

# PEC00144 - Métodos Experimentais em Engenharia Civil

## Trabalho 4

Eduardo Pagnussat Titello

Janeiro de 2021

---

Este trabalho tem por objetivo:

- Definir (simular) um conjunto  $n$  de amostras de uma V.A. associada a carga (buscar máximo) ou resistência (buscar mínimo), independentes e com mesma distribuição de origem.
- Calcular e graficar as distribuições de máxima (ou mínima) para alguns valores de  $N$  (conforme o significado).

```
import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
%config InlineBackend.figure_format = 'svg'
import jupyter2latex as j2l
from numpy import pi
import scipy.stats as st
import requests
```

## 1 Conjunto de dados adotados

Para realização desse trabalho são adotados dados pluviométricos diários medidos na estação meteorológica do Jardim Botânico de Porto Alegre. O período de aquisição dos dados é de 01/01/1970 à 31/12/2020. Observa-se que os dados contabilizam todas as chuvas ocorridas durante o dia, não sendo adequados para alguns tipos de projeto.

Os dados em questão são obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) através de uma API publica, conforme:

```

# Intervalo de dados:
ano_i = 1970
ano_f = 2020

# API do INMET
dados_api = f'https://apitempo.inmet.gov.br/estacao/diaria/
↳{ano_i}-01-01/{ano_f}-12-31/83967'
# Cópia local
dados_local = './dados.json'

# Capturando dados da estação de porto alegre de 1970 à 2020
if os.path.isfile(dados_local):
    print('Usando dados locais')
    dados_origem = dados_local
else:
    print('Usando dados da API')
    dados_origem = requests.get(dados_api).text
    with open(dados_local, 'w') as f:
        f.write(dados_origem)
    print('Dados salvos localmente')
dados = pd.read_json(dados_origem)

# Ajustando índice para data de medição e configurando como data
j2l.df2table(dados[:7], label='tab:cabdados', caption='Cabeçalho dos_
↳dados brutos')

```

Usando dados locais

Tabela 1: Cabeçalho dos dados brutos

	TEMP_MAX	UMID_MED	UF	DT_MEDICAO	DC_NOME	TEMP_MED	CHUVA	INSOLACAO	CD_ESTACAO	VL_LATITUDE	VL_LONGITUDE	TEMP_MIN
0	28.9	83.50	RS	1970-01-01	PORTO ALEGRE	24.50	17.2	2.2	83967	-30.053611	-51.174722	22.0
1	31.4	73.00	RS	1970-01-02	PORTO ALEGRE	26.76	0.0	8.8	83967	-30.053611	-51.174722	22.4
2	35.0	70.50	RS	1970-01-03	PORTO ALEGRE	27.32	0.0	10.5	83967	-30.053611	-51.174722	22.8
3	31.6	78.00	RS	1970-01-04	PORTO ALEGRE	27.52	0.4	4.0	83967	-30.053611	-51.174722	23.8
4	34.1	75.75	RS	1970-01-05	PORTO ALEGRE	27.66	0.0	9.2	83967	-30.053611	-51.174722	23.4
5	34.3	83.00	RS	1970-01-06	PORTO ALEGRE	27.98	0.0	6.8	83967	-30.053611	-51.174722	23.6
6	30.2	79.25	RS	1970-01-07	PORTO ALEGRE	25.88	1.3	6.5	83967	-30.053611	-51.174722	24.0

Na tabela 1 observa-se a presença de diversas informações meteorológicas sobre cada dia, além de informações sobre a estação. Para realização do trabalho são mantidas apenas os anos, meses e volumes diários de chuvas. Agrupando os dados por ano pode ser determinada para cada ano sua máxima precipitação diária, os valores para os últimos 5 anos são apresentados na tabela 2, enquanto todas as máximas podem ser encontradas no final do trabalho na tabela 3.

```

# Filtrando apenas datas e chuvas
datas = pd.DatetimeIndex(dados['DT_MEDICAO'])

chuvas = pd.DataFrame()
chuvas['ANO'] = datas.year
chuvas['MES'] = datas.month
chuvas['CHUVA'] = dados['CHUVA']

