



Séries Temporais

Integrantes:

Daniel Watanabe

Júlia Sousa

Pedro Klesse

Victor Bonometo

Yago Pimenta

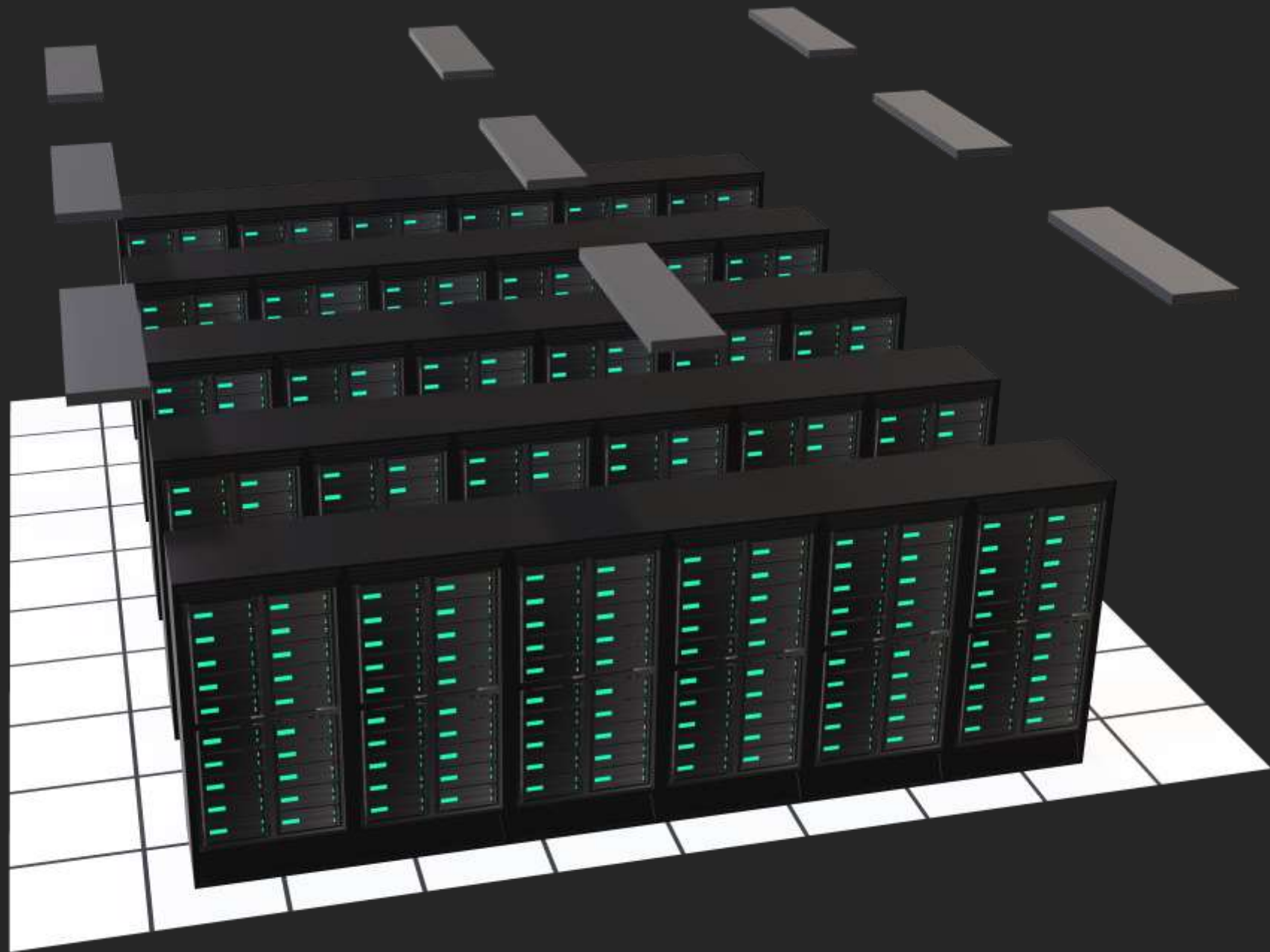


Séries Temporais em



grandes Empresas







Avaliar o entendimento dos conceitos básicos de séries temporais e a capacidade de aplicá-los na análise de dados financeiros de empresas líderes de tecnologia listadas na bolsa de valores.

Tópicos



Pré-Processamento

Análise Exploratória

Modelos de Decomposição

Testes de Estacionariedade

Modelos preditivos

Análise de Modelos

Análise de indicador financeiro

Pré-Processamento

**Dados retirados da:
Yahoo Finance**

```
import yfinance as yf
```


Pré-Processamento

- **Reindexação**
- **Dados duplicados/nulos**

Pré-Processamento

Date

Adj Close

Close

High

Low

Open

Volume

Pré-Processamento

Date

Adj Close

Close

High

Low

Open

Volume

Data a qual se refere o devido valor

Pré-Processamento

Date

Adj Close

Close

High

Low

Open

Volume

Preço de fechamento de uma ação que foi ajustado para incluir quaisquer distribuições de dividendos e mudanças devido a eventos corporativos.

Pré-Processamento

Date

Adj Close

Close

High

Low

Open

Volume

Último preço o qual a ação foi negociado no durante um dia específico.

Pré-Processamento

Date

Adj Close

Close

High

Low

Open

Volume

O preço mais alto que uma ação foi negociada no dia específico.

Pré-Processamento

Date

Adj Close

Close

High

Low

Open

Volume

O preço mais baixo que uma ação foi negociada no dia específico.

Pré-Processamento

Date

Adj Close

Close

High

Low

Open

Volume

O preço de início da ação no dia em específico.

Pré-Processamento

Date

Adj Close

Close

High

Low

Open

Volume

Total de ações negociadas no dia.

