

Trabalho Final - Módulo I - Análise de Criptomoedas

Especialização em Inteligência Artificial Aplicada

Professores:

Dr. Eduardo Noronha, Me. Otávio Calaça, Dr. Eder Brito

Alunos:

Gustavo Souza, Juliano Campos, Lucas Souza

Data de Entrega: 14/07/2025

Resolução das Questões 3, 9, 10 e 11

Este relatório apresenta a resolução de quatro das doze questões propostas na atividade avaliativa. As análises abordam aspectos estatísticos e preditivos de dados históricos de criptomoedas, incluindo medidas descritivas, testes de hipótese, análise de variância e simulação de lucro com base em modelos de previsão.

Criptomoedas analisadas: BTC (Bitcoin), ETH (Ethereum), LTC (Litecoin), XRP (Ripple), BCH (Bitcoin Cash), XMR (Monero), DASH (Dash), ETC (Ethereum Classic), BAT (Basic Attention Token), ZRX (0x), EOS (EOS.IO), LSK (Lisk).

Questão 3

Desenvolver análises estatísticas com base nos dados históricos de 10 criptomoedas, incluindo medidas descritivas, histogramas, boxplots e gráficos de séries temporais.

Criptomoeda Analisada: BTC — Bitcoin

a. Medidas resumo e dispersão:

A seguir estão as principais estatísticas descritivas para o preço de fechamento da criptomoeda: média, mediana, moda, desvio padrão, variância, valores mínimo e máximo, e os quartis (Q1 e Q3).

Média: 23900.08

Mediana: 10567.71

Moda: 235.00

Variância: 726345515.32

Desvio padrão: 26950.80

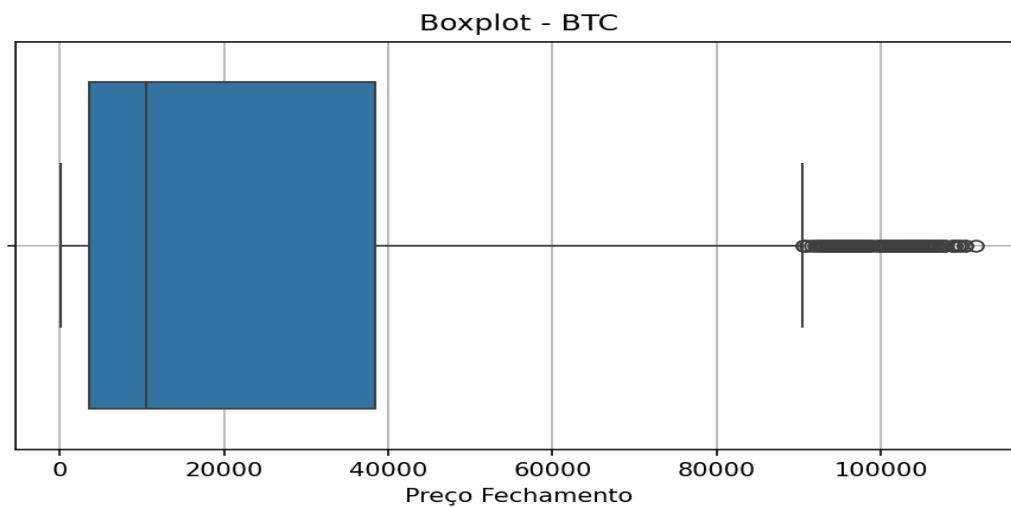
1º quartil (q1): 3599.25

3º quartil (q3): 38350.53

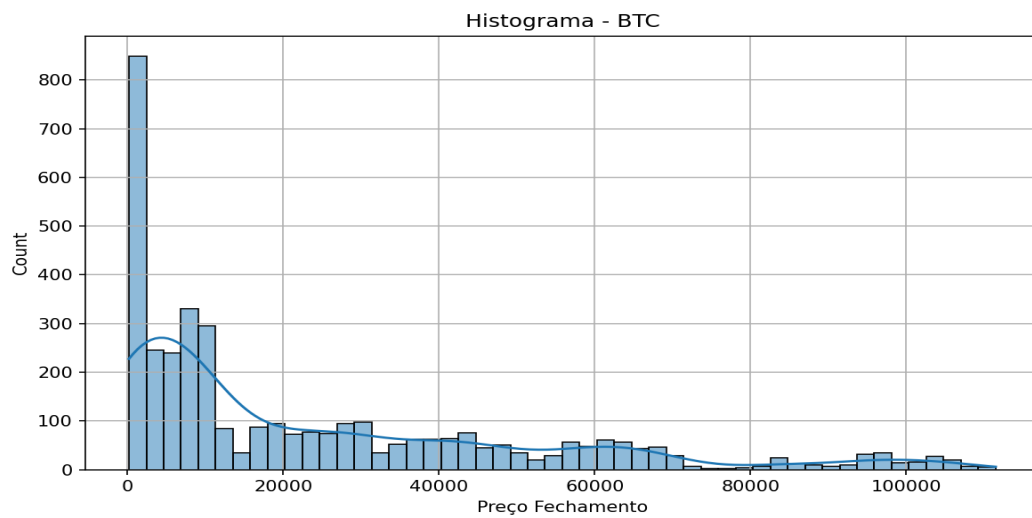
Mínimo: 178.72

Máximo: 111499.99

b. Boxplot do preço de fechamento



b. Histograma do preço de fechamento



d. Gráfico de linha com preço de fechamento

A seguir, o gráfico de linha mostra a evolução do preço de fechamento ao longo do tempo. Também estão destacadas as médias móveis da média, mediana e moda com janela de 30 dias.



Criptomoeda Analisada: ETH — Ethereum

a. Medidas resumo e dispersão:

A seguir estão as principais estatísticas descritivas para o preço de fechamento da criptomoeda: média, mediana, moda, desvio padrão, variância, valores mínimo e máximo, e os quartis (Q1 e Q3).

Média: 1211.62

Mediana: 578.29

Moda: 0.67

Variância: 1532977.43

Desvio padrão: 1238.13

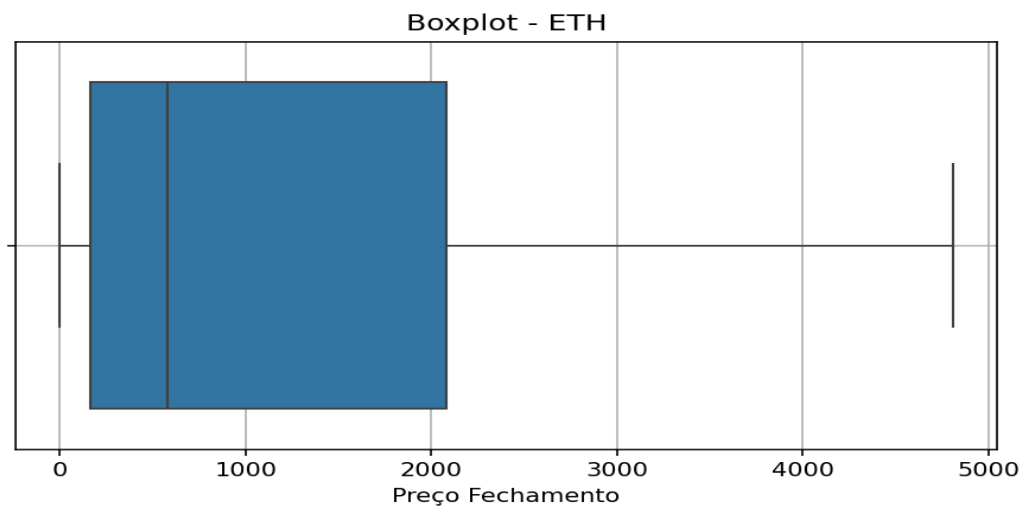
1º quartil (q1): 164.81

3º quartil (q3): 2079.61

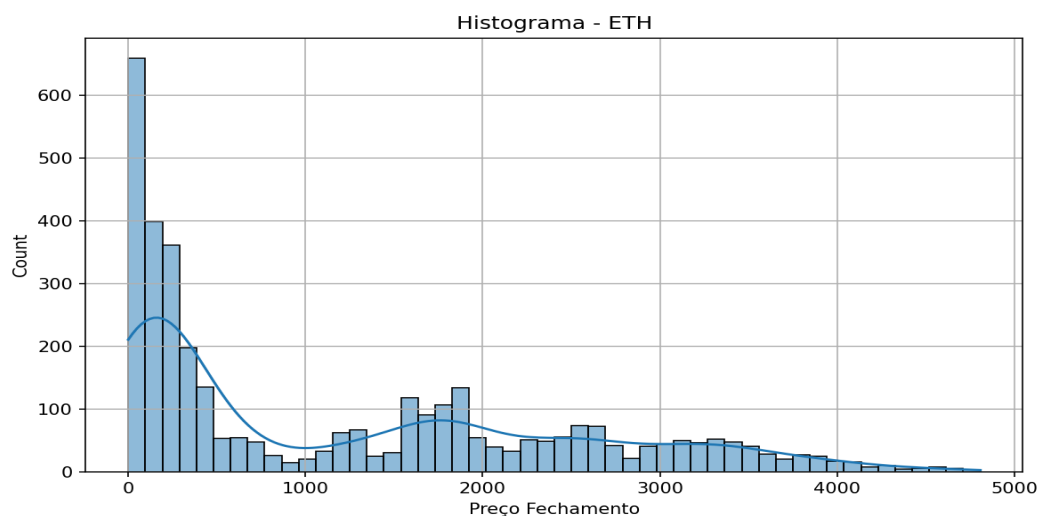
Mínimo: 0.43

Máximo: 4808.30

b. Boxplot do preço de fechamento



b. Histograma do preço de fechamento



d. Gráfico de linha com preço de fechamento

A seguir, o gráfico de linha mostra a evolução do preço de fechamento ao longo do tempo. Também estão destacadas as médias móveis da média, mediana e moda com janela de 30 dias.



Criptomoeda Analisada: LTC — Litecoin

a. Medidas resumo e dispersão:

A seguir estão as principais estatísticas descritivas para o preço de fechamento da criptomoeda: média, mediana, moda, desvio padrão, variância, valores mínimo e máximo, e os quartis (Q1 e Q3).

