

## ANÁLISE E SIMULAÇÃO DA DEMANDA E GERAÇÃO DE ENERGIA PARA PROPRIEDADES EM PONTA DE REDE

OLIVEIRA, C. M.<sup>1</sup>, COSTA, P. F. S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – Bagé – RS – Brasil –  
carolinaoliveira@unipampa.edu.br

<sup>2</sup> Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – Bagé – RS – Brasil – pablocosta@unipampa.edu.br

### RESUMO

A crescente demanda por energia elétrica no Brasil nas últimas décadas, destaca o desafio de entregar eletricidade à áreas remotas e a urgência de reduzir as emissões de CO<sub>2</sub>. O estudo desenvolve uma metodologia que cria cenários de geração de energia, distribuindo esta entre fontes solar e eólica, com o objetivo de fornecer soluções sustentáveis. Um código Python foi implementado para analisar esses cenários e determinar a melhor combinação de geração de energia, considerando as necessidades dos consumidores durante períodos de escassez de eletricidade. Os resultados demonstram o potencial dessa abordagem para reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> e construir um sistema de geração de energia adaptado às necessidades das comunidades, especialmente em situações de falta de abastecimento da concessionária.

Palavras-chave: Geração de energia, código Python, armazenamento de energia, energia elétrica em áreas remotas.

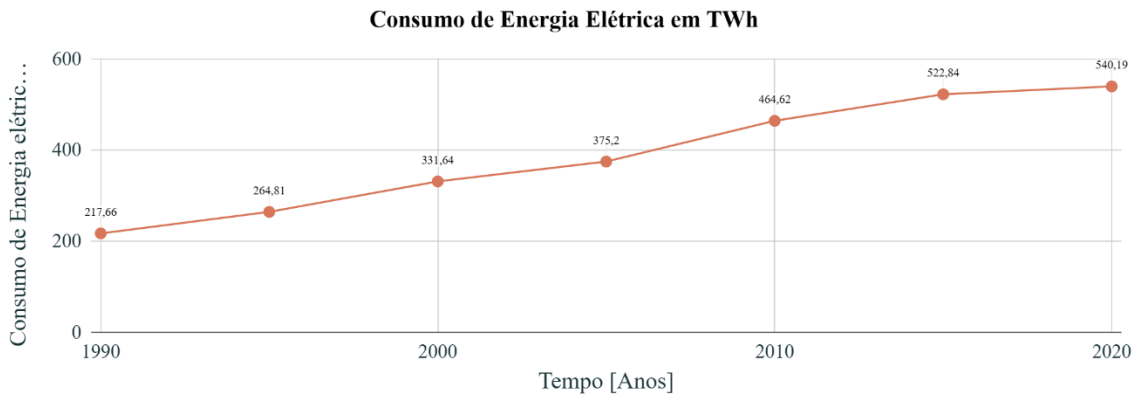
### 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o Brasil passou por um notável aumento no consumo de energia elétrica, de acordo com dados da Agência Internacional de Energia Elétrica (IEA). Entre 1990 e 2020, o país experimentou um crescimento de 248,22%, representando um aumento de 322 TWh (Figura 1) no consumo de energia, seguido por um aumento igualmente significativo de 278,78% na geração de energia, equivalente a 398,37 TWh, como pode ser visto na Figura 2 (IEA, 2022). No entanto, esse aumento de eletrificação por meio de conexões à rede elétrica não beneficia todas as comunidades, especialmente aquelas remotas, que ainda dependem de sistemas autônomos baseados em combustíveis fósseis, contribuindo para as emissões de gases de efeito estufa (SINGH; RIZWAN, 2022).

