

Predição da Geração de Energia Utilizando Dados Climáticos

Vitor Oliveira Ropke



Dezembro de 2024

Mudanças Climáticas

- Alteração dos padrões climáticos
- Anomalia de precipitação, chuva e radiação solar
- Impacta o setor elétrico dos países

Sistema Interligado Nacional (SIN)

- Centraliza geração e distribuição de energia
- Possui vantagens e desvantagens

Sistema Interligado Nacional (SIN)

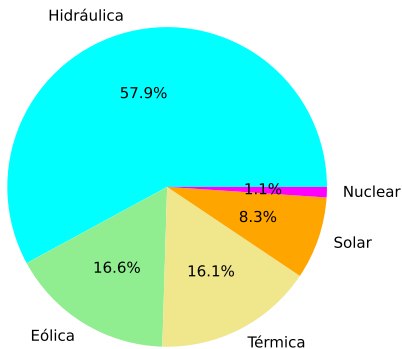


Figura 1: Matriz Energética Brasileira no Dia 30 de Novembro de 2024

Objetivo

Identificar possíveis momentos críticos de geração de energia.

Estratégia

1ª etapa

Predição dos elementos climáticos usando o Prophet.

- Chuva
- Sol
- Vento

2ª etapa

Predição da geração e do consumo de energia usando o NeuralProphet.

- Geração hidráulica – Chuva
- Geração fotovoltaica – Sol
- Geração eólica – Vento
- Geração térmica
- Consumo

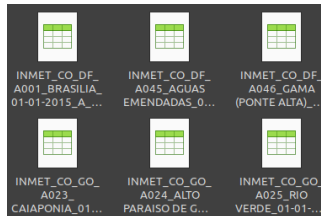
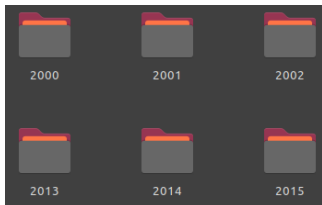
Coleta de Dados

3 datasets

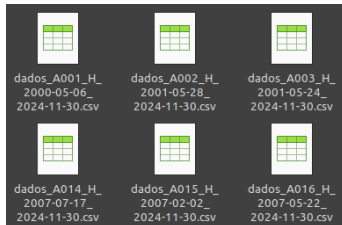
- Elementos climáticos
- Capacidade de geração
- Geração e consumo

Coleta de Dados - Elementos Climáticos

- portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos



- bdmep.inmet.gov.br



Coleta de Dados - Elementos Climáticos

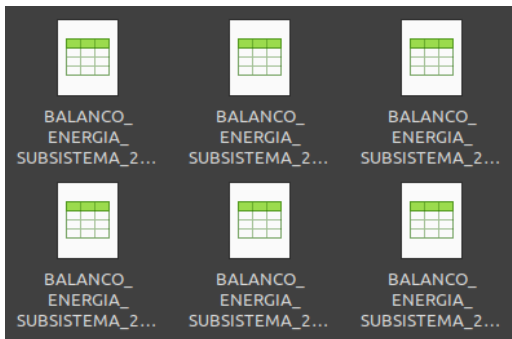
- Dados horários
- 19 colunas (INMET DADOS HISTÓRICOS ANUAIS)
- 5 colunas (INMET::BDMEP)
 - Data Medicao
 - Hora Medicao
 - PRECIPITACAO TOTAL, HORARIO(mm)
 - RADIACAO GLOBAL(Kj/m²)
 - VENTO, VELOCIDADE HORARIA(m/s)
- 634 estações meteorológicas (INMET DADOS HISTÓRICOS ANUAIS)
- 602 estações meteorológicas (INMET::BDMEP)

Coleta de Dados - Capacidade de Geração

- dados.ons.org.br/dataset/capacidade-geracao
- Dados diários
- 17 colunas (4 selecionadas)
 - nom_tipousina
 - dat_entradaoperacao
 - dat_desativacao
 - val_potenciaefetiva
- 1 arquivo
- 5.201 linhas

Coleta de Dados - Geração e Consumo

- dados.ons.org.br/dataset/balanco-energia-subsistema



Coleta de Dados - Geração e Consumo

- Dados horários
- 9 colunas (7 selecionadas)
 - nom_subsistema
 - din_instante
 - val_gerhidraulica
 - val_gertermica
 - val_gereolica
 - val_gersolar
 - val_carga
- 25 arquivos
- 43.916 linhas, cada

Processamento de Dados - Elementos Climáticos

- Seleção de estações meteorológicas com no mínimo 30% de dados válidos
- Seleção de estações meteorológicas com no mínimo 2 anos (730 dias) de dados
- 582 estações meteorológicas com predição feita
- Dados horários reamostrados para dados diários, fazendo a média dos valores horários
- Dados diários de 6 de Maio de 2000 até 30 de Novembro de 2024
- Cálculo da média entre todas as estações meteorológicas