Média: 73.67

Mediana: 65.38

Moda: 2.20

Variância: 3519.42

Desvio padrão: 59.32

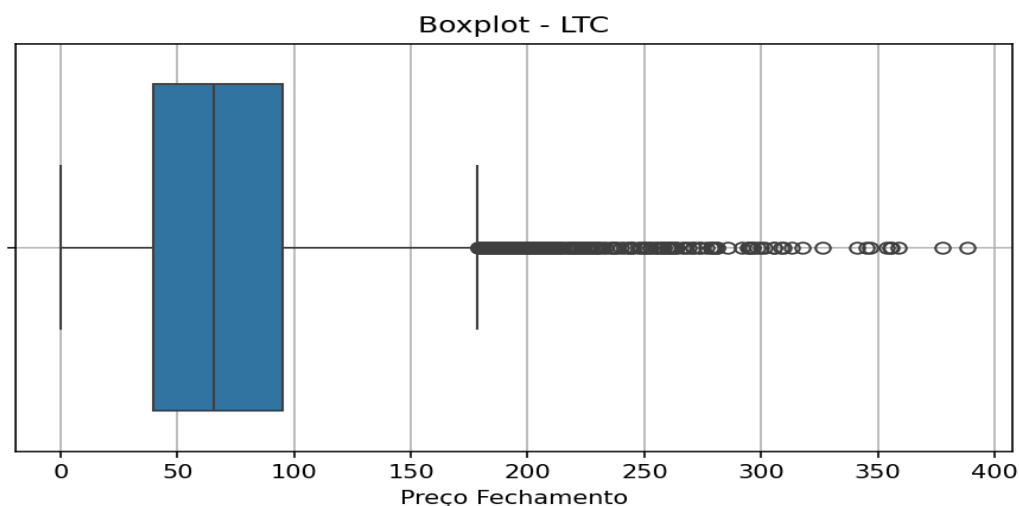
1º quartil (q1): 39.53

3º quartil (q3): 95.31

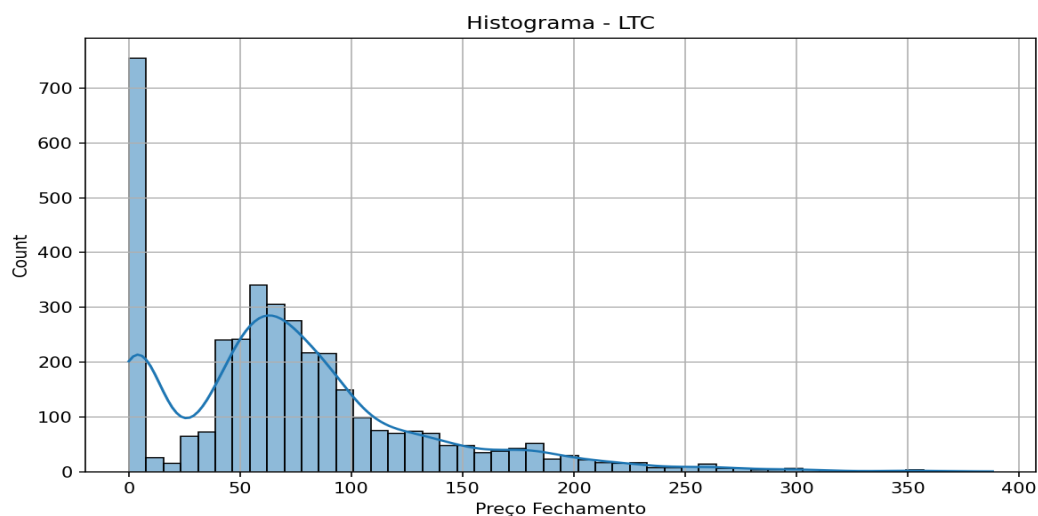
Mínimo: 0.04

Máximo: 388.09

b. Boxplot do preço de fechamento

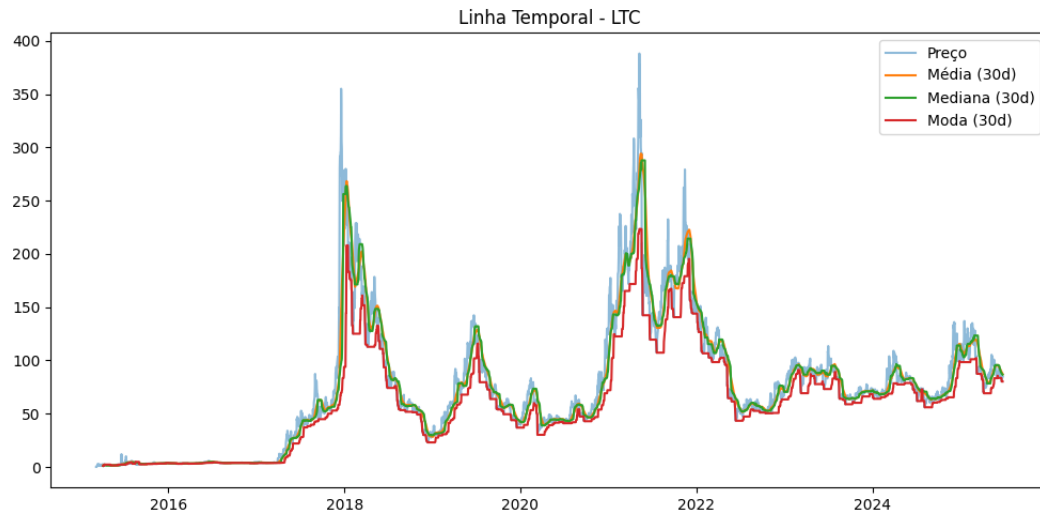


b. Histograma do preço de fechamento



d. Gráfico de linha com preço de fechamento

A seguir, o gráfico de linha mostra a evolução do preço de fechamento ao longo do tempo. Também estão destacadas as médias móveis da média, mediana e moda com janela de 30 dias.



Criptomoeda Analisada: XRP — XRP (Ripple)

a. Medidas resumo e dispersão:

A seguir estão as principais estatísticas descritivas para o preço de fechamento da criptomoeda: média, mediana, moda, desvio padrão, variância, valores mínimo e máximo, e os quartis (Q1 e Q3).

Média: 0.50

Mediana: 0.37

Moda: 0.00

Variância: 0.32

Desvio padrão: 0.56

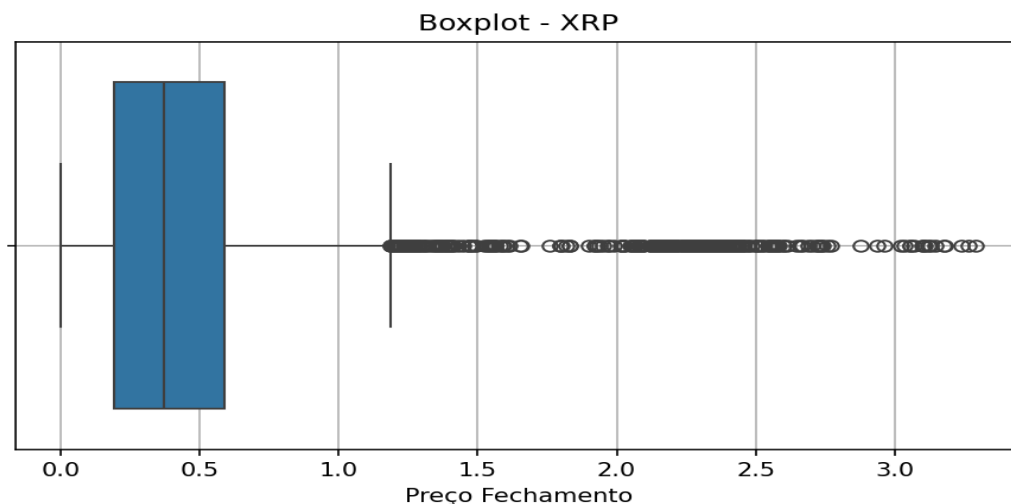
1º quartil (q1): 0.19

3º quartil (q3): 0.59

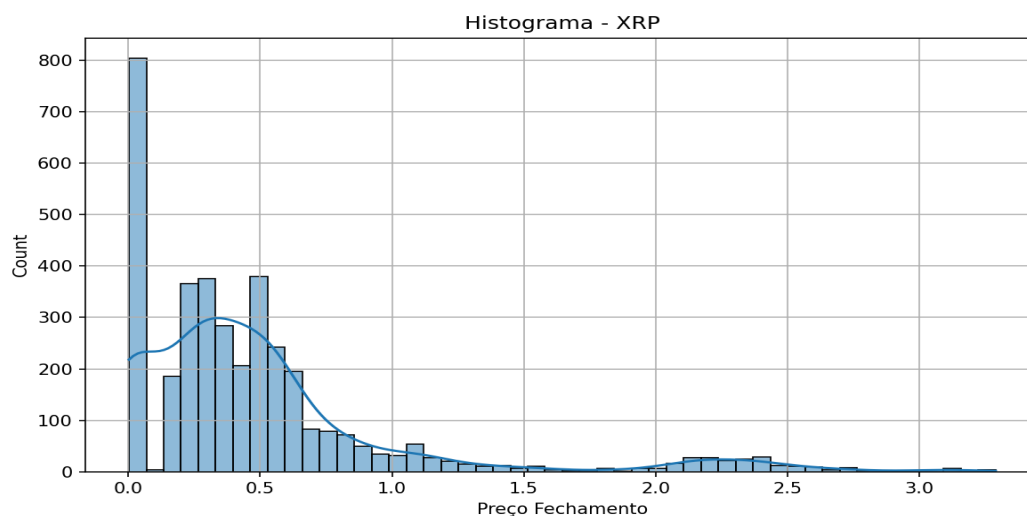
Mínimo: 0.00

Máximo: 3.29

b. Boxplot do preço de fechamento

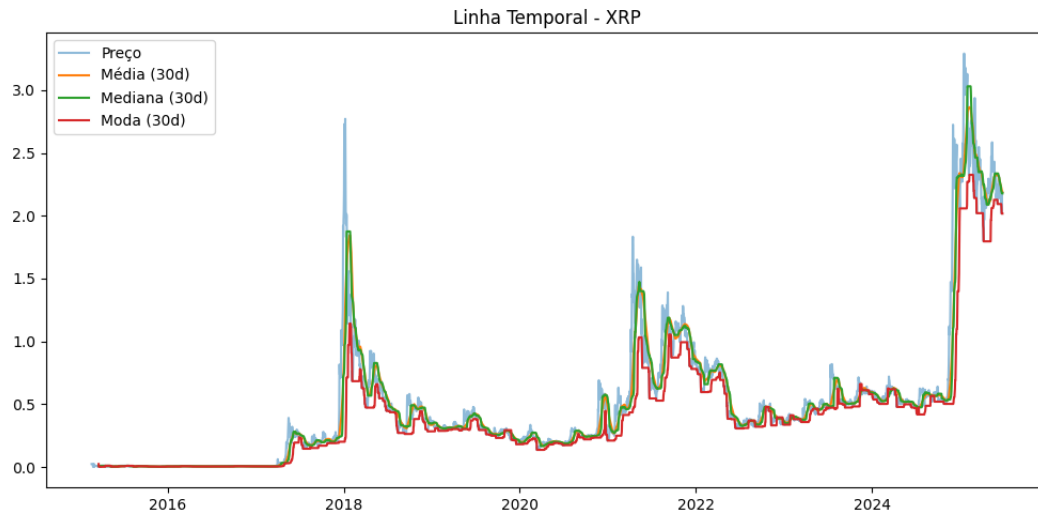


b. Histograma do preço de fechamento



d. Gráfico de linha com preço de fechamento

A seguir, o gráfico de linha mostra a evolução do preço de fechamento ao longo do tempo. Também estão destacadas as médias móveis da média, mediana e moda com janela de 30 dias.