Diante da urgência da crise climática, tornou-se imperativo reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> até 2050. A geração de eletricidade a partir de fontes não renováveis, principalmente pelo uso de petróleo, se destacou como uma fonte significativa de emissões, na figura com um aumento de 222,16% nas emissões de CO<sub>2</sub> provenientes dessas fontes entre 1990 e 2020, conforme dados da IEA. Para enfrentar os desafios

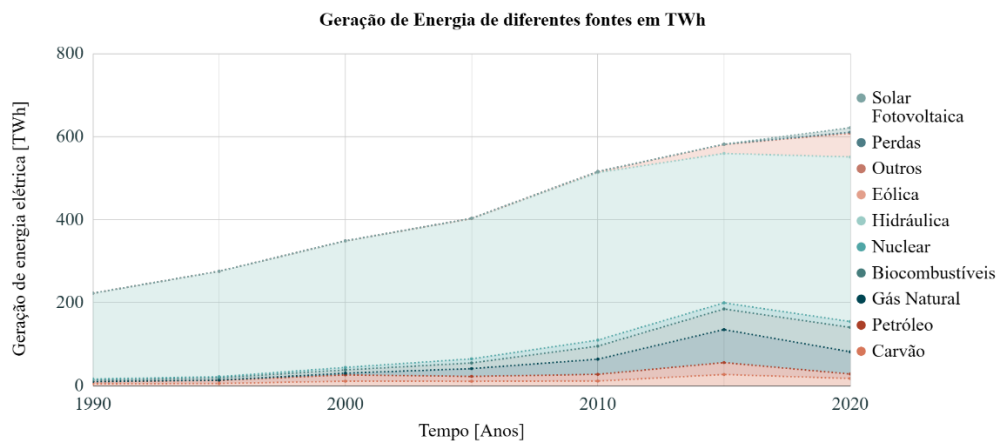
de fornecimento de eletricidade em áreas remotas e reduzir os custos associados à extensão de redes elétricas, sistemas híbridos se destacam como uma abordagem promissora (IEA, 2022).

**Figura 1.** Consumo de energia elétrica em função dos anos no Brasil.



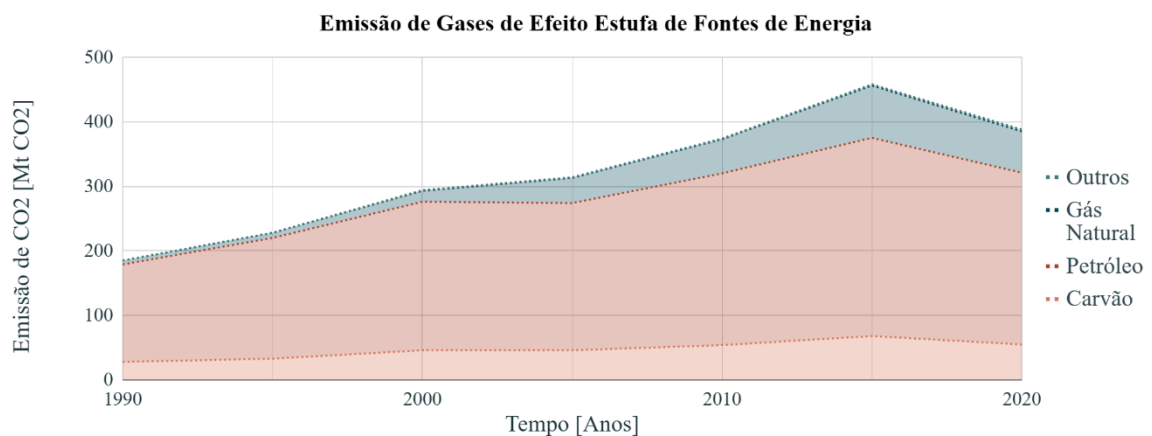
Fonte: Autor com referência à material da Agência Internacional de Energia Elétrica (2023).

**Figura 2.** Geração de energia de diferentes fontes em função dos anos no Brasil.



Fonte: Autor com referência à material da Agência Internacional de Energia Elétrica (2023).

**Figura 3.** Emissão De Gases De Efeito Estufa De Fontes De Energia Em Função Dos Anos.



Fonte: Autor com referência à material da Agência Internacional de Energia Elétrica (2023).

