

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
ESCOLA DE ENGENHARIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Bernardo Albuquerque Domingues da Silva

**Análise do Impacto de Variáveis Climatológicas na
Geração do SIN: Uma Abordagem Computacional**

Niterói

2025

Bernardo Albuquerque Domingues da Silva

**Análise do Impacto de Variáveis Climatológicas na Geração do SIN: Uma
Abordagem Computacional**

Projeto de Conclusão de Curso apresentado
ao Corpo Docente do Departamento de
Engenharia Elétrica da Escola de Engenharia
da Universidade Federal Fluminense, como
parte dos requisitos necessários à obtenção
do título de Engenheiro Eletricista.

Orientador:
Prof. Dr. André da Costa Pinho

Niterói

2025

Ficha Catalográfica elaborada pelo Aluno, acesse o site:

<https://bibliotecas.uff.br/bcg/fichacatalografica/>

Gere o pdf da ficha e substitua o arquivo ficha.pdf com a sua ficha.

As informações abaixo são ilustrativas. Os alunos devem inserir a Ficha Catalográfica nesta página.

M514 Tal, Fulano de

Título do Trabalho / Fulano de Tal. –Rio de Janeiro, RJ: [s.n.], 2022.

xx f.

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal Fluminense, 2022.

1. Construção Civil. 2. Lean Construction. 3. Gerenciamento de Obra

Bernardo Albuquerque Domingues da Silva

**Análise do Impacto de Variáveis Climatológicas na Geração do SIN: Uma
Abordagem Computacional**

Projeto de Conclusão de Curso apresentado
ao Corpo Docente do Departamento de
Engenharia Elétrica da Escola de Engenharia
da Universidade Federal Fluminense, como
parte dos requisitos necessários à obtenção
do título de Engenheiro Eletricista.

Aprovado em: _____ de _____ de _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. André da Costa Pinho - UFF

Prof. Dr. Bruno Soares Borba - UFF

Prof. Dr. Vitor Hugo Ferreira - UFF

Niterói
2025

Em memória de minha querida avó Célia,
por toda a sua paciência, carinho e amor
incondicionais.

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, Débora e Gilvan, por sempre me apoiarem nas minhas escolhas, me ajudado a superar os obstáculos que surgiram no caminho e sempre estarem presentes nos momentos mais importantes. Obrigado por acreditarem em mim, por terem abdicado de tantas coisas para me proporcionar uma educação de qualidade e me ensinado a importância do esforço, estudo e trabalho. Serei eternamente grato pelos esforços e sacrifícios que fizeram por mim. Vocês sempre serão os meus maiores exemplos na vida.

À minha irmã, Letícia, por ser meu alívio cômico por todos esses anos. À minha família, por compreender minhas ausências e por todos os aprendizados que me proporcionaram.

À minha companheira, Juliana, por ter me apoiado, incentivado e compreendido nos momentos de dificuldade. Por ter me ajudado a manter a calma e acreditar que eu era capaz de superar qualquer obstáculo. Obrigado por ser a minha maior incentivadora e por nunca me deixar desistir nos momentos nos quais nem eu acreditava mais em mim.

Aos amigos que fiz durante a graduação, que sem dúvidas espero levar para a vida toda. Sem vocês o caminho teria sido muito mais difícil. Agradeço por todos os momentos de descontração, pelas risadas, pelos estudos em grupo e, principalmente, pelo revezamento de faltas nas disciplinas mais chatas. À Faraday E-Racing, que representou um marco na minha trajetória acadêmica e me proporcionou aprendizados e oportunidades essenciais para a minha formação.

Ao professor André Pinho, por, além de ter sido um dos melhores professores com quem já tive aula, ter me orientado durante o desenvolvimento deste trabalho de maneira exemplar. Agradeço também aos professores Flávio Martins, Felipe Sass e Marcio Guimaraens, por me lembrarem em cada aula do motivo pelo qual escolhi a Engenharia Elétrica.

Resumo

Este trabalho investiga o impacto de variáveis climatológicas na operação do Sistema Interligado Nacional, com ênfase nas fontes hidráulica e térmica. São analisadas séries históricas disponibilizadas pelo ONS e variáveis climáticas fornecidas por instituições como NOAA, INPE e ECMWF, a fim de avaliar correlações e tendências ao longo do tempo. Técnicas de processamento intensivo, regressão e aprendizado de máquina são aplicadas para detectar padrões e propor estratégias de adaptação e mitigação de riscos no planejamento energético brasileiro.

Palavras-chave: Geração de energia. Clima. Planejamento energético. Machine learning.

Abstract

This work investigates the impact of climatological variables on the operation of the Brazilian National Interconnected System, emphasizing hydraulic and thermal sources. Historical time series from ONS and climate data from institutions such as NOAA, INPE, and ECMWF are analyzed to identify correlations and trends over time. Intensive data processing, regression, and machine learning techniques are applied to detect patterns and propose strategies for adapting to and mitigating risks in Brazil's energy planning.