Criptomoeda Analisada: BCH — Bitcoin Cash

a. Medidas resumo e dispersão:

A seguir estão as principais estatísticas descritivas para o preço de fechamento da criptomoeda: média, mediana, moda, desvio padrão, variância, valores mínimo e máximo, e os quartis (Q1 e Q3).

Média: 456.92

Mediana: 397.34

Moda: 397.34

Variância: 124831.70

Desvio padrão: 353.32

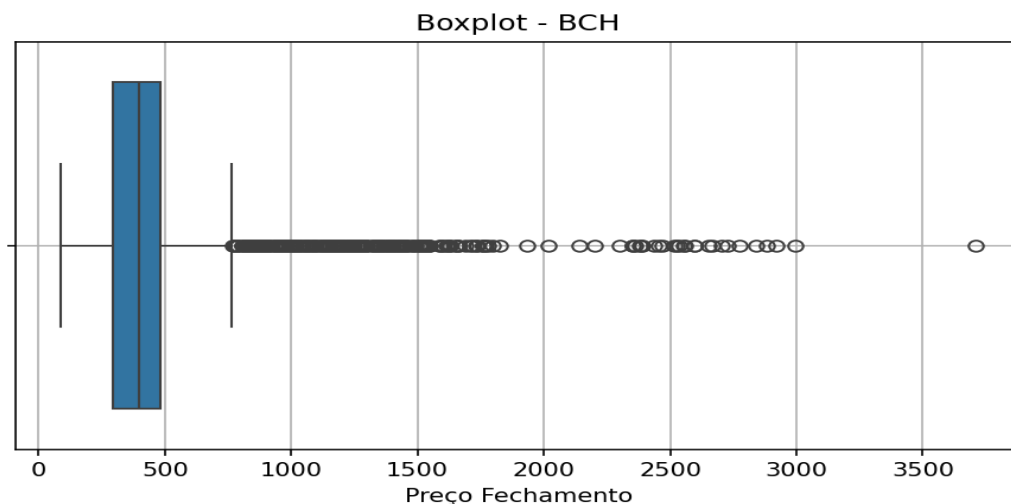
1º quartil (q1): 292.70

3º quartil (q3): 483.19

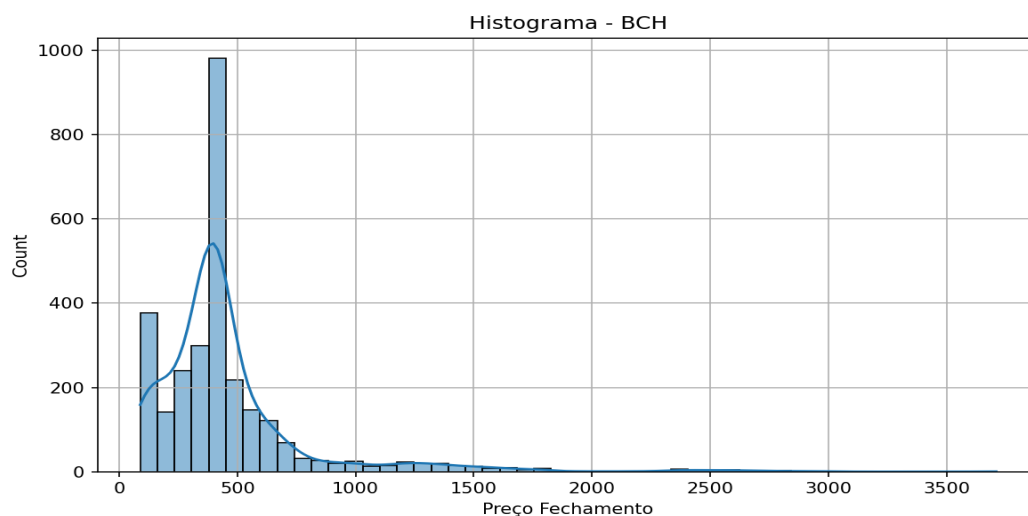
Mínimo: 89.16

Máximo: 3709.44

b. Boxplot do preço de fechamento

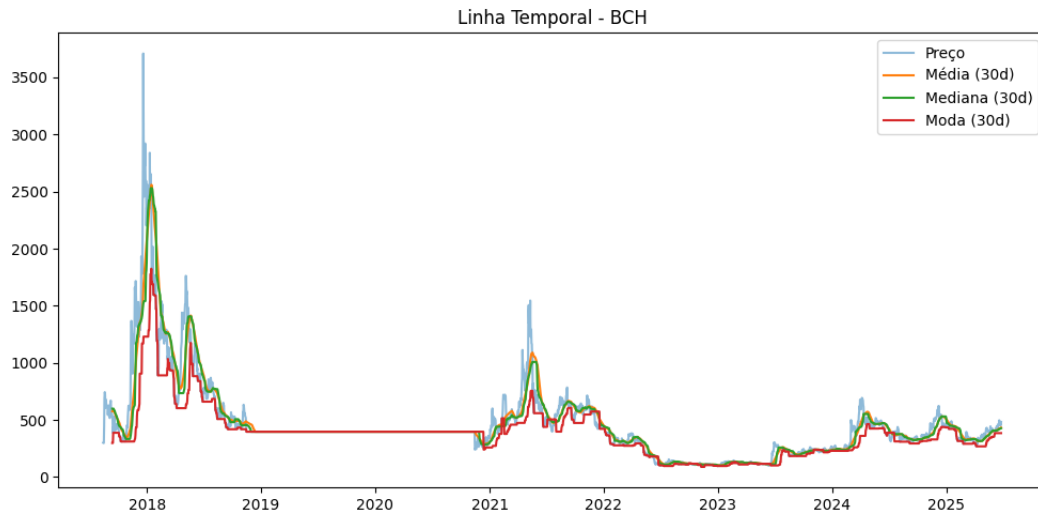


b. Histograma do preço de fechamento



d. Gráfico de linha com preço de fechamento

A seguir, o gráfico de linha mostra a evolução do preço de fechamento ao longo do tempo. Também estão destacadas as médias móveis da média, mediana e moda com janela de 30 dias.



Criptomoeda Analisada: XMR — Monero

a. Medidas resumo e dispersão:

A seguir estão as principais estatísticas descritivas para o preço de fechamento da criptomoeda: média, mediana, moda, desvio padrão, variância, valores mínimo e máximo, e os quartis (Q1 e Q3).

