

# Lista 3 - Análise de Séries Temporais em Oceanografia

Lucas Salimene

## Parte I – Estatística Básica

Utilizando a função `imshow` do pacote Matplotlib para os dados `sea_level_ssh_tsl.mat` no primeiro tempo disponível, foi obtida a figura 1.

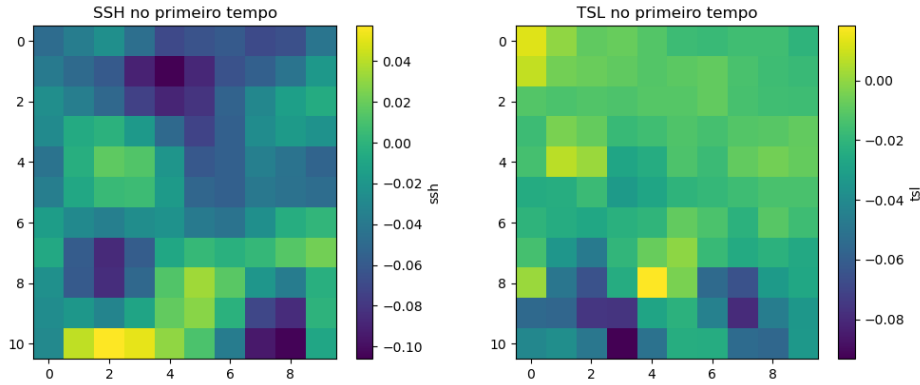


Figura 1: Visualização dos dados de ssh e tsl pela função `imshow`

A figura 2 apresenta a autocorreção das anomalias de ssh e tsl utilizando uma adaptação da função `time_scale.m` para Python:

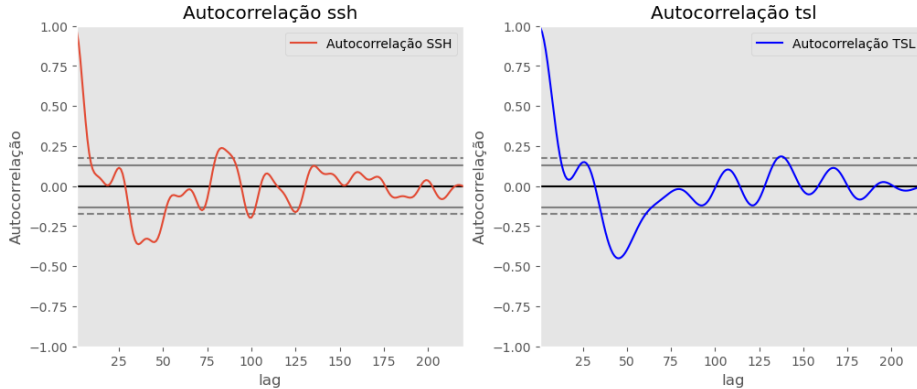


Figura 2: Autocorreção das anomalias de ssh e tsl

A tabela 1 apresenta as integrais de escala de tempo e os graus de liberdade de cada série

	Integral de escala de tempo	Grau de Liberdade
SSH	7.39	29.74
TSL	10.5	20.89

Tabela 1: Integral de escala e graus de liberdade para as séries temporais

Utilizando o código para o cálculo da correlação cruzada em todos os pontos da grade:

```
cor = np.zeros_like(ssh[:, :, 0])
for i in range (ssh.shape[0]):
    for j in range (ssh.shape[1]):
        x = pd.Series(ssh[i, j, :])
        y = pd.Series(tsl[i, j, :])
        cor[i, j] = pd.Series.corr(x, y)
```

