

André Vitor Santana Souza  
Matrícula: 2312694

# **MeteoViz: Sistema de Visualização de Dados Meteorológicos**

Rio de Janeiro - RJ

Junho - 2024

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>2</b>
1.1	Motivação	3
1.2	Objetivo	3
1.3	Organização do Documento	3
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>4</b>
2.1	Dados meteorológicos	4
2.2	Arquivo CSV	4
2.3	Plotly e Dash	4
<b>3</b>	<b>REQUISITOS E ESPECIFICAÇÕES</b>	<b>6</b>
3.1	Requisitos funcionais e Não funcionais	6
3.1.1	Requisitos funcionais	6
3.1.2	Requisitos não funcionais	8
3.2	Casos de Uso	9
<b>4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b>	<b>12</b>
4.1	Plataformas e tecnologias	12
4.2	Diagrama de Clases	12
<b>5</b>	<b>TESTES</b>	<b>13</b>
5.1	Testes dos requisitos	13
<b>6</b>	<b>MANUAL DO USUÁRIO</b>	<b>15</b>
6.1	Requisitos mínimos	15
6.2	Principais funções do programa	15
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>18</b>

# 1 Introdução

A meteorologia é a ciência que estuda os fenômenos atmosféricos e suas interações com a superfície da Terra. Esta ciência é fundamental para a previsão do tempo, a compreensão das mudanças climáticas e o desenvolvimento de estratégias de mitigação e adaptação a eventos climáticos extremos. A análise de dados meteorológicos desempenha um papel crucial na identificação de padrões climáticos, na modelagem de sistemas atmosféricos e na tomada de decisões informadas em diversos setores, incluindo agricultura, transporte e gestão de recursos naturais.([JONKER, 2024](#))

Nos últimos anos, a visualização de dados tornou-se uma ferramenta essencial para cientistas e pesquisadores em diversas áreas. Ferramentas de visualização de dados permitem a interpretação rápida e eficaz de grandes volumes de dados, possibilitando identificar padrões, tendências e anomalias que seriam difíceis de detectar de outra forma ([COURSERA, 2023](#)).

O *Plotly* é uma das diversas ferramentas que podem auxiliar na criação de visualizações, ela é uma biblioteca de gráficos interativa que suporta diversos tipos de gráficos, incluindo gráficos de linhas, barras, dispersão, mapas, entre outros. Já o *Dash*, criado pela Plotly, simplifica a criação de interfaces de usuário ricas e é um excelente complemento para utilizar a biblioteca em aplicações web. O uso combinado de *Dash* e *Plotly* permite a criação de aplicações web que não apenas exibem dados, mas também permitem a interação do usuário com esses dados. Isso é particularmente útil em meteorologia, onde os dados são frequentemente complexos e multifacetados.

Este trabalho apresenta uma aplicação web que permite aos usuários visualizar, extrair informações descritivas e gerar uma matriz de correlação. Para realizar esse processo, será utilizada a biblioteca *Dash* em conjunto com a *Plotly*, conforme exemplificado acima.

## 1.1 Motivação

Apesar da importância crítica dos dados meteorológicos, a análise desses dados pode ser desafiadora devido ao seu volume e complexidade(REIS et al., 2022). Com essa premissa foram criadas ótimas ferramentas para esse tipo de dado, mas por serem pagas, muitos estudantes e pesquisadores não conseguem acesso a elas, que os tornam carentes de ferramentas acessíveis e intuitivas para visualizar e interpretar dados meteorológicos.

O MeteoViz foi desenvolvido para atender essa necessidade, proporcionando uma plataforma fácil de usar para explorar e analisar dados meteorológicos, facilitando o acesso a ferramentas avançadas de análise sem a necessidade de conhecimentos profundos em programação.

## 1.2 Objetivo

O objetivo do MeteoViz é fornecer uma ferramenta interativa que facilite a exploração e análise de variáveis meteorológicas.

## 1.3 Organização do Documento

A organização do trabalho é realizada da seguinte forma: No Capítulo 2 temos a Fundamentação teórica onde, contém conceitos fundamentais para o contexto e entendimento do trabalho. O Capítulo 3 apresenta os Requisitos e Especificações, mostra-se os Requisitos Funcionais e Não Funcionais coletados do sistema e o diagrama de Casos de Uso contendo a descrição e pré-condições de cada caso.