Média: 119.85

Mediana: 123.62

Moda: 0.40

Variância: 8418.98

Desvio padrão: 91.76

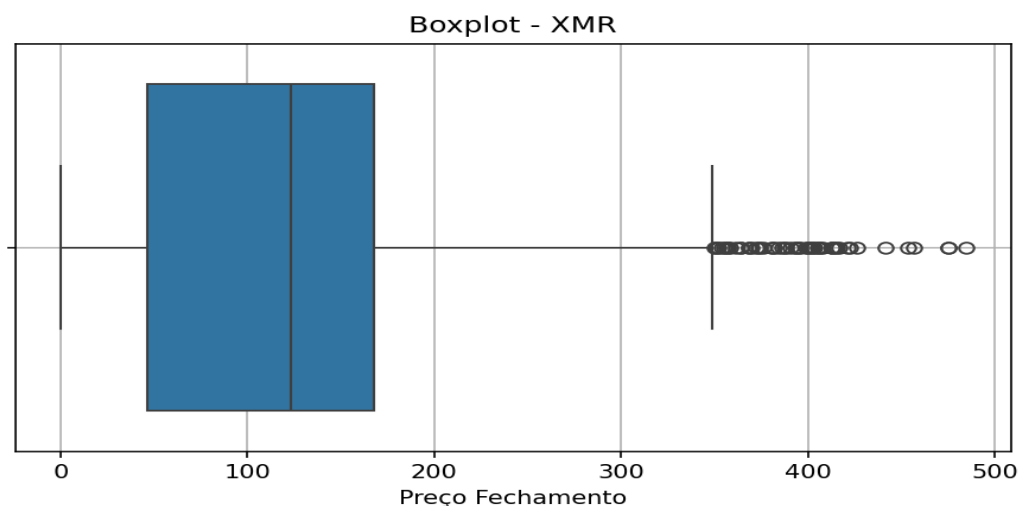
1º quartil (q1): 46.33

3º quartil (q3): 167.76

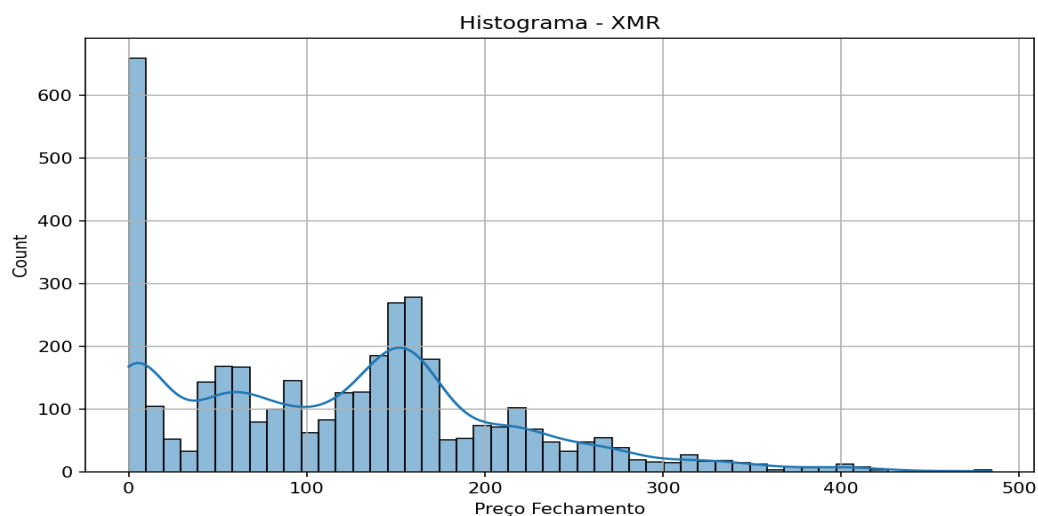
Mínimo: 0.10

Máximo: 484.31

b. Boxplot do preço de fechamento

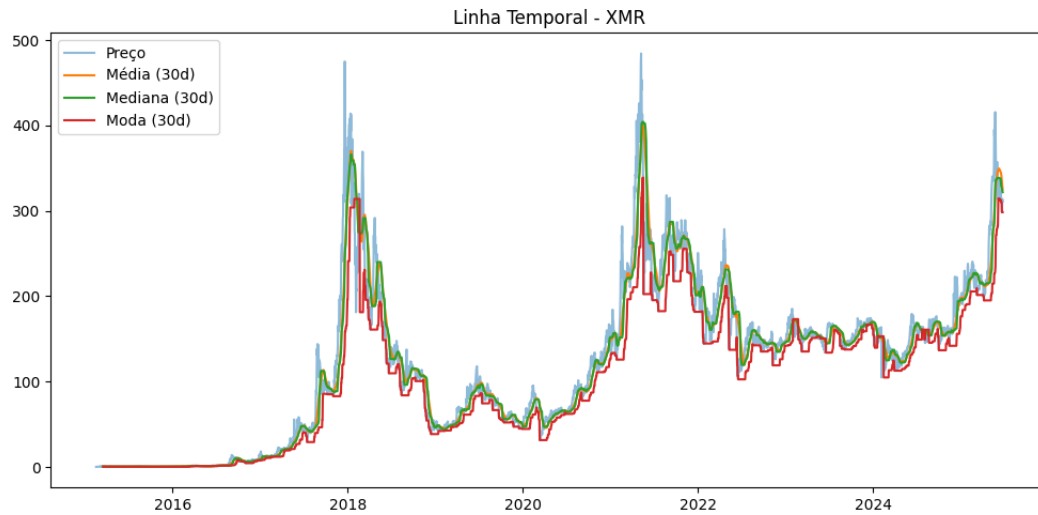


b. Histograma do preço de fechamento



d. Gráfico de linha com preço de fechamento

A seguir, o gráfico de linha mostra a evolução do preço de fechamento ao longo do tempo. Também estão destacadas as médias móveis da média, mediana e moda com janela de 30 dias.



Criptomoeda Analisada: DASH — Dash

a. Medidas resumo e dispersão:

A seguir estão as principais estatísticas descritivas para o preço de fechamento da criptomoeda: média, mediana, moda, desvio padrão, variância, valores mínimo e máximo, e os quartis (Q1 e Q3).

Média: 107.37

Mediana: 58.85

Moda: 3.00

Variância: 23828.53

Desvio padrão: 154.36

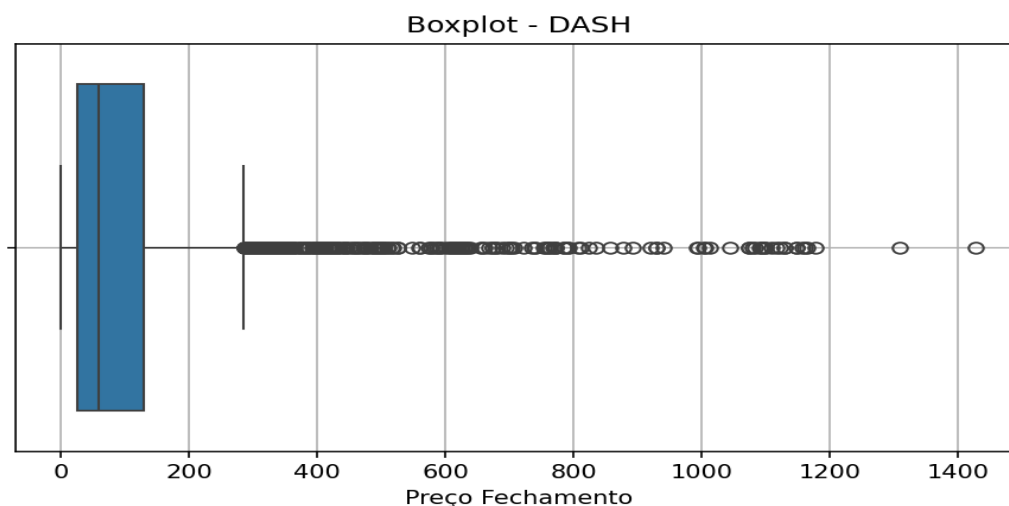
1º quartil (q1): 24.67

3º quartil (q3): 129.04

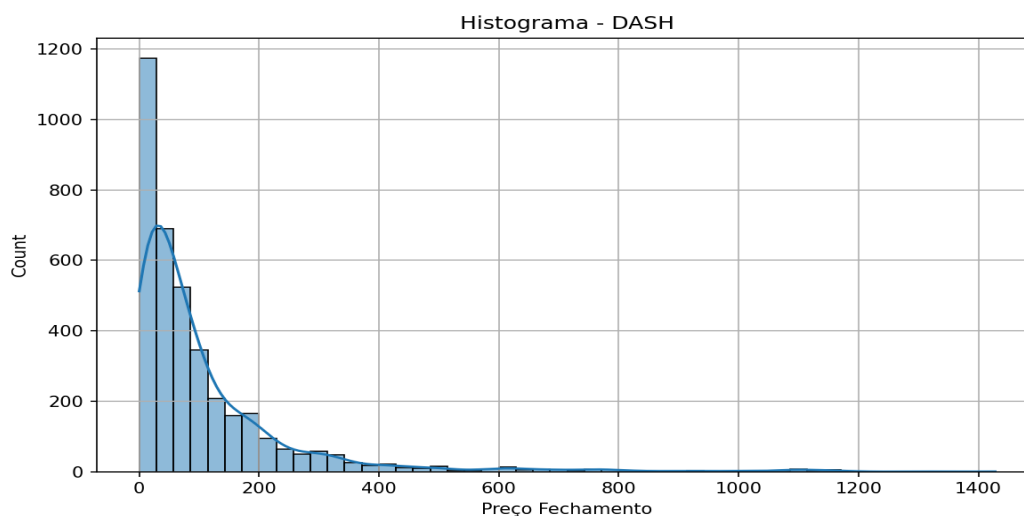
Mínimo: 0.04

Máximo: 1428.00

b. Boxplot do preço de fechamento

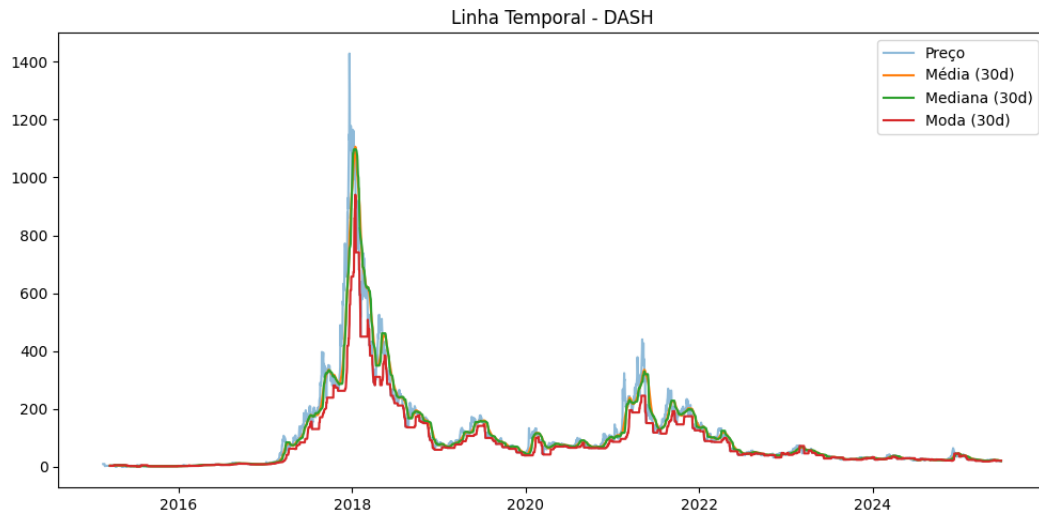


b. Histograma do preço de fechamento



d. Gráfico de linha com preço de fechamento

A seguir, o gráfico de linha mostra a evolução do preço de fechamento ao longo do tempo. Também estão destacadas as médias móveis da média, mediana e moda com janela de 30 dias.



Criptomoeda Analisada: ETC — Ethereum Classic

a. Medidas resumo e dispersão:

A seguir estão as principais estatísticas descritivas para o preço de fechamento da criptomoeda: média, mediana, moda, desvio padrão, variância, valores mínimo e máximo, e os quartis (Q1 e Q3).