Tópicos



Pré-Processamento

Análise Exploratória

Modelos de Decomposição

Testes de Estacionariedade

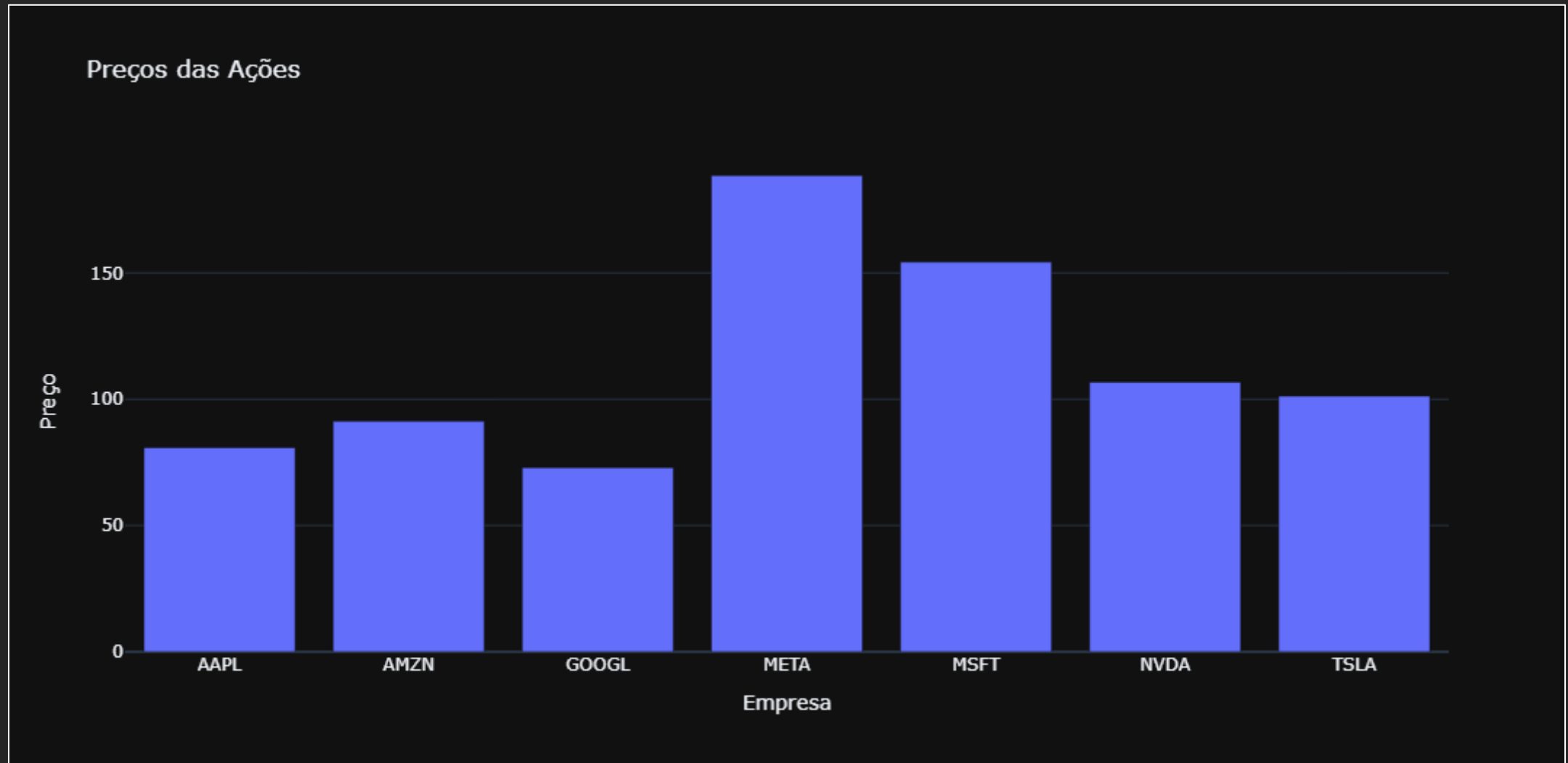
Modelos preditivos

Análise de Modelos

Análise de indicador financeiro

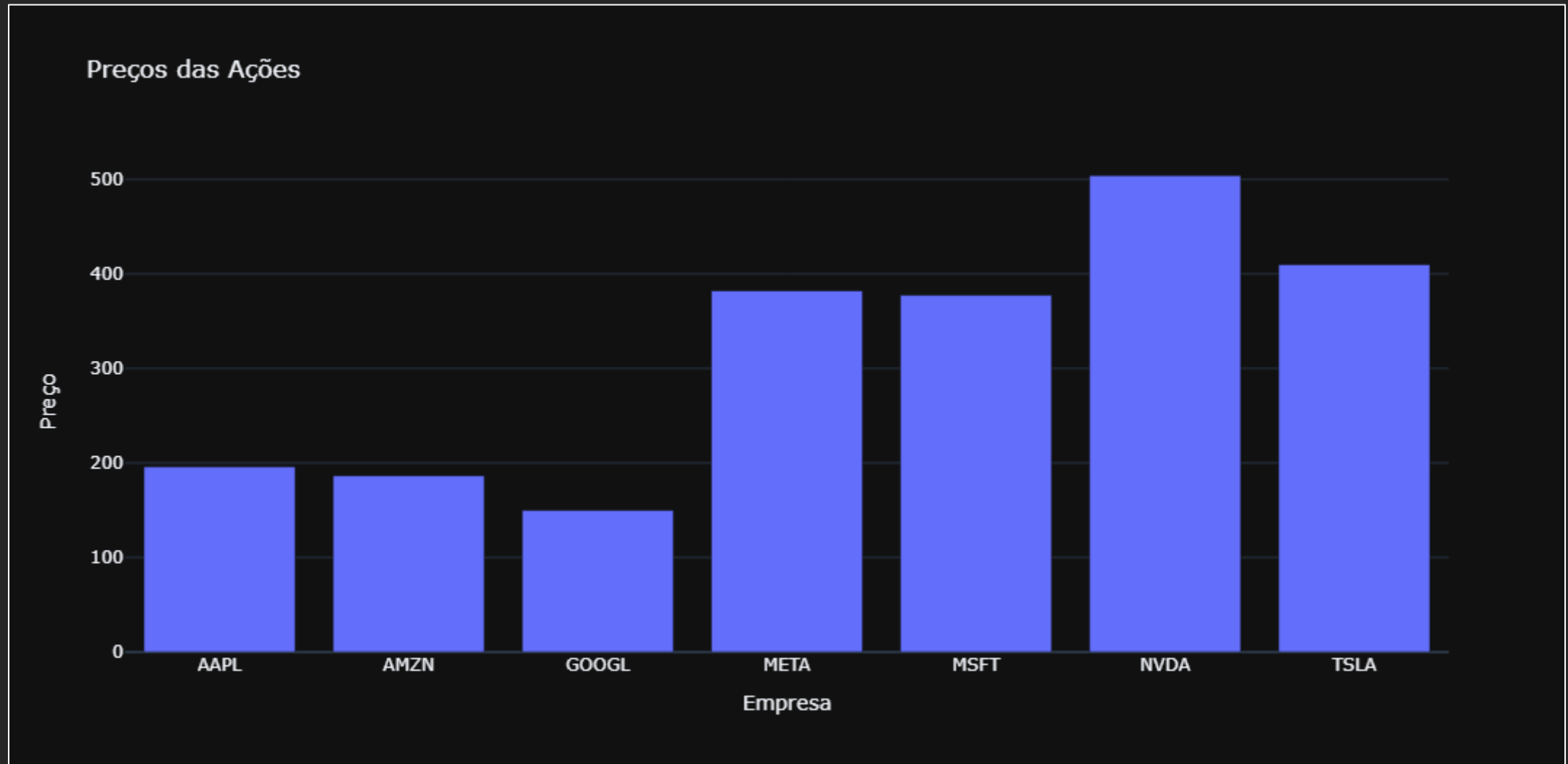
Análise Exploratória

Média do Adj_Close



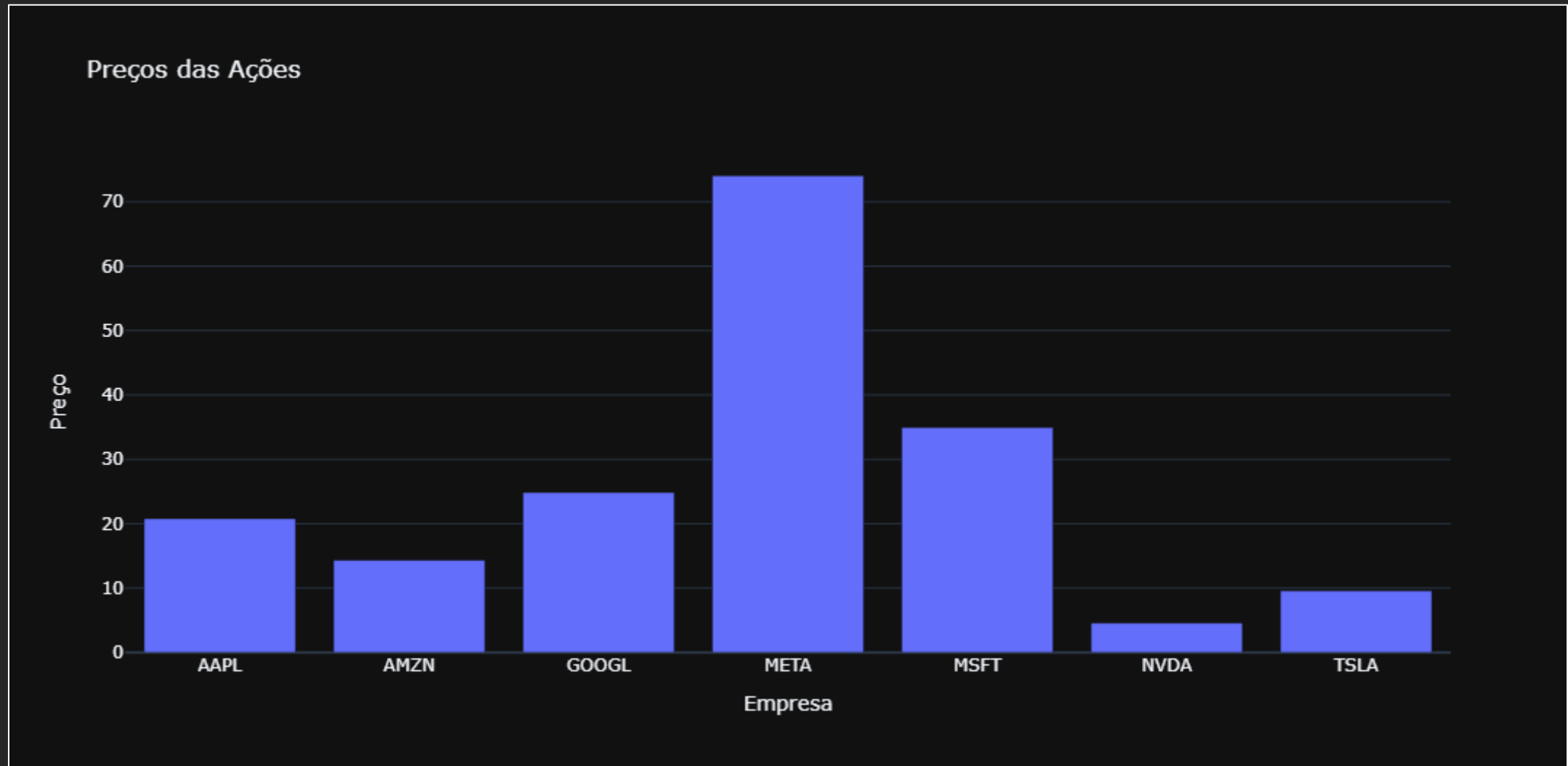
Análise Exploratória

Máx do Adj_Close



Análise Exploratória

Min do Adj_Close



Tópicos



Pré-Processamento

Análise Exploratória

Modelos de Decomposição

Testes de Estacionariedade

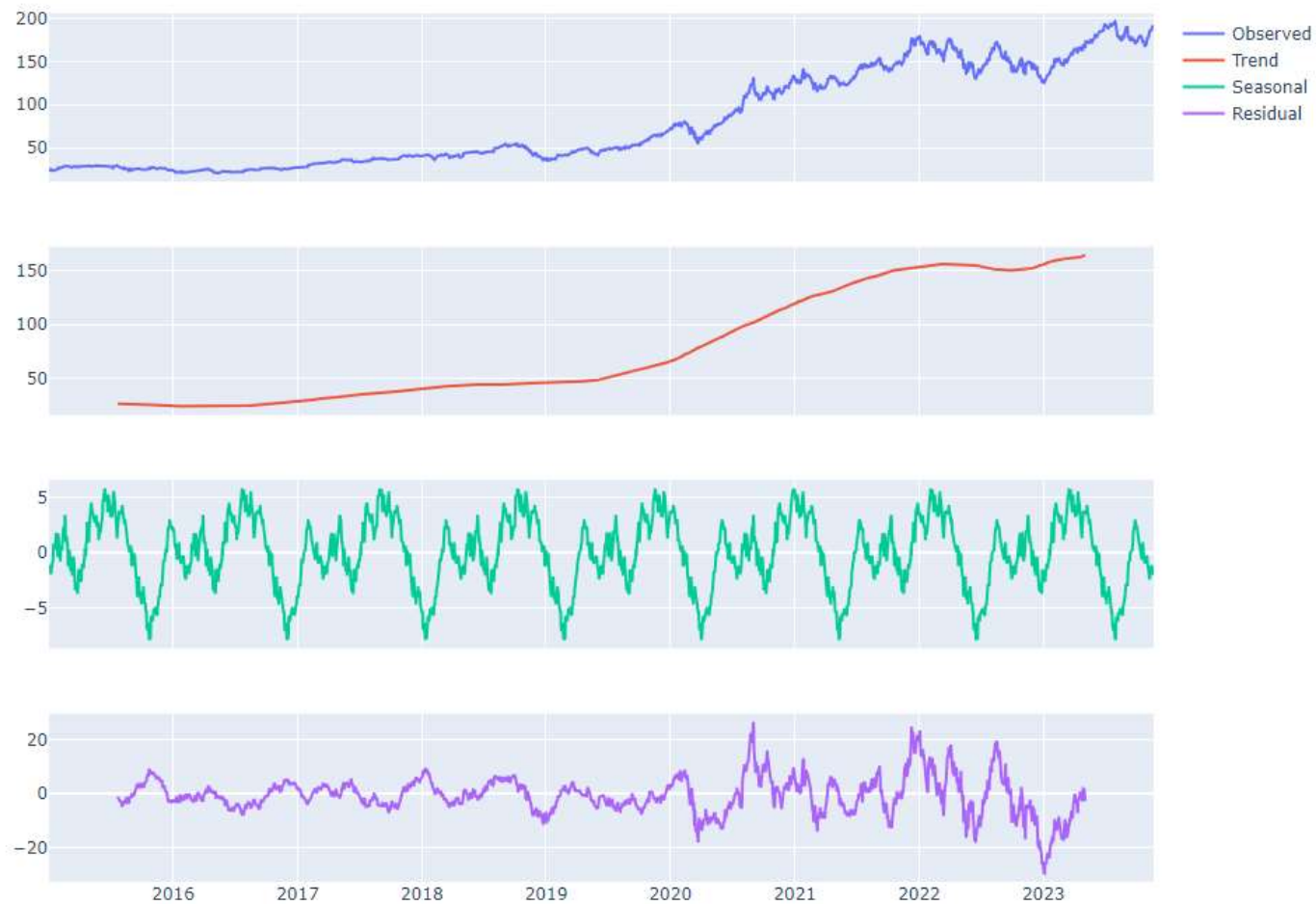
Modelos preditivos

Análise de Modelos

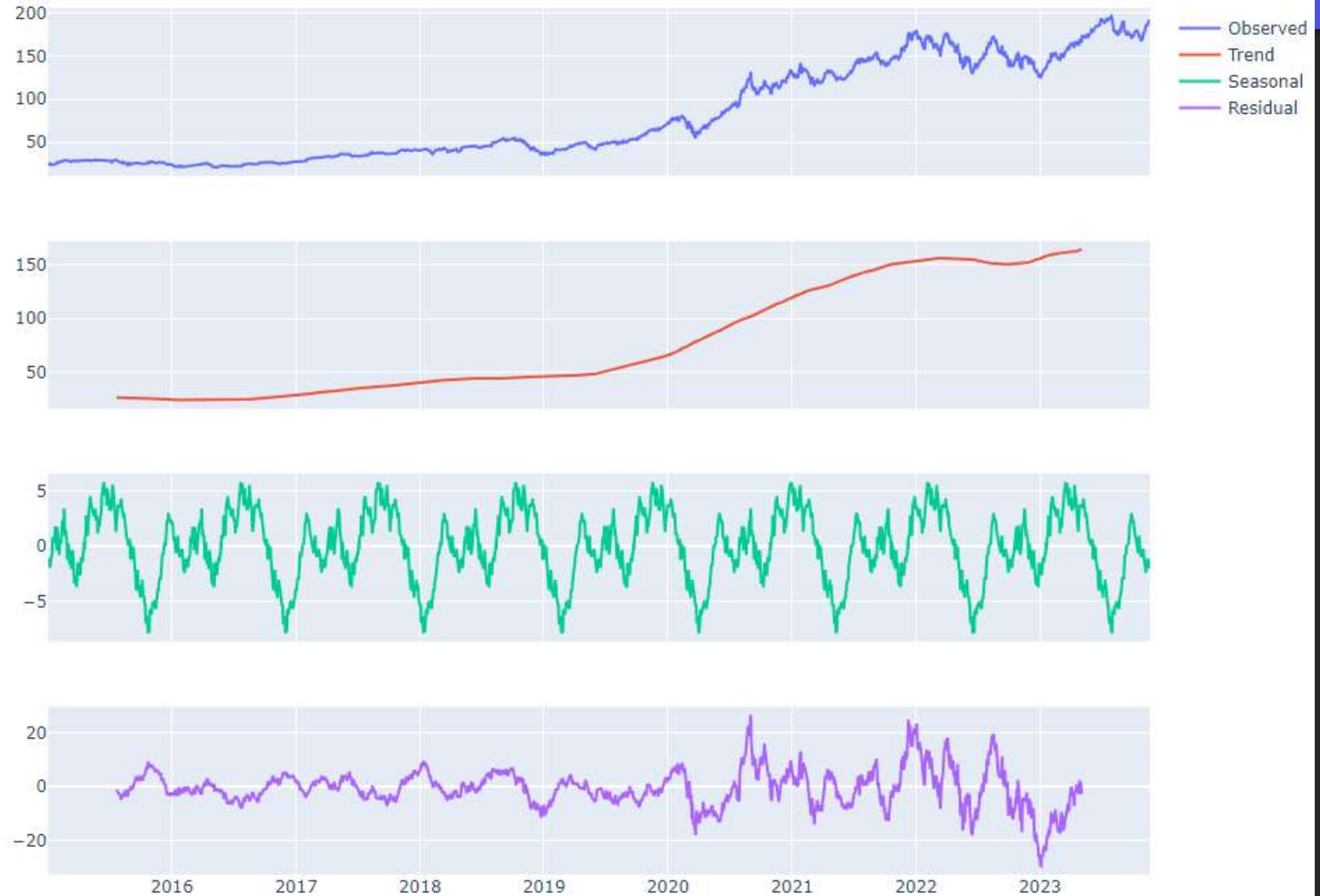
Análise de indicador financeiro

Modelos de Decomposição

Decomposição da AAPL



Decomposição da AAPL



Modelos de Decomposição

Aditivo

Multiplicativo

Holt-Winters

Modelos de Decomposição

Aditivo

Quando as variações em torno da tendência são constantes em termos absolutos, independentemente do nível da série temporal. Isso significa que as mudanças absolutas na série são constantes em cada período do ciclo

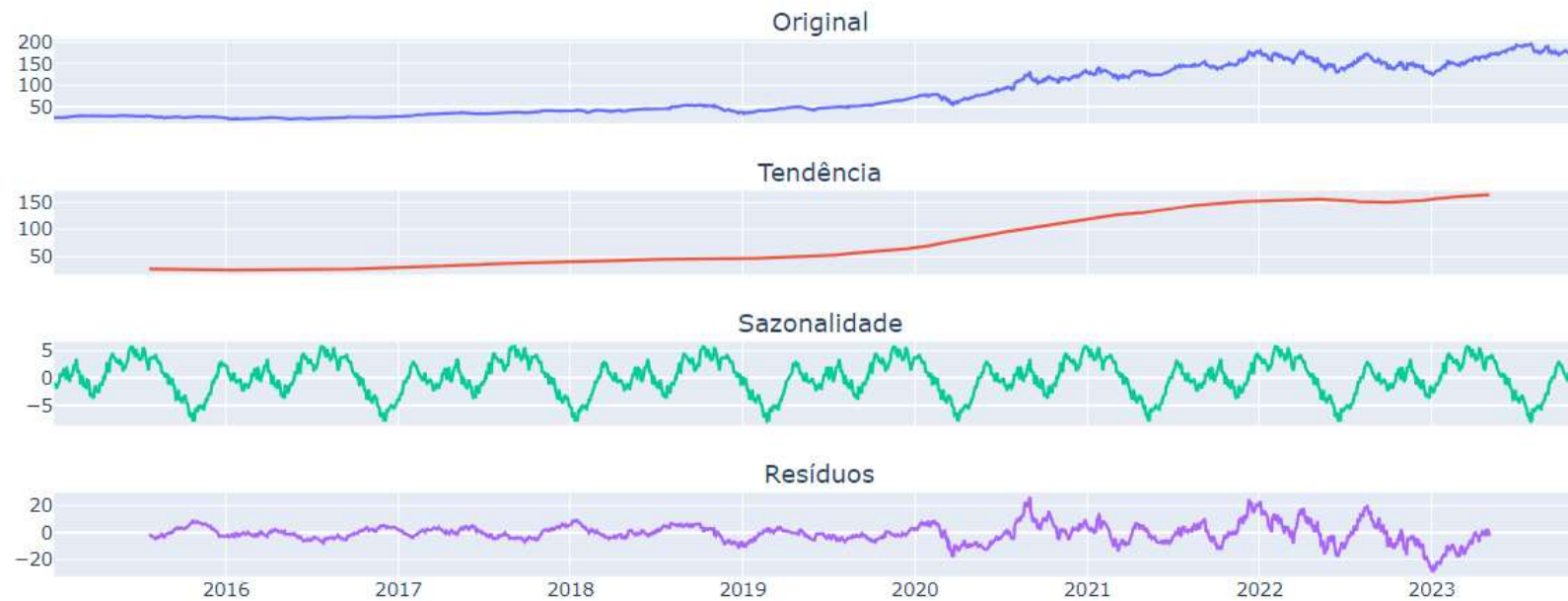
$$Y[t] = \text{Tendência}[t] + \text{Sazonalidade}[t] + \text{Ciclo}[t] + \text{Erro}[t]$$

O resíduo (ou erro) representa a diferença entre o valor observado e o valor previsto pela tendência e pelos componentes sazonais e cíclicos

Modelos de Decomposição

Aditivo

Decomposição Aditiva para AAPL



Modelos de Decomposição

Decomposição Aditiva para AAPL



Modelos de Decomposição

Multiplicativo

Quando as variações em torno da tendência estão relacionadas ao nível da série temporal. Isso significa que as mudanças percentuais (ou proporcionais) na série são constantes em cada período do ciclo

$$Y[t] = \text{Tendência}[t] * \text{Sazonalidade}[t] * \text{Ciclo}[t] * \text{Erro}[t]$$

o resíduo (ou erro) representa a razão entre o valor observado e o valor previsto pela tendência e pelos componentes sazonais e cíclicos