É possível plotar a figura 3

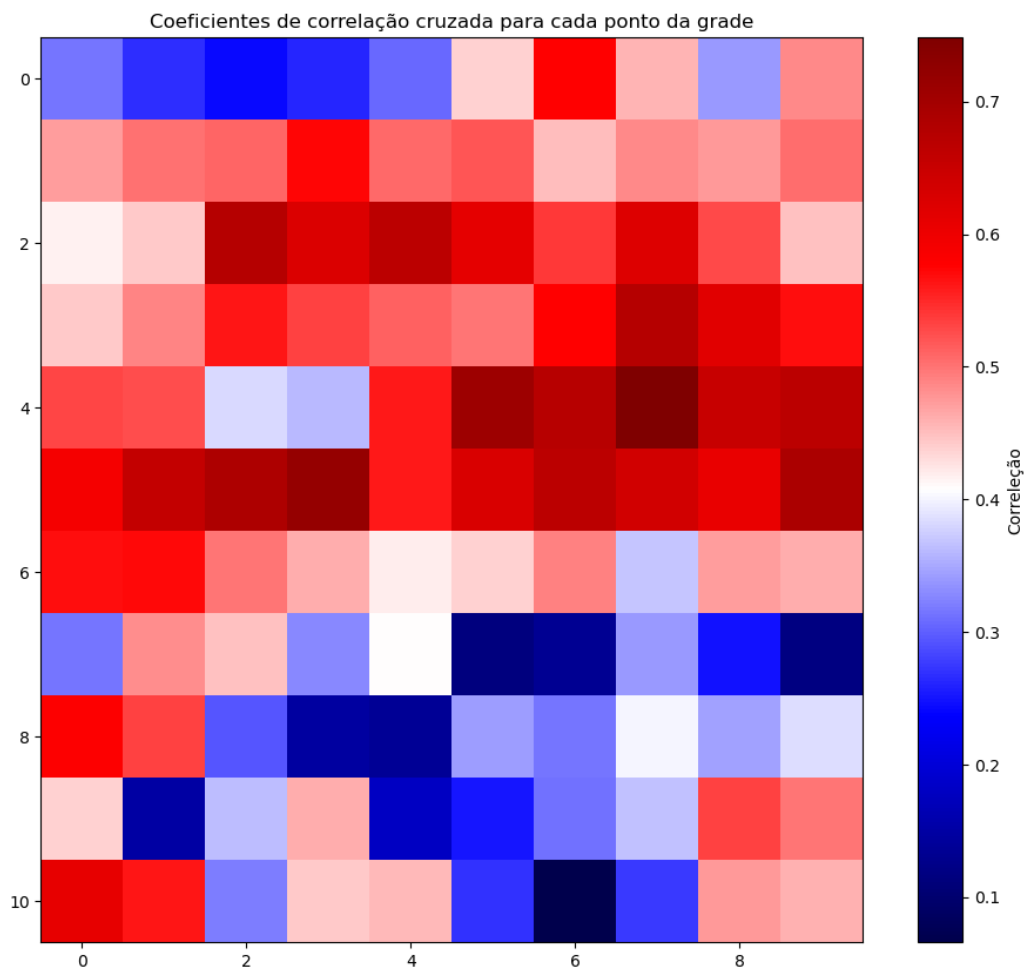


Figura 3: Coeficientes de correlação cruzada de ssh e tsl para cada ponto da grade

## Parte II – Periodicidade

Realizando plot dos dados de CO<sub>2</sub> para a estação de Mauna Loa, conforme a figura 4, é visível que existe uma tendência nos dados.

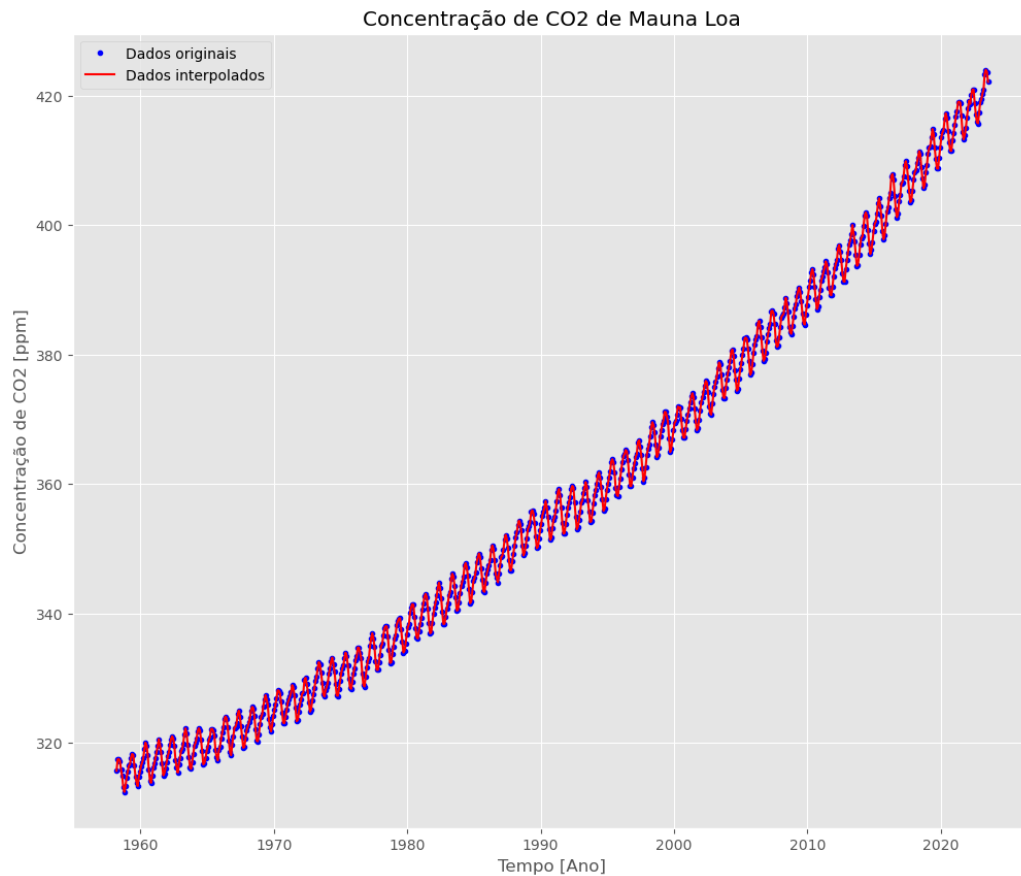


Figura 4: Comparação dos dados originais da Concentração de CO<sub>2</sub> de Mauna Loa com os dados interpolados