Média: 18.06

Mediana: 16.42

Moda: 26.48

Variância: 199.37

Desvio padrão: 14.12

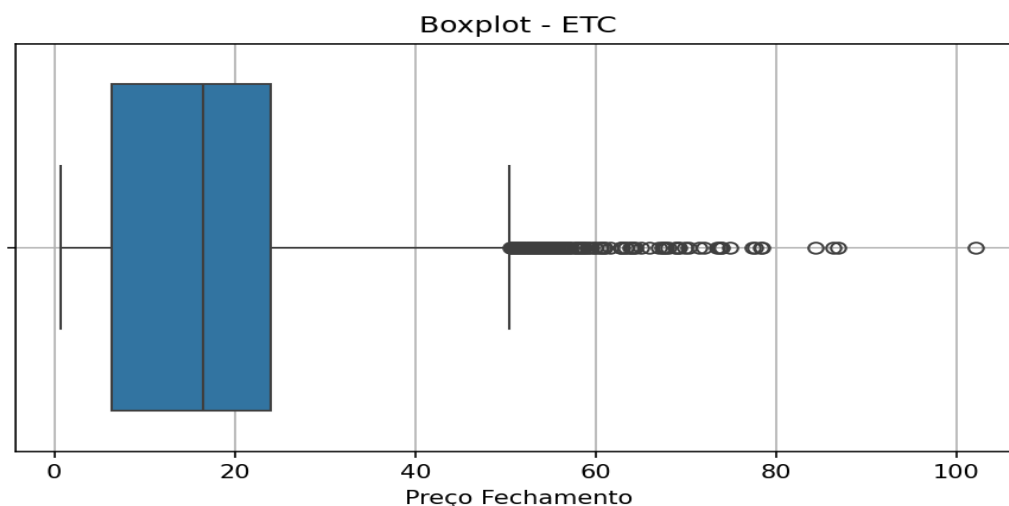
1º quartil (q1): 6.33

3º quartil (q3): 24.02

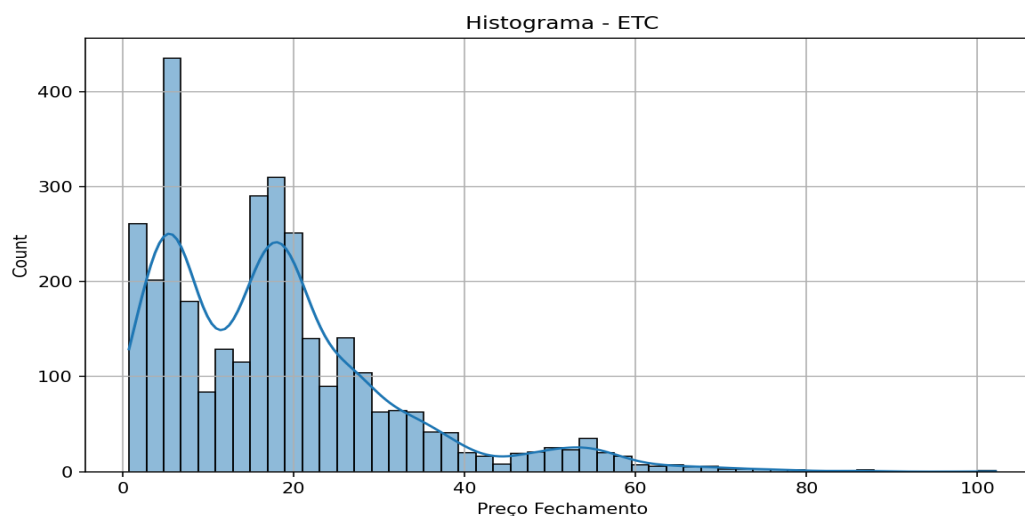
Mínimo: 0.74

Máximo: 102.12

b. Boxplot do preço de fechamento

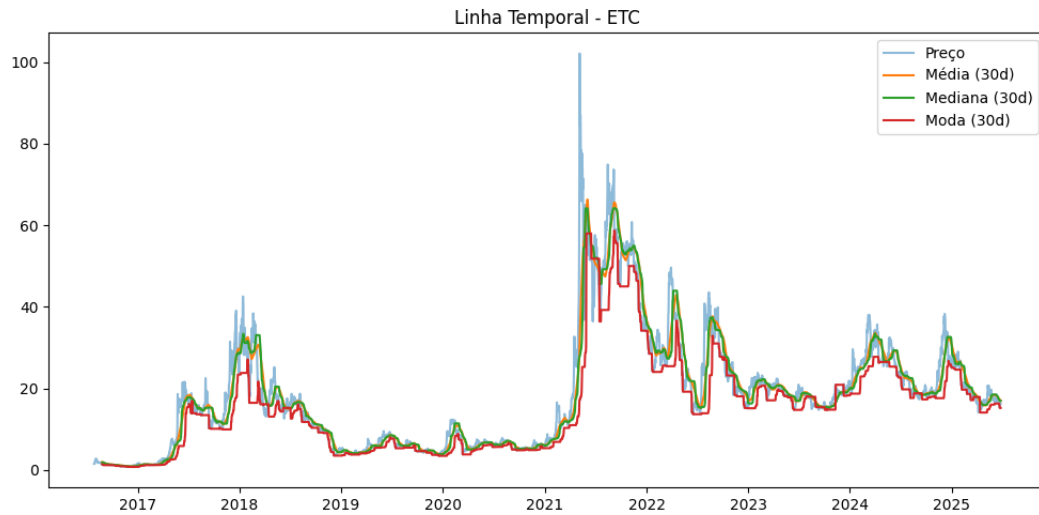


b. Histograma do preço de fechamento



d. Gráfico de linha com preço de fechamento

A seguir, o gráfico de linha mostra a evolução do preço de fechamento ao longo do tempo. Também estão destacadas as médias móveis da média, mediana e moda com janela de 30 dias.



Criptomoeda Analisada: BAT — Basic Attention Token

a. Medidas resumo e dispersão:

A seguir estão as principais estatísticas descritivas para o preço de fechamento da criptomoeda: média, mediana, moda, desvio padrão, variância, valores mínimo e máximo, e os quartis (Q1 e Q3).

Média: 0.35

Mediana: 0.24

Moda: 0.16

Variância: 0.08

Desvio padrão: 0.28

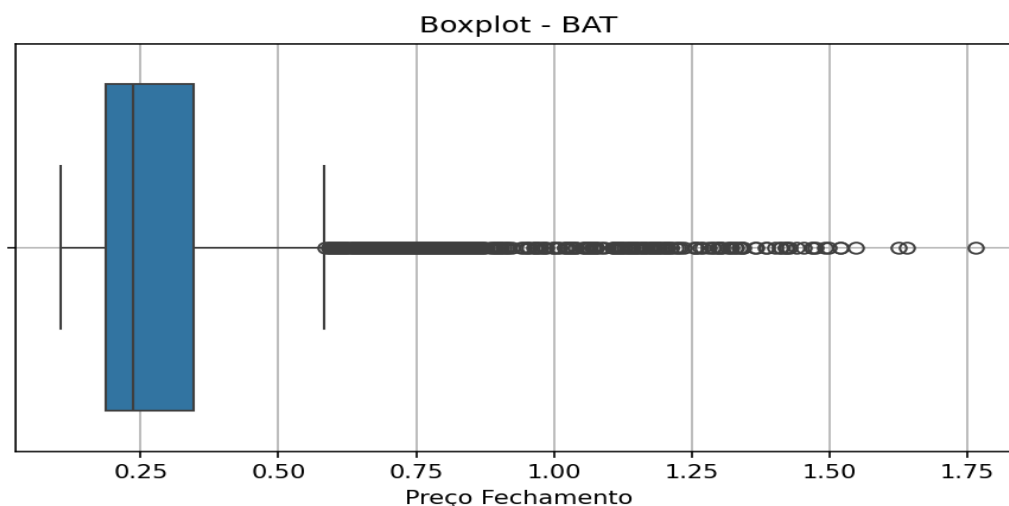
1º quartil (q1): 0.19

3º quartil (q3): 0.35

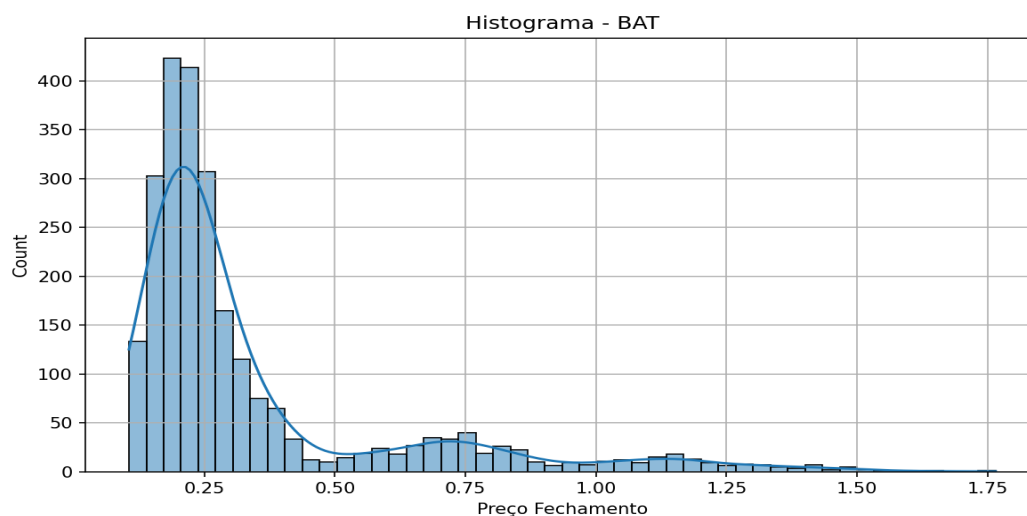
Mínimo: 0.11

Máximo: 1.77

b. Boxplot do preço de fechamento

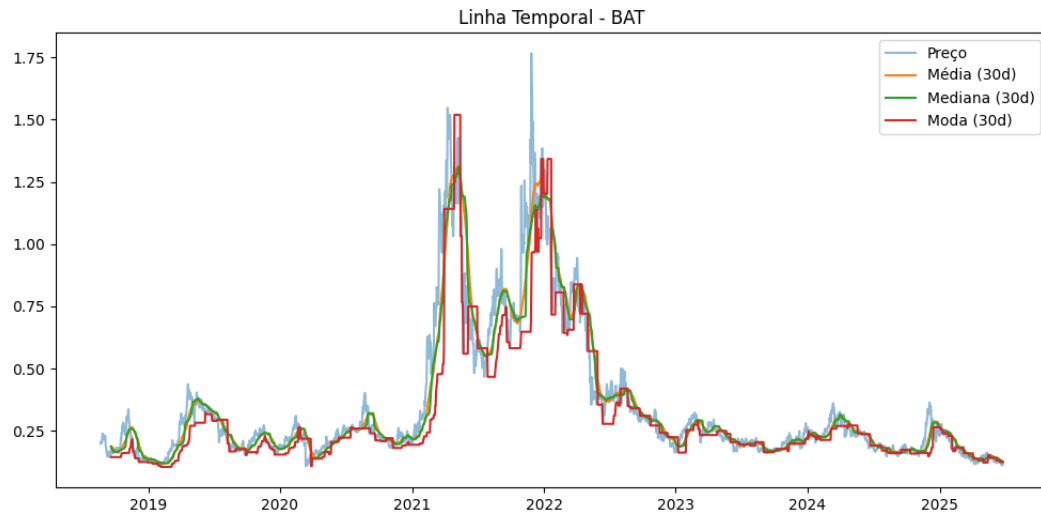


b. Histograma do preço de fechamento



d. Gráfico de linha com preço de fechamento

A seguir, o gráfico de linha mostra a evolução do preço de fechamento ao longo do tempo. Também estão destacadas as médias móveis da média, mediana e moda com janela de 30 dias.



