

|  |   |
|--|---|
| <b>Lead institution:</b> Universidade de São Paulo   |   |
| <b>Supervisor name:</b> Carlos Frederico Meschini Almeida  | <b>Department:</b> EPUSP PEA – ENERGIA E AUTOMAÇÃO ELÉTRICAS  |
| <b>Recipient:</b><br><a href="https://sites.usp.br/rcgi/opportunities/">https://sites.usp.br/rcgi/opportunities/</a><br><br><b>Ref: 24PDR304 – Postdoctoral Fellowship</b><br><br><b>Deadline for submission: December 01<sup>th</sup>, 2024</b>   | <b>Type:</b> Postdoctoral<br><b>Period:</b> 40 hours week<br><b>Number of months:</b> 18<br><b>Intended beginning date:</b> January, 2025 |
| <b>Project title: (Portuguese and English)</b><br><br>SOLUÇÕES DE FLEXIBILIDADE PARA AUMENTAR A CAPACIDADE DE HOSPEDAGEM DE RECURSOS DE ENERGIA DISTRIBUÍDOS ("FLEXHOSTCAP")<br><br>FLEXIBLE SOLUTIONS TO INCREASE THE HOSTING CAPACITY OF DISTRIBUTED ENERGY RESOURCES ("FLEXHOSTCAP")  |   |
| <b>Research theme area: (Portuguese and English)</b><br><br>O projeto de pesquisa está relacionado com a análise de inserção de recursos energéticos distribuídos (REDs) em redes de transporte de energia elétrica, envolvendo o estudo da integração de fontes de energia distribuídas, como sistemas de geração renovável (solar, eólica, biomassa, etc.), e tecnologias de armazenamento em redes de distribuição e transmissão de eletricidade. Nesse contexto, a avaliação de eventos climáticos no preço da energia elétrica é uma área importante de estudo, pois o clima tem um impacto direto na oferta e na demanda de eletricidade, influenciando os preços no mercado de energia. Essa avaliação abrange vários fatores, que incluem tanto os efeitos de curto prazo (eventos extremos) quanto de longo prazo (mudanças climáticas), e envolve a interação de elementos como produção, consumo, infraestrutura e políticas energéticas. A seguir, enumera-se alguns desses fatores: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Impacto na Oferta de Energia             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Geração Hidrelétrica                 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Secas: A escassez de chuvas reduz o nível dos reservatórios nas usinas hidrelétricas, levando a uma diminuição da oferta de eletricidade. Em países que dependem fortemente dessa fonte (como o Brasil), isso pode elevar os preços da energia ao forçar a utilização de fontes alternativas, como termelétricas.</li> <li>• Chuvas Excessivas: Embora o aumento das chuvas possa melhorar a geração hidrelétrica, eventos como enchentes podem danificar a infraestrutura, limitando a geração e elevando os custos de manutenção e recuperação.                     <ol style="list-style-type: none"> <li>b. Fontes Renováveis Intermitentes (Solar e Eólica)</li> </ol> </li> <li>• Variações Sazonais: A produção de energia solar e eólica é altamente dependente das condições meteorológicas. Por exemplo, dias nublados ou períodos de baixa incidência solar reduzem a geração de energia fotovoltaica, enquanto variações nos padrões de vento afetam a geração eólica.</li> <li>• Condições Extremas: Tempestades severas, ciclones e outros eventos climáticos extremos podem danificar parques eólicos ou solares, reduzindo sua capacidade de geração e, por consequência, aumentando a volatilidade dos preços.</li> </ul> </li> <li>2. Impacto na Demanda de Energia</li> </ol> </li> </ol> |   |