Utilizando o código para remover a tendência:

```
detrend=statsmodels.tsa.tsatools.detrend(co2i, order=3, axis=0)
```

Se obtém a figura 5

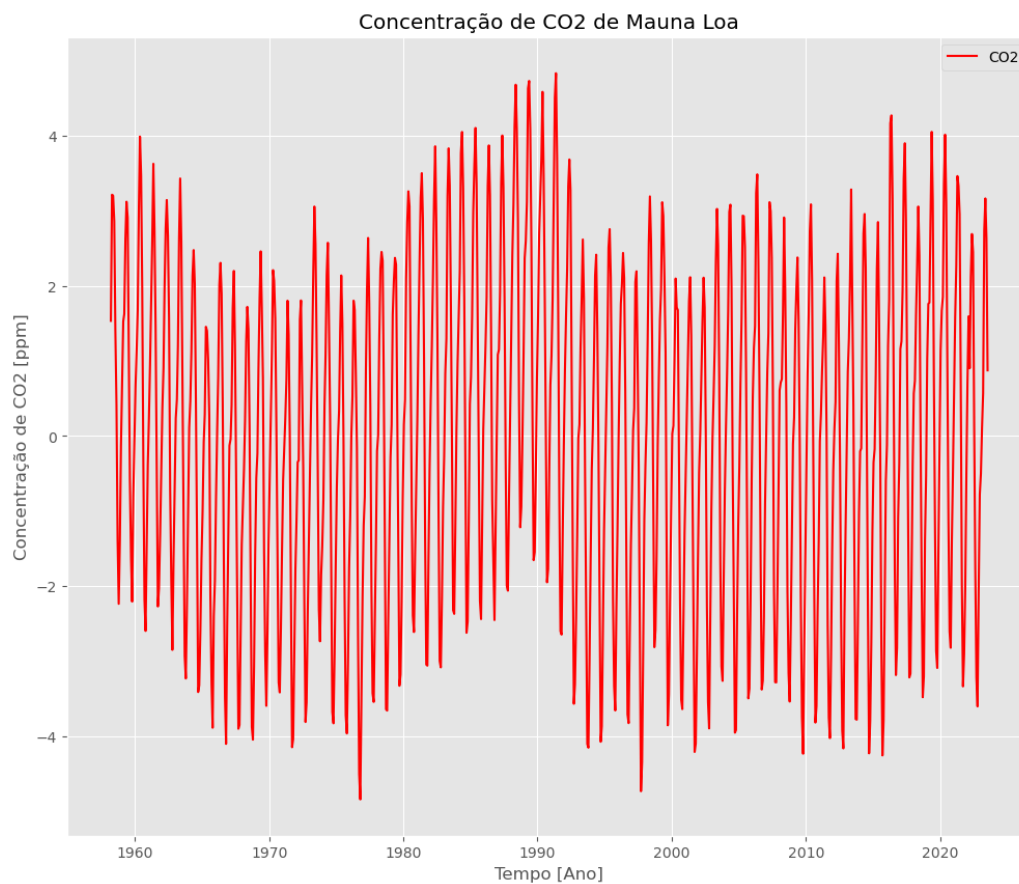


Figura 5: Concentração de CO<sub>2</sub> de Mauna Loa com a tendência linear removida

A retirada da tendência linear dos dados parece ter se ajustado bem, com os dados respondendo apenas a uma variação sazonal, porém ainda existe pontos em que a tendência não foi totalmente removida.

A figura 6 mostra a curva de ajuste utilizando um polonimo de 3° grau juntamente com os dados da concentração de CO<sub>2</sub>