No Capítulo 4, mostra o Desenvolvimento, apresenta-se as plataformas e tecnologias utilizadas para desenvolver o sistema, bem como seu diagrama de Classes para melhor entendimento de funcionalidades. O Capítulo 5, mostra casos de testes que foram realizados no sistema. No último Capítulo o 6, temos o Manual do Usuário, contendo explicações de como usar o programa corretamente.

## 2 Fundamentação teórica

Neste capítulo são discutidos os principais fundamentos dos dados meteorológicos e técnicas computacionais aplicados no trabalho.

### 2.1 Dados meteorológicos

Os dados meteorológicos podem ser classificados em várias categorias, cada uma com suas especificidades. Dados de observação são coletados em tempo real por estações meteorológicas, radares e satélites. Dados históricos são registros passados de condições meteorológicas usados para análise de tendências e estudos climáticos. Dados de previsão são gerados por modelos numéricos de previsão do tempo, que utilizam equações matemáticas para simular a atmosfera. Já dados climáticos representam médias e variações de longo prazo de parâmetros meteorológicos, essenciais para o estudo de mudanças climáticas([EPA](#), ).

### 2.2 Arquivo CSV

Os arquivos CSV (Comma-Separated Values, ou Valores Separados por Vírgula) são um formato amplamente utilizado para armazenamento e intercâmbio de dados tabulares. Esses arquivos são simples de criar e ler, pois utilizam uma estrutura de texto plano onde cada linha representa um registro de dados e cada campo dentro desse registro é separado por uma vírgula (ou outro delimitador, como ponto e vírgula ou tabulação). Algumas características dos arquivos CSV incluem sua simplicidade, compatibilidade e tamanho reduzido.([FISHER, 2023](#))

### 2.3 Plotly e Dash

*Plotly* é uma biblioteca de gráficos interativa que suporta diversos tipos de gráficos. É conhecida pela sua capacidade de criar visualizações interativas e de alta qualidade, sendo amplamente utilizada em ciência de dados, finanças e outras áreas que requerem visualização avançada de dados. Ele também permite personalização extensiva, possibilitando ajustes finos na aparência dos gráficos. O *Dash* é um framework em Python que permite a construção de aplicações web interativas de forma fácil e eficiente. Ele combina a simplicidade do Flask com a interatividade do Plotly.js e a capacidade de interface do React.js. Desenvolvedores podem criar dashboards analíticos complexos sem a necessidade de escrever JavaScript, apenas utilizando Python. Sendo possível a integração com biblio-

tecas python como Pandas e Numpy, e a criação de callbacks para atualização reativa dos componentes da interface com base na interação com a aplicação.([PLOTLY, 2024](#))

## 3 Requisitos e Especificações

Nesta seção são apresentados os principais requisitos e especificações para a criação do sistema de visualização de dados meteorológicos.

### 3.1 Requisitos funcionais e Não funcionais

Os requisitos serão classificados em relação a prioridade, que pode ser avaliado como: essencial, importante ou desejável e em relação ao esforço que pode ser baixo, médio ou alto. Essa classificação é importante para estimar o tempo de modelagem e desenvolvimento.

#### 3.1.1 Requisitos funcionais

O sistema é constituído dos seguintes requisitos funcionais descritos abaixo:

##### 1. Upload de arquivos CSV.

<b>Descrição</b>	O usuário poderá abrir um arquivo CSV selecionando e carregando para o programa
<b>Prioridade</b>	Essencial
<b>Esforço</b>	Baixo

##### 2. Criação de gráficos interativos.

<b>Descrição</b>	O sistema permitirá a criação de gráficos de séries temporais, mapas espaciais, gráficos de dispersão e histogramas.
<b>Prioridade</b>	Essencial
<b>Esforço</b>	Alto

##### 3. Ferramentas de análise estatística

<b>Descrição</b>	O usuário poderá calcular estatísticas descritivas e correlações.
<b>Prioridade</b>	Essencial
<b>Esforço</b>	Alto