Key-words: Energy generation. Climate. Risk mitigation. Machine learning.

Lista de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Geração centralizada anual por fonte | 13 |
| Figura 2 – Curva de carga diária do SIN em base horária | 14 |
| Figura 3 – Curva de carga do SIN em base mensal | 15 |
| Figura 4 – Geração hidráulica total em base mensal | 16 |
| Figura 5 – Índice ONI (Oceanic Niño Index) | 17 |
| Figura 6 – Subsistemas do SIN | 24 |

Lista de Tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Bibliotecas utilizadas no projeto | 20 |
| Tabela 2 – Parâmetros dos dados de geração | 23 |
| Tabela 3 – Parâmetros dos dados de carga | 23 |

Lista de Algoritmos

| | | |
|---|---|----|
| 1 | Pseudocódigo para download dos dados de geração | 22 |
|---|---|----|

Lista de Abreviaturas e Siglas

ONS Operador Nacional do Sistema Elétrico

EPE Empresa de Pesquisa Energética

SIN Sistema Interligado Nacional

Sumário

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Introdução | 13 |
| 1.1 | Contexto | 13 |
| 1.2 | Motivação | 15 |
| 1.3 | Objetivo | 17 |
| 1.4 | Estrutura do Trabalho | 17 |
| 2 | Trabalhos Relacionados | 19 |
| 3 | Metodologia | 20 |
| 3.1 | Abordagem computacional | 20 |
| 3.2 | Obtenção e pré-processamento dos dados | 21 |
| 3.2.1 | Séries históricas do ONS | 21 |
| 3.2.2 | Séries históricas de variáveis climatológicas | 23 |
| 3.2.3 | Pré-processamento dos dados | 25 |
| 3.3 | Análise exploratória dos dados | 25 |
| 3.4 | Implementação dos modelos de regressão | 25 |
| 3.4.1 | Feature selection | 25 |
| 3.4.2 | Análise de componentes principais | 25 |
| 3.4.3 | Avaliação dos modelos de regressão | 25 |
| 3.5 | Implementação dos modelos de aprendizado de máquina | 25 |
| 3.5.1 | Feature selection | 25 |
| 3.5.2 | Análise de componentes principais | 25 |
| 3.5.3 | Avaliação dos modelos de aprendizado de máquina | 25 |
| 4 | Resultados | 26 |
| 5 | Conclusão | 27 |
| | Referências | 28 |

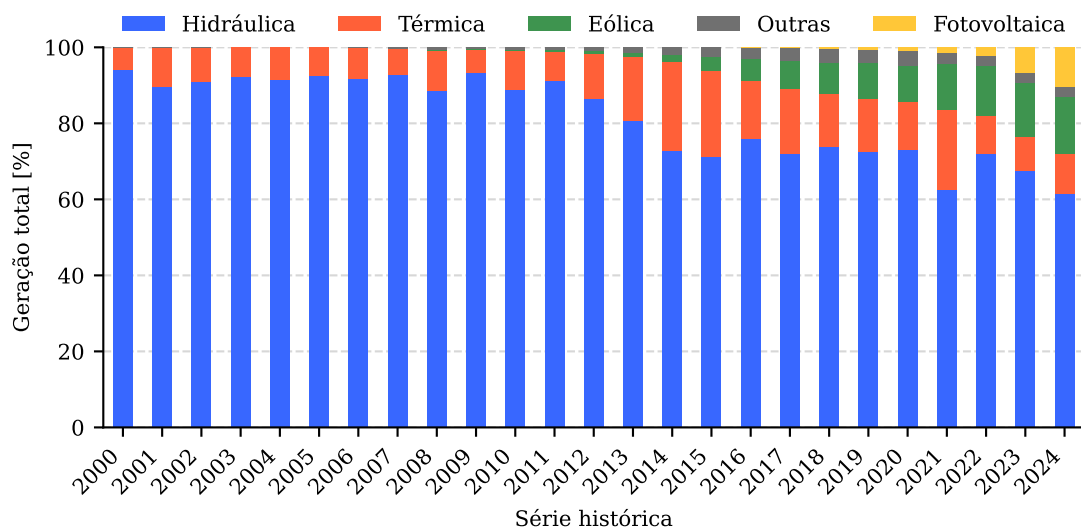
Capítulo 1

Introdução

1.1 Contexto

Historicamente, a matriz elétrica brasileira é considerada uma das mais limpas do mundo, com destaque para a fonte hidráulica, que é responsável pela maior parte da geração de energia elétrica no país. Nos últimos anos, outras fontes de geração vêm sendo incorporadas ao sistema, das quais destacam-se a eólica e solar fotovoltaica, conforme observado na Figura 1, elaborada a partir de dados brutos de geração centralizada obtidos do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), sem considerar a geração distribuída.