Modelos de Decomposição

Multiplicativo

Decomposição Multiplicativa para APPLE



Modelos de Decomposição

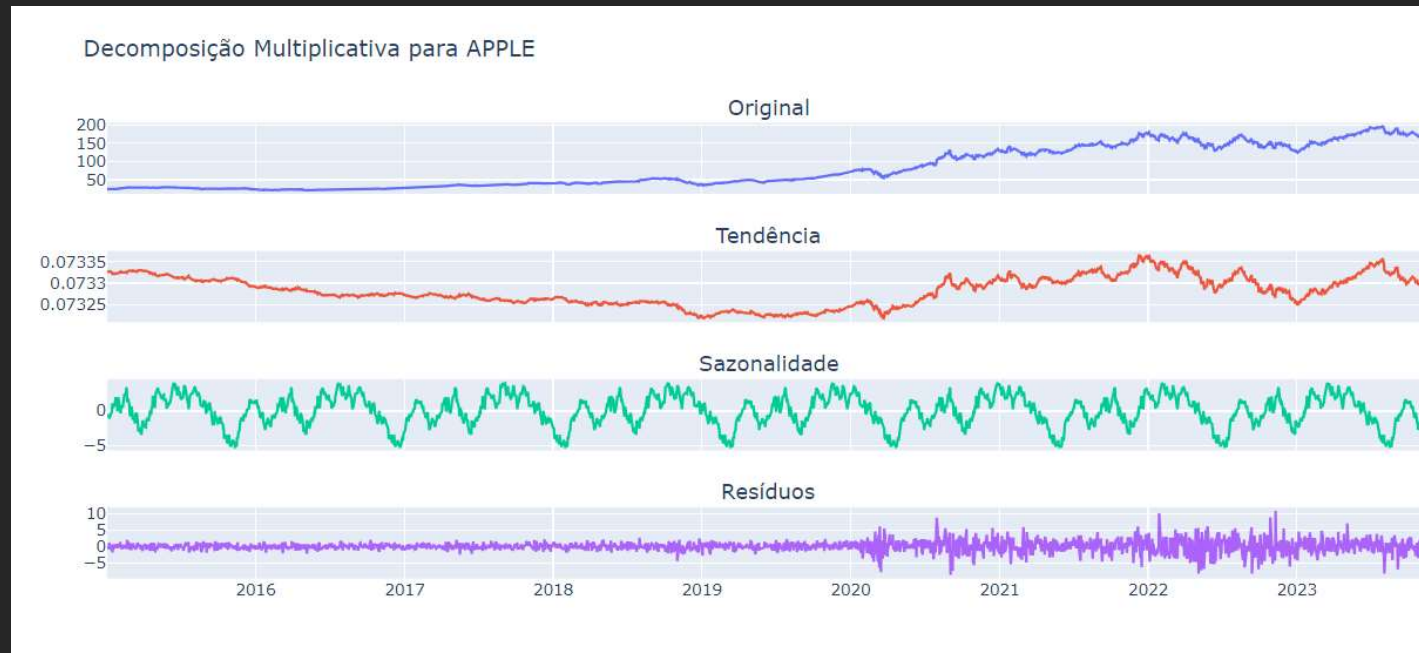
Decomposição Multiplicativa para APPLE



Modelos de Decomposição

Holt-Winters

A decomposição de Holt-Winters é um método de suavização exponencial triplo que leva em consideração a tendência, a sazonalidade e os componentes de erro.



Modelos de Decomposição

Decomposição Multiplicativa para APPLE



Tópicos



Pré-Processamento

Análise Exploratória

Modelos de Decomposição

Testes de Estacionariedade

Modelos preditivos

Análise de Modelos

Análise de indicador financeiro

Teste de ADFuller

Hipótese Nula do Teste (H0): Série Temporal é Não Estacionária

result[0] -> quanto mais negativo, mais próxima de ser estacionária a série é

result[1] -> p-value (Se $p\text{-value} < 0.05$, rejeita H0)

result[4] -> valores críticos

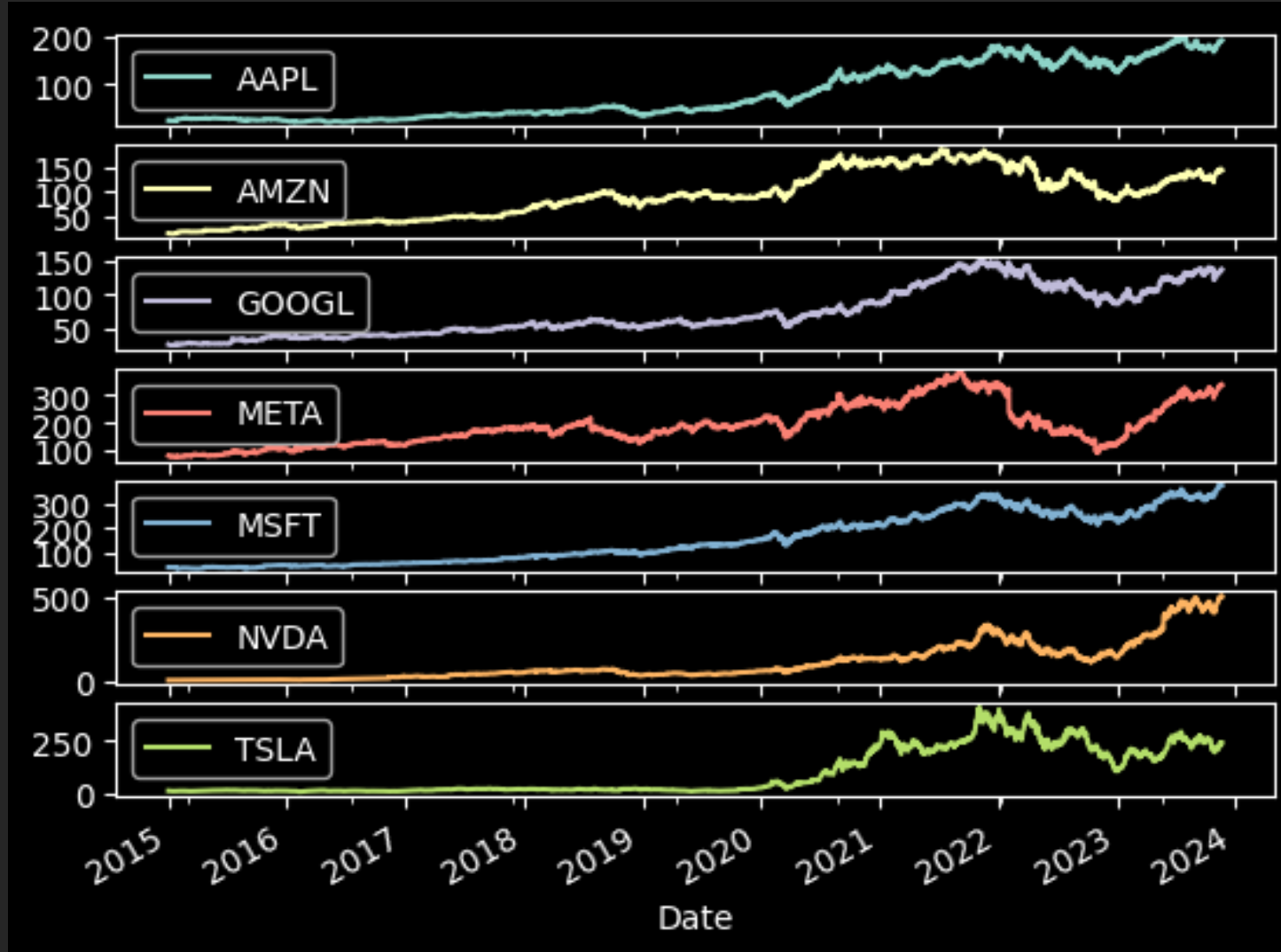
Teste de ADFuller

```
for index, result in zip(results.keys(), results.values()):  
    if result[1] < 0.05:  
        print(f'{index} Adj Close -> Estacionária')  
    else:  
        print(f'{index} Adj Close -> Não Estacionária')
```

```
AAPL Adj Close -> Não Estacionária  
AMZN Adj Close -> Não Estacionária  
GOOGL Adj Close -> Não Estacionária  
META Adj Close -> Não Estacionária  
MSFT Adj Close -> Não Estacionária  
NVDA Adj Close -> Não Estacionária  
TSLA Adj Close -> Não Estacionária
```

Testes de Estacionariedade

Plot de série não estacionária



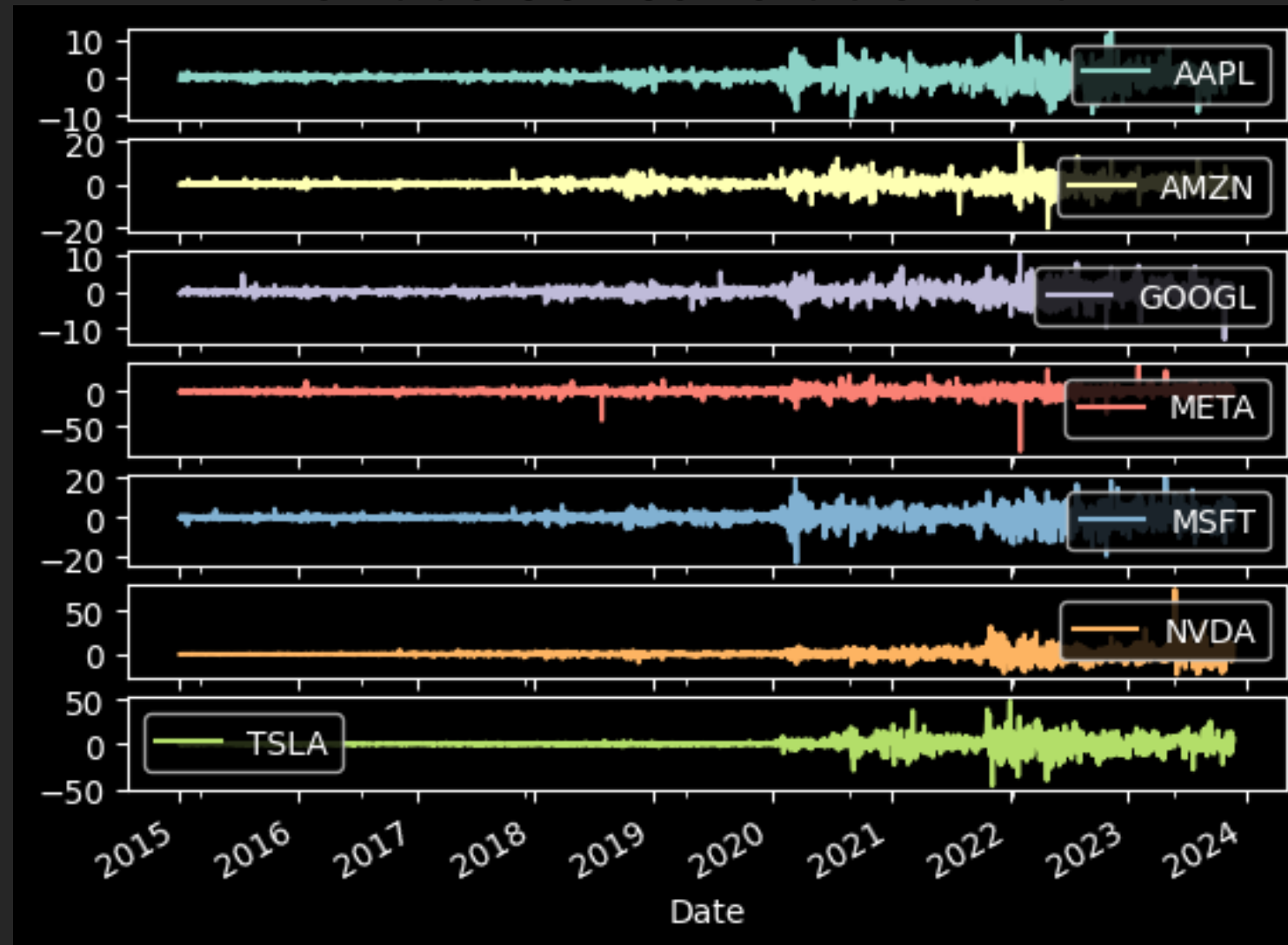
Teste de ADFuller

```
# Realizando a diferença para as 7 séries temporais  
data_adj_close_diff = data_adj_close.diff().dropna()
```

```
AAPL Adj Close -> Estacionária  
AMZN Adj Close -> Estacionária  
GOOGL Adj Close -> Estacionária  
META Adj Close -> Estacionária  
MSFT Adj Close -> Estacionária  
NVDA Adj Close -> Estacionária  
TSLA Adj Close -> Estacionária
```

Testes de Estacionariedade

Plot das Séries Estacionária



Tópicos



Pré-Processamento

Análise Exploratória

Modelos de Decomposição

Testes de Estacionariedade

Modelos preditivos

Análise de Modelos

Análise de indicador financeiro

Modelos predictivos

Arima

Theta

Prophet

Modelos predictivos

Arima

Arima

AR : **Auto Regressivo**

I : **Integrado**

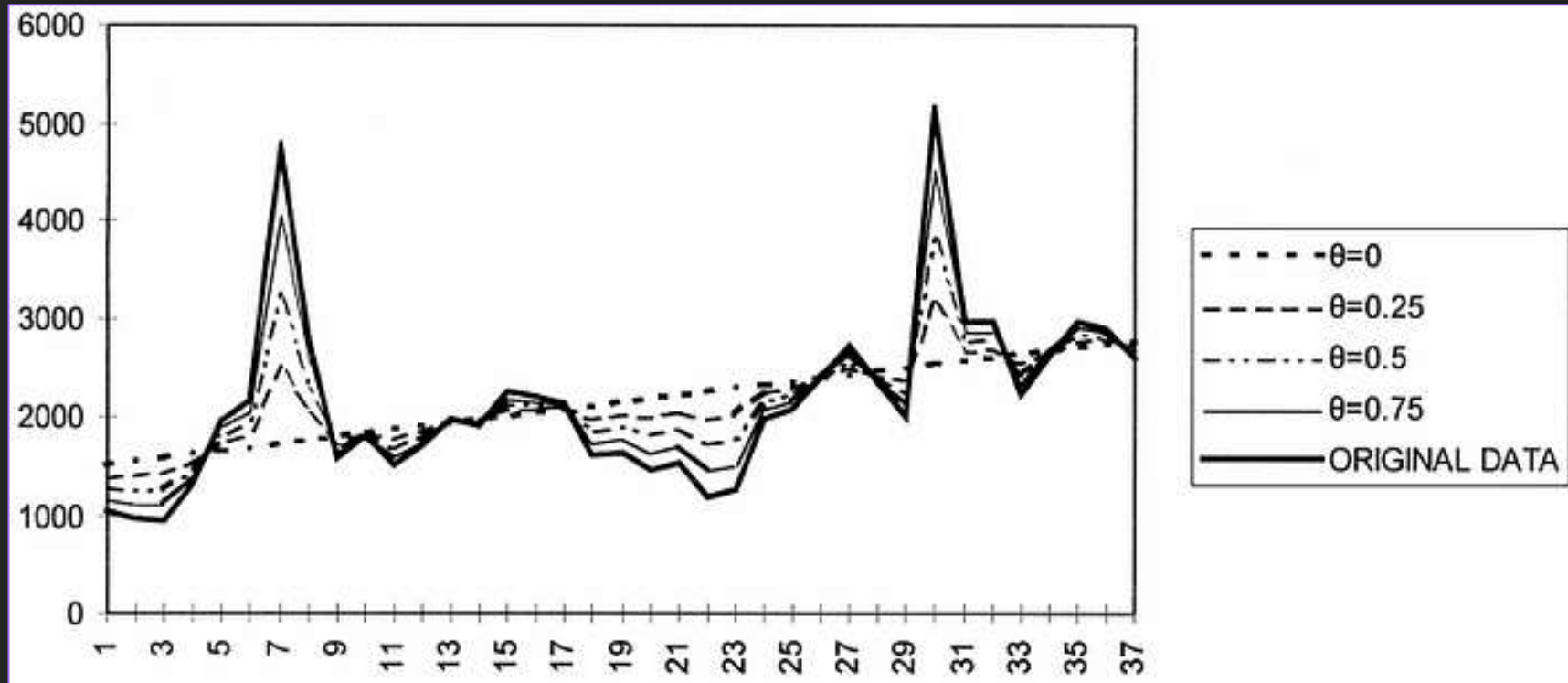
MA : **Média Móveis**

Theta

Abordagem que se baseia na decomposição da série em componentes, utilizando um parâmetro denominado theta.