```

```

chuvas.set_index(['ANO', 'MES'], inplace=True)
chuvas.dropna(inplace=True)

# Apaga da memoria já que não vou mais precisar
dados = None

# Captura máximos anuais (poderia ser mensal com by=['ANO', 'MES'])
chuvas_agr = chuvas.groupby(by='ANO')
chuvas_max = chuvas_agr.max()
j2l.df2table(chuvas_max[-5::1], label='tab:ultmax', caption='Máximas_
↳ dos últimos 5 anos')

```

Tabela 2: Máximas dos últimos 5 anos

CHUVA	
ANO	
2016	73.6
2017	90.6
2018	50.7
2019	79.4
2020	109.9

## 2 Análise estatística dos dados

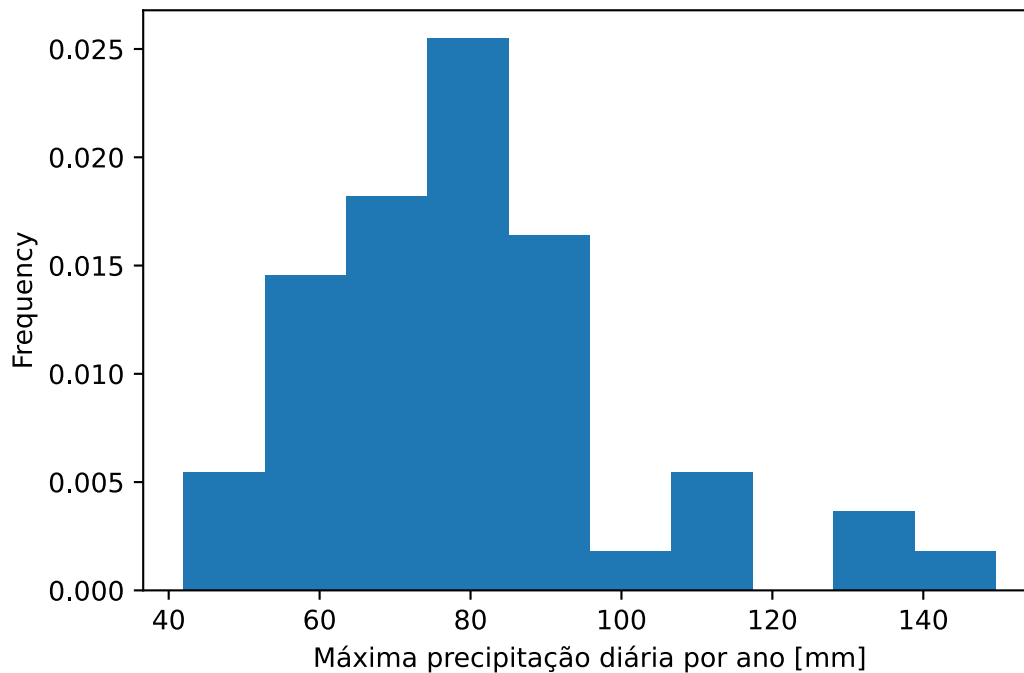
Plotando as máximas precipitações diárias anuais em forma de histograma é observada uma tendência ao formato de distribuição de valores extremos para máximos, o que é esperado visto que apenas valores de máximo estão sendo considerados.

```

plt.figure(figsize=(6,4))
chuvas_max['CHUVA'].plot(kind='hist', density=True, bins=10)
plt.xlabel('Máxima precipitação diária por ano [mm]')