#### 4. Exportação de gráficos e resultados estatísticos

<b>Descrição</b>	O usuário poderá exportar gráficos e resultados estatísticos em formatos comuns como PNG e CSV
<b>Prioridade</b>	Desejável
<b>Esforço</b>	Médio

#### 5. Criar e Renomear Abas

<b>Descrição</b>	O usuário poderá criar e renomear abas
<b>Prioridade</b>	Desejável
<b>Esforço</b>	Médio



### 3.1.2 Requisitos não funcionais

O sistema é constituído dos seguintes requisitos não funcionais descritos abaixo:

#### 1. Portabilidade

<b>Descrição</b>	O sistema poderá ser executado em diferentes sistemas operacionais, tais como Linux e Windows, necessitando somente de um browser.
<b>Prioridade</b>	Essencial
<b>Esforço</b>	Médio

#### 2. Interface amigável e responsiva

<b>Descrição</b>	O sistema deve ser intuitivo e de fácil manuseio, com uma interface que se adapte a diferentes dispositivos.
<b>Prioridade</b>	Essencial
<b>Esforço</b>	Alto

#### 3. Suporte para grandes volumes de dados

<b>Descrição</b>	O sistema deve ser capaz de processar e visualizar grandes volumes de dados meteorológicos sem perda de desempenho.
<b>Prioridade</b>	Importante
<b>Esforço</b>	Alto

#### 4. Desempenho eficiente nas operações de análise

<b>Descrição</b>	As operações de análise e visualização de dados devem ser realizadas de forma eficiente, com tempos de resposta rápidos.
<b>Prioridade</b>	Importante
<b>Esforço</b>	Médio

### 3.2 Casos de Uso

Nessa seção é apresentado o diagrama de casos de uso criado para o sistema. A Figura 1 mostra a criação dele com base nos requisitos do sistema, assim como a especificação de cada um.

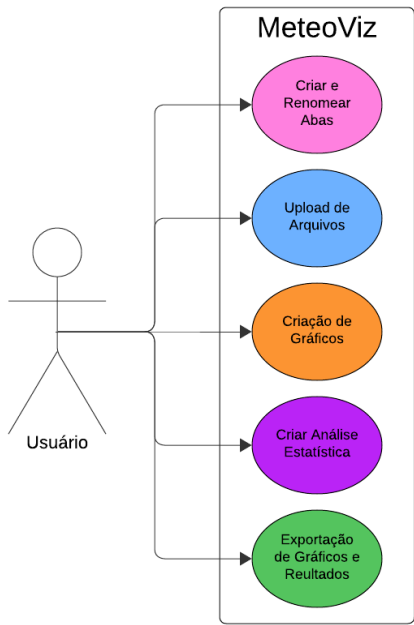


Figura 1 – Diagrama de casos de uso.

#### 1. Upload de Arquivos.

Descrição	
Ator:	O usuário.
Descrição sucinta:	Upload de Arquivos.
Pré-condições:	Estar com o sistema aberto
Pós-condições:	Exibir tela de escolha de gráficos.
Cenário principal:	1. O usuário acessa a página da aplicação; 2. O usuário escolhe a opção carregar arquivo; 3. O sistema atualiza a tela para a criação de gráficos e análises;
Cenário alternativo:	Será demonstrada mensagem de erro ou não será possível escolher as colunas de x e y.

## 2. Criação de Gráficos.

Descrição	
<b>Ator:</b>	O usuário.
<b>Descrição sucinta:</b>	Criar gráficos de dispersão, séries temporais, etc.
<b>Pré-condições:</b>	Estar com o sistema aberto e ter inserido o arquivo
<b>Pós-condições:</b>	Mostrar o gráfico com os eixos escolhidos.
<b>Cenário principal:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O usuário acessa a página da aplicação;</li> <li>2. O usuário escolhe a opção carregar arquivo;</li> <li>3. O sistema permite a criação de gráficos;</li> <li>4. O usuário escolhe os eixos e o tipo de gráfico.</li> </ol>
<b>Cenário alternativo:</b>	Caso o arquivo esteja mal formatado, o usuário não conseguirá escolher opções de eixo.