Ao modificar a curvatura local da série, o theta ajusta a ênfase nos efeitos de longo ou curto prazo.

Theta

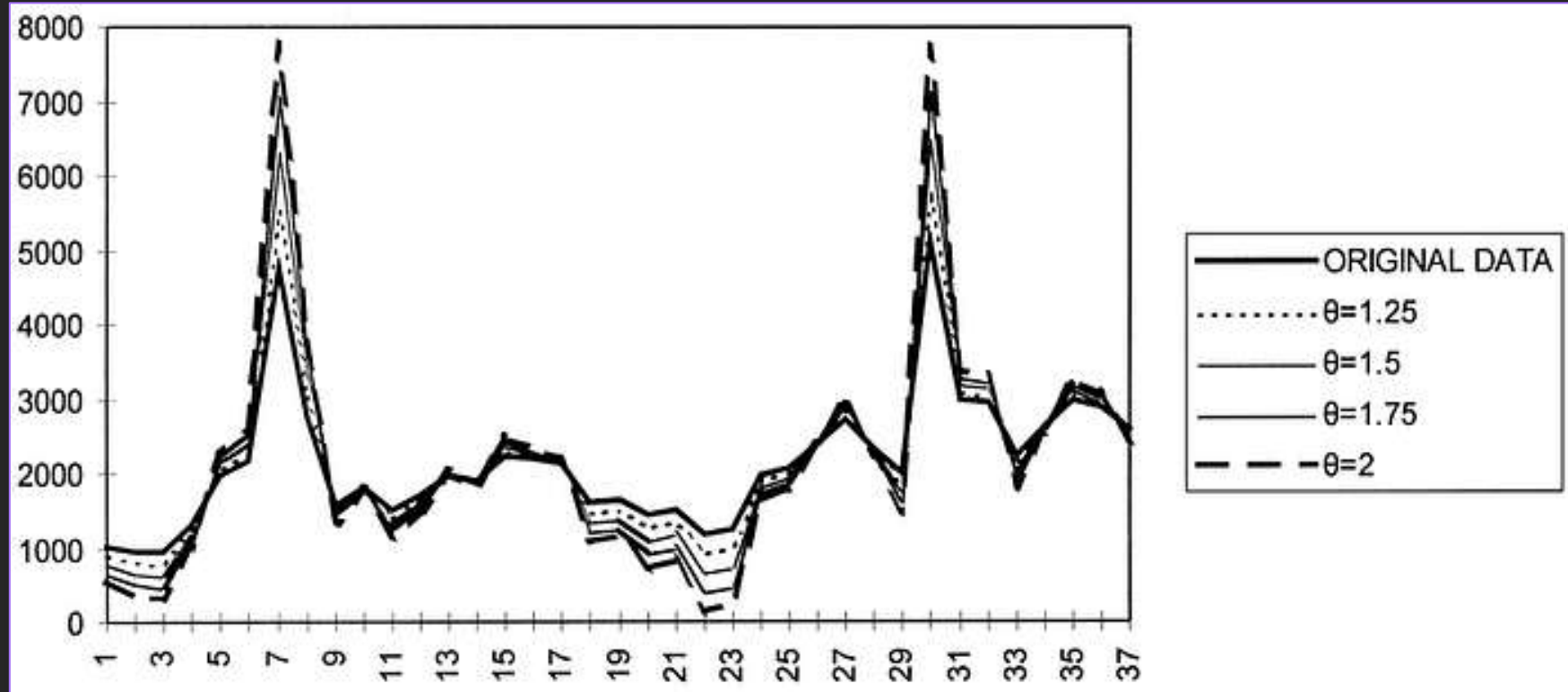


Quando Theta está entre 0 e 1, a série é "deflacionada".

Quando theta atinge 0, a série é transformada em uma linha de regressão linear.

Modelos preditivos

Theta



Quando theta é maior que 1 dizemos que está “inflacionada”.

Theta

Na prática, usa-se apenas duas linhas theta:

Theta = 0

**Fornece informações
sobre a tendência da
série**

Theta = 2

**Amplia as flutuações
de curto prazo**

Theta

Em seguida, prevemos cada linha e combinamos as previsões

Theta

O procedimento do modelo Theta é aplicado em dados não sazonais. No entanto, ainda pode ser usado com dados sazonais, pois essa sazonalidade pode ser facilmente removida e adicionada novamente no final.

Theta

Etapas:

- #1 Remover sazonalidade
- #2 Decomponha-se em duas linhas teta
- #3 Combinação
- #4 Adicionar sazonalidade de volta

Modelos predictivos

Prophet

Prophet

O Prophet é uma biblioteca de código aberto desenvolvida pelo Facebook para previsão de séries temporais



Prophet

O Prophet foi projetado para facilitar a previsão de séries temporais com sazonalidade, tendências e feriados. Ele é especialmente útil para conjuntos de dados que exibem padrões complexos ao longo do tempo.



Prophet

O modelo Prophet descreve a série temporal como a soma de três componentes principais:

Tendência

Sazonalidade

Feriados

Esses elementos são modelados de maneira intuitiva para capturar padrões comuns em dados temporais.

Prophet

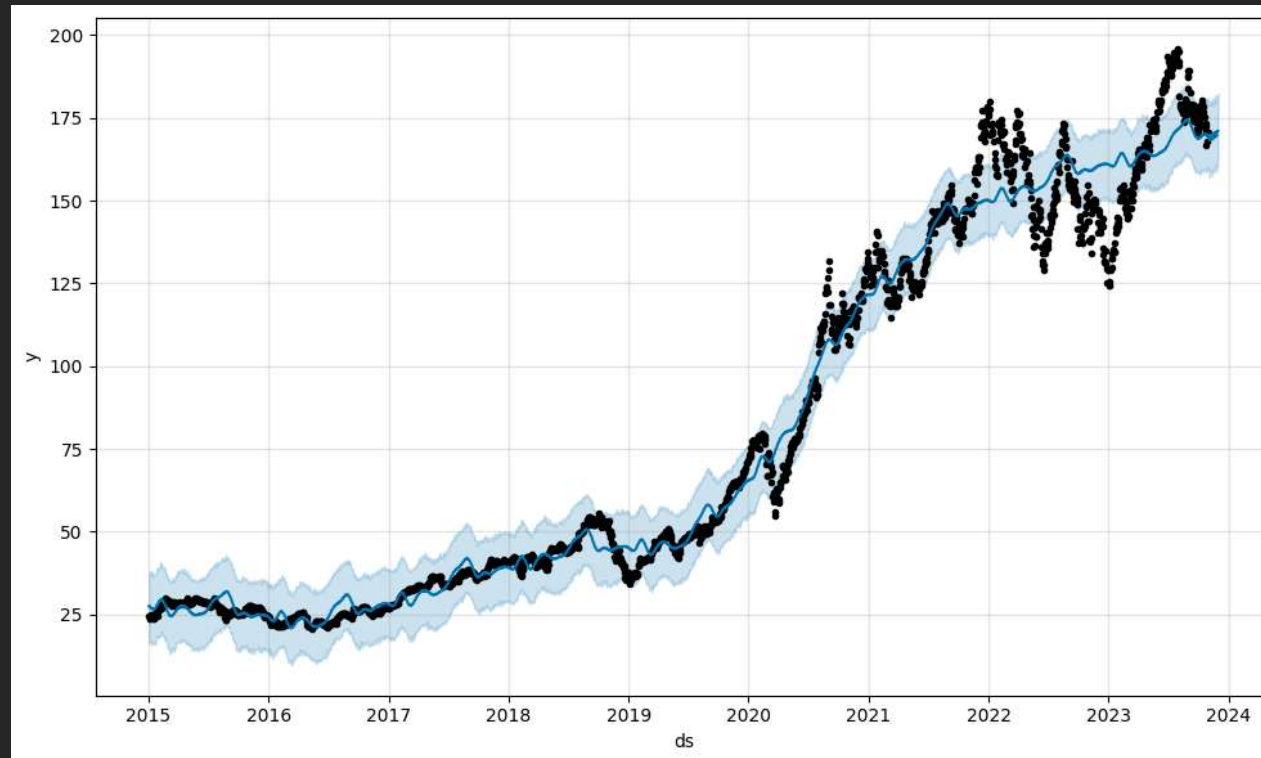
Inclui uma maneira eficaz de lidar com eventos de feriados que podem afetar a série temporal.

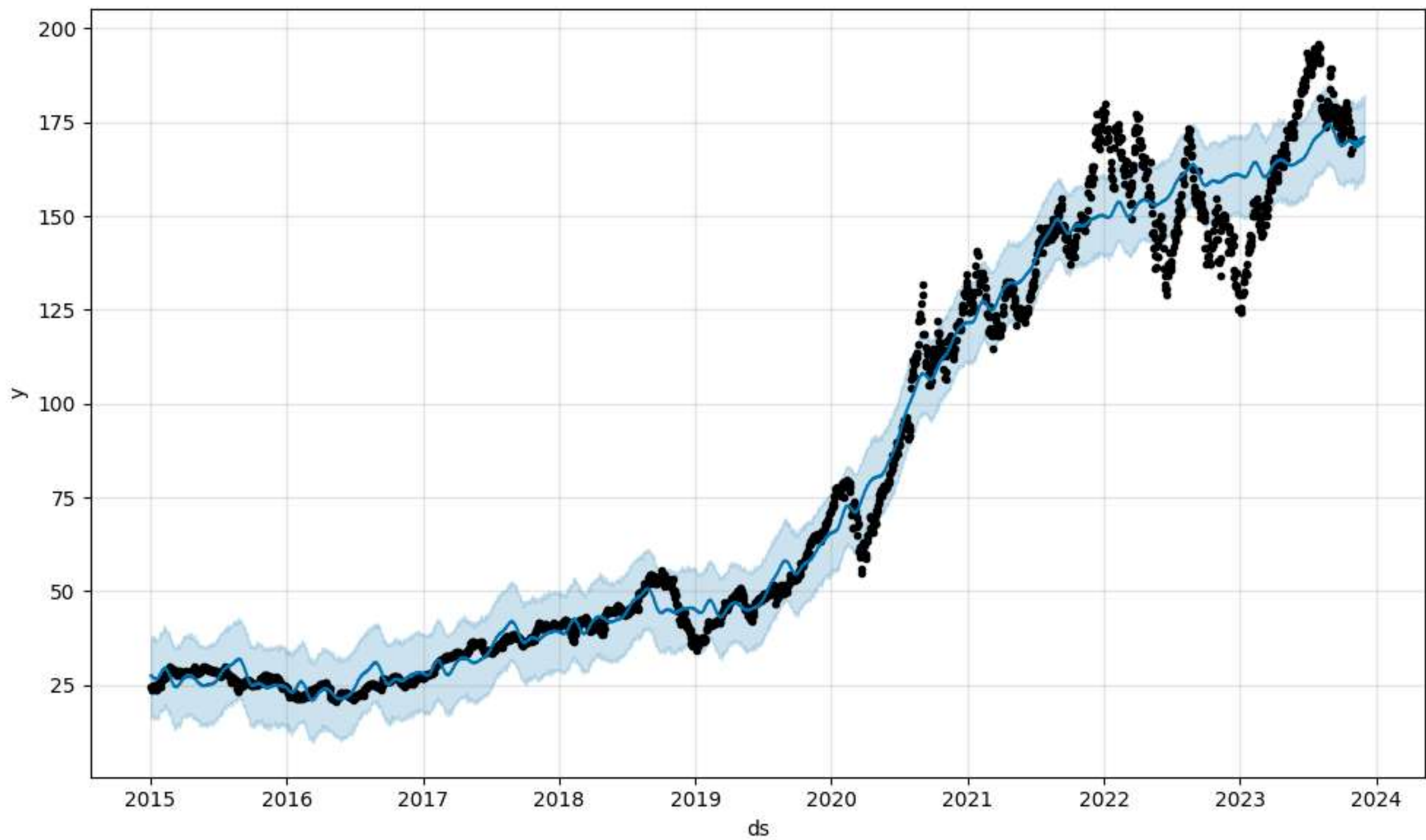
Isso é útil para prever variações sazonais específicas, como vendas sazonais ou comportamento do consumidor durante feriados.