Processamento de Dados - Elementos Climáticos

data	chuva	sol	vento
2000-05-06	0.01837	1278.09386	2.35468
2000-05-07	0.02028	1295.12063	2.33444
2000-05-08	0.01546	1269.16514	2.33220
2000-05-09	0.00931	1288.86107	2.33925

Tabela 1: Amostra dos Dados Climáticos

Processamento de Dados - Capacidade de Geração

- Dados inicialmente classificados por usina
- Cada usina possui data de início de operação e pode ter data de fim de operação
- Iteração diária de 6 de Maio de 2000 até 30 de Novembro de 2024
- Soma da potência de cada usina de acordo com o tipo e a data de início e fim de operação
- Resulta em uma tabela com a capacidade de geração diária de cada tipo de energia

Processamento de Dados - Capacidade de Geração

- 7 colunas
 - data
 - potencia_total
 - potencia_hidraulica
 - potencia_termica
 - potencia_eolica
 - potencia_solar
 - potencia_nuclear

Processamento de Dados - Capacidade de Geração

data	potencia_total	potencia_hidraulica	potencia_termica	potencia_eolica	potencia_solar	potencia_nuclear
2000-05-06	68682.88600	63756.91999	4285.96599	0.0	0.0	640.0
2000-05-07	68682.88600	63756.91999	4285.96599	0.0	0.0	640.0
2000-05-08	68682.88600	63756.91999	4285.96599	0.0	0.0	640.0
2000-05-09	68682.88600	63756.91999	4285.96599	0.0	0.0	640.0

Tabela 2: Amostra dos Dados da Capacidade de Geração

Processamento de Dados - Geração e Consumo

- Seleção de linhas onde SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL é o valor em `nom_subsistema`
- Dados horários reamostrados para dados diários, fazendo a média dos valores horários
- Dados diários de 6 de Maio de 2000 até 30 de Novembro de 2024

Processamento de Dados - Geração e Consumo

data	val_gerhidraulica	val_gertermica	val_gereolica	potencia_gersolar	potencia_carga
2000-05-06	37575.91666	1785.445833	0.0	0.0	39408.67916
2000-05-07	32997.02083	1706.8875	0.0	0.0	34751.125
2000-05-08	39447.27083	1825.325	0.0	0.0	41444.38333
2000-05-09	40412.70833	1786.9375	0.0	0.0	42356.49166

Tabela 3: Amostra dos Dados de Geração e Consumo

Predição

De 01 de Dezembro de 2024 até 31 de Dezembro de 2099.