## 3. Criar Análise Estatística.

Descrição	
<b>Ator:</b>	O usuário.
<b>Descrição sucinta:</b>	Depois que o usuário realizar o upload do arquivo pode solicitar as análises estatísticas.
<b>Pré-condições:</b>	Estar com o sistema aberto e ter realizado o upload de arquivo.
<b>Pós-condições:</b>	Ter a análise estatística solicitada apresentada na aplicação.
<b>Cenário principal:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O usuário acessa a página da aplicação;</li> <li>2. O usuário escolhe a opção carregar arquivo;</li> <li>3. O sistema permite a criação de análises;</li> <li>4. O usuário acessa a análise através de um botão;</li> </ol>
<b>Cenário alternativo:</b>	O arquivo enviado não possui dados que possam ser realizadas a análise (somente dados descritivos).

## 4. Exportar Gráficos e Análises.

Descrição	
<b>Ator:</b>	O usuário.
<b>Descrição sucinta:</b>	Depois que o usuário criar um gráfico ou análise ele escolhe esta opção para exporta-lá em seu computador.
<b>Pré-condições:</b>	Estar com o sistema aberto e com o gráfico ou análise realizada.
<b>Pós-condições:</b>	Ter realizado o download na máquina do usuário.
<b>Cenário principal:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O usuário acessa a página da aplicação;</li> <li>2. O usuário escolhe a opção carregar arquivo;</li> <li>3. O usuário cria um gráfico ou análise;</li> <li>4. O usuário exporta o gráfico através de um uma opção do plotly e um botão para as análises;</li> </ol>
<b>Cenário alternativo:</b>	Não ter nada a ser salvo.

**5. Criar e Renomear Abas.**

Descrição	
<b>Ator:</b>	O usuário.
<b>Descrição sucinta:</b>	Opção para o usuário criar novas abas ou renomear antigas.
<b>Pré-condições:</b>	Estar com o sistema aberto.
<b>Pós-condições:</b>	Criar uma nova aba ou renomear a escolhida.
<b>Cenário principal:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. O usuário acessa a página da aplicação;</li><li>2. O usuário escreve o nome da aba em sua respectiva caixa;</li><li>3. O usuário aciona o botão desejado(renomear ou criar);</li><li>4. O sistema cria uma nova aba com novo nome ou renomea;</li></ol>
<b>Cenário alternativo:</b>	O sistema informa o erro ocorrido.

## 4 Desenvolvimento

Esta seção apresenta informações sobre a fase de desenvolvimento da aplicação, como a biblioteca, ferramentas utilizadas.

### 4.1 Plataformas e tecnologias

O programa foi desenvolvido utilizando a linguagem python, com as biblioteca dash plotly e pandas, foi utilizada a IDE Visual Studio Code para dar suporte ao desenvolvimento. A tabela 1 resume as plataformas e tecnologias utilizadas no desenvolvimento do programa.

Tabela 1 – Plataformas e tecnologias utilizadas.

<b>Linguagem de programação:</b>	Python
<b>IDE:</b>	Visual Studio Code
<b>Bibliotecas:</b>	Dash, Plotly, Pandas
<b>Plataformas:</b>	Windows, Linux, Mac

### 4.2 Diagrama de Classes

A Figura 2 apresenta o diagrama de classes desenvolvido para o sistema.

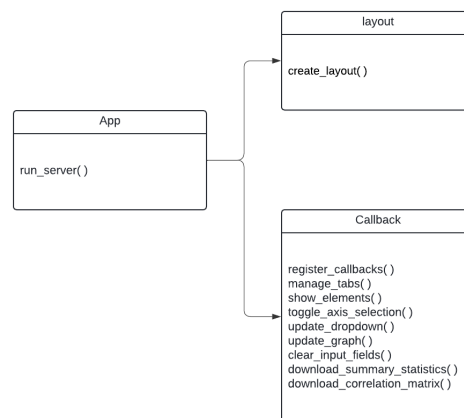


Figura 2 – Diagrama de classes do sistema.

A classe *callbacks* contém quase todos os métodos que são necessários para o funcionamento do sistema. Mas o ponto de partida do sistema é o *app* que cria a aplicação e une os *callbacks* e o *layout* do sistema, após a inicialização do sistema que a classe principal se torna responsável pelas interações do usuário com o sistema.