A fim de mitigar os impactos ambientais e contribuir para um futuro mais sustentável, a transição para fontes de energia renováveis, como biomassa,

geotérmica, hidrelétrica, eólica e solar, tornou-se imperativa. As energias eólicas e solares emergem como opções de destaque devido à maturidade de seus projetos e à disponibilidade de insumos. Além disso, a promoção da geração distribuída e o uso crescente de fontes renováveis estão transformando o cenário energético brasileiro, oferecendo oportunidades de inovação na produção de eletricidade e no aumento da disponibilidade de energia elétrica de maneira mais sustentável (THE NATURE CONSERVANCY, 2021).

Este trabalho tem como objetivo desenvolver uma metodologia de cenários de geração de energia, distribuindo-a entre fontes solar e eólica e desenvolver um código Python para determinar a melhor combinação de geração de energia, considerando as necessidades dos consumidores.

## 2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

Na metodologia deste trabalho, são desenvolvidos cenários de geração de energia elétrica, no qual o valor estipulado de consumo em uma unidade geradora é distribuído em porcentagens predefinidas entre energia solar e eólica. Os cenários foram concebidos com o objetivo de realizar análises futuras para a determinação de qual deles fornece a melhor resposta somada a um sistema de armazenamento de energia que seja capaz de garantir o abastecimento em momentos de falta de energia na unidade consumidora.

As porcentagens de geração de energia solar e eólica nos cenários são as seguintes: Cenário 1 (25% Solar, 75% Eólica); Cenário 2 (50% Solar, 50% Eólica); Cenário 3 (75% Solar, 25% Eólica), como pode ser visto na Figura 4, essas porcentagens servirão como base para as análises subsequentes.

**Figura 4.** Esquema de Cenários de Geração de Energia Elétrica.



Fonte: Autor (2023).

Os cenários gerados são utilizados em um código Python. As conclusões do código sobre a geração de energia elétrica em cada um dos cenários com base em dados de radiação solar e velocidade do vento, será apresentado neste trabalho.

Essa metodologia visa fornecer uma estrutura para avaliar os cenários de geração de energia elétrica, abrindo caminho para análises futuras e tomadas de

decisão informadas sobre a melhor abordagem de geração de energia para consumidores com falta de abastecimento de energia elétrica da concessionária.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O código foi executado duas vezes com duas bases de parâmetros hipotéticos: radiação solar média diária de 1200 W/m<sup>2</sup> e 1000 W/m<sup>2</sup>, velocidade média do vento de 5 m/s e 7 m/s, e consumo diário de 100 kWh e 75 kWh. O estudo se destina a atender a um consumidor que se prepara para um período de falta de energia elétrica de 3 dias. Os cenários 1, 2 e 3 apresentam diferentes proporções de geração de energia a partir das fontes solar e eólica. Esses cenários visam fornecer insights valiosos para determinar a melhor combinação de geração de energia de acordo com as necessidades do consumidor durante um período de escassez de eletricidade.

Em ambos os casos a quantidade de painéis fotovoltaicos é inferior a 1, de modo que a decisão do melhor cenário se dá pela quantidade inferior de aerogeradores. Salienta-se que os valores de testados são para um consumo de energia elétrica relativamente baixo, por isto dos valores de painéis fotovoltaicos serem baixos.

No primeiro caso é possível determinar que o cenário 3 é o mais adequado com o valor arredondado de 25 aerogeradores e no segundo caso o cenário 3 também é o mais adequado com o valor arredondado de 10 aerogeradores.

**Figura 5.** Resultado Do Código De Geração Para Um Determinado Caso De Falta De Abastecimento E Cenários De Geração De Energia Elétrica.