Modelos preditivos

Prophet

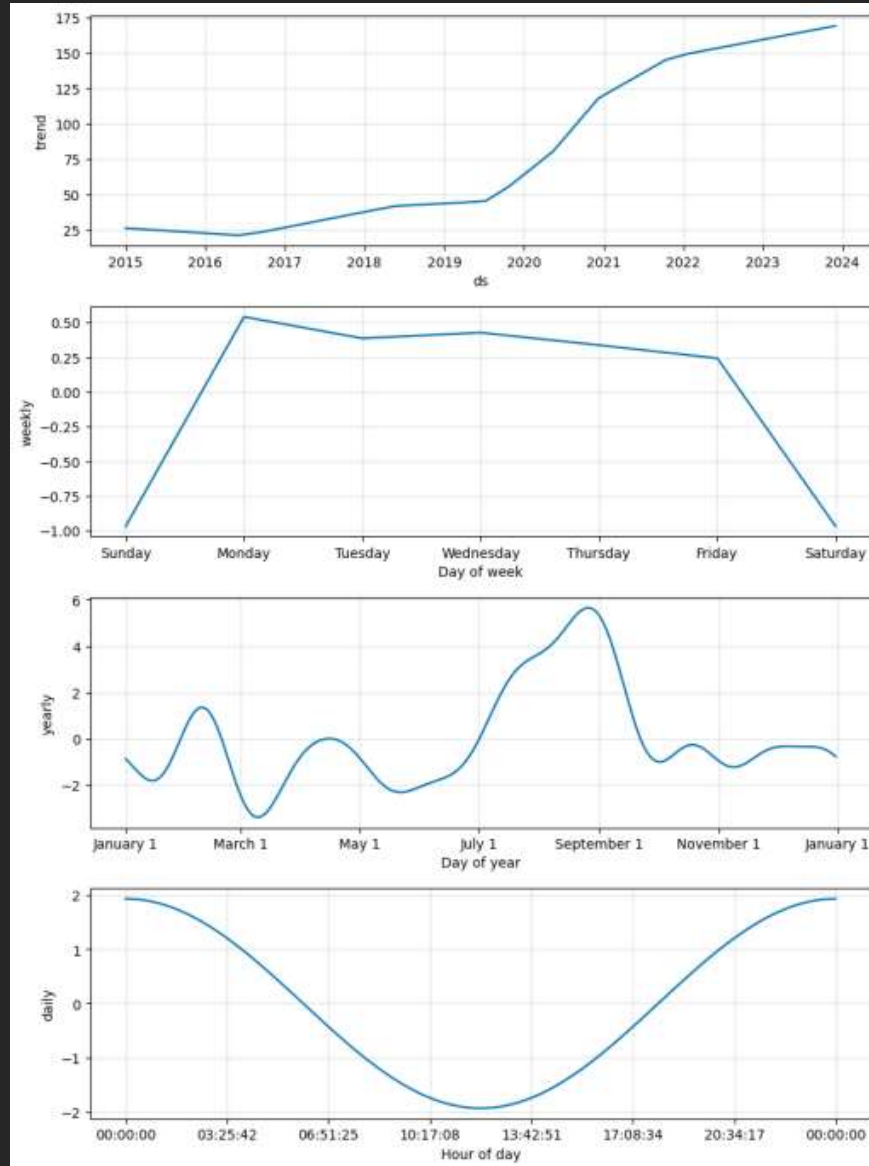
```
model_AAPL = Prophet()  
model_AAPL.add_seasonality(name='daily', period=1, fourier_order=1)  
# Adicione sazonalidade diária se necessário  
model_AAPL.fit(data_adj_close_and_date[['ds', 'y']])  
future = model_AAPL.make_future_dataframe(periods=30)  
forecast = model_AAPL.predict(future)  
fig = model_AAPL.plot(forecast)
```



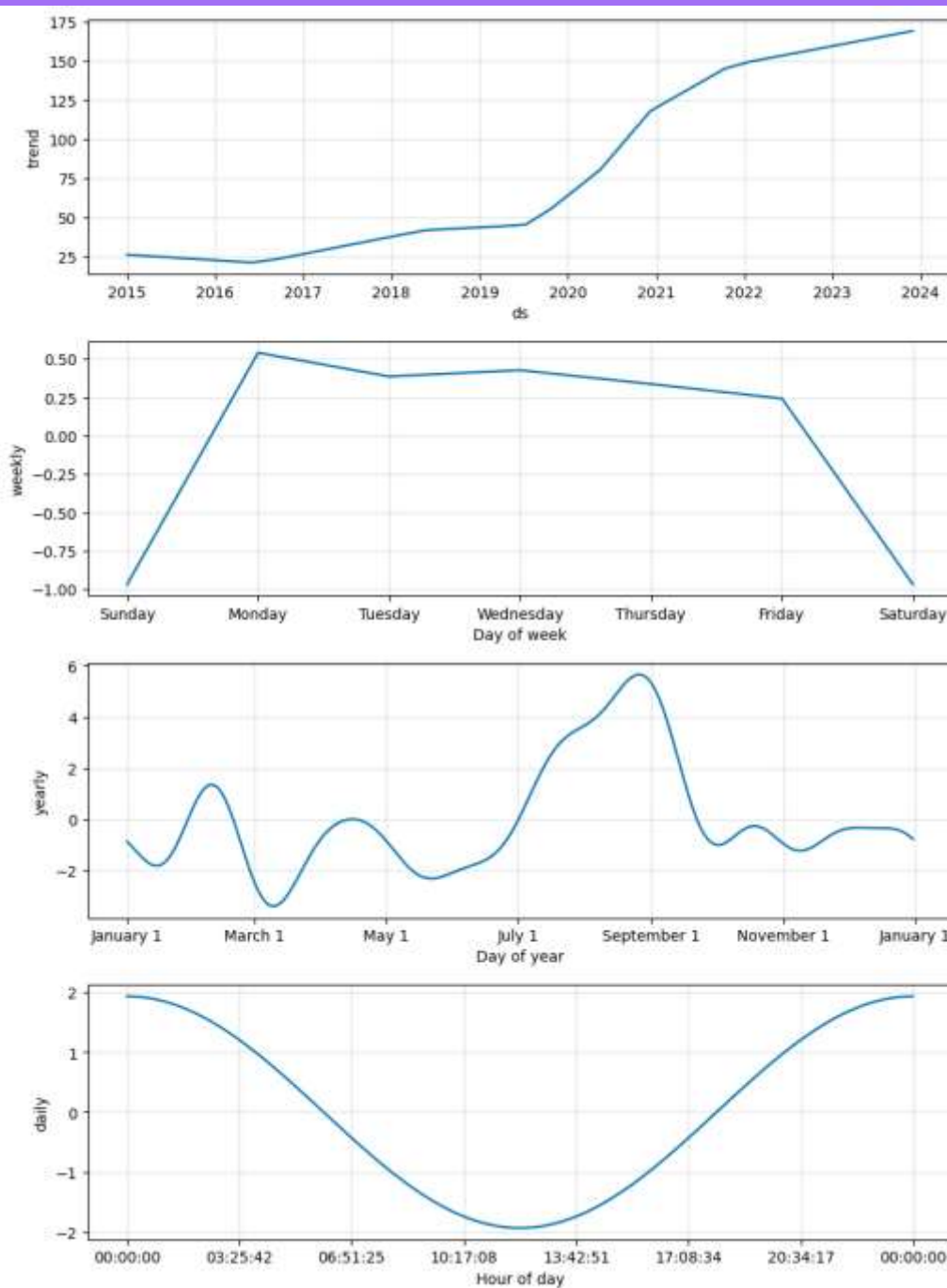


Modelos predictivos

Prophet



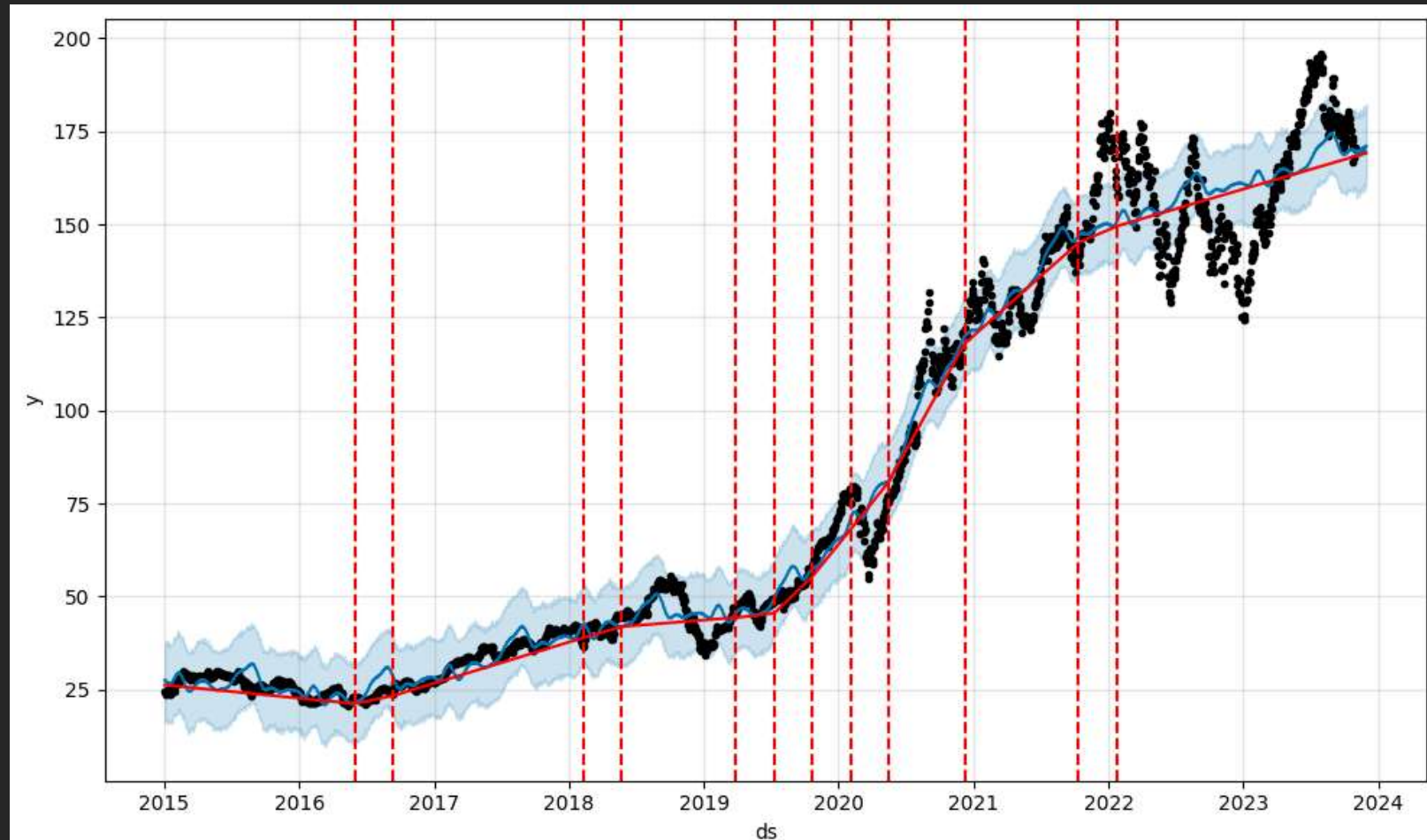
Prophet



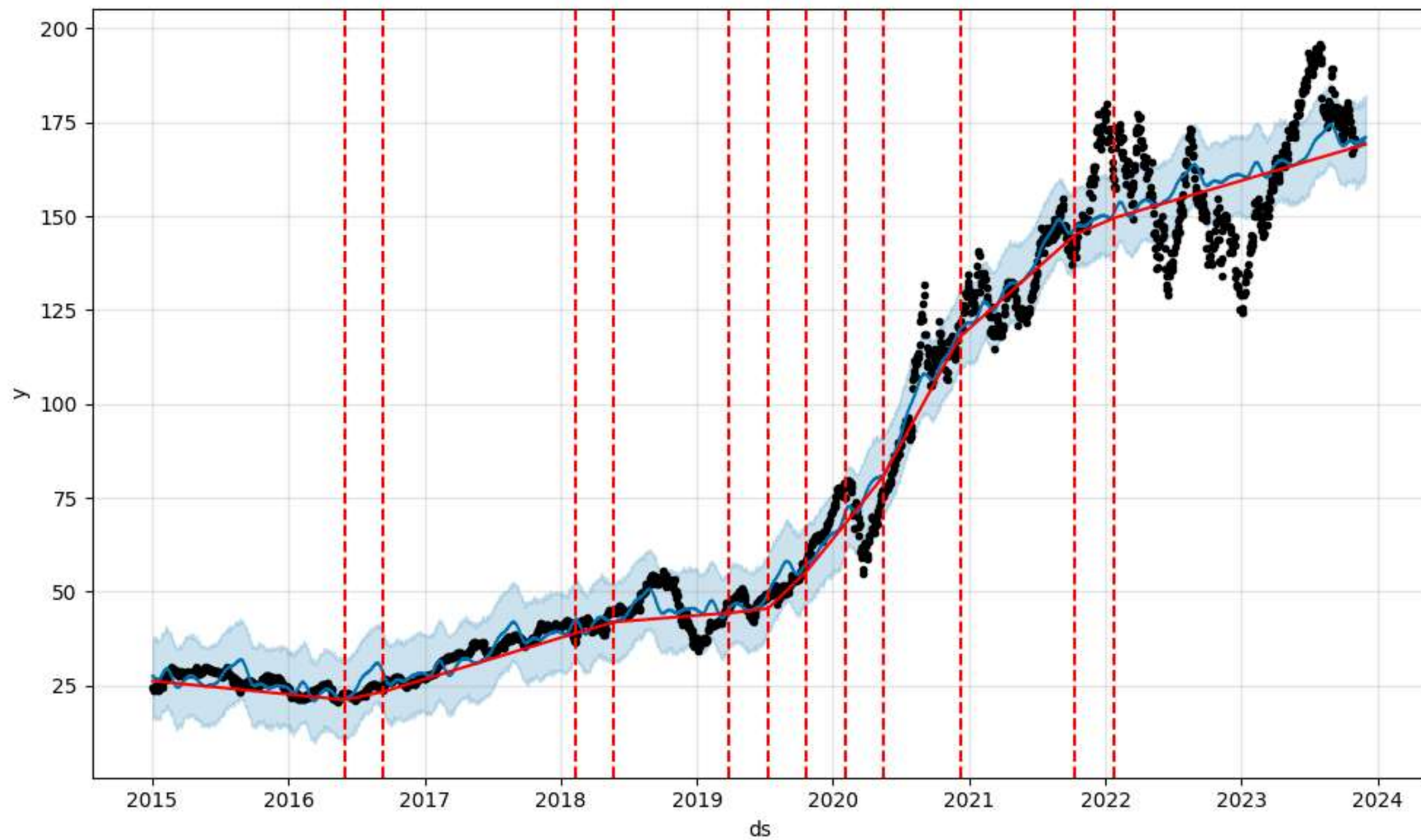
Modelos predictivos

Prophet

```
from prophet.plot import add_changepoints_to_plot  
fig = model_AAPL.plot(forecast)  
a = add_changepoints_to_plot(fig.gca(), model_AAPL, forecast)
```



P



Tópicos



Pré-Processamento

Análise Exploratória

Modelos de Decomposição

Testes de Estacionariedade

Modelos preditivos

Análise de Modelos

Análise de indicador financeiro

Análise de Modelos

MAE

MSE

SMAPE

Análise de Modelos

MAE

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|$$

MSE

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

SMAPE

$$\frac{100\%}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{(|y_i| + |\hat{y}_i|)/2}$$

Análise de Modelos

MAE

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|$$

Erro médio absoluto

MSE

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

SMAPE

$$\frac{100\%}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{(|y_i| + |\hat{y}_i|)/2}$$

Análise de Modelos

MAE

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|$$

MSE

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

Erro quadrático médio

SMAPE

$$\frac{100\%}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{(|y_i| + |\hat{y}_i|)/2}$$

Análise de Modelos

MAE

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|$$

MSE

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

SMAPE

$$\frac{100\%}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{(|y_i| + |\hat{y}_i|)/2}$$

- Erro Percentual Absoluto médio simétrico
- Útil quando se lida com dados sazonais
- Não favorece previsões otimistas ou pessimistas.