- Onda de Calor: Durante períodos de calor extremo, a demanda por eletricidade aumenta consideravelmente devido ao uso intensivo de sistemas de refrigeração (ar-condicionado). Isso pressiona o sistema, elevando os preços da energia, especialmente se a oferta não for suficiente para acompanhar a demanda.
- Frio Intenso: Da mesma forma, em regiões onde a eletricidade é usada para aquecimento, uma queda acentuada nas temperaturas leva a um aumento na demanda, resultando em preços mais altos.
- 3. Eventos Climáticos Extremos e Impactos no Sistema de Distribuição
  - Tempestades e Furacões: Eventos extremos, como furacões, ciclones e tempestades de neve, podem causar danos severos à infraestrutura de transmissão e distribuição de energia elétrica. Esses danos resultam em interrupções de fornecimento, o que impacta os preços no curto prazo, especialmente em mercados que utilizam mecanismos de precificação dinâmicos.
  - Inundações e Alagamentos: Inundações podem afetar diretamente usinas de geração (como hidrelétricas e termelétricas) e também causar falhas em subestações e linhas de transmissão, reduzindo a confiabilidade do sistema e aumentando os custos operacionais.
- 4. Volatilidade dos Preços no Mercado de Energia
  - Os mercados de energia são altamente sensíveis a variações na oferta e demanda. Eventos climáticos podem gerar uma alta volatilidade nos preços, em especial em mercados com liquidez limitada. Essa volatilidade pode ser observada em diferentes formas:
    - Picos de Preço: Eventos climáticos extremos podem causar picos repentinos de preço devido à escassez temporária de energia.
    - Derivativos Climáticos: Empresas de energia e outros players do mercado podem utilizar contratos de derivativos baseados em condições climáticas para se proteger contra variações no preço da eletricidade causadas por mudanças bruscas nas condições meteorológicas.
- 5. Impacto das Mudanças Climáticas de Longo Prazo
  - Mudanças climáticas globais, que afetam os padrões climáticos regionais de forma prolongada, têm impactos duradouros sobre o setor elétrico e os preços da energia:
    - Mudança no Padrão de Precipitação: Com a intensificação de secas ou chuvas intensas em certas regiões, as fontes tradicionais de geração de energia, como hidrelétricas, podem ser afetadas, exigindo uma maior diversificação da matriz energética e, potencialmente, um aumento dos custos.
    - Mudança no Padrão de Vento e Insolação: Alterações nos padrões de vento e insolação afetam diretamente a previsibilidade e a eficiência da geração de energia eólica e solar, respectivamente, gerando a necessidade de mais investimentos em tecnologia de armazenamento e sistemas complementares.
- 6. Mecanismos de Adaptação
  - a. Armazenamento de Energia
    - Para lidar com a intermitência e os impactos climáticos na geração de energia renovável, o investimento em tecnologias de armazenamento, como baterias de grande escala, se torna cada vez mais essencial. Isso pode ajudar a mitigar as flutuações de preço, estabilizando a oferta de energia em períodos de escassez.
  - b. *Hedging* Climático
    - Empresas podem usar instrumentos financeiros para proteger-se contra o risco de flutuações de preços de energia causadas por eventos climáticos adversos, como os *weather derivatives* (derivativos climáticos) e *hedging* de *commodities*.
- 7. Previsões Climáticas e o Setor Energético
  - O uso de modelos de previsão climática e meteorológica avançados pode ajudar as

empresas do setor de energia a antecipar eventos climáticos extremos e ajustar sua produção e estratégias de compra ou venda de energia no mercado, reduzindo a exposição à volatilidade dos preços.

8. Políticas Públicas e Regulação

- As políticas de governo em resposta a eventos climáticos, como subsídios ou incentivos para fontes renováveis, podem também impactar os preços da energia. Em muitos casos, governos intervêm para evitar que crises climáticas provoquem aumentos excessivos nos preços para os consumidores.

The candidate will collaborate with researchers from the FLEXHOSTCAP project of TOTAL ENERGIES, together with the Center for Research on Greenhouse Gases Innovation at POLI-USP at the University of São Paulo. This project is motivated by the fact that the insertion of REDs in electricity transmission networks is a promising field that combines technological innovation, environmental sustainability and energy efficiency. The effective integration of these resources requires not only the development of technical and economic solutions, but also the adaptation of infrastructure and the creation of appropriate regulatory policies. In this context, the assessment of climate events on the price of electricity is an important area of study, since climate has a direct impact on the supply and demand of electricity, influencing prices in the energy market. This assessment encompasses several factors, including both short-term (extreme events) and long-term (climate change) effects, and involves the interaction of elements such as production, consumption, infrastructure and energy policies. Some of these factors are listed below:

1. Impact on Energy Supply

a. Hydroelectric Generation

- Droughts: Lack of rainfall reduces the level of reservoirs in hydroelectric plants, leading to a decrease in the supply of electricity. In countries that depend heavily on this source (such as Brazil), this can increase energy prices by forcing the use of alternative sources, such as thermoelectric plants.
- Excessive Rainfall: Although increased rainfall can improve hydroelectric generation, events such as floods can damage the infrastructure, limiting generation and increasing maintenance and recovery costs.