Criptomoeda Analisada: ZRX — 0x Protocol

a. Medidas resumo e dispersão:

A seguir estão as principais estatísticas descritivas para o preço de fechamento da criptomoeda: média, mediana, moda, desvio padrão, variância, valores mínimo e máximo, e os quartis (Q1 e Q3).

Média: 0.46

Mediana: 0.33

Moda: 0.23

Variância: 0.12

Desvio padrão: 0.35

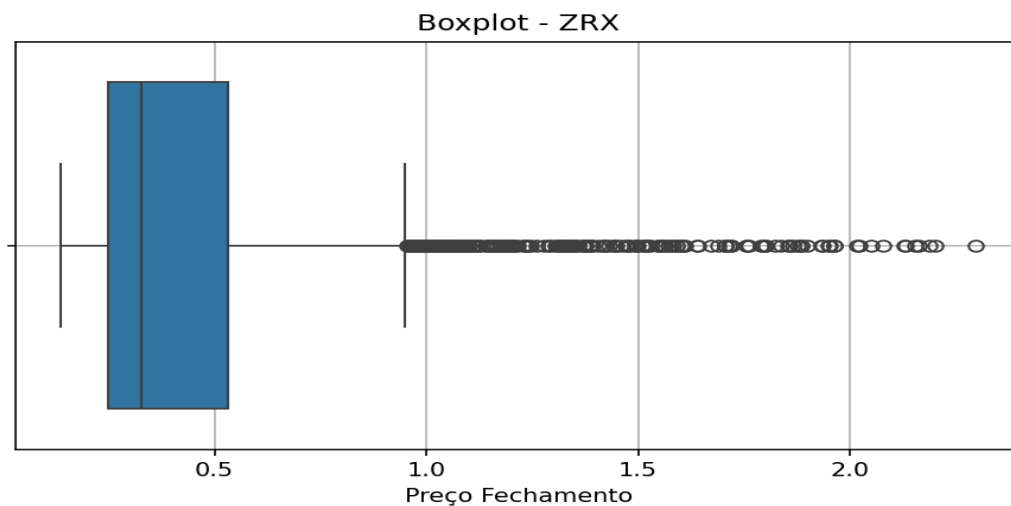
1º quartil (q1): 0.25

3º quartil (q3): 0.53

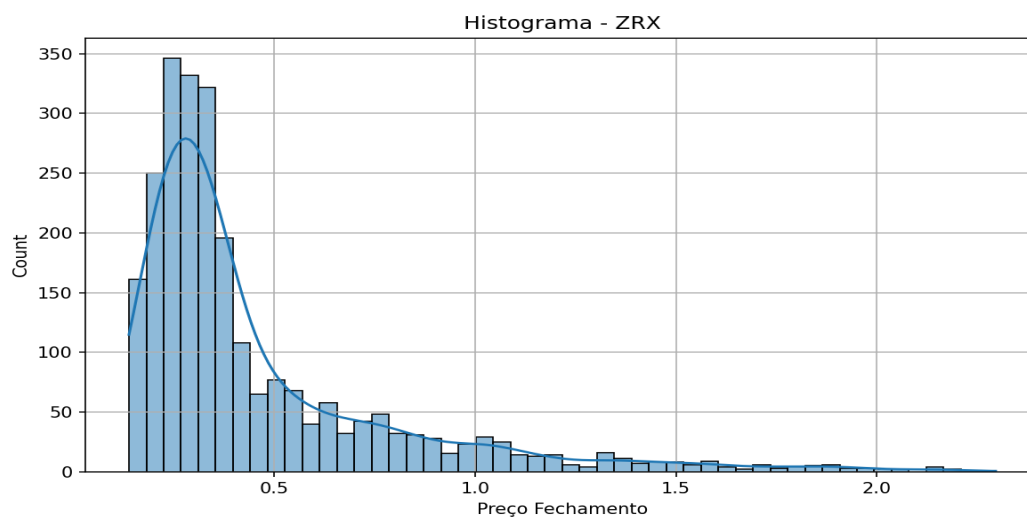
Mínimo: 0.14

Máximo: 2.30

b. Boxplot do preço de fechamento

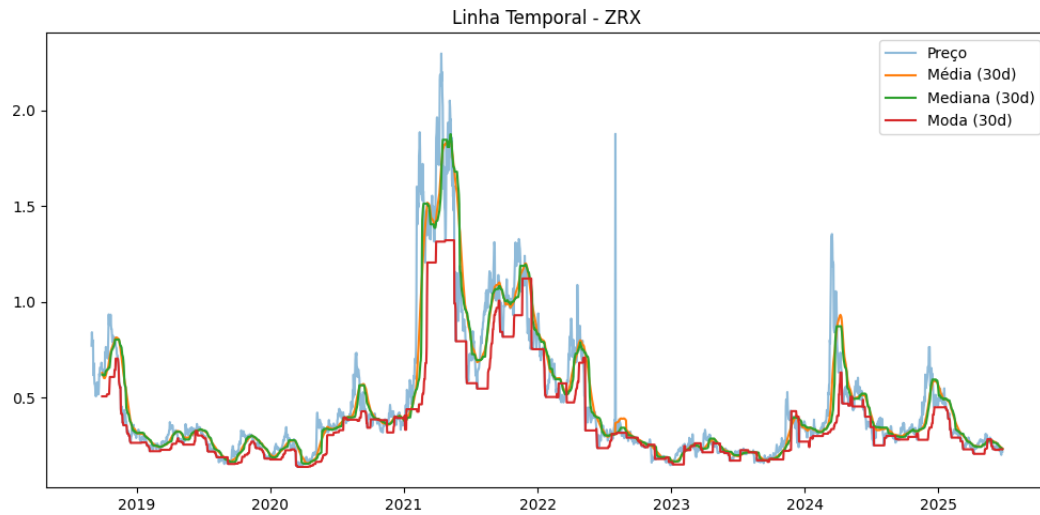


b. Histograma do preço de fechamento



d. Gráfico de linha com preço de fechamento

A seguir, o gráfico de linha mostra a evolução do preço de fechamento ao longo do tempo. Também estão destacadas as médias móveis da média, mediana e moda com janela de 30 dias.



Criptomoeda Analisada: EOS — EOS.IO

a. Medidas resumo e dispersão:

A seguir estão as principais estatísticas descritivas para o preço de fechamento da criptomoeda: média, mediana, moda, desvio padrão, variância, valores mínimo e máximo, e os quartis (Q1 e Q3).