Análise de Modelos

Empresa	Theta			Prophet			ARIMA		
	MAE	MSE	SMAPE	MAE	MSE	SMAPE	MAE	MSE	SMAPE
Apple	0.09005	0.01437	20.18000	0.09002	0.01437	20.17000	0.09013	0.01434	20.21000
Amazon	0.05820	0.00637	11.45000	0.05806	0.00634	11.42000	0.05801	0.00633	11.41000
Google	0.07314	0.00971	13.33000	0.07314	0.00973	13.33000	0.07310	0.00972	13.32000
Meta	0.03722	0.00304	5.38000	0.03722	0.00303	5.38000	0.03715	0.00303	5.37000
Microsoft	0.08834	0.01364	16.93000	0.08824	0.01354	16.92000	0.08820	0.01354	16.91000
Nvidia	0.06184	0.00749	27.17000	0.06173	0.00746	27.12000	0.06185	0.00748	27.19000
Tesla	0.07106	0.00974	14.90000	0.07152	0.00985	14.98000	0.07154	0.00974	15.01000

Empresa	Theta			Prophet			ARIMA		
	MAE	MSE	SMAPE	MAE	MSE	SMAPE	MAE	MSE	SMAPE
Apple	0.09005	0.01437	20.18000	0.09002	0.01437	20.17000	0.09013	0.01434	20.21000
Amazon	0.05820	0.00637	11.45000	0.05806	0.00634	11.42000	0.05801	0.00633	11.41000
Google	0.07314	0.00971	13.33000	0.07314	0.00973	13.33000	0.07310	0.00972	13.32000
Meta	0.03722	0.00304	5.38000	0.03722	0.00303	5.38000	0.03715	0.00303	5.37000
Microsoft	0.08834	0.01364	16.93000	0.08824	0.01354	16.92000	0.08820	0.01354	16.91000
Nvidia	0.06184	0.00749	27.17000	0.06173	0.00746	27.12000	0.06185	0.00748	27.19000
Tesla	0.07106	0.00974	14.90000	0.07152	0.00985	14.98000	0.07154	0.00974	15.01000

Empresa	Theta			Prophet			ARIMA		
	MAE	MSE	SMAPE	MAE	MSE	SMAPE	MAE	MSE	SMAPE
Apple	0.09005	0.01437	20.18000	0.09002	0.01437	20.17000	0.09013	0.01434	20.21000
Amazon	0.05820	0.00637	11.45000	0.05806	0.00634	11.42000	0.05801	0.00633	11.41000
Google	0.07314	0.00971	13.33000	0.07314	0.00973	13.33000	0.07310	0.00972	13.32000
Meta	0.03722	0.00304	5.38000	0.03722	0.00303	5.38000	0.03715	0.00303	5.37000
Microsoft	0.08834	0.01364	16.93000	0.08824	0.01354	16.92000	0.08820	0.01354	16.91000
Nvidia	0.06184	0.00749	27.17000	0.06173	0.00746	27.12000	0.06185	0.00748	27.19000
Tesla	0.07106	0.00974	14.90000	0.07152	0.00985	14.98000	0.07154	0.00974	15.01000

Empresa	Theta			Prophet			ARIMA		
	MAE	MSE	SMAPE	MAE	MSE	SMAPE	MAE	MSE	SMAPE
Apple	0.09005	0.01437	20.18000	0.09002	0.01437	20.17000	0.09013	0.01434	20.21000
Amazon	0.05820	0.00637	11.45000	0.05806	0.00634	11.42000	0.05801	0.00633	11.41000
Google	0.07314	0.00971	13.33000	0.07314	0.00973	13.33000	0.07310	0.00972	13.32000
Meta	0.03722	0.00304	5.38000	0.03722	0.00303	5.38000	0.03715	0.00303	5.37000
Microsoft	0.08834	0.01364	16.93000	0.08824	0.01354	16.92000	0.08820	0.01354	16.91000
Nvidia	0.06184	0.00749	27.17000	0.06173	0.00746	27.12000	0.06185	0.00748	27.19000
Tesla	0.07106	0.00974	14.90000	0.07152	0.00985	14.98000	0.07154	0.00974	15.01000

Empresa	Theta			Prophet			ARIMA		
	MAE	MSE	SMAPE	MAE	MSE	SMAPE	MAE	MSE	SMAPE
Apple	0.09005	0.01437	20.18000	0.09002	0.01437	20.17000	0.09013	0.01434	20.21000
Amazon	0.05820	0.00637	11.45000	0.05806	0.00634	11.42000	0.05801	0.00633	11.41000
Google	0.07314	0.00971	13.33000	0.07314	0.00973	13.33000	0.07310	0.00972	13.32000
Meta	0.03722	0.00304	5.38000	0.03722	0.00303	5.38000	0.03715	0.00303	5.37000
Microsoft	0.08834	0.01364	16.93000	0.08824	0.01354	16.92000	0.08820	0.01354	16.91000
Nvidia	0.06184	0.00749	27.17000	0.06173	0.00746	27.12000	0.06185	0.00748	27.19000
Tesla	0.07106	0.00974	14.90000	0.07152	0.00985	14.98000	0.07154	0.00974	15.01000

Empresa	Theta			Prophet			ARIMA		
	MAE	MSE	SMAPE	MAE	MSE	SMAPE	MAE	MSE	SMAPE
Apple	0.09005	0.01437	20.18000	0.09002	0.01437	20.17000	0.09013	0.01434	20.21000
Amazon	0.05820	0.00637	11.45000	0.05806	0.00634	11.42000	0.05801	0.00633	11.41000
Google	0.07314	0.00971	13.33000	0.07314	0.00973	13.33000	0.07310	0.00972	13.32000
Meta	0.03722	0.00304	5.38000	0.03722	0.00303	5.38000	0.03715	0.00303	5.37000
Microsoft	0.08834	0.01364	16.93000	0.08824	0.01354	16.92000	0.08820	0.01354	16.91000
Nvidia	0.06184	0.00749	27.17000	0.06173	0.00746	27.12000	0.06185	0.00748	27.19000
Tesla	0.07106	0.00974	14.90000	0.07152	0.00985	14.98000	0.07154	0.00974	15.01000

Empresa	MAE	Theta		MAE	Prophet		MAE	ARIMA	
		MSE	SMAPE		MSE	SMAPE		MSE	SMAPE
Apple	0.09005	0.01437	20.18000	0.09002	0.01437	20.17000	0.09013	0.01434	20.21000
Amazon	0.05820	0.00637	11.45000	0.05806	0.00634	11.42000	0.05801	0.00633	11.41000
Google	0.07314	0.00971	13.33000	0.07314	0.00973	13.33000	0.07310	0.00972	13.32000
Meta	0.03722	0.00304	5.38000	0.03722	0.00303	5.38000	0.03715	0.00303	5.37000
Microsoft	0.08834	0.01364	16.93000	0.08824	0.01354	16.92000	0.08820	0.01354	16.91000
Nvidia	0.06184	0.00749	27.17000	0.06173	0.00746	27.12000	0.06185	0.00748	27.19000
Tesla	0.07106	0.00974	14.90000	0.07152	0.00985	14.98000	0.07154	0.00974	15.01000

Empresa	Theta			Prophet			ARIMA		
	MAE	MSE	SMAPE	MAE	MSE	SMAPE	MAE	MSE	SMAPE
Apple	0.09005	0.01437	20.18000	0.09002	0.01437	20.17000	0.09013	0.01434	20.21000
Amazon	0.05820	0.00637	11.45000	0.05806	0.00634	11.42000	0.05801	0.00633	11.41000
Google	0.07314	0.00971	13.33000	0.07314	0.00973	13.33000	0.07310	0.00972	13.32000
Meta	0.03722	0.00304	5.38000	0.03722	0.00303	5.38000	0.03715	0.00303	5.37000
Microsoft	0.08834	0.01364	16.93000	0.08824	0.01354	16.92000	0.08820	0.01354	16.91000
Nvidia	0.06184	0.00749	27.17000	0.06173	0.00746	27.12000	0.06185	0.00748	27.19000
Tesla	0.07106	0.00974	14.90000	0.07152	0.00985	14.98000	0.07154	0.00974	15.01000

Empresa	Theta			Prophet			ARIMA		
	MAE	MSE	SMAPE	MAE	MSE	SMAPE	MAE	MSE	SMAPE
Apple	0.09005	0.01437	20.18000	0.09002	0.01437	20.17000	0.09013	0.01434	20.21000
Amazon	0.05820	0.00637	11.45000	0.05806	0.00634	11.42000	0.05801	0.00633	11.41000
Google	0.07314	0.00971	13.33000	0.07314	0.00973	13.33000	0.07310	0.00972	13.32000
Meta	0.03722	0.00304	5.38000	0.03722	0.00303	5.38000	0.03715	0.00303	5.37000
Microsoft	0.08834	0.01364	16.93000	0.08824	0.01354	16.92000	0.08820	0.01354	16.91000
Nvidia	0.06184	0.00749	27.17000	0.06173	0.00746	27.12000	0.06185	0.00748	27.19000
Tesla	0.07106	0.00974	14.90000	0.07152	0.00985	14.98000	0.07154	0.00974	15.01000

Tópicos



Pré-Processamento

Análise Exploratória

Modelos de Decomposição

Testes de Estacionariedade

Modelos preditivos

Análise de Modelos

Análise de indicador financeiro

Análise de indicador financeiro

Caudas Pesadas

Caudas Pesadas

Distribuição de dados financeiros tendem a possuir uma função de densidade probabilidade com caudas mais pesadas, justamente pela ocorrência maior de eventos extremos, mas não é regra.

Caudas Pesadas

Índice de Kurtosis

$k = 0$: Distribuição Normal

$k > 0$: Caudas mais pesadas que a distribuição normal

$k < 0$: Caudas mais leves que a distribuição normal

Caudas Pesadas

Indicadores

Causa pesada

- **Eventos externos**
- **Comportamento de investidores**
- **Modelos de volatilidade estocástica**

Cauda leve

- **Estabilidade de mercado**
- **Eficiência de mercado**
- **Atividade de negociação equilibrada**

Análise de indicador financeiro

Caudas Pesadas

MSFT: -1.2483596694861516

GOOGL: -0.913623562421479

TSLA: -0.7862562022667734

AMZN: -1.167329354635952

AAPL: -1.3096156851240535

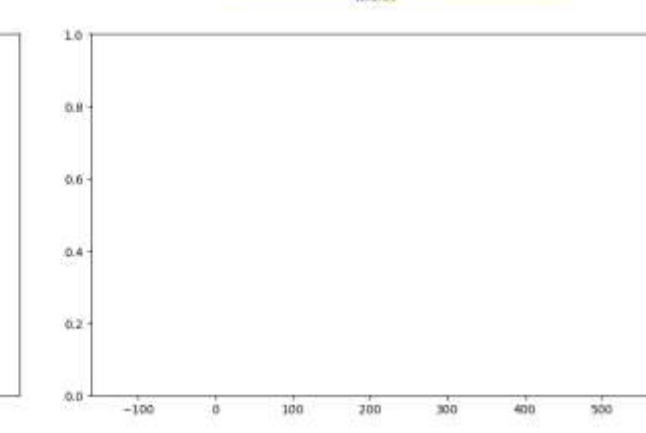
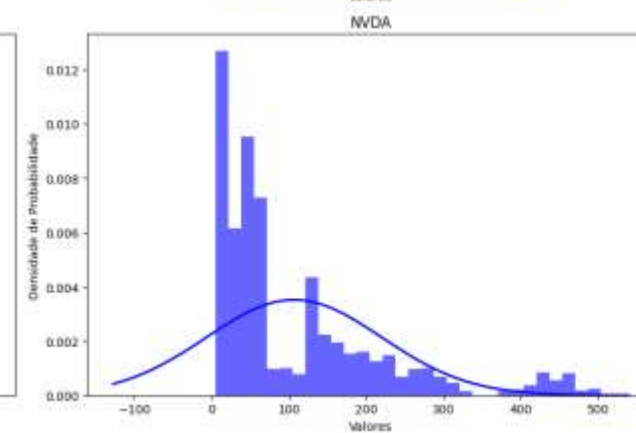
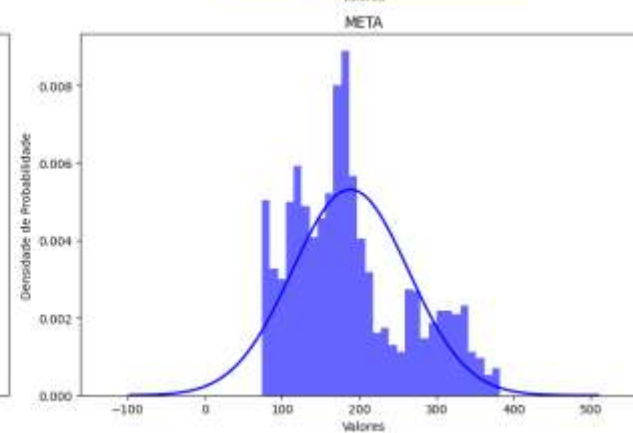
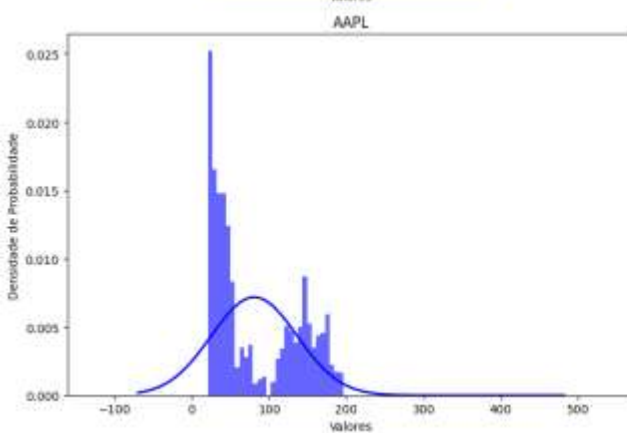
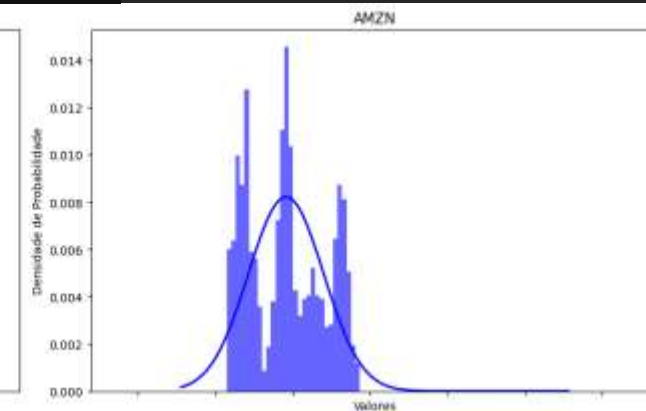
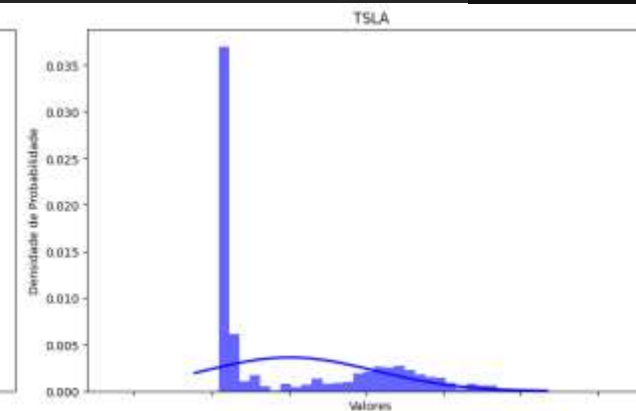
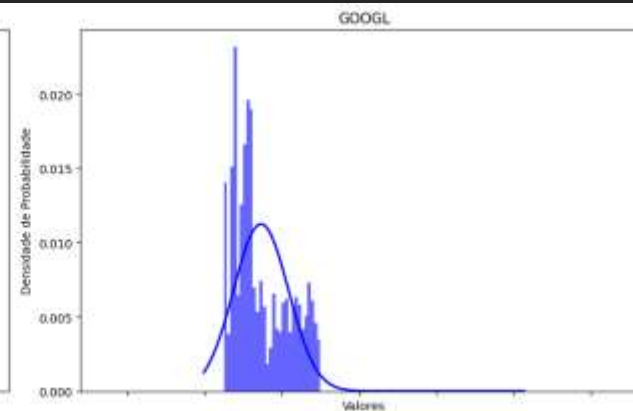
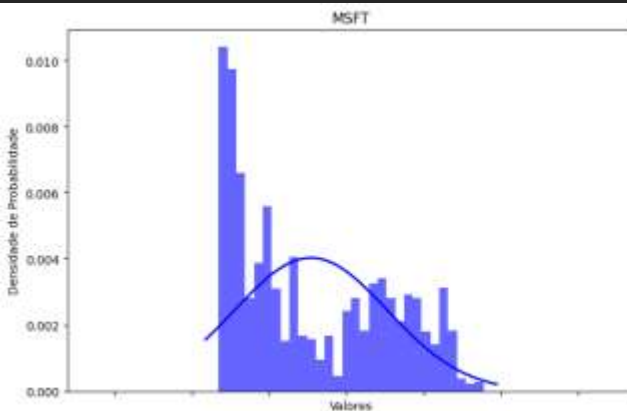
META: -0.45231741064566755

