**Sobre o ENTSO-E**

* **O que é o ENTSO-E**

O **ENTSO-E** (*European Network of Transmission System Operators for Electricity*) é a organização que reúne os operadores europeus de sistemas de transmissão de eletricidade. Sua principal responsabilidade é coordenar a operação da rede elétrica interconectada do continente, fortalecer a integração do mercado europeu de energia e promover a transição energética por meio de:

* Desenvolvimento de normas técnicas;
* Padronização da infraestrutura elétrica;
* Incorporação de fontes renováveis.

No Brasil, a entidade equivalente é o **ONS** (*Operador Nacional do Sistema Elétrico*), responsável pelo Sistema Interligado Nacional (SIN).

* **API do ENTSO-E**

A **Transparency Platform** é o banco de dados oficial da organização, que fornece informações detalhadas sobre o mercado e a operação do sistema elétrico europeu. Entre os dados disponíveis, destacam-se:

* Geração e consumo de energia;
* Intercâmbios internacionais;
* Capacidade de transmissão;
* Preços de mercado;
* Indicadores de qualidade do sistema.

Para acessar esses dados, o ENTSO-E disponibiliza uma **API pública**, que permite consultas estruturadas em formatos como JSON e XML.

* **entsoe-py**

O projeto **entsoe-py** é um *wrapper* em Python de código aberto que simplifica a interação com a API do ENTSO-E. Ele abstrai a complexidade das requisições HTTP e formata os dados em formato mais fácil de serem manipulados.

**Configuração do Programa**

* **Bibliotecas Necessárias**

Para o funcionamento do programa, certifique-se de instalar as seguintes bibliotecas:

* dotenv: pip install python-dotenv
* entsoe-py: pip install entsoe-py
* pandas: pip install pandas
* numpy: pip install numpy
* **Instruções de Uso**

No diretório onde se encontra a função *main*, é necessário editar o arquivo paises.txt com as informações correspondentes ao país, às opções de busca, ao intervalo de anos e à quantidade de dias por requisição. O arquivo deve seguir o formato:

CodigoPais;opcao1,opcao2;anoInicial-anoFinal;diasPorRequest

Caso o arquivo paises.txt esteja em um diretório ou com um nome diferente, altere a linha de código:

file = open("paises.txt", "r")

para apontar para o caminho correto.

* **Código do país**: Pode ser o código do país (ex.: DE para Alemanha), o código da bidzone (ex.: DE\_AT) ou o da área de controle (ex.: DE\_50HZ), dependendo da requisição.
* **Opções de busca**: As opções disponíveis são:
* net\_position
* day\_ahead\_prices
* load
* load\_forecast
* load\_and\_forecast
* generation\_forecast
* wind\_and\_solar\_forecast
* intraday\_wind\_and\_solar\_forecast
* generation
* installed\_generation\_capacity
* installed\_generation\_capacity\_per\_unit
* aggregate\_water\_reservoirs\_and\_hydro\_storage
* crossborder\_flows
* scheduled\_exchanges
* net\_transfer\_capacity\_dayahead
* net\_transfer\_capacity\_weekahead
* net\_transfer\_capacity\_monthahead
* net\_transfer\_capacity\_yearahead
* intraday\_offered\_capacity
* offered\_capacity
* imbalance\_prices
* imbalance\_volumes
* procured\_balancing\_capacity
* activated\_balancing\_energy
* contracted\_reserve\_prices
* contracted\_reserve\_amount
* unavailability\_of\_generation\_units
* unavailability\_of\_production\_units
* unavailability\_transmission
* withdrawn\_unavailability\_of\_generation\_units
* generation\_per\_plant
* physical\_crossborder\_allborders
* import
* generation\_import
* unalailability\_of\_transmission

**Exemplos:**

* Geração por planta da Holanda, no período entre 2015 e 2023, usando passo de 10 dias por request:

NL;generation\_per\_plant;2015-2023;10

* Consumo na Espanha, no período entre 2015 e 2023, usando passo de 30 dias por request:

ES;load;2015-2023;30

* Fluxo de energia entre a *bidzone* DK1 e outras *bidzones* da Europa, no período entre 2015 e 2023, usando passo de 60 dias por request:

DK\_1;crossborder\_flows;2015-2023;60

(*Nota*: As opções testadas até o momento são load, generation, crossborder\_flow e generation\_per\_plant.)

* **Segurança**

Para o uso do programa é necessário a utilização de uma chave de acesso (API Key) para realizar as requisições à API. No diretório do programa, crie um arquivo chamado .env contendo a seguinte linha:

API\_KEY = "sua-key"

Substitua "sua-key" pela sua chave de acesso. Embora a chave pudesse ser inserida diretamente no código, a utilização do arquivo de variáveis de ambiente garante maior segurança.

**Funcionamento do Programa**

* **Intervalos sem dados**

A base de dados do ENTSO-E pode apresentar intervalos ou dados incompletos em determinadas requisições. Para solucionar o problema de horas ausentes, o programa implementa uma função que preenche todas as horas ausentes entre o primeiro e o último registro disponível. Por exemplo, se o primeiro registro for às 00:00 do dia 01/01/2015 e o último às 23:00 do dia 31/12/2023, o *dataset* preenchido conterá 78.888 linhas, mesmo que o *dataset* original só tenha esses 2 registros.

* **Dados nulos**

O preenchimento dos dados ausentes é feito utilizando a média dos valores correspondentes ao mesmo horário e dia da semana das semanas anterior e posterior. Por exemplo, se faltar o dado de 20/10/2016 às 10:00, a média será calculada a partir dos registros de 13/10/2016 e 27/10/2016, ambos às 10:00. Caso esses dados não estejam disponíveis, o programa amplia a busca para 2, 3, …, N semanas anteriores e posteriores (com N definido pelo limite na linha de código abaixo, sendo N = 4, nesse caso):

while valor\_preenchido is None and semanas <= 4:

Se mesmo após esse procedimento não houver dados suficientes, o valor será preenchido com 0.

* **Outros parâmetros configuráveis**
* default\_tz = 'Europe/Brussels': Define o fuso horário dos dados
* HOUR\_AGGREGATION\_BY\_MEAN = True: Garante que os dados serão agregados por hora, utilizando a média.
* SAVE\_PARTIAL = True: Salva os dados a cada requisição realizada.
* SAVE\_ALL = True: Agrega os dados obtidos de um mesmo país e tipo de requisição em um único arquivo .csv (mantendo os dados faltantes).
* FILL\_ALL = True: Gera um novo arquivo .csv com os dados preenchidos de acordo com a heurística definida.
* MAX\_RETRIES = 10: Define o número máximo de tentativas para cada requisição, ajudando a contornar falhas temporárias.

**Melhorias Futuras**

* **Interface Gráfica (GUI):**
  + Facilitar a seleção de países, tipos de dados e intervalos sem editar manualmente um arquivo.
* **Validação Automática:**
  + Verificar códigos de países e opções de requisição para evitar erros. Algumas requisições estão disponíveis para código de países, outras para códigos de *bidzones* e outras para códigos de áreas de controle.
* **Melhoria no código:**
  + Revisar o código para torná-lo mais eficiente e escalonável.