData();
  const interval = setInterval(() => {
    fetchRealTimeData();
  }, 5000);
  return () => clearInterval(interval);
}, []);

```

Figura 2. Atualização de dados em tempo real no React

3.3. Hospedagem Gratuita (Firebase Hosting)

A hospedagem gratuita foi realizada por meio do *Firebase Hosting*, que permite publicar aplicações *front-end* sem a necessidade de um servidor próprio. O *build* de produção da aplicação React é gerado (ex.: `npm run build`) e, em seguida, realiza-se o comando `firebase deploy`, disponibilizando o *dashboard* em um endereço público. Desse modo, qualquer usuário com acesso ao link pode visualizar os dados atualizados.

Contudo, é importante observar que o uso do Firebase gratuito possui limitações, especialmente em cenários de produção. O plano gratuito oferece uma quantidade limitada de armazenamento e largura de banda, o que pode não ser suficiente para aplicações com alto tráfego ou grandes volumes de dados. Além disso, ao ultrapassar esses limites, o serviço pode tornar-se inacessível até que o consumo seja reduzido ou um plano pago seja contratado.

Para avaliar o consumo de recursos, é necessário monitorar métricas como a quantidade de requisições feitas, o uso de armazenamento e a largura de banda, ajustando conforme necessário para evitar custos inesperados. Esses fatores devem ser considerados ao utilizar o *Firebase Hosting* em produção, especialmente em projetos com maior escalabilidade e exigências de performance.

3.4. Inserção dos Dados

Os dados podem ser introduzidos de várias formas:

- **Manual:** via console do Firebase, criando documentos com `type`, `value`, `shift` e `timestamp`;
- **Formulário na aplicação:** caso seja criado um formulário que aceite valores de simulação;
- **Script de Importação:** útil para inserir dados históricos do IFAL em massa, lendo planilhas e gerando documentos no Firestore.

A Figura 3 apresenta uma visão geral desse fluxo de dados entre entrada, armazenamento e visualização no sistema.

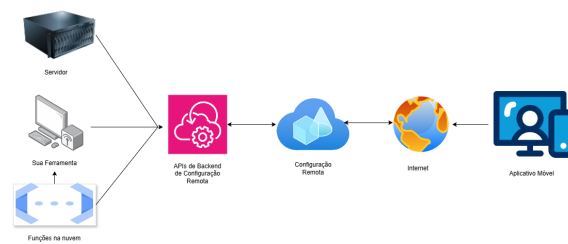


Figura 3. Fluxo de dados geral do sistema

4. Resultados

Nesta seção, apresentam-se os principais resultados relativos à eficácia do *dashboard*, comparação de consumo entre turnos e validação com dados fictícios e reais (IFAL).

4.1. Visualização de Consumo em Tempo Real

O *dashboard* exibe, na página inicial, um resumo do consumo de água (litros) e energia (kWh), bem como a soma diária ou semanal. Assim que um novo documento é inserido no Firestore, o React atualiza a tela (via *onSnapshot* ou *fetch* periódico), permitindo identificar picos de consumo ou variações anormais. A Figura 4 mostra uma captura de tela do dashboard interativo com esses recursos.

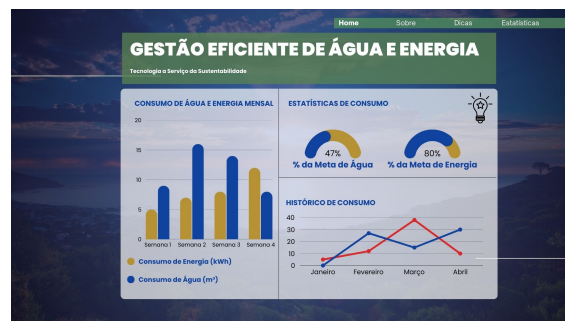


Figura 4. Captura da tela com Dashboard interativo

4.2. Comparação de Turnos

Para comparar o uso em turnos matutino, vespertino e noturno, agruparam-se as leituras por meio do campo *shift*. Um gráfico de barras ilustra o total consumido em cada período, facilitando que usuários identifiquem em qual turno há maior gasto, reforçando possíveis estratégias de uso racional.

4.3. Dicas de Consumo Consciente

Uma seção fixa apresenta orientações para reduzir desperdícios, como manutenção de torneiras e lâmpadas, utilização de equipamentos mais eficientes e adoção de hábitos sustentáveis (ex.: banhos mais curtos, apagamento de luzes ao sair). Esse bloco reforça o caráter educativo do sistema.

4.4. Validação com Dados do IFAL

Foram importados alguns dados reais do IFAL – Campus Arapiraca, relativos exclusivamente a contas de **energia** de períodos anteriores. A comparação desses registros com valores simulados demonstrou coerência no comportamento do *dashboard*, validando sua capacidade de lidar tanto com leituras fictícias quanto reais. Assim, percebeu-se que a aplicação consegue oferecer indicadores relevantes mesmo em cenários distintos de volume ou frequência de medições.