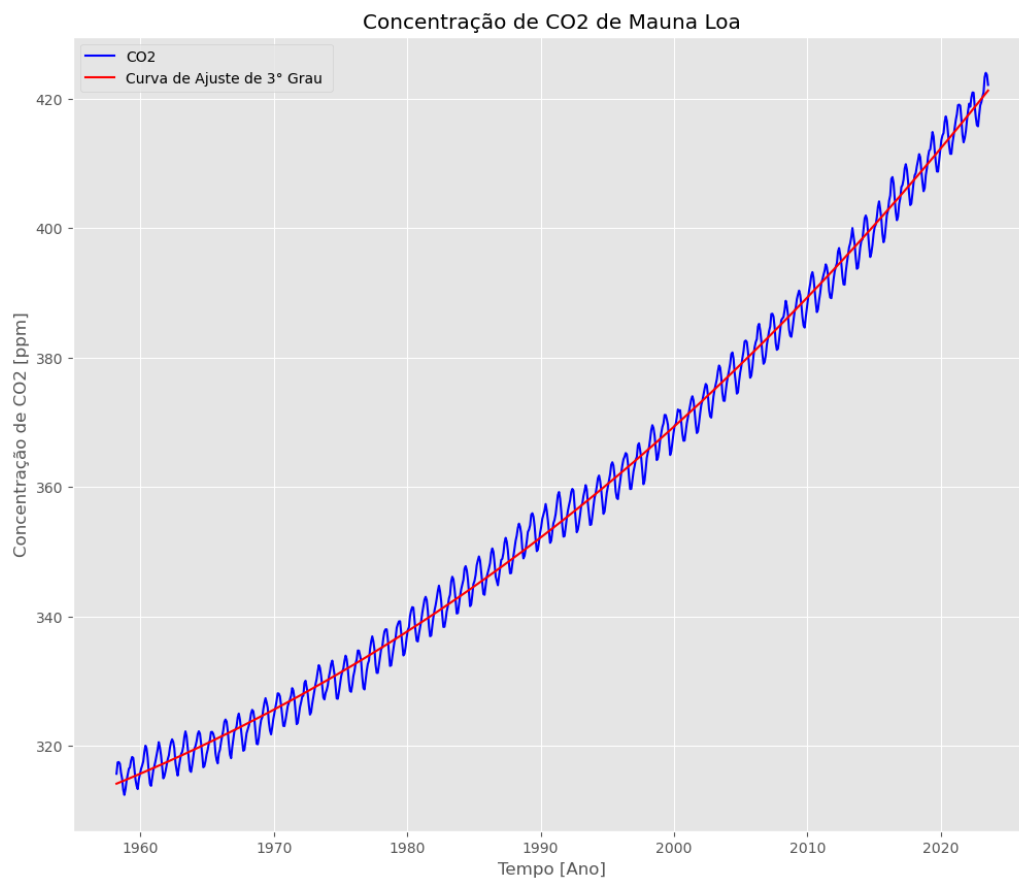


Figura 6: Concentração de CO<sub>2</sub> de Mauna Loa com uma curva de ajuste de 3º grau

Repetindo a remoção da tendência dos dados utilizando agora a curva de ajuste, se obtém os resultados da figura 7, onde os dados se mostram com uma melhor remoção da tendência quando comparados com o da figura 5

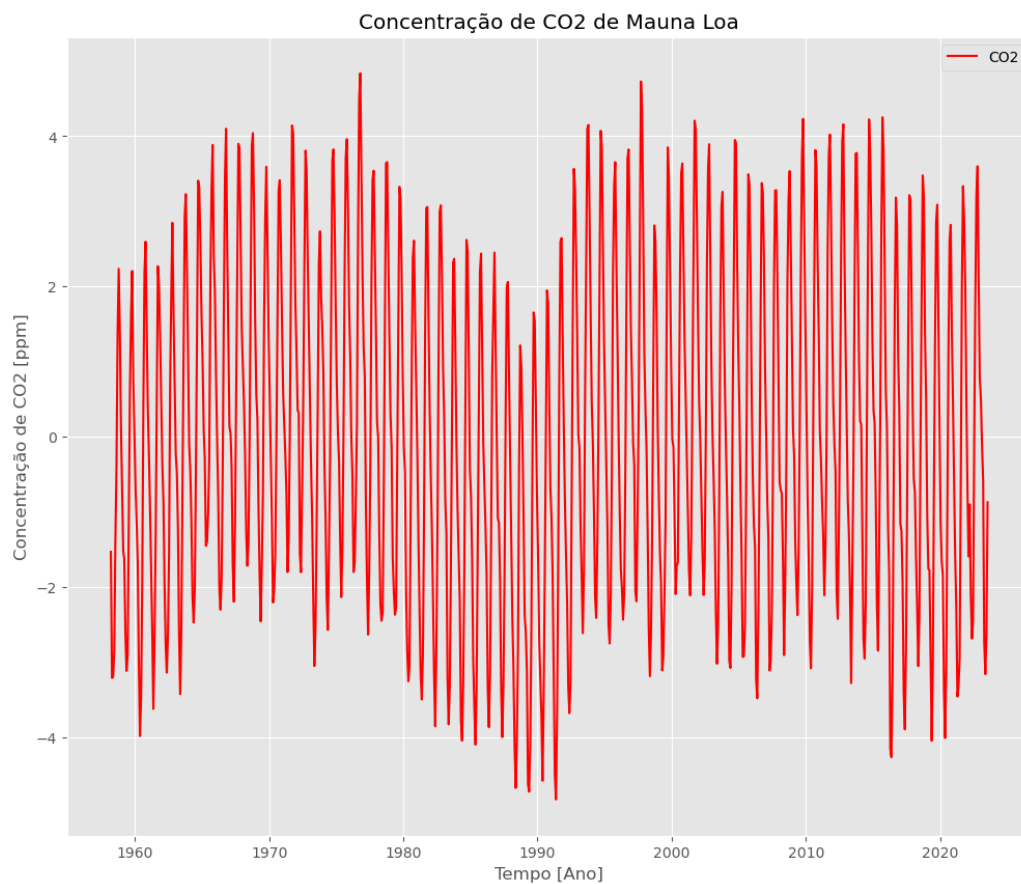


Figura 7: Concentração de CO<sub>2</sub> de Mauna Loa com a tendência removida utilizando uma curva de ajuste