Média: 2.49

Mediana: 2.38

Moda: 0.78

Variância: 3.45

Desvio padrão: 1.86

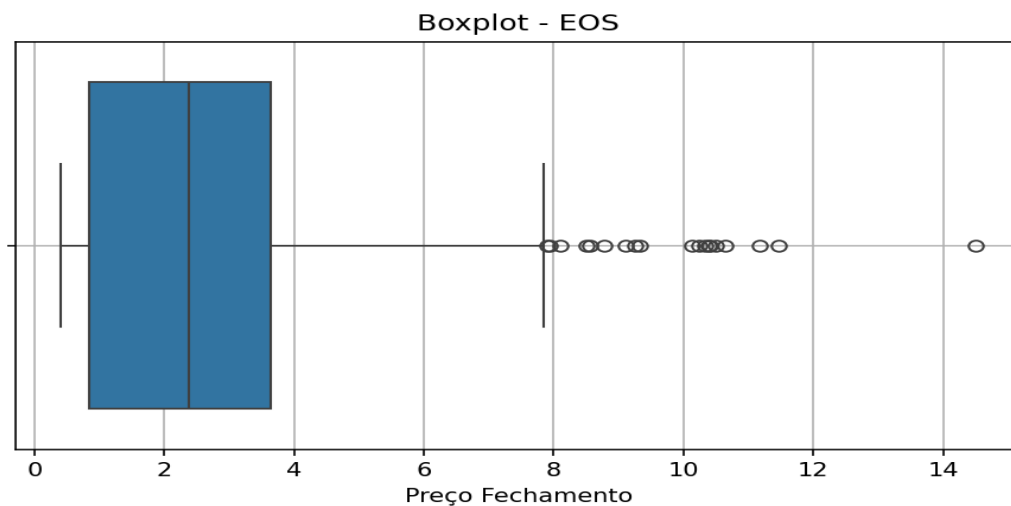
1º quartil (q1): 0.84

3º quartil (q3): 3.64

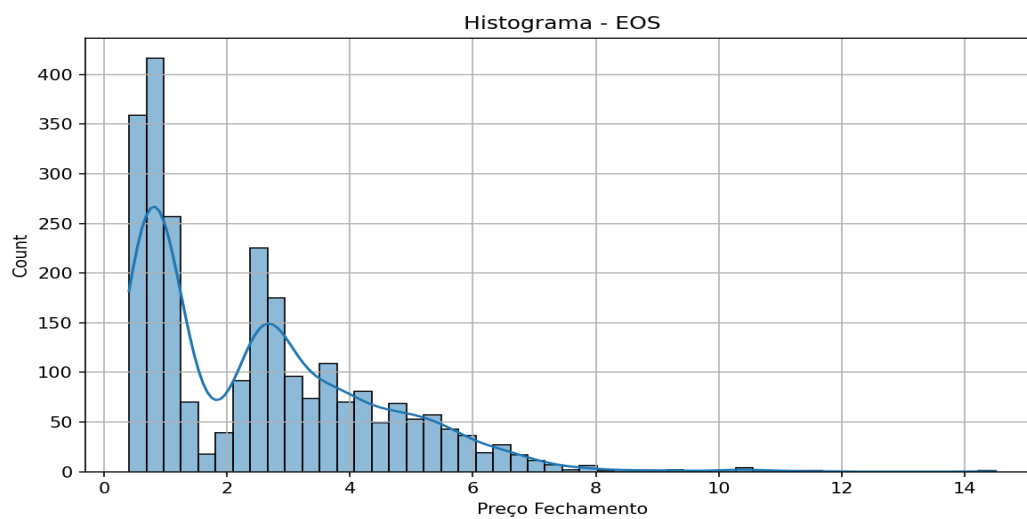
Mínimo: 0.41

Máximo: 14.50

b. Boxplot do preço de fechamento

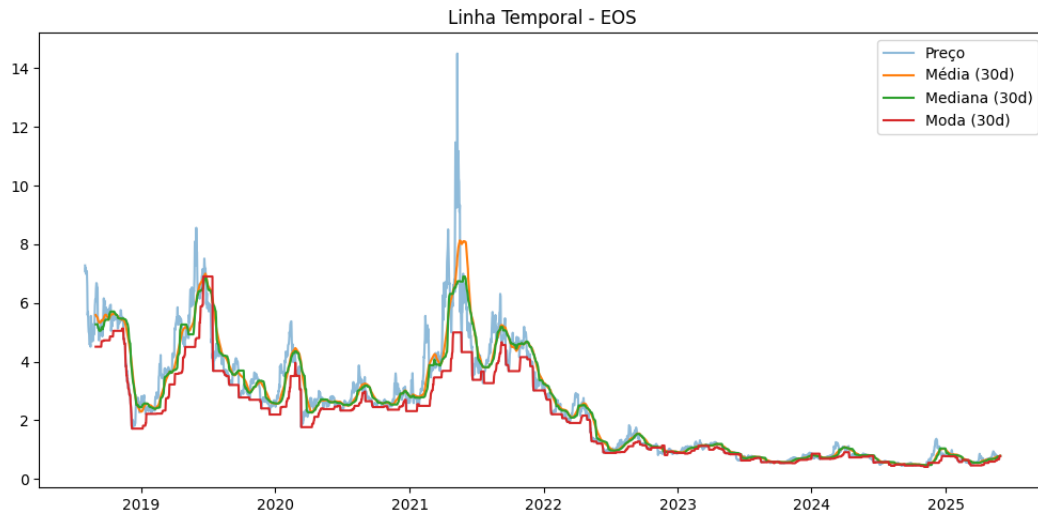


b. Histograma do preço de fechamento



d. Gráfico de linha com preço de fechamento

A seguir, o gráfico de linha mostra a evolução do preço de fechamento ao longo do tempo. Também estão destacadas as médias móveis da média, mediana e moda com janela de 30 dias.



Criptomoeda Analisada: LSK — Lisk

a. Medidas resumo e dispersão:

A seguir estão as principais estatísticas descritivas para o preço de fechamento da criptomoeda: média, mediana, moda, desvio padrão, variância, valores mínimo e máximo, e os quartis (Q1 e Q3).

