



XVII SICTI
Seminário de Iniciação Científica,
Tecnológica e Inovação
X SIMIT
Simpósio de Inovação Tecnológica

**CIÊNCIA e
COOPERAÇÃO
na AMAZÔNIA**
**16 a 19 de
Setembro**
IFPA Campus Bragança

ANÁLISE E MODELAGEM NUMÉRICA DO EFEITO SEEBECK PARA GERAÇÃO DE ENERGIA A BAIXO CUSTO EM RIACHOS.

RAYANE BRITO DA SILVA¹, MARIA VITORIA DE OLIVEIRA BORGES², STEFFANNY BEATRIZ FERREIRA SILVA³, EDELSON DA CRUZ LUZ⁴

¹ Acadêmica do Curso Técnico de Edificações, IFPA, campus Marabá Industrial.

² Acadêmica do Curso Técnico de Edificações, IFPA, campus Marabá Industrial.

³ Acadêmica do Curso Técnico de Edificações, IFPA, campus Marabá Industrial.

⁴ Docente do IFPA, campus Marabá Industrial, E-mail: edelson.luz@ifpa.edu.br.

Área de conhecimento/Subárea: Ciências Exatas e da Terra/Física
ODS vinculado(s): ODS07

RESUMO: A análise e a modelagem numérica do efeito Seebeck é fundamental para o desenvolvimento de sistemas de geração de energia em áreas rurais ou de difícil acesso, onde fontes convencionais são limitadas. Esse efeito ocorre quando um gradiente de temperatura em um material gera uma tensão elétrica, permitindo a conversão direta de calor em eletricidade. Essa diferença de temperatura pode ser gerada por fontes naturais como o sol (fonte quente) e um pequeno riacho (fonte fria). Neste trabalho é feita a modelagem do efeito Seebeck para o carregamento de uma bateria de 12 V, essa abordagem permite simular geometrias para otimizar a eficiência dos geradores termoelétricos. Em regiões isoladas, esses sistemas podem aproveitar a radiação solar, fornecendo energia limpa e contínua para iluminação, comunicação e refrigeração de medicamentos, com baixa manutenção e longa vida útil.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem; Seebeck; Energias Renováveis.

INTRODUÇÃO

Nos tempos atuais a geração de energia sustentável tem se tornado uma prioridade cada vez mais crescente, especialmente em regiões com acesso limitado a fontes tradicionais de eletricidade. Uma alternativa promissora é a utilização de fontes de energia renováveis de baixo custo, que possam ser implementadas de forma simples e eficiente em locais remotos. Entre as várias tecnologias em estudo, o efeito Seebeck, fenômeno termoelétrico que gera eletricidade a partir de uma diferença de temperatura, surge como uma solução viável para o aproveitamento da diferença de temperatura entre a água em riachos e uma placa negra colocada para captar a radiação solar. O efeito Seebeck ocorre quando dois condutores diferentes, conectados em dois pontos a temperaturas distintas, geram uma diferença de potencial elétrico. Segundo Heremans, Dresselhaus e Morelli (2017), os avanços em materiais termoelétricos são fundamentais para criar novos dispositivos de geração de energia em pequenas escalas, como em riachos e córregos, que possuem um fluxo constante de água com variações de temperatura ao longo do dia. A geração de energia termoelétrica a partir de fontes naturais, como água corrente, poderia fornecer energia de baixo custo para comunidades isoladas, sem a necessidade de infraestrutura complexa e dispendiosa (MACHADO, 2019). Diante disso, a análise e a modelagem numérica do efeito Seebeck para este tipo de aplicação visam desenvolver uma solução tecnicamente viável e de baixo custo, aproveitando a diferença de temperatura entre dois recursos naturais.