Os dados analisados demonstram uma variação significativa no consumo de energia no IFAL entre os meses de janeiro e fevereiro de 2025. Em janeiro, o consumo se manteve relativamente estável, variando entre 350 kWh e 400 kWh por dia. Já em fevereiro, houve um aumento expressivo, com picos chegando a 878 kWh em alguns dias. Essa oscilação destaca a importância de um monitoramento contínuo e em tempo real, permitindo a identificação de padrões de consumo elevados e possibilitando a adoção de estratégias para otimização e economia.

A incorporação desses dados ao sistema proposto reforça sua aplicabilidade prática, pois a ferramenta pode ser utilizada para identificar períodos de alto consumo e fornecer insights sobre melhores práticas para redução de desperdícios. O *dashboard* desenvolvido possibilita que gestores e usuários visualizem essas informações de forma intuitiva e adotem medidas para um uso mais consciente da energia elétrica no campus. Como demonstrado na Figura 5, essas oscilações no consumo reforçam a importância do monitoramento contínuo.

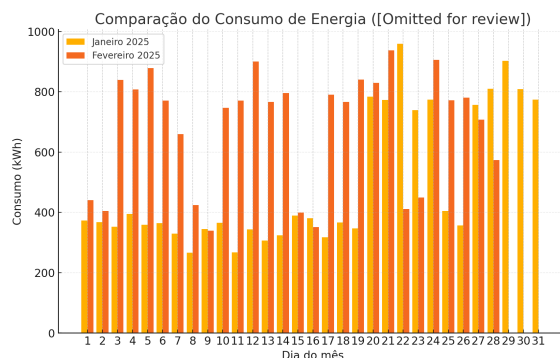


Figura 5. Consumo de Energia no IFAL – Campus Arapiraca entre Janeiro e Fevereiro de 2025.

5. Conclusões e Trabalhos Futuros

Este artigo descreveu o desenvolvimento de um sistema web para monitoramento de água e energia, construído integralmente sobre o ecossistema do Firebase (Firestore para dados e Hosting para publicação). A solução fornece:

- Visualização em tempo real do consumo,
- Comparações entre turnos (matutino, vespertino, noturno),
- Gráficos de barras e linha para histórico e análise,
- Dicas de consumo consciente embutidas no *dashboard*.

A simplicidade de implantação e o plano gratuito do Firebase tornam o protótipo atrativo para adoção em escolas, residências ou instituições de médio porte, incentivando a transparência no uso de recursos.

Perspectivas futuras incluem:

- **Integração com Dispositivos Físicos (IoT):** Conexão de um ESP32 para inserção automática de leituras, eliminando a necessidade de preenchimento manual.
- **Alertas Automáticos:** Emissão de notificações quando o consumo ultrapassar limites pré-definidos.
- **Aprendizado de Máquina:** Predição de picos de consumo ou identificação de padrões anormais em horários específicos.
- **Expansão da Interface:** Criação de relatórios avançados e visualizações mais sofisticadas, atendendo a demandas de gestores e administradores. A Figura 6 apresenta uma representação visual dessas futuras possibilidades com a integração de sensores físicos.

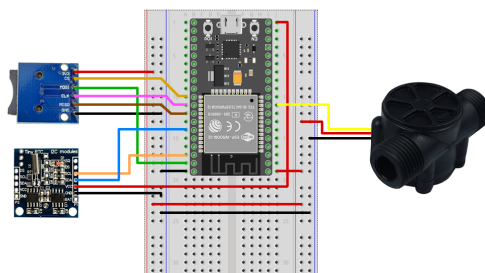


Figura 6. Perspectiva futura da integração IoT (Adaptado de Usinainfo, 2025).

Conclui-se, portanto, que a adoção de um *dashboard* interativo e hospedagem em nuvem favorece a disseminação de práticas sustentáveis, estimulando a conscientização de usuários e o uso racional de água e energia, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Referências

- Coelho, P. (2017). *Internet das Coisas: introdução à prática*. Fca – Editora de Informática, Lisboa.
- Duarte, L. (2023). Soluções de monitoramento de consumo de água e energia. *Revista de Sustentabilidade*, 3(1):45–56.
- Matias, G. C., Gomes, M. R. S., Martins, R. S., Medeiros Junior, V. G., and Paiva, F. P. A. (2024). Uma solução iot de segurança utilizando visão computacional para potencializar a proteção escolar. In *Trabalho aprovado no CSBC 2024*.
- Santana, R. and Silva, J. (2023). Aplicações de iot em instituições de ensino. In *Anais do Congresso Brasileiro de Computação*.
- Yokogawa, K. and Silva, L. (2020). Sistemas embarcados com esp32 e aplicações em iot. *IEEE Latin America Transactions*, 18(7):1150–1160.