b. Intermittent Renewable Sources (Solar and Wind)

- Seasonal Variations: Solar and wind energy production is highly dependent on weather conditions. For example, cloudy days or periods of low solar incidence reduce photovoltaic energy generation, while variations in wind patterns affect wind generation.
- Extreme Conditions: Severe storms, cyclones and other extreme weather events can damage wind or solar farms, reducing their generation capacity and, consequently, increasing price volatility.
- Extreme Conditions: Severe storms, cyclones and other extreme weather events can damage wind or solar farms, reducing their generation capacity and, consequently, increasing price volatility.

2. Impact on Energy Demand

- Heatwave: During periods of extreme heat, demand for electricity increases considerably due to the intensive use of refrigeration systems (air conditioning). This puts pressure on the system, driving up energy prices, especially if supply is not sufficient to meet demand.
- Intense Cold: Similarly, in regions where electricity is used for heating, a sharp drop in temperatures leads to an increase in demand, resulting in higher prices.

3. Extreme Weather Events and Impacts on the Distribution System

- Storms and Hurricanes: Extreme events, such as hurricanes, cyclones and snowstorms,

can cause severe damage to the electricity transmission and distribution infrastructure. This damage results in supply interruptions, which impacts prices in the short term, especially in markets that use dynamic pricing mechanisms.

- Floods and Inundations: Floods can directly affect generation plants (such as hydroelectric and thermoelectric plants) and cause failures in substations and transmission lines, reducing system reliability and increasing operating costs.
4. Price Volatility in the Energy Market
    - Energy markets are highly sensitive to variations in supply and demand. Weather events can generate high price volatility, especially in markets with limited liquidity. This volatility can be observed in different forms:
      - Price Spikes: Extreme weather events can cause sudden price spikes due to temporary energy shortages.
      - Weather Derivatives: Energy companies and other market players can use weather-based derivative contracts to hedge against variations in electricity prices caused by sudden changes in weather conditions.
  5. Long-Term Impact of Climate Change
    - Global climate change, which affects regional weather patterns over a long period of time, has long-lasting impacts on the electricity sector and energy prices:
      - Changes in Precipitation Patterns: With the intensification of droughts or heavy rainfall in certain regions, traditional sources of energy generation, such as hydroelectric plants, may be affected, requiring greater diversification of the energy matrix and, potentially, an increase in costs.
      - Changes in Wind and Sunshine Patterns: Changes in wind and sunshine patterns directly affect the predictability and efficiency of wind and solar energy generation, respectively, generating the need for more investments in storage technology and complementary systems.
  6. Adaptation Mechanisms
    - a. Energy Storage
      - To address the intermittent and climate impacts of renewable energy generation, investment in storage technologies such as large-scale batteries is becoming increasingly essential. This can help mitigate price fluctuations, stabilizing energy supply during periods of scarcity.
    - b. Climate Hedging
      - Companies can use financial instruments to protect themselves against the risk of energy price fluctuations caused by adverse weather events, such as weather derivatives and commodity hedging.
  7. Climate Forecasting and the Energy Sector
    - The use of advanced climate and weather forecasting models can help energy companies anticipate extreme weather events and adjust their production and energy purchase or sale strategies in the market, reducing exposure to price volatility.
  8. Public Policy and Regulation
    - Government policies in response to climate events, such as subsidies or incentives for renewable sources, can also impact energy prices. In many cases, governments intervene to prevent climate crises from triggering excessive price increases for consumers.

**Abstract (Portuguese and English)**

O candidato irá colaborar com os pesquisadores do projeto FLEXHOSTCAP da TOTAL ENERGIES, junto ao Centro de Pesquisa para a Inovação de Gases de Efeito Estufa da POLI-USP na Universidade de São Paulo. O presente projeto é motivado porque a inserção de REDs em redes de transporte de energia elétrica é um campo promissor que alia inovação tecnológica, sustentabilidade ambiental e eficiência energética. Nesse contexto, por conta do cenário mundial vigente, a avaliação dos eventos climáticos no preço da energia elétrica torna-se interessante, requerendo uma abordagem multidisciplinar, considerando fatores técnicos, econômicos e regulatórios. Os impactos podem variar de eventos temporários, como ondas de calor ou secas, a mudanças climáticas de longo prazo, exigindo tanto uma adaptação do sistema elétrico quanto a criação de novos mecanismos de controle de preço e mitigação de riscos. As soluções envolvem tanto melhorias tecnológicas, como armazenamento de energia e diversificação da matriz, quanto o uso de estratégias financeiras e de políticas públicas para minimizar a volatilidade dos preços.