## 5 Testes

Este capítulo apresenta os testes realizados para garantir a funcionalidade do sistema.

### 5.1 Testes dos requisitos

Foram realizados testes manuais para verificar o comportamento do sistema. Foi feito um roteiro para cada um dos requisitos funcionais mencionados na seção 3.1.

1. Upload de um arquivo csv, permite o usuário carregar um arquivo tabular. A Figura 3 mostra o resultado obtido.

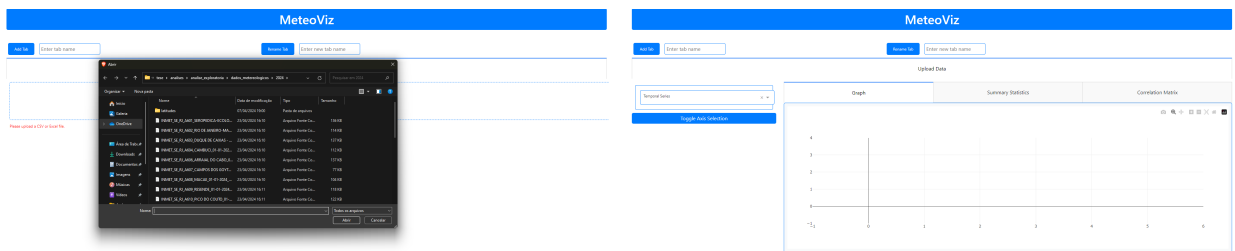


Figura 3 – Resultado do primeiro caso de teste, upload de um CSV.

2. Criação de gráficos interativos, permite o usuário construir um gráfico após upload do arquivo. A Figura 4 mostra o resultado obtido.

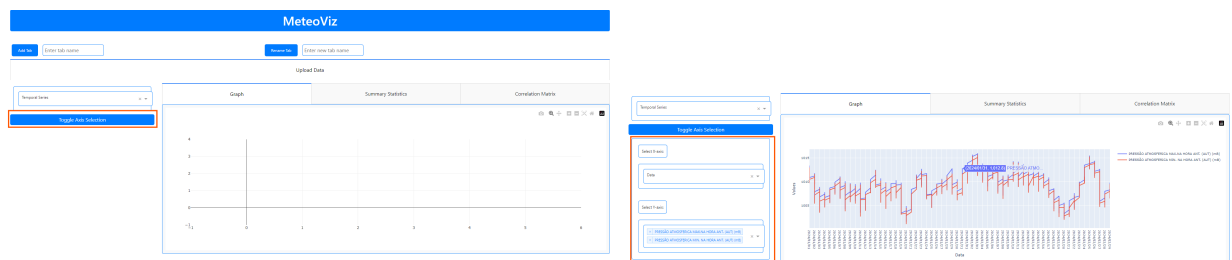


Figura 4 – Resultado do segundo caso de teste, criação de gráficos interativos.

3. Criar análise estatística, o usuário pode optar por realizar análise estatísticas sobre os dados enviados. A Figura 5 mostra o resultado obtido do teste.

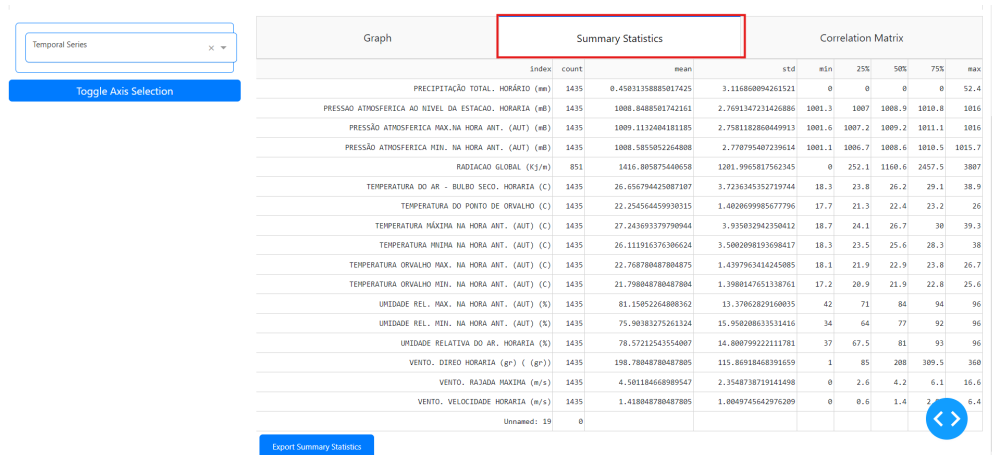


Figura 5 – Resultado do terceiro caso de teste, criar análise estatística.