Figura 1 – Geração centralizada anual por fonte



Fonte: o autor.

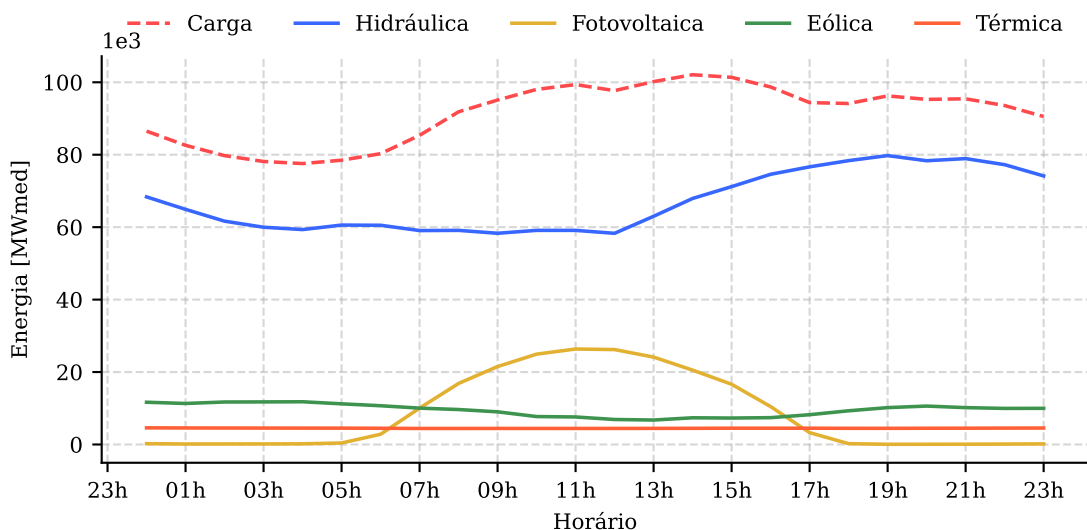
Nota-se, em especial, um crescimento significativo da geração eólica, observado a partir de 2015, e uma diminuição significativa da contribuição de geração térmica média no panorama geral nos anos seguintes. Em 2023, a fonte eólica foi responsável por 48% da expansão da capacidade instalada total de 10,19 GW (EPE, 2024). Essa expansão se dá em função do maior número de empreendimentos participantes nos Leilões de

Energia Elétrica do Ambiente de Contratação Regulada (ACR) realizados pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Isso ocorre, dentre outros fatores, devido à queda nos custos de aerogeradores e painéis fotovoltaicos, além do fator "combustível zero" dessas fontes, o que torna novos empreendimentos mais atrativos economicamente para os agentes.

Embora essa expansão seja positiva, poupando recursos hídricos, contribuindo para a diversificação da matriz elétrica e reduzindo o acionamento de usinas térmicas, essas fontes possuem características intrínsecas que as tornam intermitentes, como a incidência solar e a velocidade do vento. Essas variáveis possuem sazonalidades de curto e longo prazo, a depender da hora do dia e estação do ano, por exemplo. Sendo assim, uma alta dependência dessas fontes tem o potencial de tornar o sistema como um todo mais vulnerável.

Além disso, ao analisar a curva de carga do SIN, observa-se que, embora o seu pico ocorra no início da tarde, momento no qual a geração solar fotovoltaica apresenta significativa contribuição, o período noturno também apresenta carga considerável, conforme a Figura 2, que mostra a curva de carga do SIN para o dia 15 de março de 2024, dia em que registrou-se um recorde de demanda máxima instantânea de 102.478 MW, segundo o ONS, e como pode ser observado na Figura 3.

