



MOSTRA out

2025



Colégio João Paulo I - JPSul
Porto Alegre / Rio Grande do Sul



Pilha térmica sustentável: desenvolvimento de um sistema de captação, armazenamento e conversão de energia radiante em eletricidade para aplicações em regiões de baixa infraestrutura energética.

Eduarda Zago | Orientadores: Maria Eduarda Dias e Giovane Mello

- Introdução -

- ⚡ **Energia ainda é privilégio, não direito:** comunidades isoladas vivem sem eletricidade.
- 💡 **Compromete o acesso a direitos básicos:** impõe limites ao desenvolvimento humano.
- 🔋 **As soluções tradicionais não chegam:** baterias químicas são caras, redes elétricas muitas vezes são inviáveis em áreas remotas.
- 💡 **Mais do que energia:** é autonomia para quem vive à margem de infraestrutura.

- Justificativa -

- ➡ Trata-se de pensar em uma **alternativa** que respeite a **realidade local** e a **viabilidade**.
- ➡ Sem combustíveis, **impactos ambientais** agressivos ou altos custos.
- ➡ **ONU - ODS 7:** energia limpa e acessível.
- ➡ **ONU - ODS 9:** indústria, inovação e infraestrutura.
- ➡ **ONU - ODS 11:** cidades e comunidades sustentáveis.

- Objetivos -

Investigar a **aplicabilidade** de um **sistema** capaz de captar energia da radiação solar, armazená-la sob forma **térmica** em meio sólido e convertê-la em eletricidade de forma **acessível** e **sustentável**.

Avaliar a **eficiência** da **areia** como meio de **armazenamento térmico**, observando sua capacidade de absorver, reter e liberar calor em ciclos controlados.

Examinar o **desempenho termoeletrônico** dos módulos **Peltier** acoplados ao reservatório, verificando o diferencial de temperatura necessário à conversão.

- Referências -

ONU no Brasil. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Organização das Nações Unidas, 2025. Acesso em: 8 mai. 2025.

GUERREIRO, L. et al. **Energia termosolar: uma revisão de literatura**. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, v. 16, n. 1, 30 dez. 2022. Acesso em: 13 mar. 2025.

RODRÍGUEZ, J. B. et al. **Experimental evaluation of carbon-coated sand as solar-absorbing and thermal energy storage media for concentrated solar power applications**. Applied Thermal Engineering, ScienceDirect, 2025. Acesso em: 08 jul. 2025.

- Metodologia -

- P** → **Prototipagem digital e estrutural:** { Realizou-se a **modelagem tridimensional** do **reservatório térmico** no **Autodesk Fusion**, e **idealização** do **coletor** de radiação solar.
- I** → **Implementação experimental:** { Procedeu-se à **impressão** em **PLA** e à **montagem física** do **sistema**, incorporando a serpentina, o **sensor** térmico **DHT11** e o controle via **Arduino Nano**.
- L** → **Levantamento de dados térmicos:** { **Ensaio**s conduzidos com **aquecimento simulado** por resistência elétrica, coletando **medições** de temperatura a cada 20 s para **análise comportamental** do meio sólido.
- H** → **Homologação da resposta térmica:** { **Curvas** de **temperatura** foram avaliadas, identificando **fases** de **equilíbrio**, **absorção**, **estabilização** e **liberação gradual**, a fim de verificar a retenção energética do sistema.
- A** → **Aplicação termoeletrônica:** { Por fim, a **integração** dos módulos de **Peltier**, **convertendo** o **gradiente térmico** acumulado em **energia elétrica**, consolidando o conceito de pilha térmica sólida funcional.



Figura 1: Foto da resistência elétrica usada nas simulações iniciais (Autora, 2025).