4. Exportação de gráficos e resultados estatísticos, permite o usuário instalar em seu computador os gráficos construídos. A Figura 6 mostra o resultado do teste obtido.

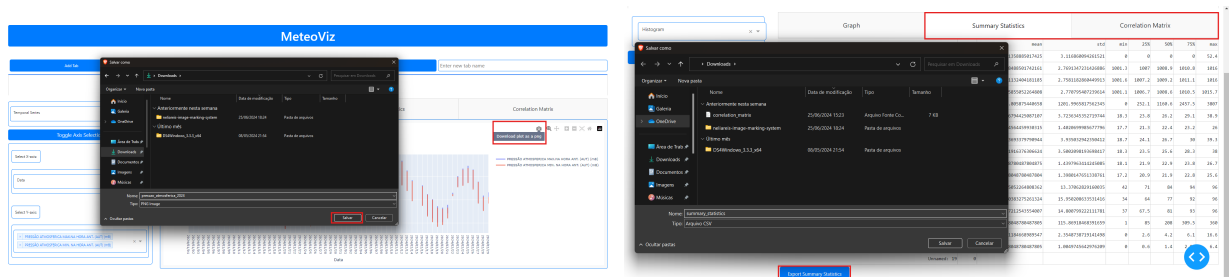


Figura 6 – Resultado do quarto caso de teste, Exportação de gráficos e resultados estatísticos. A esquerda exportando um gráfico, a direita uma análise estatística.

5. Criar e Renomear Abas, permite o usuário criar novas abas e renomear antigas. A Figura 7 mostra o resultado do teste obtido.

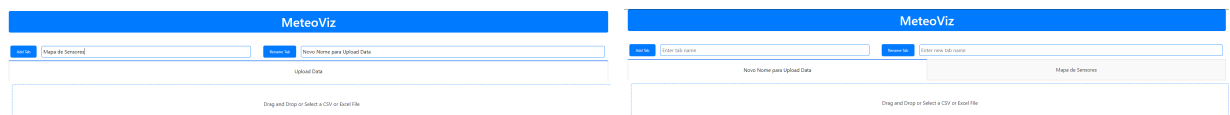


Figura 7 – Resultado do quinto caso de teste, criar e renomear abas. A esquerda preenchendo as caixas de texto, a direita realizando as operações.

## 6 Manual do Usuário

Esta seção apresenta o manual do usuário. Nela, é demonstrado como utilizar o sistema de visualização de dados meteorológicos.

### 6.1 Requisitos mínimos

O sistema a princípio está funcionando localmente, basta o usuário possuir o sistema em seu computador e ter um navegador para testá-lo.

### 6.2 Principais funções do programa

Para o usuário abrir um arquivo, primeiramente ele deve clicar na area indicada 'Drag and Drop or Select a CSV or Excel File' ou arrastar o arquivo até ela. Após clicar, a janela de seleção de arquivo será exibida, caso contrario o arquivo será carregado automaticamente, tal como na Figura 8.