<pre> Informe a radiação solar média na sua localidade (W/m²): 1200 Informe a velocidade média do vento (m/s): 5 Informe o consumo médio diário de energia (kWh): 100  Este código é responsável por fazer o estudo de geração para um consumidor supondo uma falta de abastecimento de energia elétrica de 3 dias. Abaixo temos as respostas para este estudo.  Geração solar por painel: 561.00 kW Quantidade de painéis fotovoltaicos necessários para a demanda: 0.53  Geração eólica para a velocidade média de 5.00 m/s é: 3.10 kW Quantidade de aerogeradores necessários para a demanda: 96.77  Capacidade de baterias necessária para 3 dias sem abastecimento: 600.00 kWh  Abaixo são apresentados diferentes cenários nos quais podem ser compostos o sistema de geração.  Cenário 1 (25% Solar, 75% Eólica): Geração de Solar: 75.00 kW Geração de Eólica: 225.00 kW Quantidade de painéis fotovoltaicos: 0.13 Quantidade de aerogeradores: 72.58  Cenário 2 (50% Solar, 50% Eólica): Geração de Solar: 150.00 kW Geração de Eólica: 150.00 kW Quantidade de painéis fotovoltaicos: 0.27 Quantidade de aerogeradores: 48.39  Cenário 3 (75% Solar, 25% Eólica): Geração de Solar: 225.00 kW Geração de Eólica: 75.00 kW Quantidade de painéis fotovoltaicos: 0.40 Quantidade de aerogeradores: 24.19 </pre>	<pre> Informe a radiação solar média na sua localidade (W/m²): 1000 Informe a velocidade média do vento (m/s): 7 Informe o consumo médio diário de energia (kWh): 75  Este código é responsável por fazer o estudo de geração para um consumidor supondo uma falta de abastecimento de energia elétrica de 3 dias. Abaixo temos as respostas para este estudo.  Geração solar por painel: 467.50 kW Quantidade de painéis fotovoltaicos necessários para a demanda: 0.48  Geração eólica para a velocidade média de 7.00 m/s é: 6.20 kW Quantidade de aerogeradores necessários para a demanda: 36.29  Capacidade de baterias necessária para 3 dias sem abastecimento: 450.00 kWh  Abaixo são apresentados diferentes cenários nos quais podem ser compostos o sistema de geração.  Cenário 1 (25% Solar, 75% Eólica): Geração de Solar: 56.25 kW Geração de Eólica: 168.75 kW Quantidade de painéis fotovoltaicos: 0.12 Quantidade de aerogeradores: 27.22  Cenário 2 (50% Solar, 50% Eólica): Geração de Solar: 112.50 kW Geração de Eólica: 112.50 kW Quantidade de painéis fotovoltaicos: 0.24 Quantidade de aerogeradores: 18.15  Cenário 3 (75% Solar, 25% Eólica): Geração de Solar: 168.75 kW Geração de Eólica: 56.25 kW Quantidade de painéis fotovoltaicos: 0.36 Quantidade de aerogeradores: 9.07 </pre>
---	---

(a)

(b)

Fonte: Autor (2023).

#### 4 CONCLUSÃO

Este estudo apresentou uma análise no cenário de consumo de eletricidade nas últimas décadas, destacando o aumento na geração de energia elétrica e os desafios associados ao fornecimento para áreas remotas. O crescimento significativo nas emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) provenientes de fontes não renováveis de geração de eletricidade, enfatizou a urgência da transição para fontes de energia mais sustentáveis.

A metodologia desenvolvida neste trabalho permitiu a criação de diferentes cenários de geração de energia elétrica, nos quais a distribuição de energia entre fontes solar e eólica foi cuidadosamente explorada. O código Python implementado com sucesso, proporcionou insights valiosos para determinar a melhor combinação de geração de energia em diferentes cenários, considerando as necessidades de um consumidor durante um período de escassez de eletricidade.

#### REFERÊNCIAS

International Energy Agency. (2022). *World Energy Outlook 2022*. IEA. Disponível no anuário: Electricity Information - Data product - IEA. Acesso em: 15/06/2023.

Singh, U., & Rizwan, M. (2022). *A Feasibility Study and Cost Benefit Analysis of an Off-grid Hybrid System for a Remote Area Electrification*. Solar Compass, p. 100031.

The Nature Conservancy. (2021). *The Nature of Innovation*. Disponível em: <https://www.nature.org/en-us/what-we-do/our-insights/perspectives/nature-of-innovation-critical-natural-climate-solutions/>. Acesso em: 16 dez. 2022.