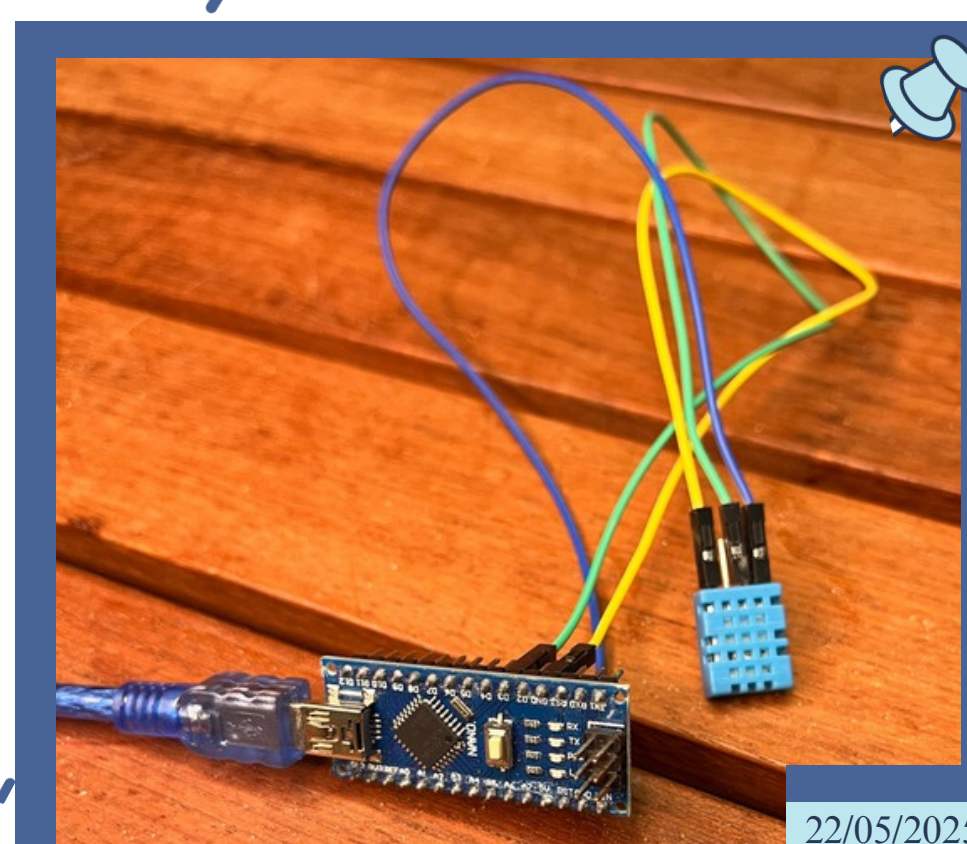


Figura 2: Imagem do Arduino Nano conectado ao sensor DHT11 (Autora, 2025).



Figura 3: Imagem da serpentina imersa na areia em forma de espiral (Autora, 2025).

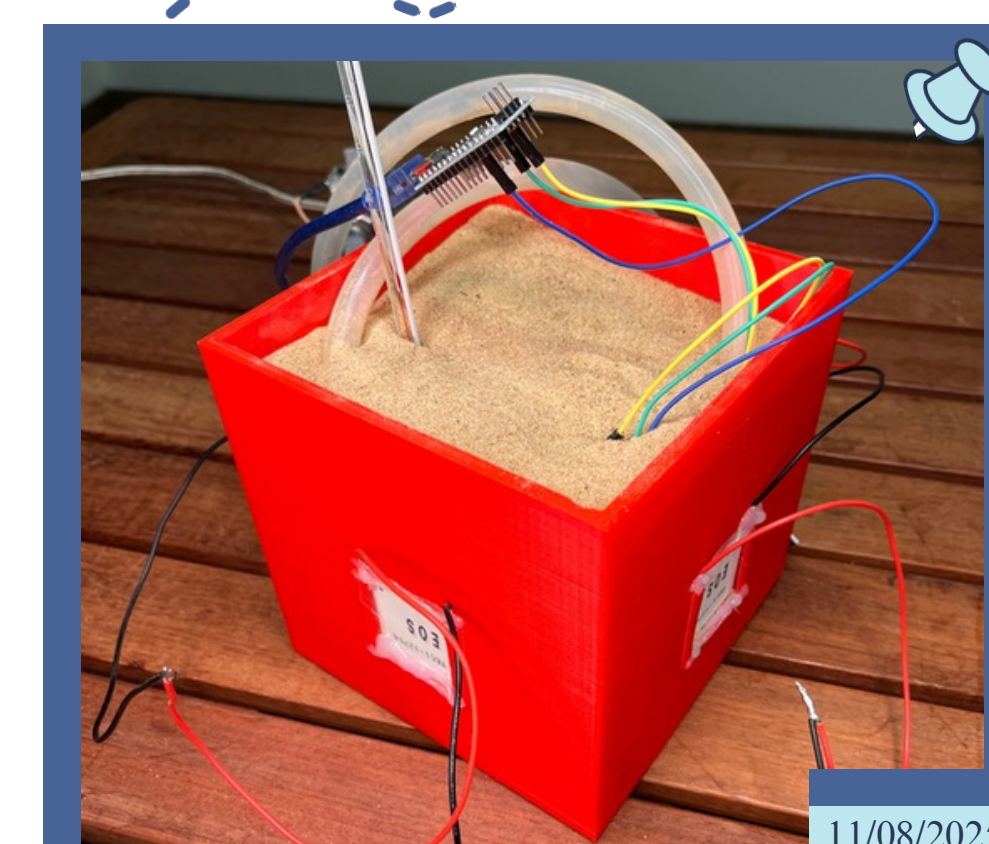


Figura 4: Foto do reservatório térmico com as Peltier fixadas e em série (Autora, 2025).