```

```
Text(0.5, 0, 'Máxima precipitação diária por ano [mm]')
```



Ajustando aos dados distribuições de extremos de Gumbel e Frechét para máximos, observa-se que plotando as PDFs e CDFs sobre os histogramas a que apresenta melhor ajuste é a distribuição de Gumbel.

```
# Ajusta distribuição de Gumbel para máximo
gumb_loc, gumb_scl = st.gumbel_r.fit(chuvas_max['CHUVA'])
d_gumbel = st.gumbel_r(gumb_loc, gumb_scl)

# Ajusta distribuição de Frechet para máximo
frec_c, frec_loc, frec_scl = st.invweibull.fit(chuvas_max['CHUVA'])
d_frechet = st.invweibull(frec_c, frec_loc, frec_scl)

x = np.linspace(25, 175, 300)
plt.figure(figsize=[12,4])

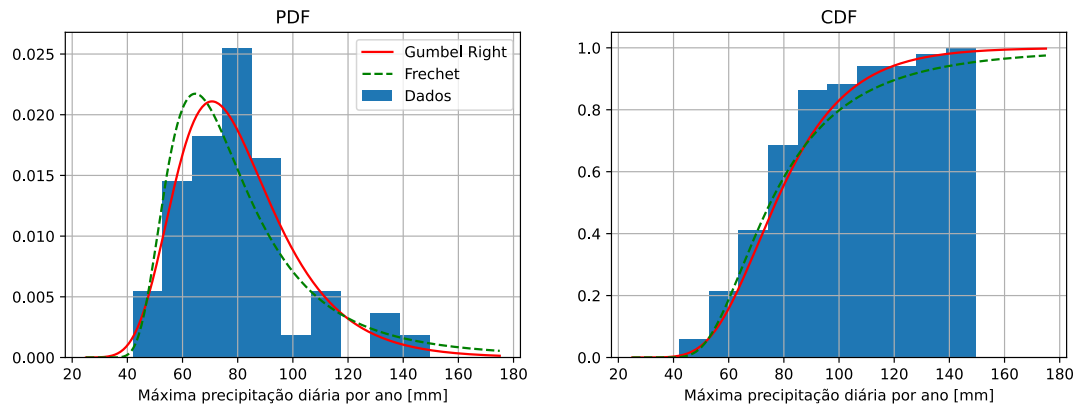
pdf = plt.subplot(1,2,1)
pdf.set_title('PDF')
pdf.hist(chuvas_max['CHUVA'], density=True, bins=10, label='Dados')
pdf.plot(x, d_gumbel.pdf(x), '-r', label='Gumbel Right')
pdf.plot(x, d_frechet.pdf(x), '--g', label='Frechet')
pdf.set_xlabel('Máxima precipitação diária por ano [mm]')
pdf.legend(loc='upper right')
pdf.grid()

cdf = plt.subplot(1,2,2)
cdf.set_title('CDF')
```

```

cdf.hist(chuvas_max['CHUVA'], density=True, bins=10, cumulative=True,
        label='Dados')
cdf.plot(x, d_gumbel.cdf(x), '-r', label='Gumbel Right')
cdf.plot(x, d_frechet.cdf(x), '--g', label='Frechet')
cdf.set_xlabel('Máxima precipitação diária por ano [mm]')
cdf.grid()

```



Onde os parâmetros estatísticos dos máximos são:

```

media = chuvas_max['CHUVA'].mean()
desvp = chuvas_max['CHUVA'].std()
coefv = desvp/media

j2l.print(f'''
- Média  $\mu$ = $\{media:.2f\}$  mm$
- Desvio padrão  $\sigma$ = $\{desvp:.2f\}$  mm$
- Coeficiente de variação  $\delta$ = $\{coefv:.3f\}$ $
''')
```

- Média  $\mu = 80.51mm$
- Desvio padrão  $\sigma = 22.02mm$
- Coeficiente de variação  $\delta = 0.274$

### 3 Construção das distribuições de valores extremos

Conhecida a distribuição dos dados podem ser construídas as respectivas distribuições de valores extremos para diferentes valores de  $N$ , onde  $N$  é o período de retorno em anos.

```

class Xtreme_NN(st.rv_continuous):
    def __init__(self, X, N):
        self.N = N
        self.X = X
        st.rv_continuous.__init__(self)

    def _cdf(self, x):
        return (self.X.cdf(x))**self.N

