

# Predição do Estado de uma Smart Grid

João Vinicius Farah Colombini 159501

Victor Jorge Carvalho Chaves 156740

11/07/2024

## Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução e Motivação</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Conceitos Fundamentais</b>	<b>2</b>
2.1	Smart Grid . . . . .	2
2.2	PyPSA: Python for Power System Analysis . . . . .	2
<b>3</b>	<b>Trabalhos Relacionados</b>	<b>3</b>
3.1	Harmonized and Open Energy Dataset for Modeling a Highly Renewable Brazilian Power System . . . . .	3
3.2	Machine Learning Approaches To Predict The Stability of Smart Grid . . . . .	3
3.3	A multi-scale time-series dataset with benchmark for machine learning in decarbonized energy grids . . . . .	3
<b>4</b>	<b>Objetivo</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>Metodologia Experimental</b>	<b>4</b>
5.1	Tecnologias e Bibliotecas . . . . .	4
5.2	Etapas do Desenvolvimento . . . . .	4
<b>6</b>	<b>Entregáveis do Projeto</b>	<b>4</b>
<b>7</b>	<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>5</b>

# 1 Introdução e Motivação

Redes elétricas são responsáveis por realizar a geração, transmissão e distribuição de energia em um território e são fundamentais para o funcionamento da sociedade.

E conforme o passar dos anos, com o crescimento da sociedade, há o aumento no consumo de energia elétrica. Além disso, com as questões climáticas em jogo e a busca por mais fontes de energia limpa, há a entrada de novos elementos nas redes elétricas, como painéis solares, aerogeradores, etc. Que aumentam a complexidade das redes.

E por fim, ocorreu vários casos no mundo de blackouts, que foram causados por mal funcionamentos da rede, ataques cibernéticos, falta de manutenção, etc.

E com crescimento das redes elétricas para atender a situação do mundo, emergiu o conceito de Smart Grid (Rede Elétrica Inteligente), redes elétricas que implementam múltiplas tecnologias para lidar com os desafios citados acima.

E dentre umas das tecnologias aplicadas em Smart Grids, é a inteligência artificial, que pode resolver desafios de forecasting, detecção de ataques, e problemas de otimização.

## 2 Conceitos Fundamentais

### 2.1 Smart Grid

Sistema de energia elétrica que se utiliza da tecnologia da informação para fazer com que o sistema seja mais eficiente (econômica e energeticamente), confiável e sustentável.

A definição de redes elétricas inteligentes ainda não está completamente consolidada, mas nesse sistema devem constar os seguintes atributos

- Sistemas de transmissão e distribuição transparentes e controláveis;
- Fontes de energia renovável, geração distribuída e armazenamento de energia nos dois lados do medidor;
- Capacidade para resposta à demanda e controle de demanda.

### 2.2 PyPSA: Python for Power System Analysis

PyPSA é uma biblioteca de código aberto para simular e otimizar sistemas modernos de energia e energia que incluem recursos como geradores convencionais

com compromisso de unidade, geração eólica e solar variável, unidades de armazenamento, acoplamento a outros setores de energia e redes mistas de corrente alternada e contínua.

### **3 Trabalhos Relacionados**

#### **3.1 Harmonized and Open Energy Dataset for Modeling a Highly Renewable Brazilian Power System**

Nesse trabalho é desenvolvido um conjunto de dados para análise de cenários com modelos como o PyPSA. Esse conjunto inclui dados de séries temporais, dados geoespaciais e dados tabulares sobre usinas e demandas de energia. Isso facilita estudos adicionais focados na descarbonização do sistema energético brasileiro, mas pode ser auxiliar para outros estudo também.

#### **3.2 Machine Learning Approaches To Predict The Stability of Smart Grid**

Este estudo propõe um modelo de aprendizado de máquina para identificar a estabilidade da rede inteligente de forma mais eficiente.

#### **3.3 A multi-scale time-series dataset with benchmark for machine learning in decarbonized energy grids**

É um banco de dados gerado a partir de dados reais, e utiliza de séries temporais para isso. O processo pode ser descrito em três partes, a primeira é a coleta e geração de dados de carga e energia renovável, a segunda é Energia, voltagem e geração de dados e portanto a ultima é fundamentada em comparações de modelos de machine learning para atividades chave.

### **4 Objetivo**

Este trabalho propões em treinar diversos modelos de inteligência artificial para conseguir chegar em um modelo ótimo que deverá ser capaz de categorizar e prever o estado de uma rede elétrica com o objetivo final de otimização energética.

## **5 Metodologia Experimental**

### **5.1 Tecnologias e Bibliotecas**

- Linguagem de Programação: Python
- Biblioteca de Aprendizado de Máquina de IA: Scikit-learn, PyTorch
- Simulador de uma Rede Elétrica: PyPSA

### **5.2 Etapas do Desenvolvimento**

1. Definição e Criação de um Dataset usando PyPSA
2. Pré Processamento dos Dados e Geração de Dados
3. Treinamento e Teste de Modelos de IA de Regressão
  - (a) Random Forests para regressão;
  - (b) Regressão linear;
  - (c) Árvores de decisão para regressão.
4. Treinamento e Teste de Modelos de IA de Classificação
  - (a) Arvore de Decisão;
  - (b) K-nearest neighbors;
  - (c) Árvores de decisão para regressão.
5. Comparação e escolha do modelo a ser usado em cada caso.
6. Buscar a possibilidade de fine tuning dos modelos achados para aplicar em outros desafios de mesmo domínio.

## **6 Entregáveis do Projeto**

O projeto visa desenvolver um modelo de inteligência artificial treinado com dados de redes elétricas, capaz de categorizar (classificação, dados discretos) e prever (regressão, dados contínuos) o estado dessas redes com alta precisão.

Além disso, será feito a tentativa de adaptar o modelo para enfrentar outros desafios na área de Smart Grid, promovendo melhorias na eficiência, segurança e gestão dessas redes inteligentes.

## 7 Referências Bibliográficas

- Deng, Y., Cao, KK., Hu, W. et al. Harmonized and Open Energy Dataset for Modeling a Highly Renewable Brazilian Power System. Sci Data 10, 103 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41597-023-01992-9>
- T. Brown, J. Hörsch, D. Schlachtberger, PyPSA: Python for Power System Analysis, 2018, Journal of Open Research Software, 6(1), arXiv:1707.09913, DOI:10.5334/jors.188
- SAP Insights. "The Smart Grid: How AI is Powering Today's Energy Technologies."Disponível em: SAP Insights. Acesso em: 11 jul. 2024.
- Satu, Md & Khan, Md. Imran. (2024). Machine Learning Approaches To Predict The Stability of Smart Grid. 10.21203/rs.3.rs-3866218/v1.
- Y. Deng, "PyPSA-Brazil: A Free and Open Model of the Brazilian Electrical System,"in Energy Proceedings, 2021.
- Zheng, X., Xu, N., Trinh, L. et al. A multi-scale time-series dataset with benchmark for machine learning in decarbonized energy grids. Sci Data 9, 359 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01455-7>