Figura 2 – Curva de carga diária do SIN em base horária

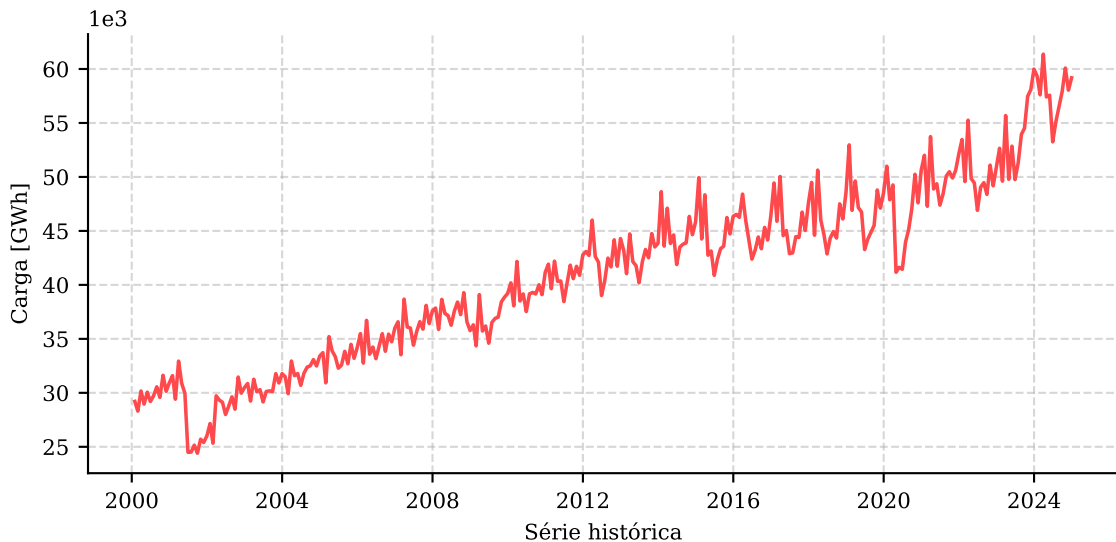


Fonte: o autor.

1.2 Motivação

Fundamentalmente, em sistemas interligados cuja fonte hidráulica constitui a base da matriz elétrica, é essencial, para um planejamento energético eficiente, otimizar o sistema de modo a considerar a operação de todas as usinas, considerando a incerteza associada às afluências futuras. Dessa forma, estima-se o valor da geração hidrelétrica que poderia substituir a geração térmica a curto ou longo prazo, de modo a minimizar os custos de operação do sistema e o risco de utilizar reservatórios de maneira desnecessária, garantindo assim o atendimento à demanda futura, principalmente em casos de escassez hídrica.

Figura 3 – Curva de carga do SIN em base mensal



Fonte: o autor.

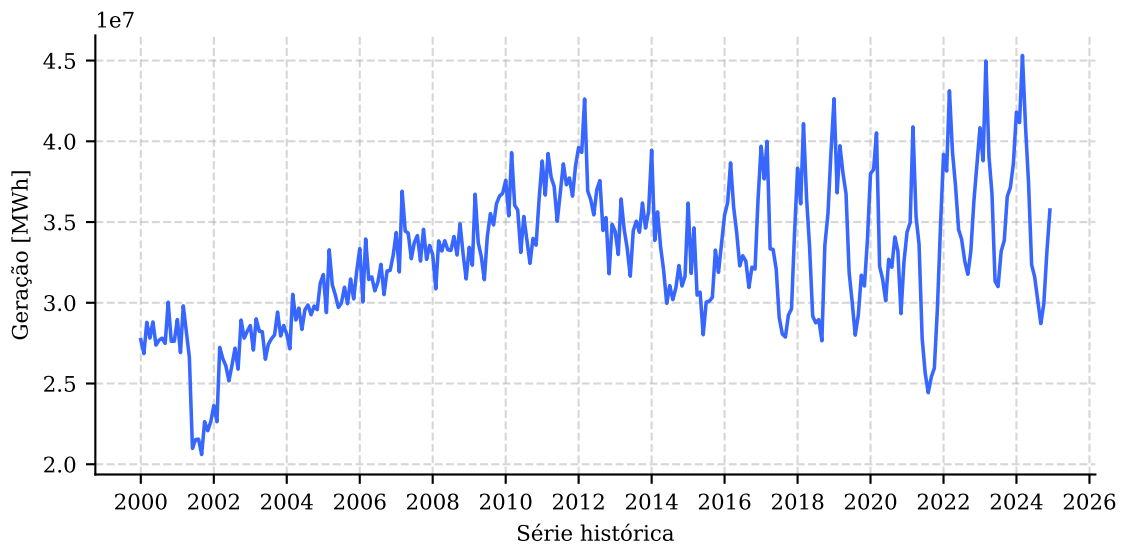
Em um contexto no qual a implementação de sistemas de armazenamento de energia elétrica ainda é incipiente, a matriz segue bastante dependente da fonte hidráulica e, de maneira complementar, das térmicas. A dependência da fonte hidráulica, por sua vez, torna o sistema elétrico vulnerável a eventos climáticos extremos ocasionados pelas mudanças climáticas. Por exemplo, em 2021, verificou-se um acionamento recorde de usinas térmicas e uma geração hidráulica percentual mínima. Isso se deve em razão da forte crise hídrica enfrentada pelo Brasil em 2021, a pior dos últimos 91 anos. (SOARES; COSTA, 2023)

Portanto, o estudo da operação do sistema elétrico brasileiro, no contexto de cenários de eventos climatológicos extremos é altamente relevante para a segurança

energética do país, considerando uma estimativa de crescimento médio anual da carga do SIN de 3,2%. (ONS, 2024)

Ao analisar a geração hidráulica bruta na Figura 4, evidenciam-se pontos nos quais a geração é reduzida. Isso ocorre devido à sazonalidade das vazões nas bacias hidrográficas, responsáveis pelo abastecimento dos reservatórios. Considerando a amostragem em base mensal, observa-se que a geração é reduzida nos meses de inverno, período caracterizado por menor ocorrência de precipitação e, conseqüentemente, menor vazão nos rios. Por outro lado, nos meses de verão, a geração atinge seus maiores valores.