Gerando a série com o código:

```
dt = 0.5
T = 10
N = 200
t = np.arange(0, N) * dt
y = 2 * np.cos((2 * np.pi / T) * t)
c, lags = np.correlate(y, y, mode='full'), np.arange(-N+1, N)
```

Essa série vai possuir uma frequência de 2 amostras por segundo, mudando o valor de N, se obtêm:

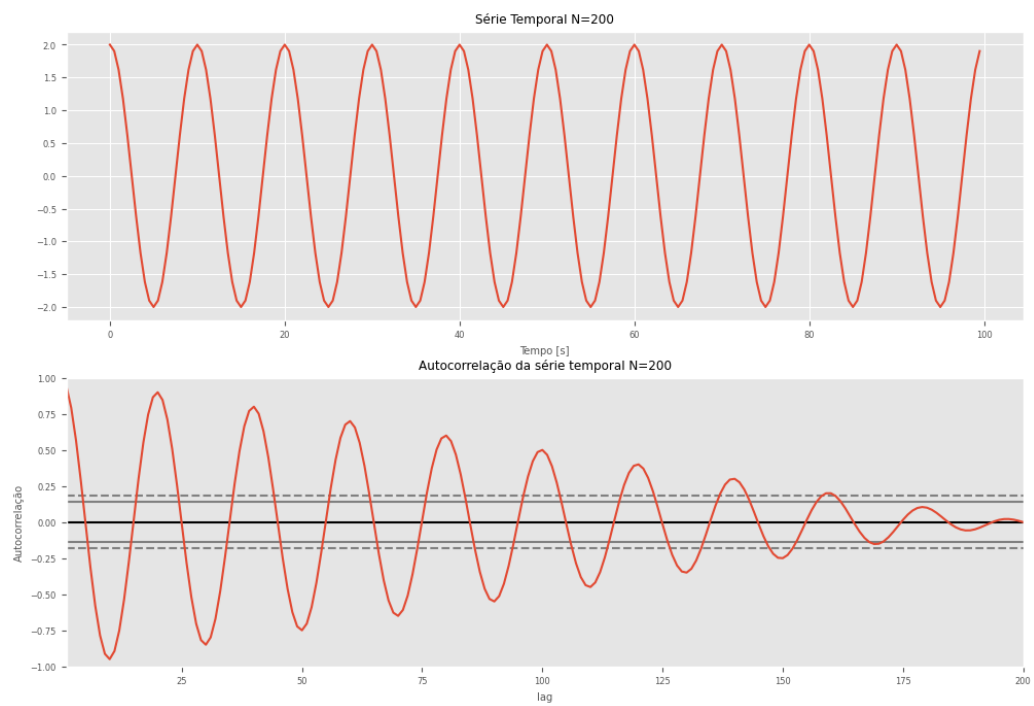


Figura 8: Série temporal gerada com  $N=200$  e a sua autocorrecção



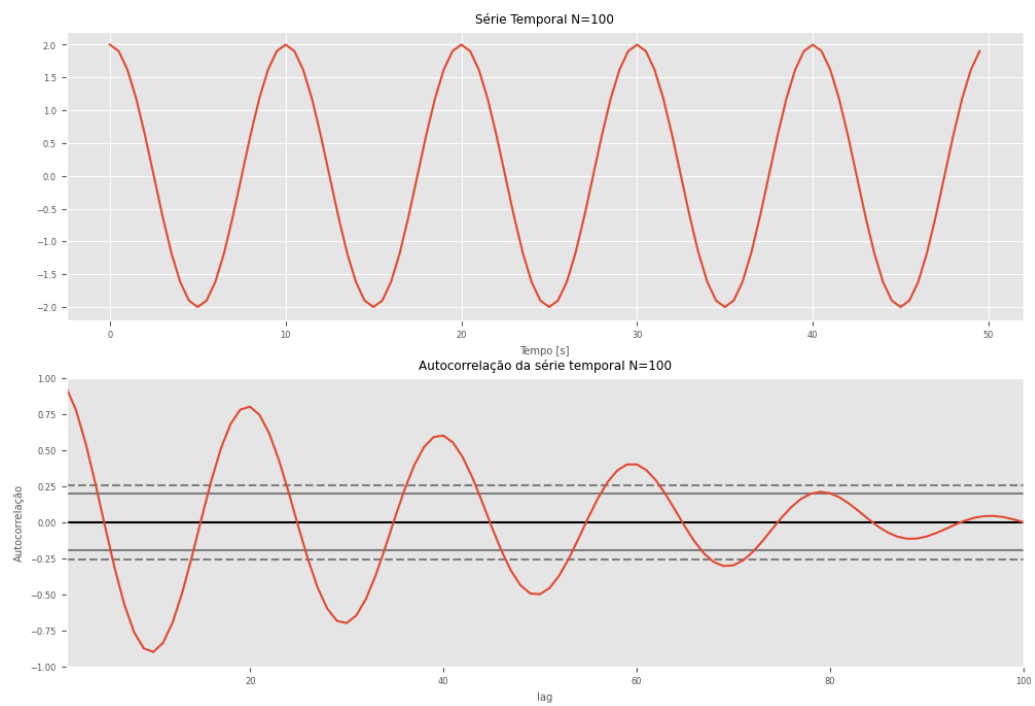


Figura 9: Série temporal gerada com  $N=100$  e a sua autocorreção

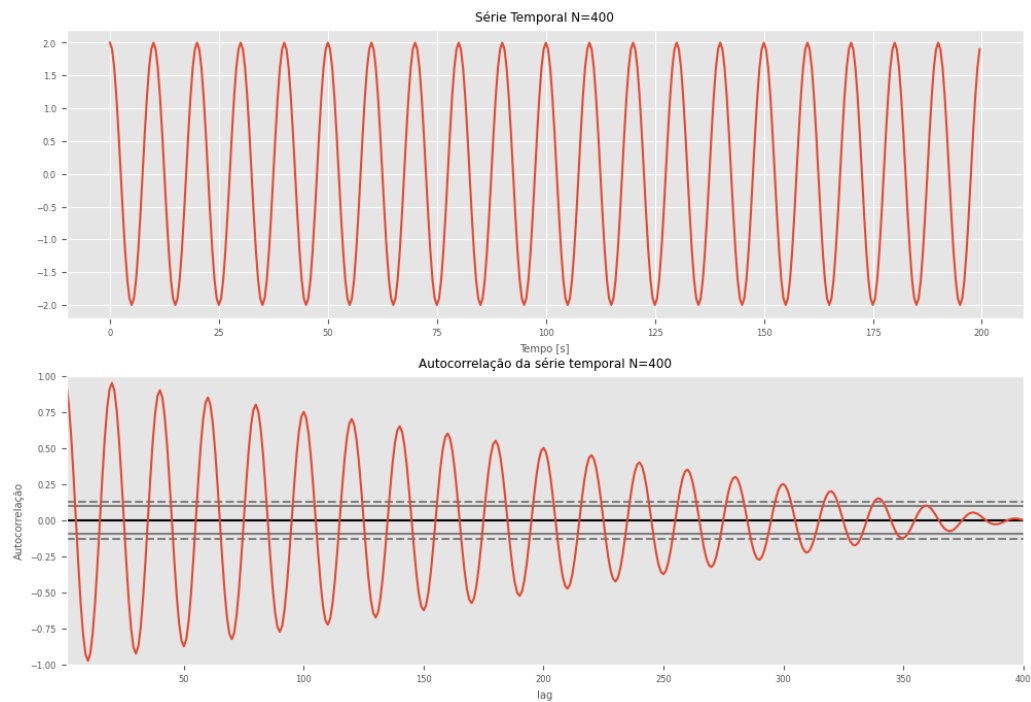


Figura 10: Série temporal gerada com  $N=400$  e a sua autocorreção

Aumentar o  $N$  seria o equivalente a aumentar a resolução dos dados em questão, com isso se pode analisar o que ocorre em concentrações de tempo mais curtas, visto que a frequência de amostragem permanece a mesma para todos os  $N$ . Ao diminuir, se tem as tendências de longo prazo apresentadas.

Para a concentração de  $\text{CO}_2$  de Mauna Loa, a autocorrelação da série original e da série com a tendência removida é apresentada na figura 11