- Resultados -

- ➡ **Equilíbrio térmico inicial** mantido em 24,4 °C por cerca de 80 medições, indicando **baixa troca** de calor e boa inércia térmica.
- ➡ **Aquecimento progressivo** entre 24 °C e 31 °C, reproduzido por ciclos curtos de resistência elétrica, **resposta térmica escalonada** e **eficiente**.
- ➡ **Platô térmico** estável entre 30,8 °C e 29,8 °C, representando **máxima retenção** de energia e **eficácia** no **armazenamento**.
- ➡ **Resfriamento gradual** e controlado, demonstrando **liberação lenta** do calor e **estabilidade** prolongada do meio sólido.
- ➡ **Desempenho validado**, confirmando a viabilidade da **areia** como material de **retenção** e **base** para **conversão elétrica** feita por módulos de Peltier.
- ➡ A **integração termoeletrônica** demonstrou **eficiência** inicial, com **formação** mensurável de DDP mesmo sob baixa diferença de temperatura.

Curva Experimental de Aquecimento e Resfriamento - Sistema de Armazenamento Térmico

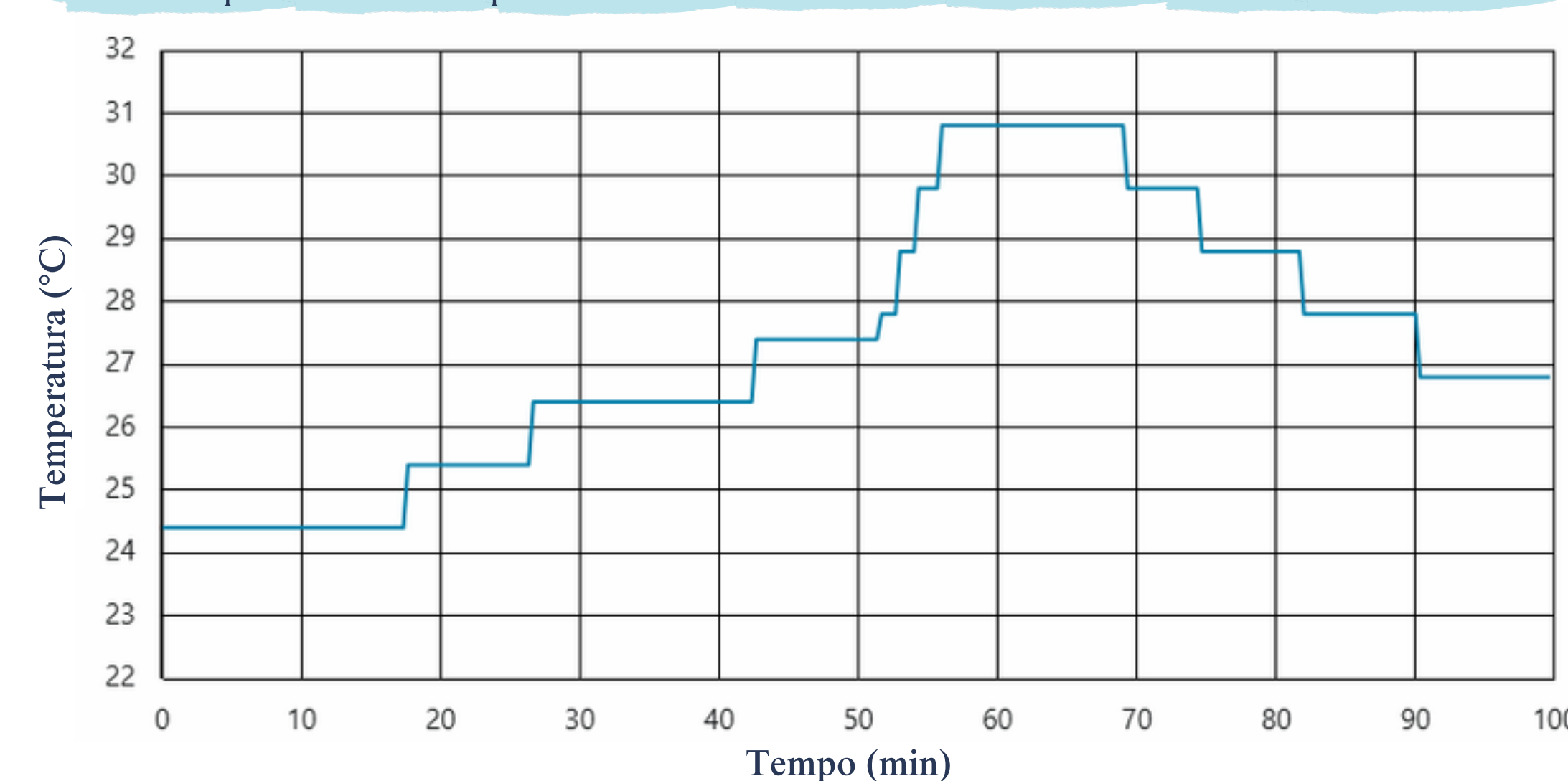


Gráfico da variação de temperatura no interior do reservatório de areia ao longo do tempo, registrada por sensor DHT11 a cada 20 segundos (Autora, 2025).