Figura 4 – Geração hidráulica total em base mensal

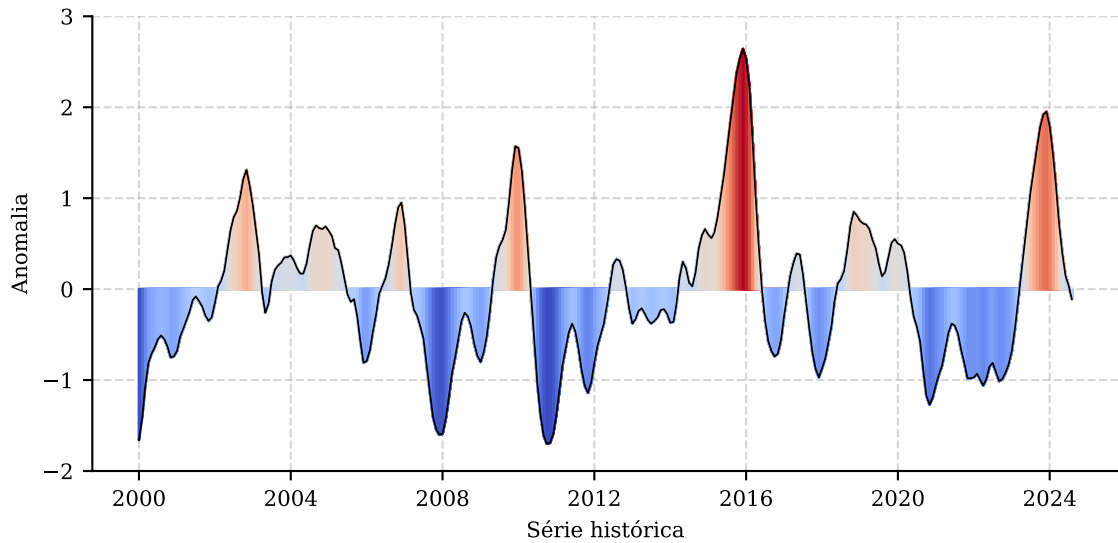


Fonte: o autor.

Esse comportamento é natural e esperado, uma vez que a geração hidráulica é diretamente influenciada pelas condições que afetam a vazão dos rios. No entanto, a ocorrência de eventos climatológicos como o *El-Niño* (EN) e *La-Niña* (LN) pode favorecer condições que impactam diretamente no potencial de geração hidráulica. (GURJÃO et al., 2012)

Fenômenos como o EN e LN são caracterizados por anomalias na temperatura da superfície do mar no Oceano Pacífico Equatorial. Essas anomalias são monitoradas por meio de índices como o ONI (Oceanic Niño Index), que é calculado pela NOAA e classifica os eventos em três categorias: EN, LN e neutro. A Figura 5 mostra a classificação dos eventos de EN e LN ocorridos entre 2000 e 2024, sendo que a escala de cores indica a intensidade do evento. Ao analisar a geração hidráulica bruta no mesmo período, observa-se que a ocorrência de eventos de EN e LN está associada a variações na geração.

Figura 5 – Índice ONI (Oceanic Niño Index)



Fonte: o autor.

1.3 Objetivo

O projeto tem como objetivo analisar o impacto de variáveis climatológicas, como anomalias e outros índices na geração de energia elétrica no Brasil, com foco nas fontes hidráulica e térmica, adotando técnicas computacionais para realizar a análise de correlações entre variáveis climáticas e a geração de energia. Para tanto, serão utilizados séries históricas de geração, carga e vazões disponibilizados pelo ONS, bem como séries históricas de variáveis climatológicas, como temperatura da superfície do mar, pressão e precipitação, consolidadas por instituições de pesquisa como o *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) e *European Centre for Medium-Range WeatherForecasts* (ECMWF).

A partir dessas análises, espera-se identificar padrões de comportamento da geração em cenários de eventos climatológicos extremos, bem como propor medidas de mitigação de riscos e adaptação do sistema elétrico brasileiro a esses eventos. Além disso, o projeto visa estabelecer uma base de conhecimento para pesquisas futuras na área de planejamento energético e clima, contribuindo para a segurança energética do país.

1.4 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos, sendo:

1. Introdução, contendo o contexto, motivação, objetivo e estrutura do trabalho;
2. Trabalhos Relacionados, que contém uma revisão bibliográfica sobre o tema;
3. Metodologia, descrevendo a abordagem computacional adotada para a análise de dados;
4. Resultados, que apresenta os resultados obtidos a partir da análise de dados;
5. Conclusão e Trabalhos Futuros.