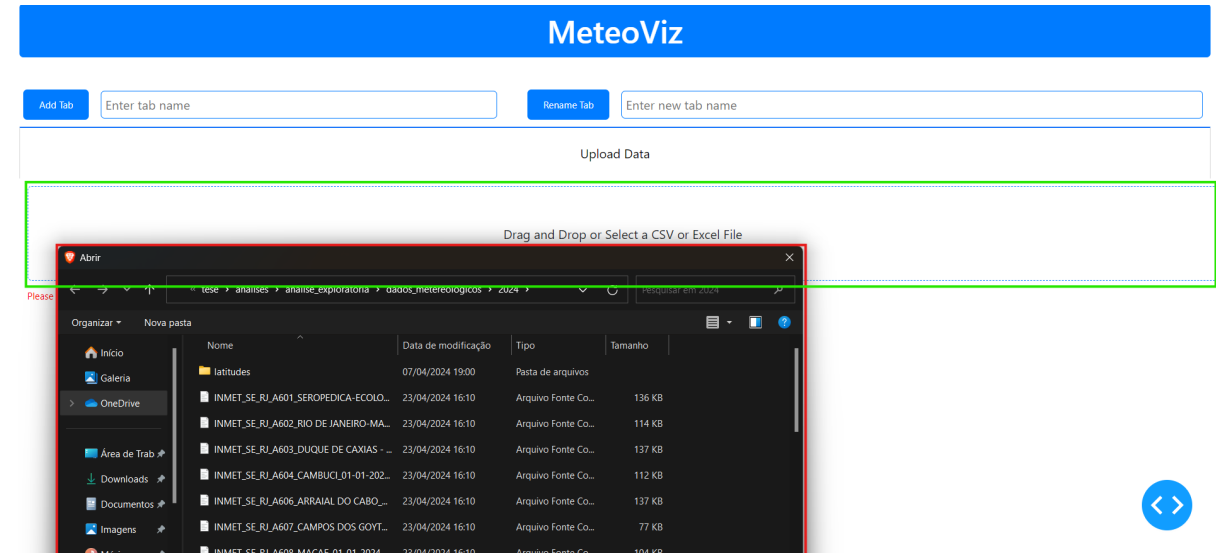


Figura 8 – Janela de seleção de arquivo.



Após a escolha do arquivo, a tela será atualizada e o mesmo poderá começar a realizar a criação de gráficos ou de análise estatística, basta ele selecionar a opção que desejar. A Figura 9 exibe essas opções mencionadas.



Figura 9 – Opções de escolha de ação.

O sistema já inicia na opção de gráfico onde o usuário a esquerda escolhe o tipo de gráfico e ao clicar no 'Toggle Axis Selection' ele pode escolher quais variáveis ele quer visualizar, sendo uma para o eixo X e uma ou mais para o Y, o usuário pode exportar o gráfico ao clicar na camera no canto superior direito do gráfico. A Figura 10 apresenta um exemplo de *Scatter Plot*.

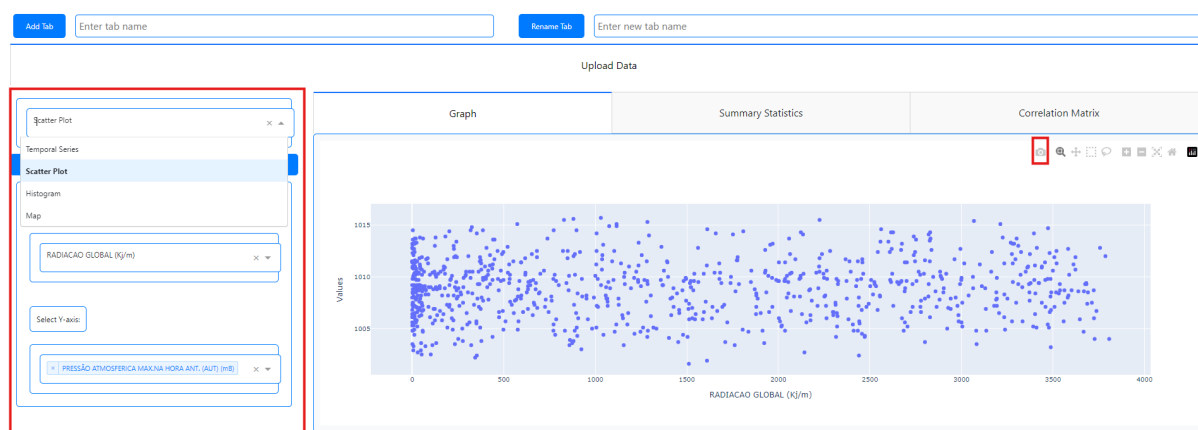


Figura 10 – Exemplo de *Scatter Plot*.