NVDA: 1.9752213649708894

Análise de indicador financeiro

Caudas Pesadas

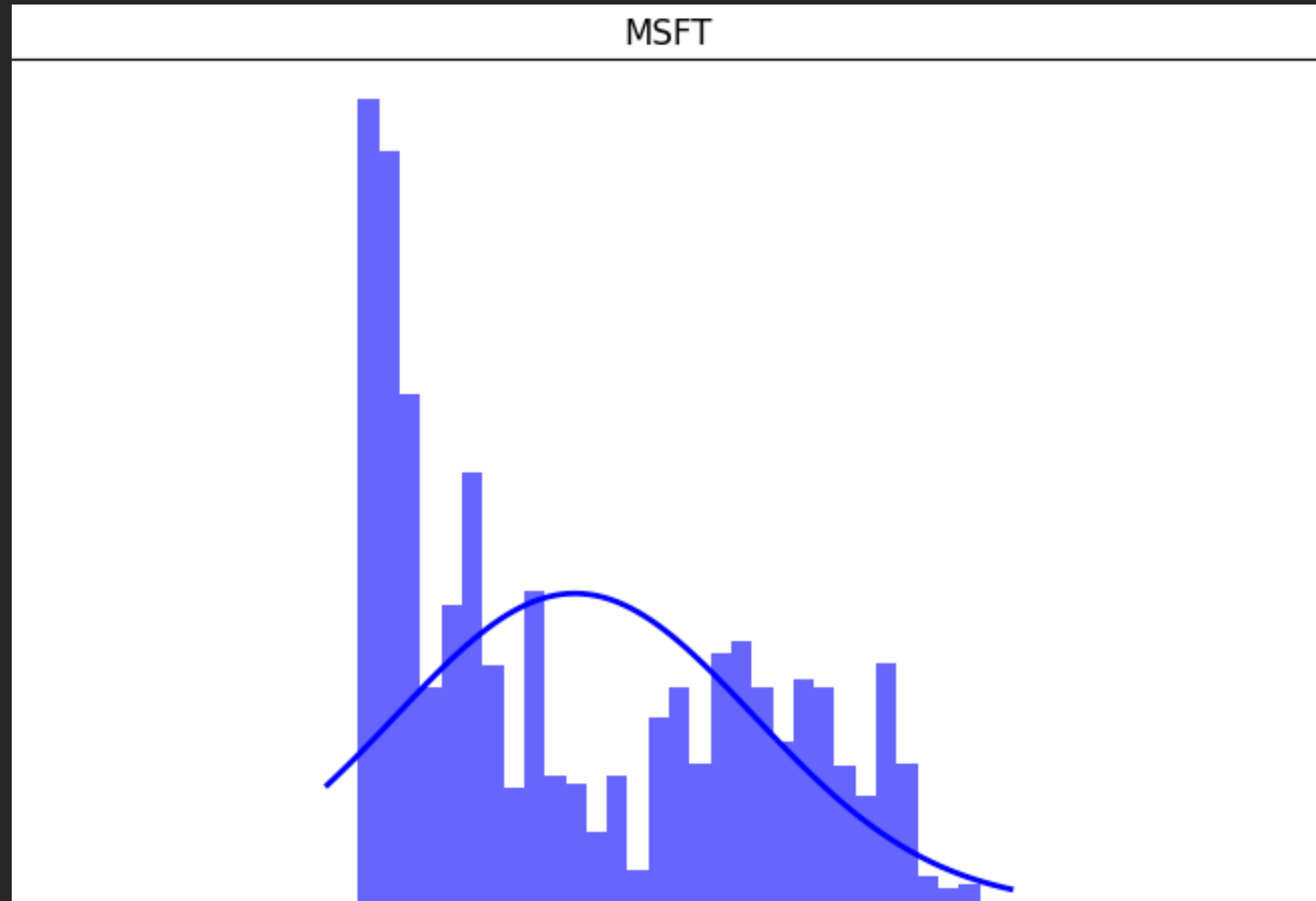
MSFT: -1.2483596694861516
GOOGL: -0.913623562421479
TSLA: -0.7862562022667734
AMZN: -1.167329354635952
AAPL: -1.3096156851240535
META: -0.45231741064566755
NVDA: 1.9752213649708894