Capítulo 2

Trabalhos Relacionados

Avaliação do Impacto de Secas Severas no Nordeste Brasileiro na Geração de Energia Elétrica Através do Modelo Newave: Projeção das Energias Afluentes e Armazenadas (VILAR et al., 2020)

<https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/60/PAP023274.pdf>

<https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/21709/1/887353.pdf>

Capítulo 3

Metodologia

3.1 Abordagem computacional

O projeto tem como objetivo analisar o impacto de variáveis climatológicas, como anomalias e outros índices, na geração de energia elétrica no Brasil. Para isso, foram adotadas técnicas computacionais para processamento de séries temporais, correlação de variáveis, *feature selection*, análise de componentes principais e implementação de modelos de regressão e aprendizado de máquina.

As etapas de processamento intensivo foram otimizadas para execução em paralelo, de modo a melhor utilizar os recursos computacionais. Todo o processamento foi realizado em um computador com processador AMD Ryzen 5900X e 32 GB de memória RAM, utilizando todas as 24 *threads* disponíveis.

Tabela 1 – Bibliotecas utilizadas no projeto

| Biblioteca | Descrição | Versão |
|----------------|---|--------|
| numpy | Cálculos numéricos e manipulação de arrays | 1.26.4 |
| pandas | Manipulação e análise de dados (DataFrames) | 2.2.3 |
| requests | Requisições HTTP | 2.32.3 |
| urllib3 | Gerenciamento de conexões HTTP | 2.2.3 |
| alive_progress | Barra de progresso para loops | 3.2.0 |
| netCDF4 | Leitura de arquivos NetCDF | 1.7.2 |
| cdsapi | API para download de dados do ECMWF | 0.7.5 |
| geopandas | Manipulação de dados geoespaciais | 1.0.1 |
| matplotlib | Visualização de dados | 3.9.2 |
| scikit-learn | Ferramentas de aprendizado de máquina | 1.5.2 |
| scipy | Ferramentas e algoritmos matemáticos | 1.14.1 |

Fonte: o autor.

Além disso, toda a base de código foi desenvolvida em Python versão 3.12 e está disponível em um repositório público no GitHub. O projeto foi organizado em módulos, cada um responsável por uma etapa do processo, desde a obtenção dos dados até a implementação dos modelos de aprendizado de máquina. A tabela 1 mostra as bibliotecas utilizadas no projeto.

3.2 Obtenção e pré-processamento dos dados

3.2.1 Séries históricas do ONS

A primeira etapa do projeto consiste na consolidação das séries históricas de geração, carga e variáveis hidrológicas, que são disponibilizadas publicamente no portal Dados Abertos do ONS, a partir do ano 2000. As séries referentes às variáveis hidrológicas são disponibilizadas em base diária, e os dados de geração e carga são disponibilizados em base horária. Sendo assim, a fim de obter uma amostragem representativa e suficiente para aplicação dos modelos computacionais, optou-se por utilizar a base temporal diária.

Os dados de geração são disponibilizados em Mega Watt médio (MWmed) por fonte de energia, subsistema, estado, modalidade de operação, entre outras variáveis. Os dados de carga também são disponibilizados em MWmed e contêm informações sobre a carga em cada subsistema do SIN.

Para as séries de geração, os dados de 2000 a 2021 são agrupados pelos respectivos anos, e a partir de 2022, as informações estão agrupadas em arquivos por mês e ano. Para as séries de carga, os dados são disponibilizados por ano. Como o ONS não disponibiliza Application Programming Interface (API) para a obtenção dos dados diretamente, foi necessário uma outra abordagem, a fim de evitar o download manual dos dados.

Após identificar o padrão de nomenclatura utilizado pelo ONS para os arquivos, foram desenvolvidas as funções *GetGeracao*, *GetCarga* e *GetVazao* para obtenção dos dados de geração, carga e hidrológicos, respectivamente. Os arquivos foram baixados por meio de requisições HTTP, utilizando a biblioteca *requests* e a biblioteca *urllib3* para gerenciar as conexões. Além disso, as funções realizam o download dos arquivos em paralelo, utilizando todas as threads disponíveis do sistema. Ao todo, cerca de 10 GB de dados em arquivos Comma Separated Values (CSV) foram consolidados.

Considerando o período de 2000 a 2024, foram consolidados ao todo 9132 amostras diárias para cada variável. Caso fosse considerada a amostragem mensal, o número de amostras seria de apenas 300, o que poderia não ser suficiente para a aplicação dos modelos. Ainda assim, análises em base mensal poderão ser realizadas posteriormente, considerando a possibilidade de transformação dos dados para essa escala temporal.