Já no 'Summary Statistics' e 'Correlation Matrix', o usuário deve somente escolher a opção e será calculada automaticamente. Após a apresentação do resultado o usuário pode exportar ao clicar no botão de exportar abaixo da análise. A Figura 11 apresenta um exemplo de 'Correlation Matrix'.

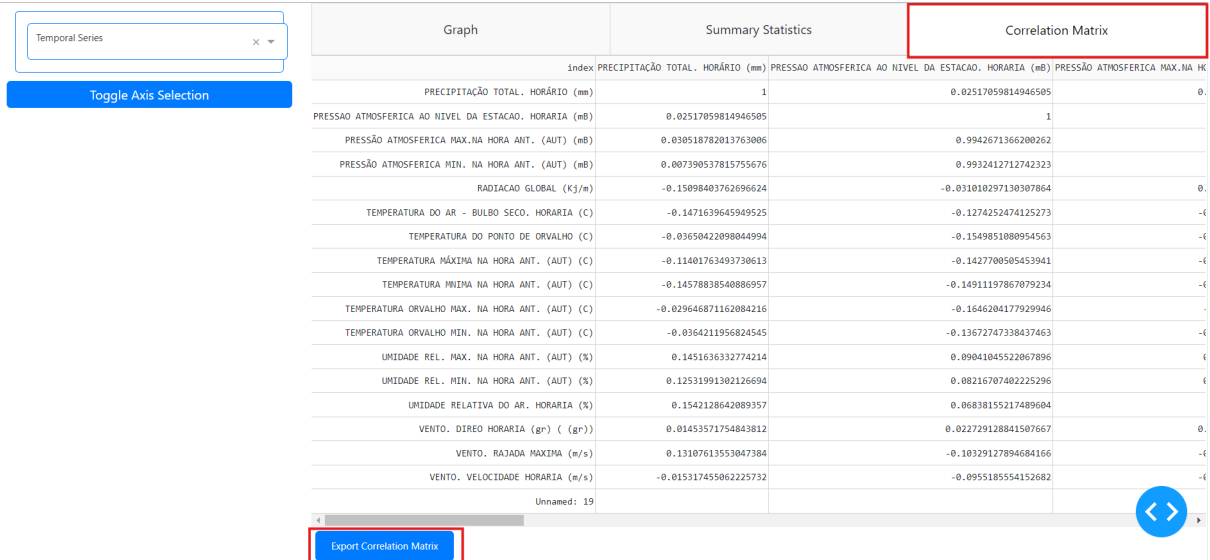


Figura 11 – Exemplo de análise.

Para criar ou renomear uma aba, o usuário deve escrever o nome da nova aba na caixa de texto apertar o botão, *Add Tab* para criar uma nova aba e *Rename Tab* para a renomear a aba selecionada conforme a Figura 7

# Referências

COURSERA. *Data Visualization: Definition, Benefits, and Examples*. 2023. Accessed: 25-06-2024. Disponível em: <<https://www.coursera.org/articles/data-visualization>>. Citado na página 2.

EPA, E. P. A. *Meteorological Data and Processors*. Accessed: 25-06-2024. Disponível em: <<https://www.epa.gov/scram/meteorological-data-and-processors#:~:text=Observational%20Meteorological%20Data%20%2D%20Data%20consisting,current%20weather%2C%20and%20precipitation%20amount.>> Citado na página 4.

FISHER, T. *What Is a CSV File?* 2023. Accessed: 26-06-2024. Disponível em: <<https://www.lifewire.com/csv-file-2622708>>. Citado na página 4.

JONKER, T. K. A. *What is meteorology?* 2024. Accessed: 25-06-2024. Disponível em: <<https://www.ibm.com/think/topics/meteorology>>. Citado na página 2.

PLOTLY. *Getting Started with Plotly in Python*. 2024. Accessed: 25-06-2024. Disponível em: <<https://plotly.com/python/getting-started/>>. Citado na página 5.

REIS, T. et al. Supporting meteorologists in data analysis through knowledge-based recommendations. *Big Data and Cognitive Computing*, v. 6, n. 4, 2022. ISSN 2504-2289. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2504-2289/6/4/103>>. Citado na página 3.