XVII SICTI
Seminário de Iniciação Científica,
Tecnológica e Inovação

X SIMIT
Simpósio de Inovação Tecnológica

**CIÊNCIA e
COOPERAÇÃO
na AMAZÔNIA**

**16 a 19 de
Setembro**

IFPA Campus Bragança

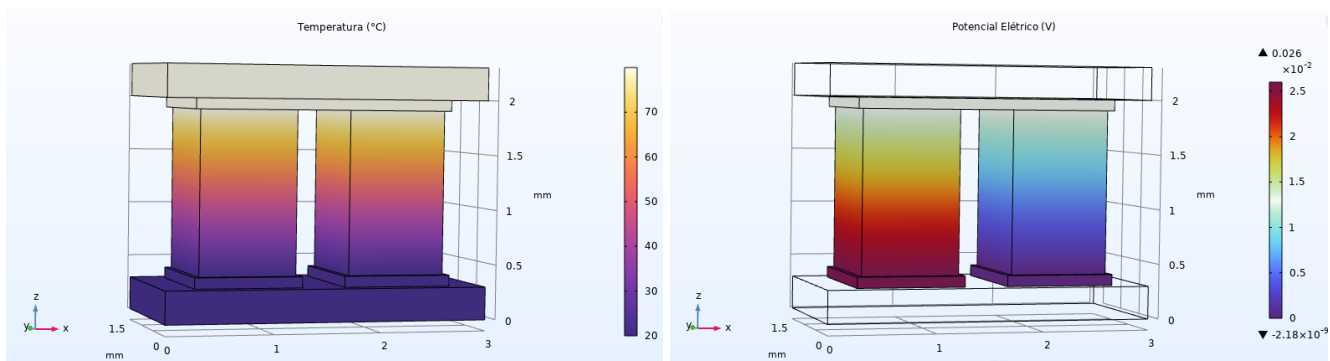
METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, a pesquisa foi dividida em duas fases principais: análise teórica e modelagem numérica. Onde na análise teórica foi feito o levantamento de estudos sobre o efeito Seebeck, materiais termoelétricos e sua aplicação em sistemas de baixo custo para geração de energia (DIAS, et al., 2019). A eficiência dos materiais foi comparada com base em parâmetros como condutividade térmica, coeficiente Seebeck e resistividade elétrica (ANDRADE et al., 2024). Após a análise de trabalhos anteriores foi feita a modelagem computacional utilizando o software (COMSOL Multiphysics) para simular o efeito Seebeck em um sistema que replica as condições de uma variação de temperatura de 60 °C (MAGALHÃES, LUZ, 2015). Levou-se em consideração para a modelagem a temperatura da água de um riacho de 20 °C e a temperatura de 80 °C para a parte quente proveniente da irradiação solar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os primeiros resultados foram os dados gerados das análises das pesquisas bibliográficas, sendo estes a base para as escolhas dos materiais que serão usados nas modelagens numéricas (ANDO et al., 2016). A primeira modelagem foi realizada com apenas uma célula, contendo um par de bismuto do tipo P e do tipo N, com uma temperatura na parte fria de 20 °C e de 80 °C na parte quente, como se pode observar na figura -1. Durante todos os modelos posteriores foram matidos os mesmos valores de temperatura.

Figura 1 – Gradiente de temperatura e Potencial elétrico para uma célula com efeito Seebeck.



Fonte: Autor.

A diferença de potencial para apenas uma célula com uma diferença de temperatura de 60 °C entre a fonte fria e a fonte quente, fica na casa de 26 mV. Com base no primeiro modelo incrementamos mais células numa associação em série, onde a tensão total é a soma das tensões de cada célula.