Toda a manipulação dos dados foi realizada utilizando a biblioteca *pandas*, de modo a facilitar a seleção das variáveis de interesse

Algoritmo 1 Pseudocódigo para download dos dados de geração

```

1: function GETGERACAO(anos, baseUrl)
2:   Inicializar barra de progresso para anos
3:   Criar um executor de threads
4:   Submeter tarefas DOWNLOADANO(ano) para cada ano em anos ao executor
5:   for cada futuro f retornado pelo executor do
6:     Aguardar resultado de f
7:     Atualizar barra de progresso
8:   end for
9: end function
10:
11: function DOWNLOADANO(ano)
12:   if ano < 2022 then
13:     Construir URL: baseUrl + "GERACAO_USINA-2_ano.csv"
14:     Fazer requisição HTTP GET para a URL
15:     if Requisição bem-sucedida (status 200) then
16:       Abrir arquivo local "GERACAO_USINA-2_ano.csv" para escrita
17:       for cada bloco de dados recebido na resposta do
18:         Escrever bloco no arquivo local
19:       end for
20:       Fechar arquivo local
21:       return Verdadeiro
22:     else
23:       return Falso
24:     end if
25:   else
26:     Definir concluido como Falso
27:     for cada mes de 1 a 12 do
28:       Formatar mes com zero à esquerda se necessário
29:       Construir URL: baseUrl + "GERACAO_USINA-2_ano_mes.csv"
30:       Fazer requisição HTTP GET para a URL
31:       if Requisição bem-sucedida (status 200) then
32:         Abrir arquivo local "GERACAO_USINA-2_ano_mes.csv" para escrita
33:         for cada bloco de dados recebido na resposta do
34:           Escrever bloco no arquivo local
35:         end for
36:         Fechar arquivo local
37:         Definir concluido como Verdadeiro
38:       else
39:         Definir concluido como Falso
40:       end if
41:     end for
42:     return concluido
43:   end if
44: end function

```

Tabela 2 – Parâmetros dos dados de geração

| Parâmetro | Descrição | Tipo |
|---------------------|-------------------------------------|----------|
| din_instante | Instante de aferição | Datetime |
| nom_subsistema | Subsistema da usina | String |
| id_estado | Estado onde a usina está localizada | String |
| nom_tipousina | Tipo de usina | String |
| nom_tipocombustivel | Tipo de combustível | String |
| nom_usina | Nome da usina | String |
| val_geracao | Geração de energia (MWmed) | Float |

Fonte: ONS (2024)

Nota: Variáveis não utilizadas foram omitidas.

Tabela 3 – Parâmetros dos dados de carga

| Parâmetro | Descrição | Tipo |
|-------------------------|--------------------------|----------|
| din_instante | Instante de aferição | Datetime |
| nom_subsistema | Subsistema da usina | String |
| val_cargaenergiahomwmed | Carga de energia (MWmed) | Float |

Fonte: ONS (2024)

Verifica-se, a partir da tabela 2, que os dados de geração contém informações que permitem uma análise detalhada da operação do SIN em diferentes níveis de granularidade. Dessa maneira, possíveis impactos em diferentes escalas geográficas e temporais poderão ser avaliados. Por outro lado, a tabela 3 mostra que os dados de carga não possuem a mesma granularidade que os dados de geração, limitando a análise a nível de subsistema, conforme a figura 6.

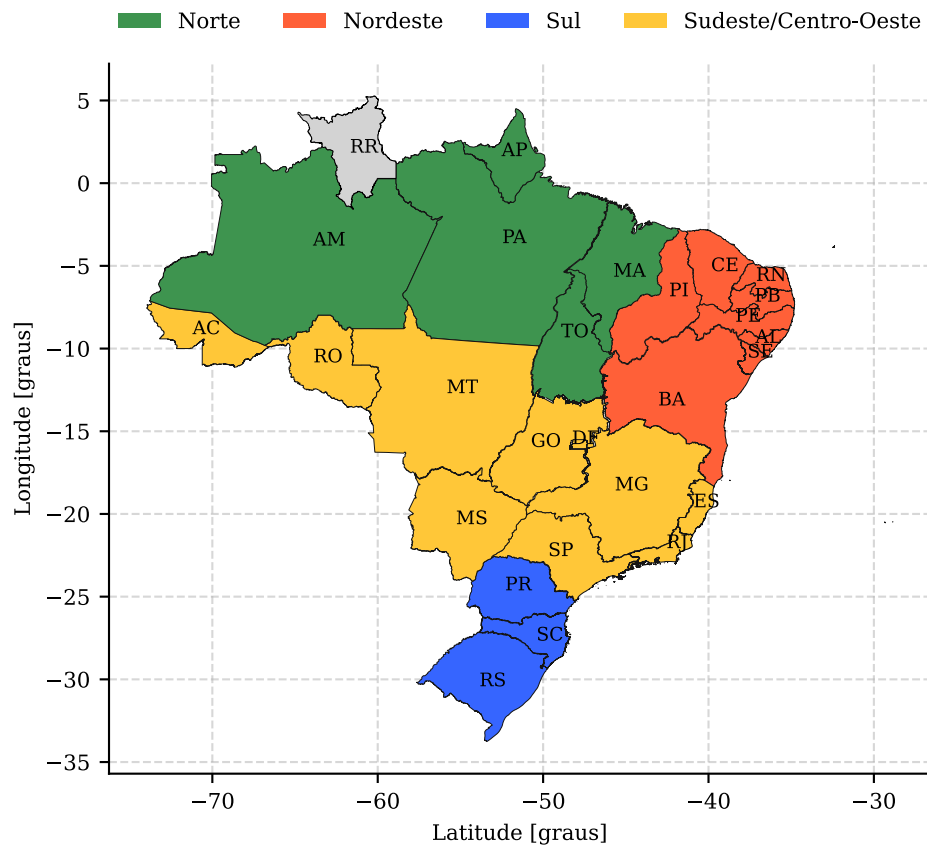
3.2.2 Séries históricas de variáveis climatológicas