Análise de indicador financeiro

Caudas Pesadas

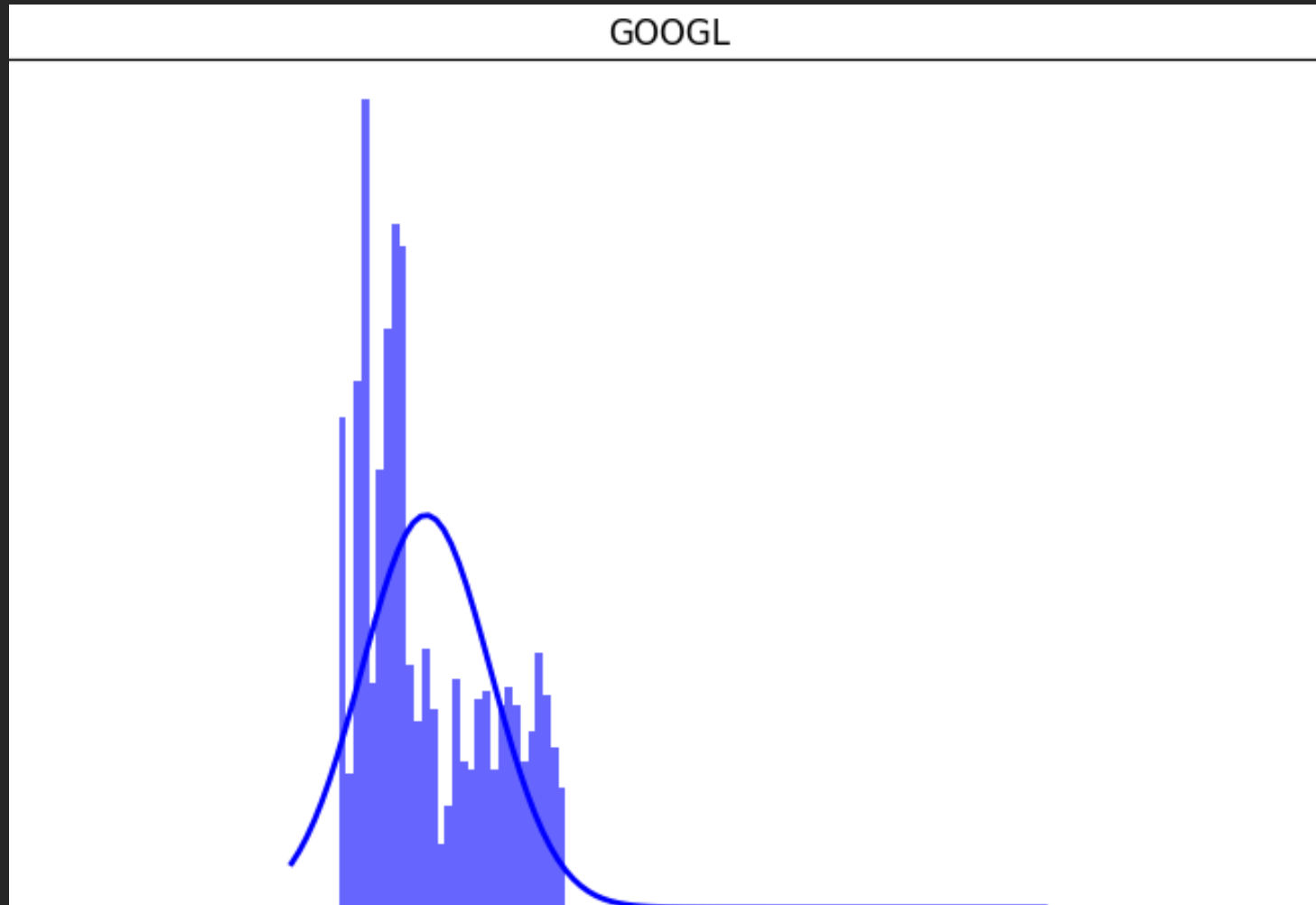
MSFT: -1.2483596694861516



Análise de indicador financeiro

Caudas Pesadas

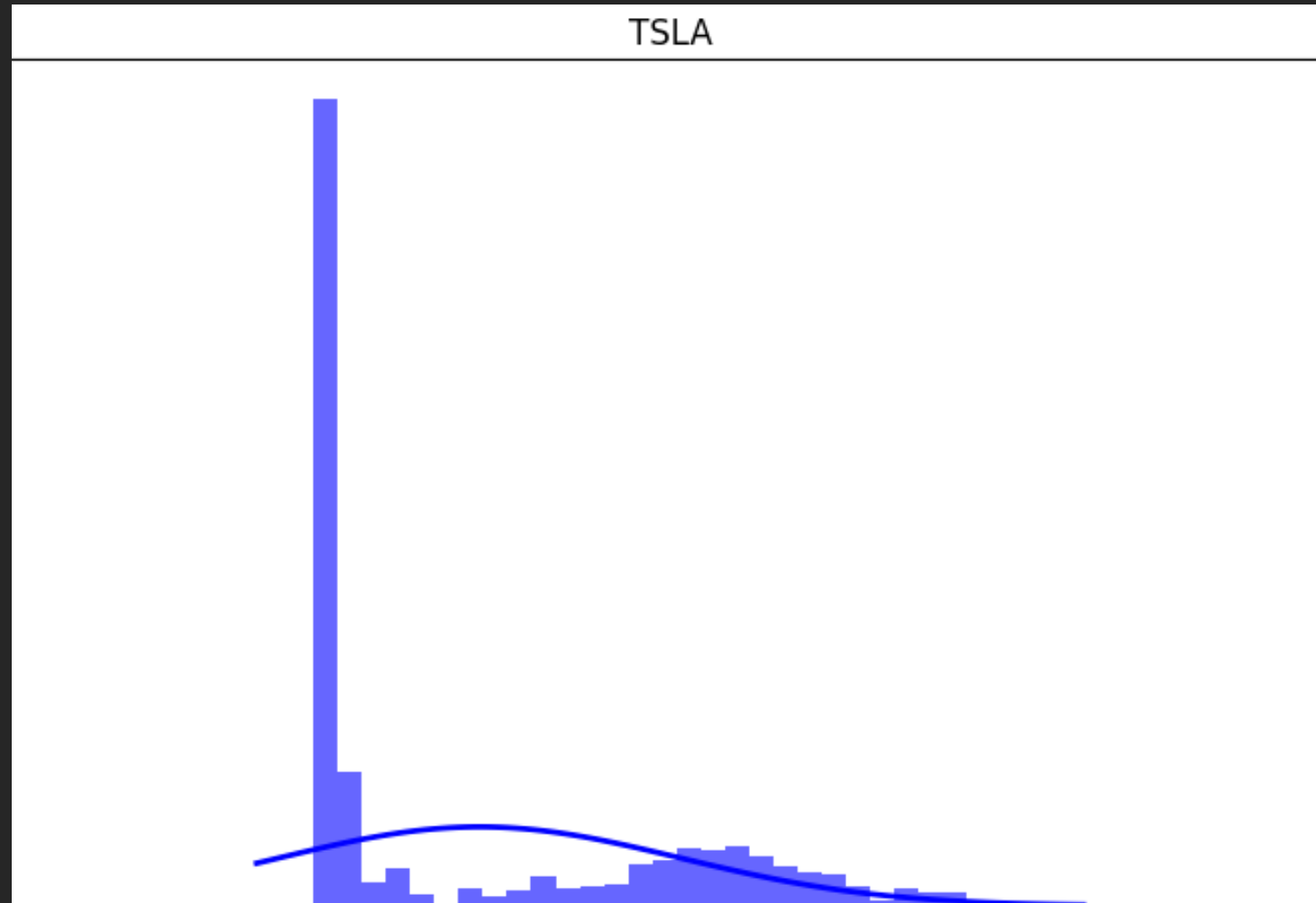
GOOGL: -0.913623562421479



Análise de indicador financeiro

Caudas Pesadas

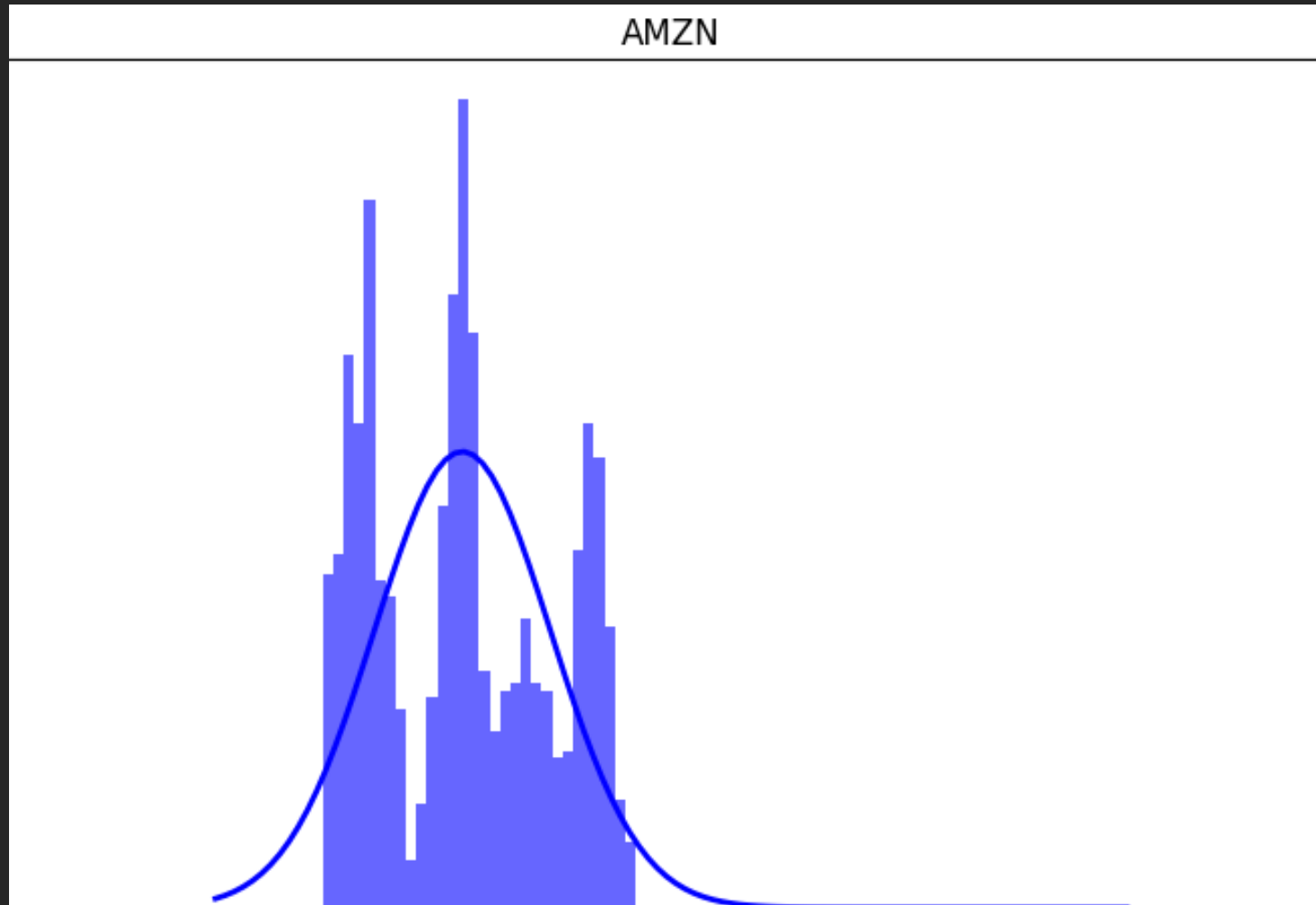
TSLA: -0.7862562022667734



Análise de indicador financeiro

Caudas Pesadas

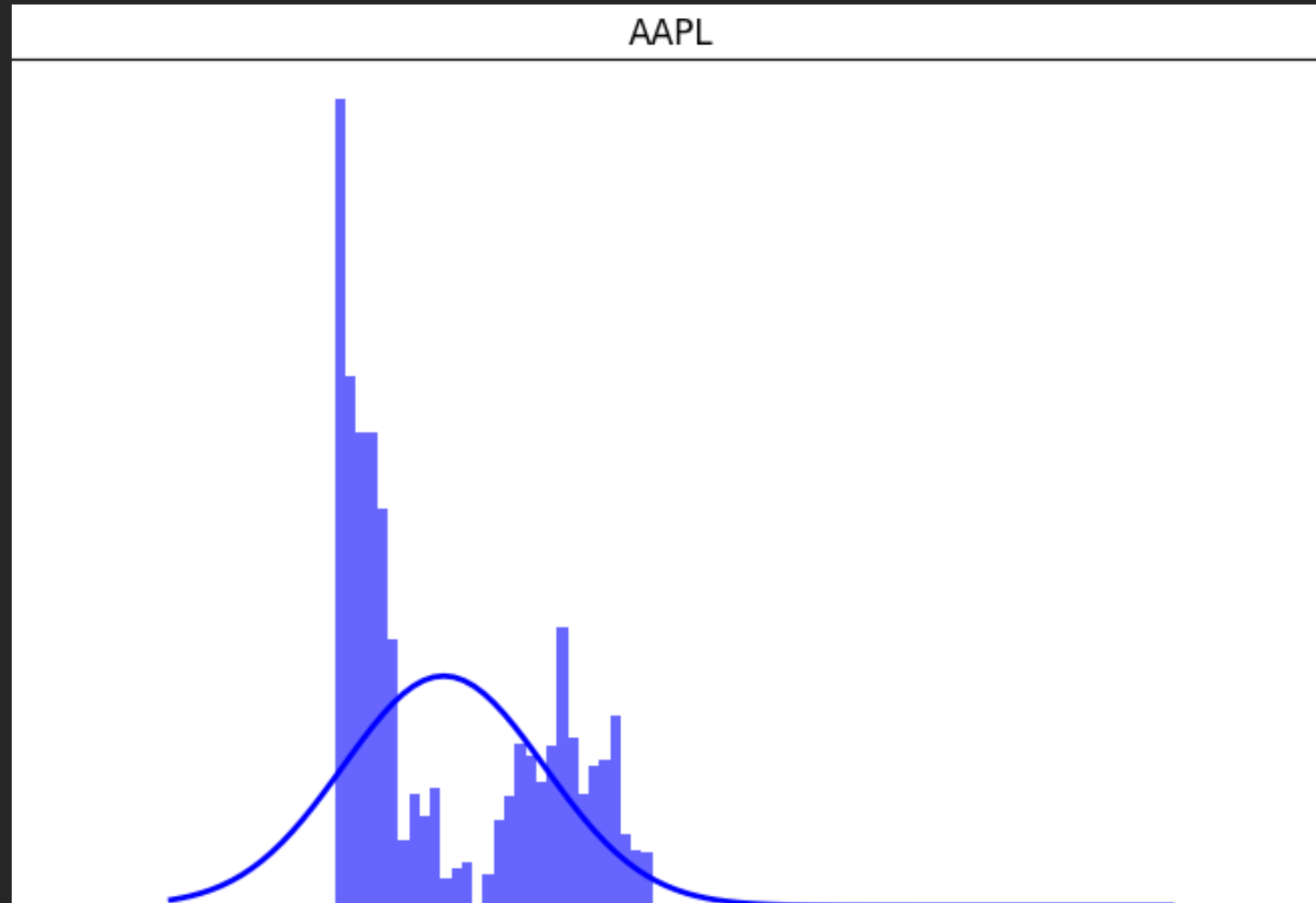
AMZN: -1.167329354635952



Análise de indicador financeiro

Caudas Pesadas

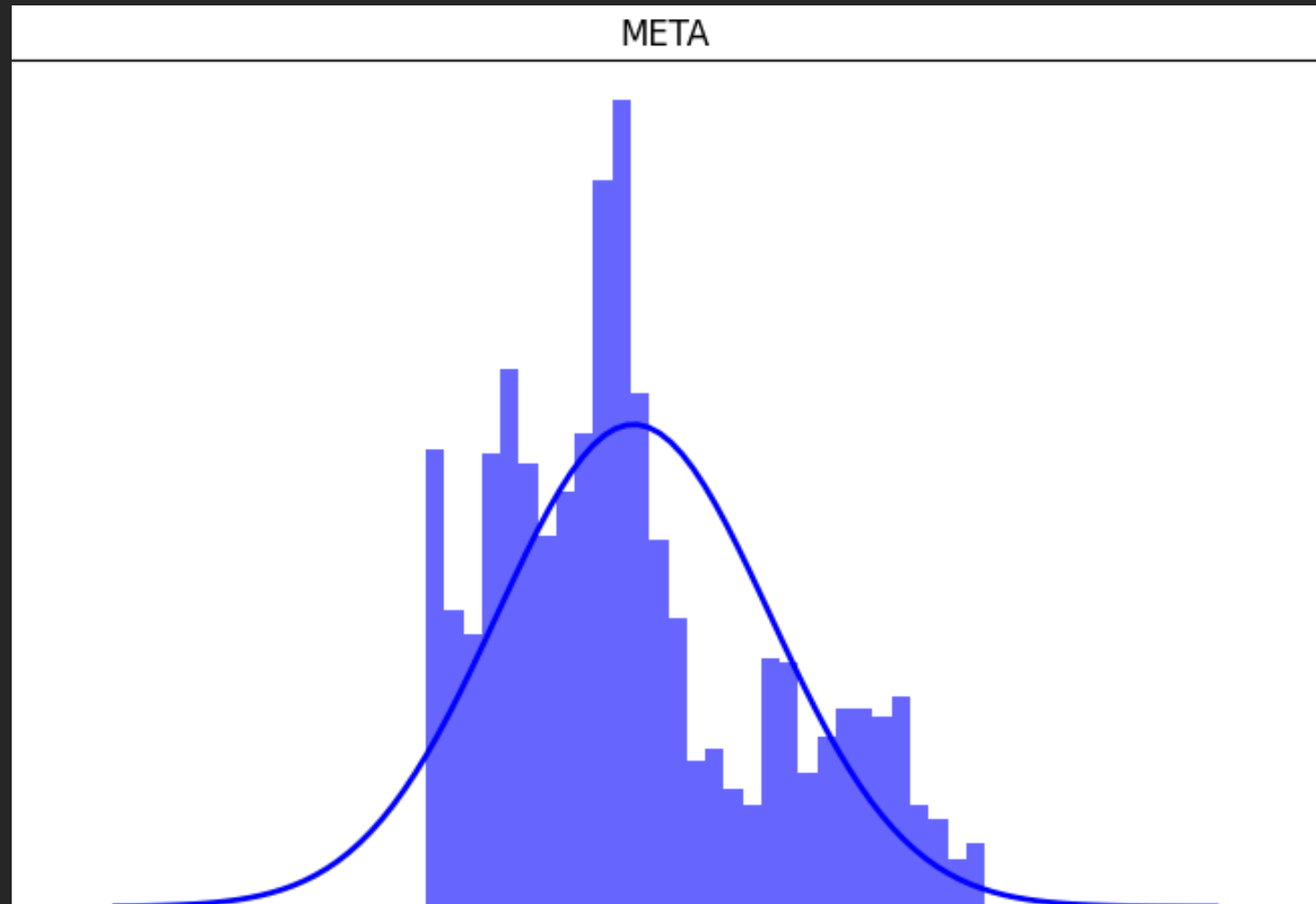
AAPL: -1.3096156851240535



Análise de indicador financeiro

Caudas Pesadas

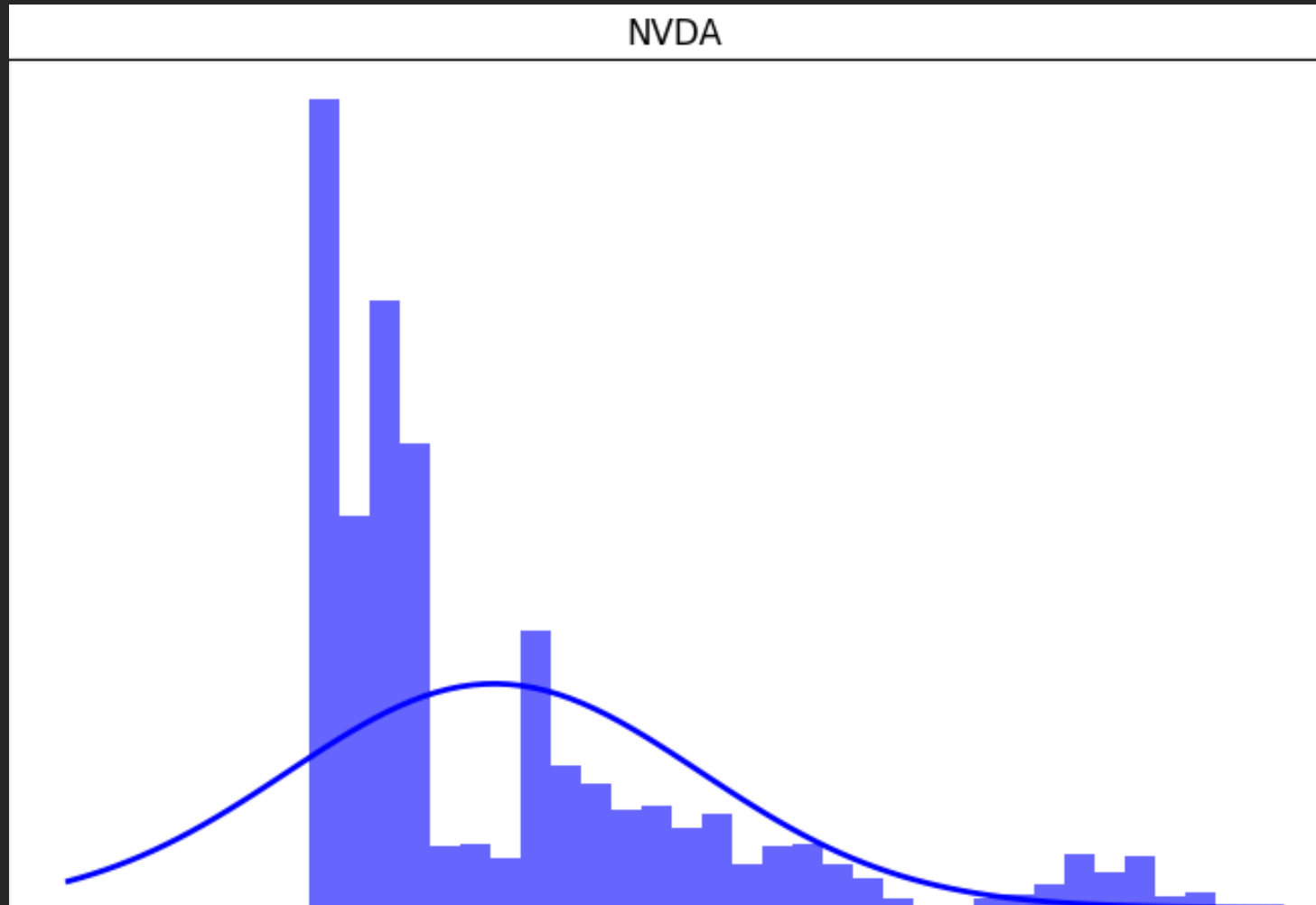
META: -0.45231741064566755



Análise de indicador financeiro

Caudas Pesadas

NVDA: 1.9752213649708894



Caudas Pesadas

- **A NVIDIA é a única empresa com um índice de kurtosis > 0 . Volatilidade alta nos preços do papel da empresa.**
- **A demais empresas, menos ou mais, possuem uma volatilidade baixa, indicada pelo índice de kurtosis < 0 .**

Tópicos



Pré-Processamento

Análise Exploratória

Modelos de Decomposição

Testes de Estacionariedade

Modelos preditivos

Análise de Modelos

Análise de indicador financeiro