```

```

x = np.linspace(25, 250, 400)
plt.figure(figsize=(12,4))

pdf = plt.subplot(1,2,1)
cdf = plt.subplot(1,2,2)

pdf.set_title('PDF')
cdf.set_title('CDF')
pdf.set_xlabel('Máxima precipitação diária [mm]')
cdf.set_xlabel('Máxima precipitação diária [mm]')

j2l.print('Para:')
for N in [1, 2, 5, 10, 25, 50, 100]:
    pdf.plot(x, Xtreme_NN(d_gumbel, N).pdf(x), label=f'{N} anos')
    cdf.plot(x, Xtreme_NN(d_gumbel, N).cdf(x), label=f'{N} anos')

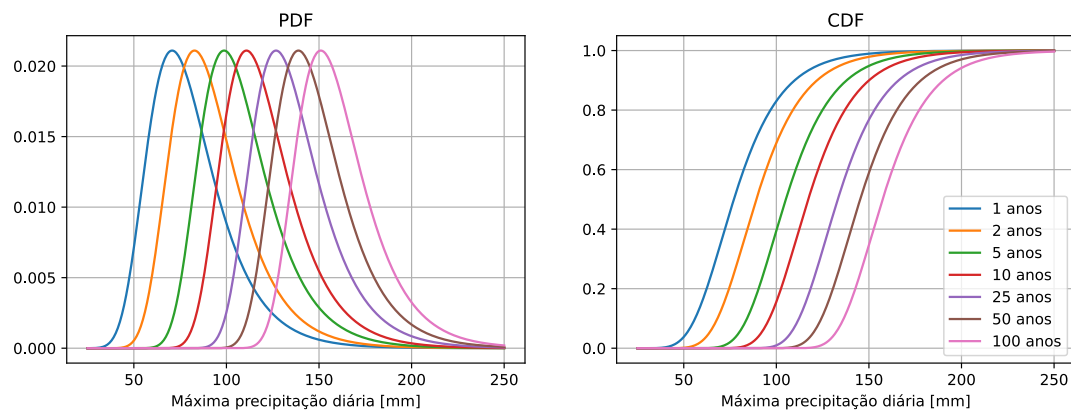
    mu, sig = Xtreme_NN(d_gumbel, N).mean(), Xtreme_NN(d_gumbel, N).
    ↪std()
    j2l.print(f'- $N={N}$ $\rightarrow$ $\mu={mu:.2f}$mm$ e_
    ↪$\sigma={sig:.2f}$mm$')

cdf.legend(loc='lower right')
pdf.grid()
cdf.grid()

```

Para:

- $N = 1 \rightarrow \mu = 80.73mm$  e  $\sigma = 22.36mm$
- $N = 2 \rightarrow \mu = 92.82mm$  e  $\sigma = 22.36mm$
- $N = 5 \rightarrow \mu = 108.80mm$  e  $\sigma = 22.36mm$
- $N = 10 \rightarrow \mu = 120.88mm$  e  $\sigma = 22.36mm$
- $N = 25 \rightarrow \mu = 136.86mm$  e  $\sigma = 22.36mm$
- $N = 50 \rightarrow \mu = 148.95mm$  e  $\sigma = 22.36mm$
- $N = 100 \rightarrow \mu = 161.03mm$  e  $\sigma = 22.36mm$



Observa-se que quanto maior o período de retorno  $N$  maior a média da distribuição, todavia, o valor do desvio padrão é constante dada a perpetuidade das distribuições assintóticas de extremos.

## 4 Apêndice

```
j2l.df2table(chuvas_max, label='tab:todasmax', caption='Máximas anuais')
```

Tabela 3: Máximas anuais

CHUVA		CHUVA	
ANO		ANO	
1970	107.7	2000	74.7
1971	55.4	2001	78.1
1972	89.4	2002	81.3
1973	61.6	2003	74.1
1974	135.4	2004	71.9
1975	56.3	2005	84.0
1976	66.7	2006	65.1
1977	81.3	2007	78.7
1978	44.4	2008	149.6
1979	61.3	2009	78.8
1980	89.3	2010	79.6
1981	109.5	2011	77.2
1982	138.8	2012	85.4
1983	92.9	2013	105.5
1984	73.3	2014	95.5
1985	74.0	2015	83.1
1986	82.7	2016	73.6
1987	60.8	2017	90.6
1988	42.0	2018	50.7
1989	57.7	2019	79.4
1990	94.5	2020	109.9
1991	93.0		
1992	78.3		
1993	67.8		
1994	77.1		
1995	70.3		
1996	66.1		
1997	60.3		
1998	56.4		
1999	95.1		