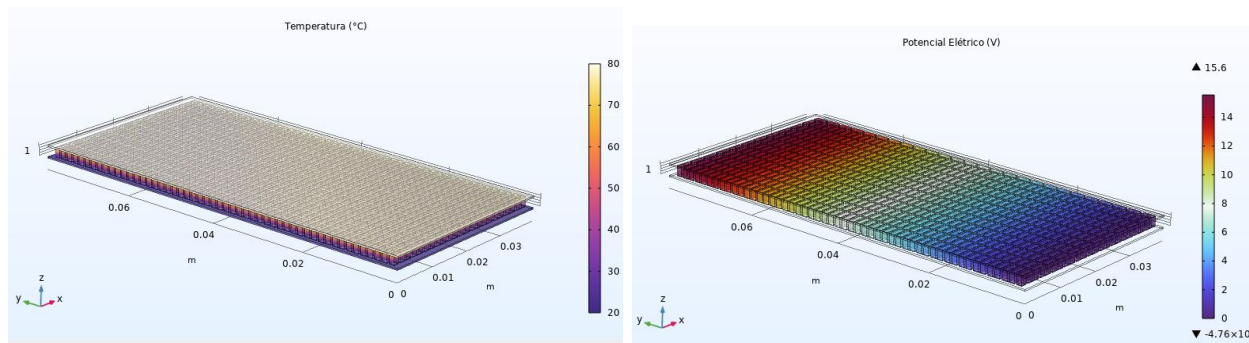
Nas figuras 2 temos o gradiente de temperatura e a tensão que consideramos adequada para o carregamento de uma bateria de 12 v, entretando o resultado só foi obtido com 600 células em série, onde se demanda um enorme tempo computacional e um grade uso de memória.



XVII SICTI
Seminário de Iniciação Científica,
Tecnológica e Inovação
X SIMIT
Simpósio de Inovação Tecnológica

**CIÊNCIA e
COOPERAÇÃO
na AMAZÔNIA**
**16 a 19 de
Setembro**
IFPA Campus Bragança

Figura 2 – Gradiente de temperatura e o potencial elétrico para 600 células com efeito Seebeck.



Fonte: Autor.

CONCLUSÕES

Os estudos sobre o efeito Seebeck tem se intensificado nos últimos anos, e os avanços conseguidos com pesquisas nessa área tem possibilitado cada vez mais caminharmos em direção a uma energia limpa e renovável. Apesar dos avanços essa tecnologia ainda é desconhecida pela sociedade. A modelagem numérica e o avanço computacional representam um ganho significativo para superarmos esse desafio, otimizando os processos e reduzindo os riscos na tomada de decisão. Os resultados mostram que podemos ter a geração de energia de forma sustentável através de um gradiente de temperatura proveniente da natureza. Na construção do protótipo a potencia produzida ainda pode ser aumentada com associações em paralelo, aumentando a corrente e mantendo a mesma tensão produzida pelas 600 células.

Referências

- ANDO, J. O. H.; MARAN, A. L. O.; HENAO, N. C., SILVA, E. A. and SHAEFFER, L. *Use of the Seebeck Effect for Energy Harvesting*. **IEEE Latin America Transactions**, v. 14, n. 9, September 2016.
- ANDRADE, J. L. O.; BATISTA, H. L. S.; JUNIOR, L. M. H.; SILVA, J. W. C. Caracterização e geração de energia através do efeito termoelétrico. **Revista Eletrônica do Seminário de Iniciação Científica da UFERSA**, v. 1, p. 1–10, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/rsemic/article/view/13731>
- DÍAS, L G; SZMOSKI, R. M. Estudo do efeito Seebeck para a conversão direta de energia térmica em elétrica. **Semana da Ciência e Tecnologia da UTFPR – SICITE**, 2019, Ponta Grossa. Anais. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.
- HEREMANS, J. P.; DRESSELHAUS, M. S.; MORELLI, D. T. Thermoelectrics: Basic Principles and New Materials Developments. **Energy and Environmental Science**, v. 10, n. 3, p. 689–709, 2017.
- MAGALHÃES, D.; LUZ, E. C. Geração de Energia Elétrica em Embarcações com o Trocador de Calor Através do Efeito Seebeck. XXIV COPINAVAL. 2015.
- MACHADO, P. L. O. Investigação experimental do uso de gerador termoelétrico para conversão de energia térmica em energia elétrica por meio do efeito Seebeck. 2019. 81 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**, Ponta Grossa, 2019.