A fim de maximizar o potencial de análise do projeto, é essencial considerar um grande número de dados climatológicos, como anomalias de temperatura, precipitação, pressão, radiação solar, entre outros. Para isso, foram utilizados dados disponibilizados pelo ECMWF, NOAA e também do departamento de ciências atmosféricas da UNIFEI.

Os dados do ECMWF foram obtidos através da API do CDS (Climate Data Store), que permite o download de dados meteorológicos de alta resolução, sendo possível especificar a escala temporal e a área de interesse, especificando as coordenadas geográficas. Os dados do NOAA e UNIFEI foram obtidos através de requisições HTTP.

É importante ressaltar que, embora a maioria dos dados climatológicos seja disponibilizada em base mensal, alguns possuem escala temporal diária, como alguns dados do ECMWF. Considerando que os dados de energia são disponibilizados em base horária, diferentes análises poderão ser realizadas, considerando as escalas temporais diária e mensal. Para isso, durante a etapa de pré-processamento dos dados, será realizada

Figura 6 – Subsistemas do SIN



Fonte: o autor.

a consolidação dos dados de geração e carga de modo que estejam na mesma escala temporal dos dados climatológicos.

Além disso, nas próximas etapas do projeto, será realizado a seleção das variáveis climatológicas mais relevantes para a análise, considerando a correlação com a geração de energia. Para isso, serão utilizadas técnicas de *feature selection* e redução de dimensionalidade, como a análise de componentes principais. A tabela ?? mostra as variáveis climatológicas utilizadas no projeto.

3.2.3 Pré-processamento dos dados

3.3 Análise exploratória dos dados

3.4 Implementação dos modelos de regressão

3.4.1 Feature selection

3.4.2 Análise de componentes principais

3.4.3 Avaliação dos modelos de regressão

3.5 Implementação dos modelos de aprendizado de máquina

3.5.1 Feature selection

3.5.2 Análise de componentes principais

3.5.3 Avaliação dos modelos de aprendizado de máquina

Capítulo 4

Resultados

Capítulo 5

Conclusão

Referências

EPE. **Balanço Energético Nacional 2024**. [S.l.], 2024. Disponível em: <<https://www.ons.org.br/AcervoDigitalDocumentosEPublicacoes/Relato%CC%81rio%20PEN%202024%20VF.pdf>>. Acesso em: 12.01.2025.

GURJÃO, Carlos Diego de Sousa et al. Influência do enos (el niño-oscilação sul) no regime hidrológico do rio são francisco: uma análise em regiões com fortes pressões antrópicas (influence of enso (el niño-southern oscillation) in the hydrological regime são francisco river: an analysis...). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, n. 4, p. 774–790, 2012.

ONS. **Plano da Operação Energética (PEN) 2024**. [S.l.], 2024. Disponível em: <<https://www.ons.org.br/AcervoDigitalDocumentosEPublicacoes/Relato%CC%81rio%20PEN%202024%20VF.pdf>>. Acesso em: 10.12.2024.

SOARES, Marcos de Abreu; COSTA, Hirdan Katarina de Medeiros. A crise hídrica enfrentada em 2021: uma avaliação das principais medidas adotadas pelo governo. **DELOS: DESARROLLO LOCAL SOSTENIBLE**, South Florida Publishing LLC, v. 16, n. 43, p. 489–503, abr. 2023. ISSN 1988-5245.

VILAR, Rafaella de Araújo Aires et al. Avaliação do impacto de secas severas no nordeste brasileiro na geração de energia elétrica através do modelo newave: Projeção das energias afluentes e armazenadas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, FapUNIFESP (SciELO), v. 35, n. 1, p. 89–98, mar. 2020. ISSN 0102-7786.

Título do Apêndice A

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Título do Anexo A

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.