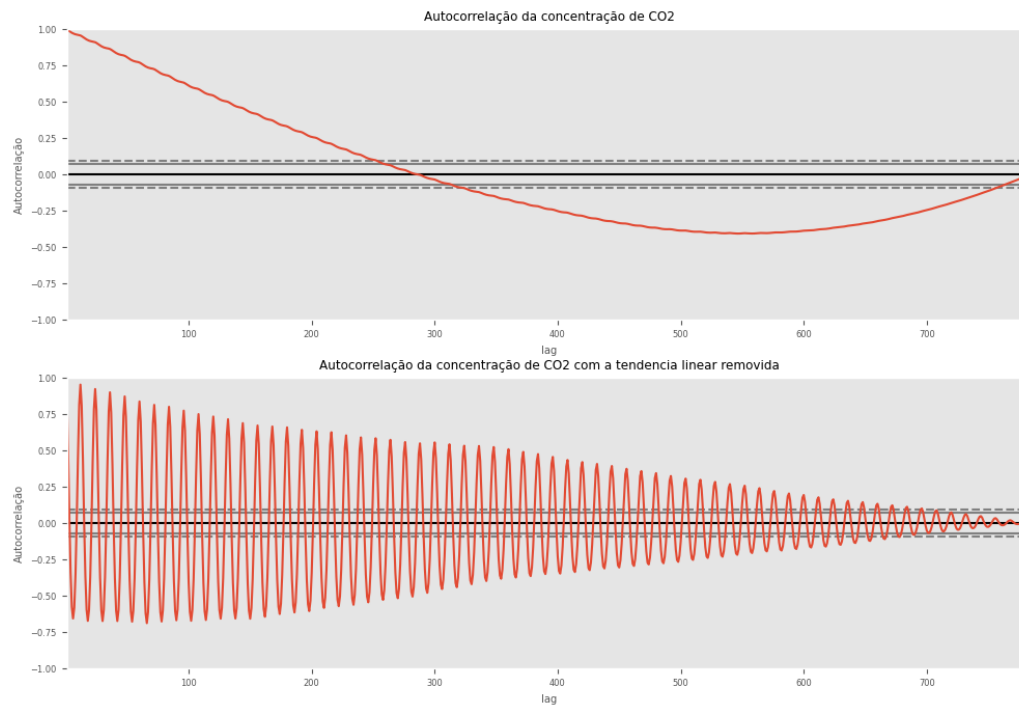


Figura 11: Autocorrelação da concentração de CO<sub>2</sub> de Mauna Loa, utilizando os dados originais e os dados com a tendência removida respectivamente

A principal informação que a autocorrelação trás é se os dados são aleatórios, como se pode observar pela figura 11 a autocorrelação demora até cair para 0 e tem diversos pontos com valores maiores que 0, mostrando que os dados não são aleatórios, é possível ver também a presença de um sinal ondulatório que acaba sendo mascarado ao utilizar somente os dados originais pois a tendência do aumento da concentração de CO<sub>2</sub> é bem maior que as variações mensais. A figura 12 mostra a autocorrelação com o lag indo até 60, onde a variabilidade do sinal fica mais clara

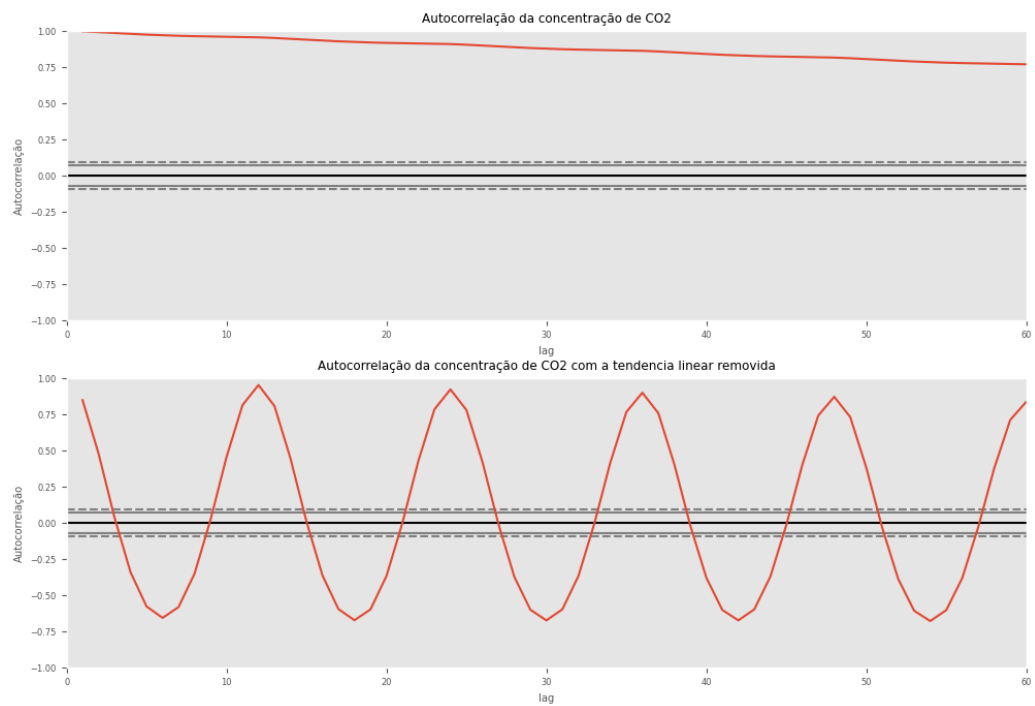


Figura 12: Autocorrelação da concentração de CO<sub>2</sub> de Mauna Loa, utilizando os dados originais e os dados com a tendência removida respectivamente considerando apenas até o lag 60.