Predição dos Elementos Climáticos

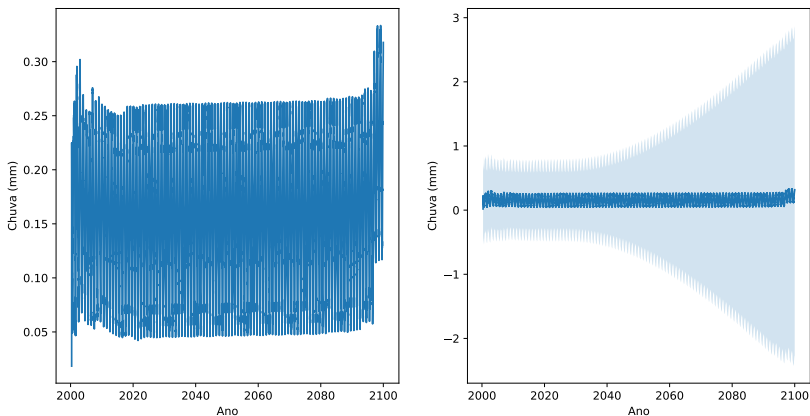


Figura 2: Evolução da Chuva ao Longo dos Anos

Predição dos Elementos Climáticos

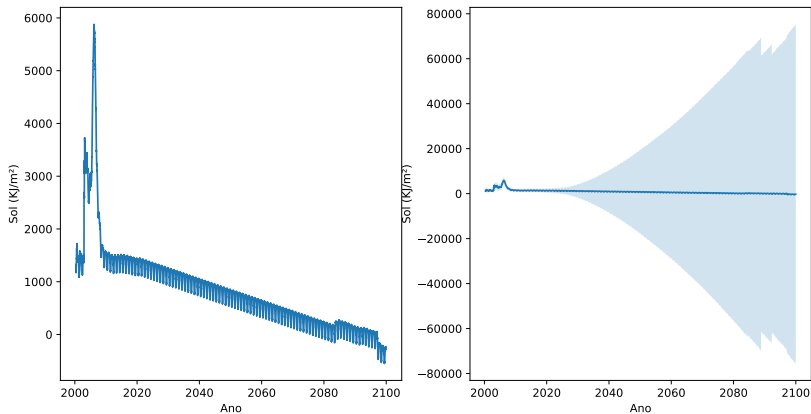


Figura 3: Evolução da Radiação Solar ao Longo dos Anos

Predição dos Elementos Climáticos

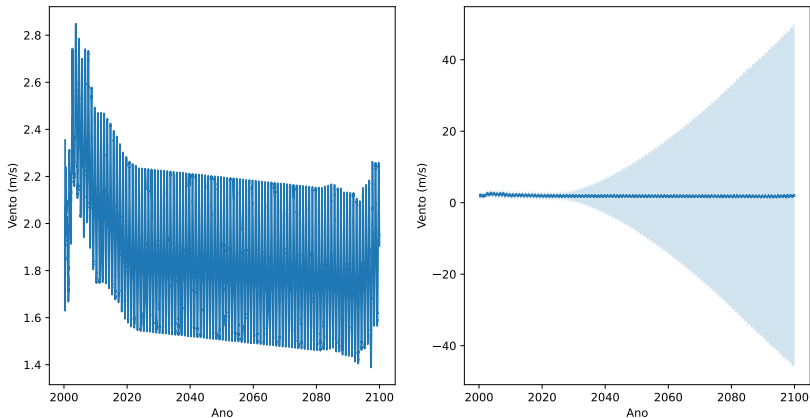


Figura 4: Evolução da Velocidade do Vento ao Longo dos Anos

Capacidade de Geração

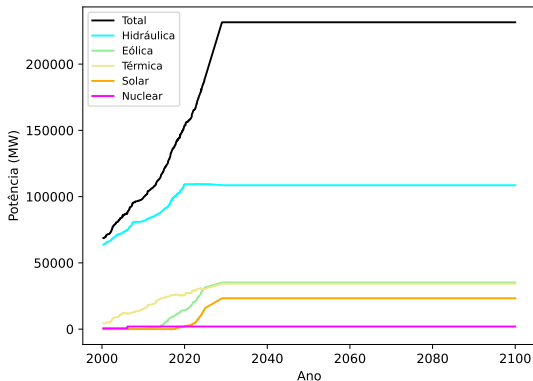


Figura 5: Evolução da Capacidade de Geração ao Longo dos Anos

Geração e Consumo

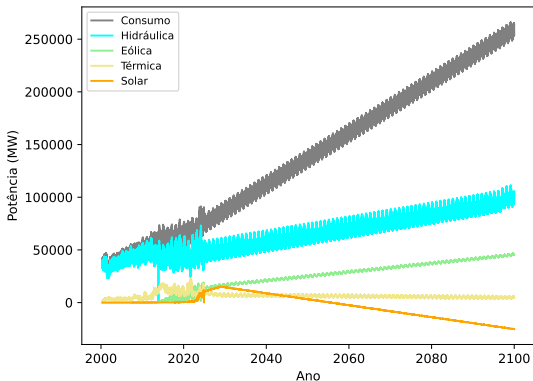


Figura 6: Evolução da Geração e do Consumo ao Longo dos Anos

Capacidade, Geração e Consumo

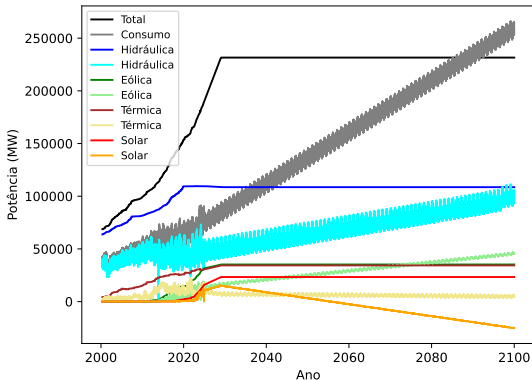


Figura 7: Comparação da Capacidade de Geração com a Geração e Consumo

Conclusões

- Prophet e NeuralProphet conseguem fazer as previsões mesmo sem ajustar os parâmetros
- Resultados mostram que o consumo passa pela geração total por volta de 2080

Trabalhos Futuros

- Ajustar os parâmetros
- Diminuir a tolerância para valores nulos e zerados
- Considerar correlações entre os tipos de geração e os elementos climáticos
 - Considerar efeitos da chuva sobre a geração solar e eólica
 - Considerar efeitos do sol sobre a geração hidrelétrica e eólica
 - Considerar efeitos do vento sobre a geração hidrelétrica e solar
- Considerar a geolocalização das usinas e das estações meteorológicas

ACABOU-SE!!!

Power grid in 2100 be like