The candidate will collaborate with researchers from the FLEXHOSTCAP project of TOTAL ENERGIES, together with the Center for Research on Greenhouse Gases Innovation at POLI-USP at the University of São Paulo. This project is motivated by the fact that the insertion of REDs in electricity transmission networks is a promising field that combines technological innovation, environmental sustainability and energy efficiency. In this context, due to the current global scenario, the assessment of climate events on the price of electricity becomes interesting, requiring a multidisciplinary approach, considering technical, economic and regulatory factors. The impacts can range from temporary events, such as heat waves or droughts, to long-term climate change, requiring both adaptation of the electricity system and the creation of new mechanisms for price control and risk mitigation. The solutions involve both technological improvements, such as energy storage and matrix diversification, as well as the use of financial strategies and public policies to minimize price volatility.

**Description (Portuguese and English)**

O candidato contribuirá alinhado aos seguintes objetivos do projeto:

1. Levantamento do panorama internacional sobre impactos de eventos climáticos na operação de usinas renováveis
2. Desenvolvimento de simulações para cálculo do Custo Marginal de Operação
3. Correlação do corte de usinas renováveis com ocorrências de eventos climáticos e ambientais no território nacional
4. Elaboração de estudos de caso, considerando efeito de eventos climáticos que possam influenciar o despacho de recursos energéticos renováveis

The applicant will contribute with the following objectives of the project:

1. Survey of the international panorama on the impacts of climate events on the operation of renewable energy plants
2. Development of simulations to calculate the Marginal Operating Cost
3. Correlation of the shutdown of renewable energy plants with occurrences of climate and environmental events in the national territory
4. Preparation of case studies, considering the effect of climate events that may influence the dispatch of renewable energy resources.

**Requirements to fill the position. (Ex: specific experience, minimum or maximum years after concluding the course) (Portuguese and English)**

Este projeto é adequado para um candidato altamente motivado e proficiência em inglês. É fundamental que o candidato tenha formação sólida em engenharia elétrica ou energética, ou ciências atmosféricas ou meteorologia, ou economia de energia. Especializações em sustentabilidade energética, política energética, análise de mercado de energia ou modelagem climática são altamente desejáveis. O pesquisador trabalhará com ferramentas de simulação de mercado de energia (por exemplo, o SDDP, da PSR) para simular cenários de oferta e demanda sob diferentes condições climáticas. Proficiência em análise de grandes volumes de dados climáticos e de mercado, utilizando ferramentas como Python, R, Matlab ou Excel Avançado é necessário.

This project is suitable for a highly motivated candidate with proficiency in English. It is essential that the candidate has a solid background in electrical or energy engineering, or atmospheric sciences or meteorology, or energy economics. Specializations in energy sustainability, energy policy, energy market analysis, or climate modeling are highly desirable. The researcher will work with energy market simulation tools (e.g., PSR's SDDP) to simulate supply and demand scenarios under different climate conditions. Proficiency in analyzing large volumes of climate and market data, using tools such as Python, R, Matlab, or Advanced Excel is required.

**Funding Notes:** This post-doctoral research assistantship is funded by FUSP. The assistantship will cover a standard maintenance stipend of R\$ 9,500.00 per month. the candidate will also have access to all services offered by USP (sports, cultural activities, library, student housing, health service, subsidized food service, etc.).

**Work place:** INOVA POWER - Av. Prof. Lúcio Martins Rodrigues, 370 - Butantã, São Paulo - SP, 05508-020

**Documents/Information to be Sent:**

**Ref: 24PDR304**

- 1) Access the link <https://sites.usp.br/rcgi/opportunities/>
- 2) Find the Position Ref: 24PDR304
- 3) Click on Application to apply

**Deadline: December 01<sup>th</sup>, 2024**

In case you have any question, please write to [rcgi.opportunities@usp.br](mailto:rcgi.opportunities@usp.br)