Plotando o histograma:

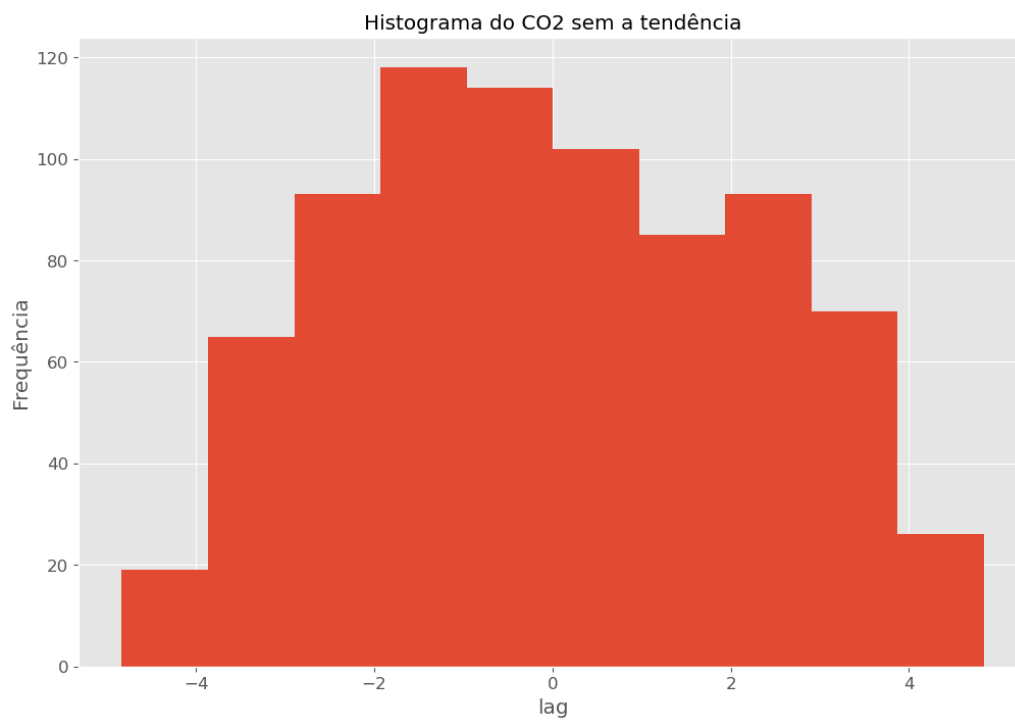


Figura 13: Histograma do CO2 sem a tendência

O valor do lillietest é 0.001.

Repetindo para o índice da oscilação sul:

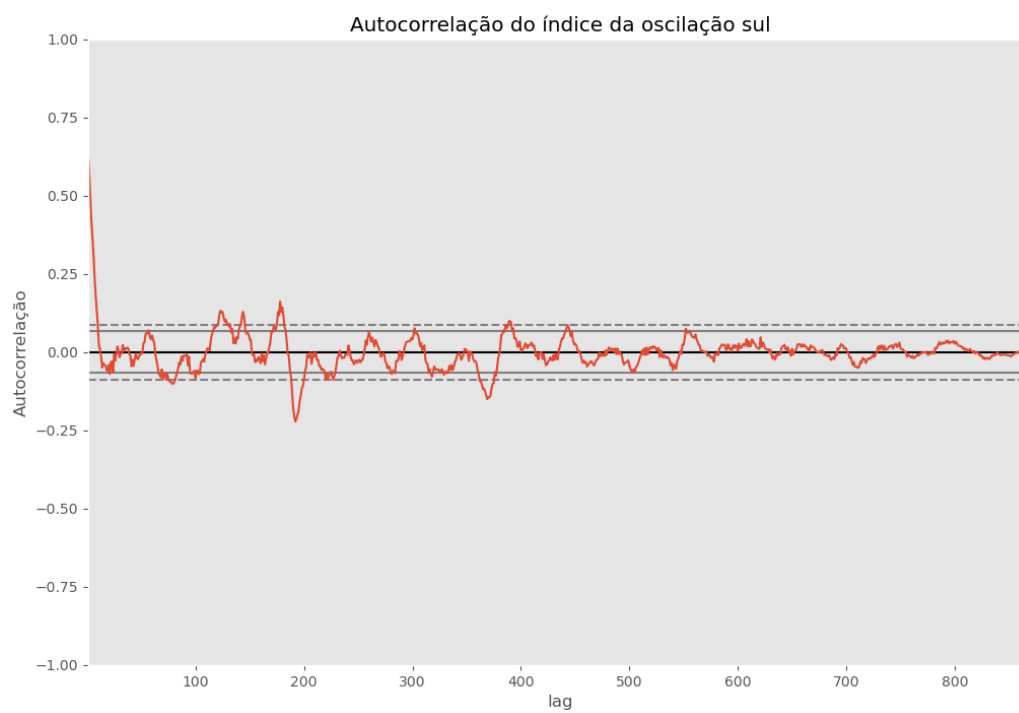


Figura 14: Autocorrelação do Índice da oscilação sul