Média: 1.51

Mediana: 1.11

Moda: 1.00

Variância: 1.23

Desvio padrão: 1.11

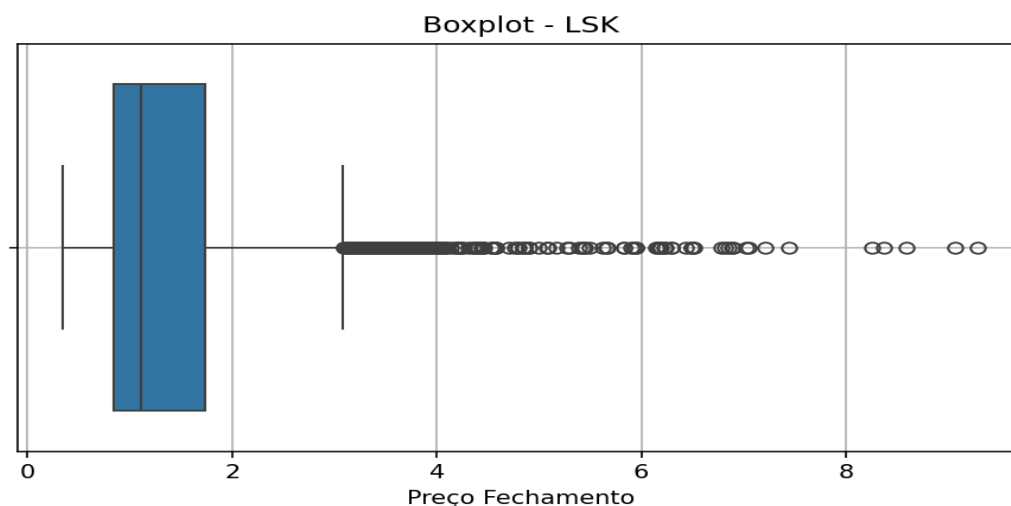
1º quartil (q1): 0.84

3º quartil (q3): 1.74

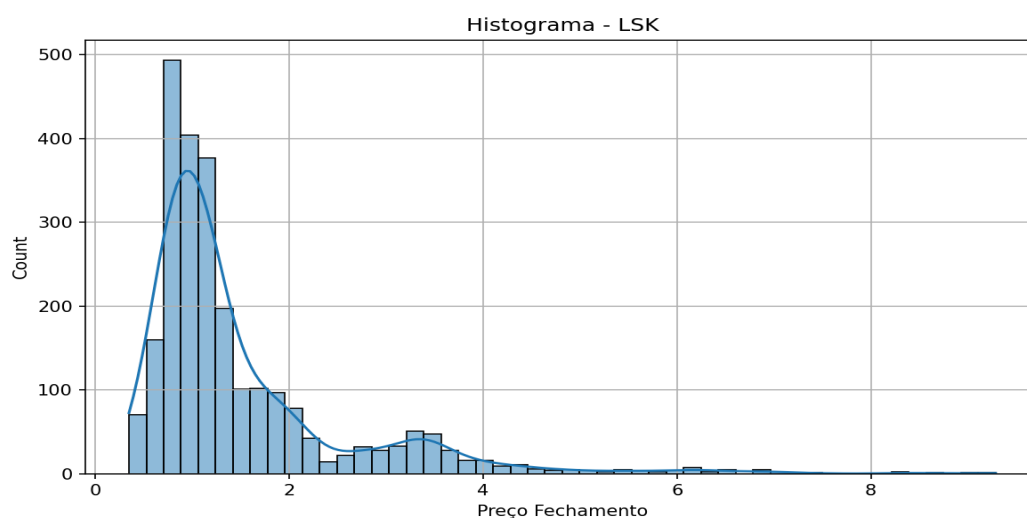
Mínimo: 0.35

Máximo: 9.29

b. Boxplot do preço de fechamento

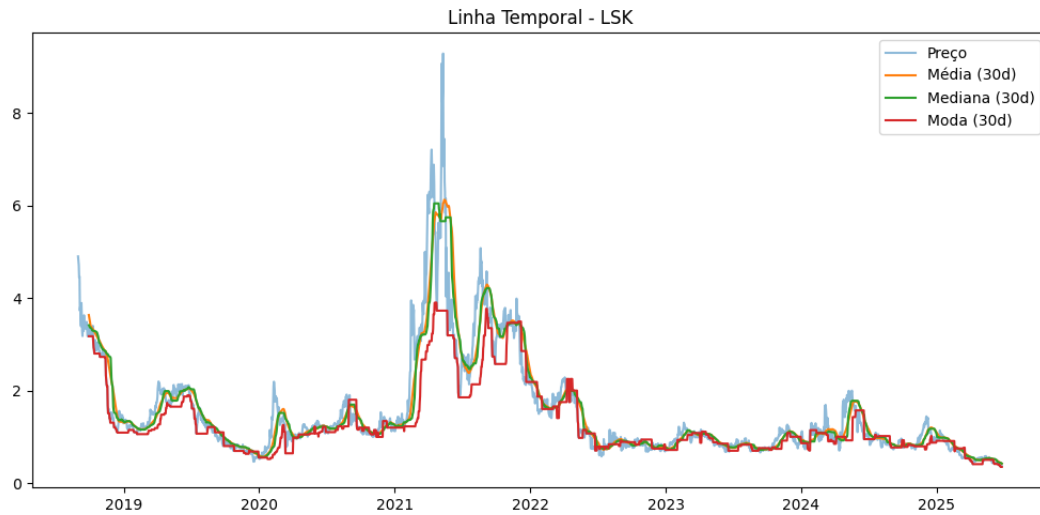


b. Histograma do preço de fechamento



d. Gráfico de linha com preço de fechamento

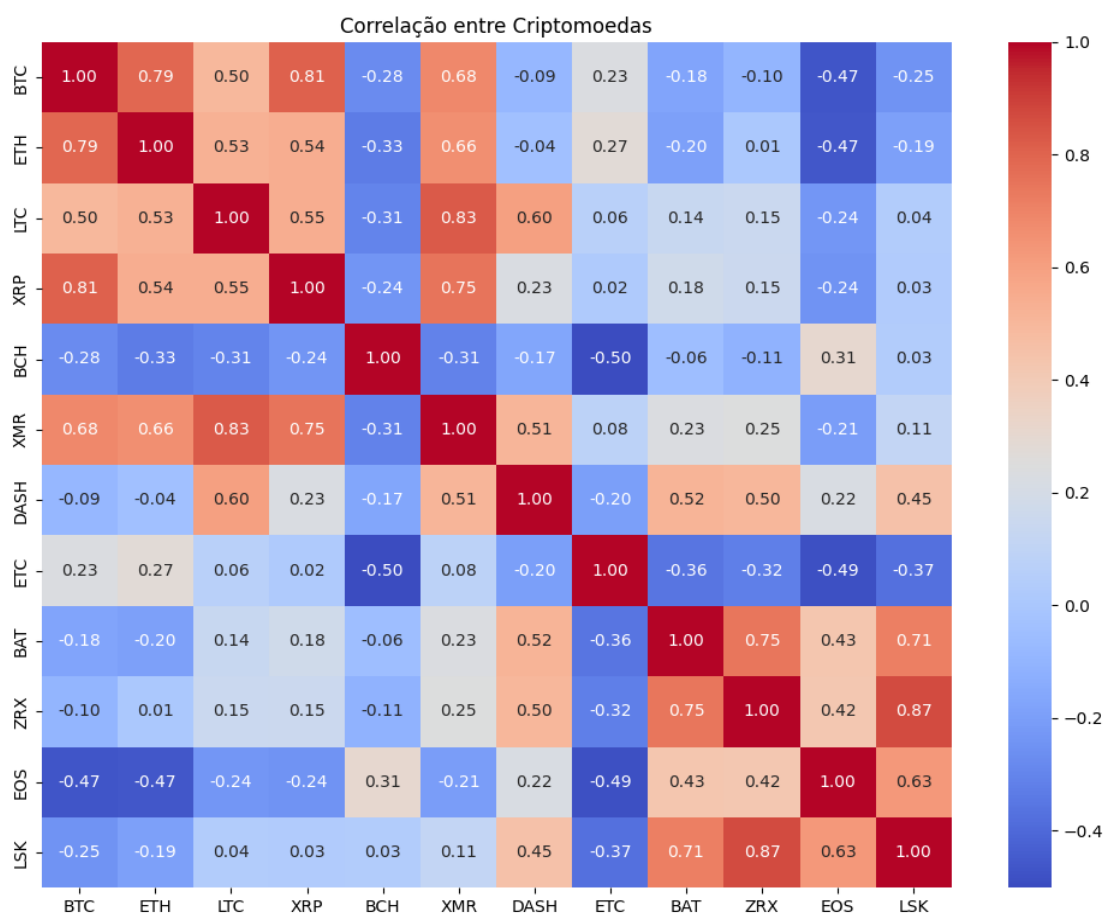
A seguir, o gráfico de linha mostra a evolução do preço de fechamento ao longo do tempo. Também estão destacadas as médias móveis da média, mediana e moda com janela de 30 dias.



c. Análise da variabilidade entre criptomoedas

A variabilidade entre criptomoedas foi analisada com base em duas frentes principais: medidas de dispersão (como o desvio padrão, que indica volatilidade) e a matriz de correlação dos preços de fechamento, que revela o comportamento conjunto entre os ativos.

Veja abaixo a matriz de correlação entre os preços de fechamento:



Análise da correlação

A matriz de correlação representa o grau de relação linear entre os preços de fechamento das criptomoedas. Os valores variam entre -1 e +1:

- Valores próximos de +1 indicam que os preços das criptomoedas tendem a subir e descer juntos.
- Valores próximos de -1 indicam que os ativos se comportam de forma inversa, ou seja, quando um sobe, o outro tende a cair.
- Valores próximos de 0 indicam baixa ou nenhuma correlação.

Algumas observações relevantes da matriz:

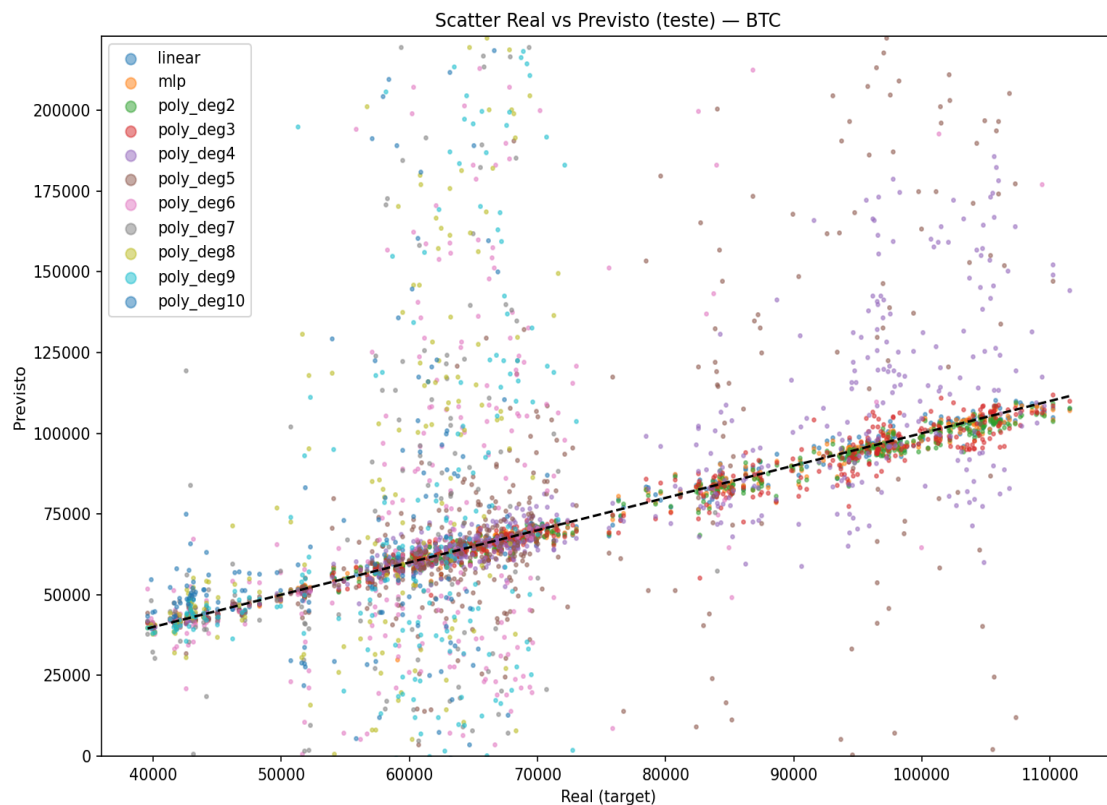
- BTC e ETH apresentaram correlação de 0.79, indicando uma forte relação positiva entre os dois maiores ativos do mercado.
- BTC e XRP também possuem correlação alta (0.81), reforçando o padrão de que grandes criptomoedas tendem a se mover juntas.
- Em contraste, BTC e EOS apresentaram correlação negativa de -0.47, sugerindo comportamento inverso frequente entre os dois ativos.
- A maior correlação observada foi entre ZRX e LSK, com 0.87, o que demonstra que os preços dessas duas criptomoedas se movem quase em sincronia.

Questão 9

Computar o lucro obtido com seu modelo, caso tenha investido U\$ 1,000.00 no primeiro dia de operação, refazendo investimentos de todo o saldo acumulado diariamente, caso a previsão do valor de fechamento do próximo dia seja superior ao do dia atual. Comparar seu modelo MLP com modelo de regressão (linear, e polinomial - graus 2 até 10):

Criptomoeda Analisada: BTC — Bitcoin

a. Diagrama de dispersão (com todos modelos)



Modelos e métricas:

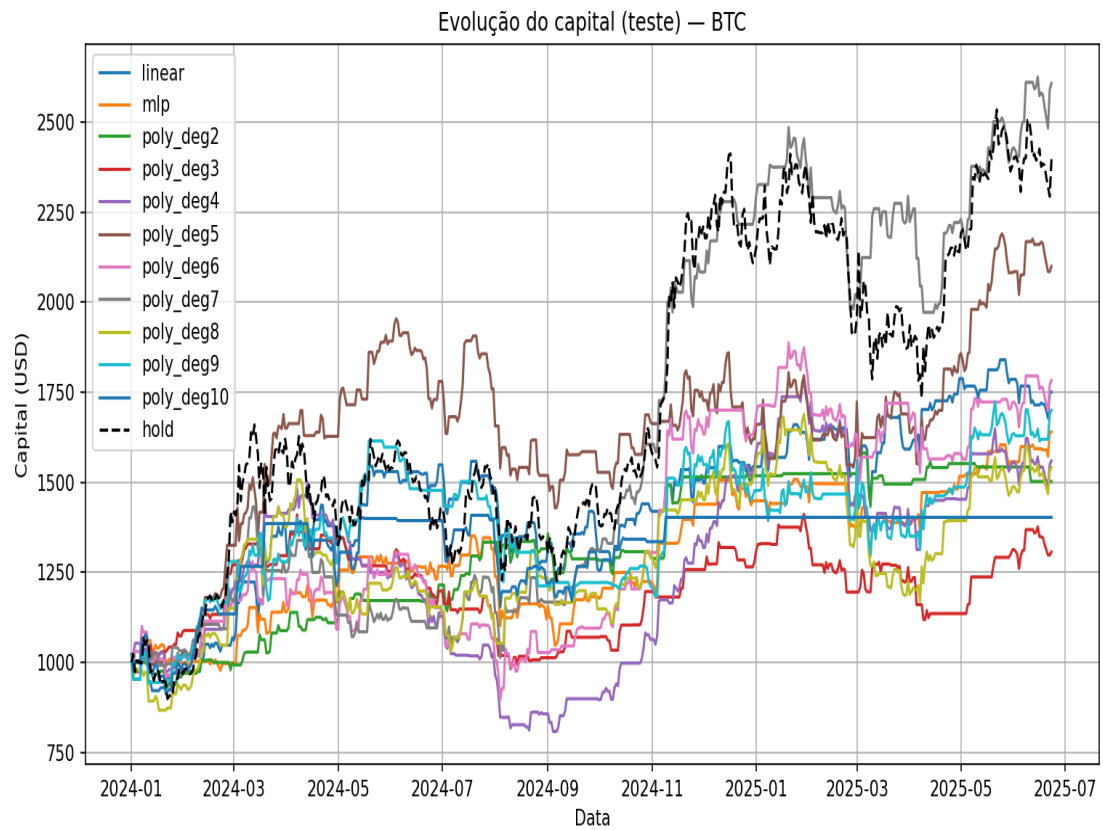
- b. Definir os coeficientes de correlação dos regressores
- c. Determinar a equação que melhor representa os regressores
- d. Cálculo do erro padrão

Nome	Correlação	RSE (erro padrão)	Grau	Equação
linear	0.993100	2259.175232		Ver detalhes em results_BTC.txt
mlp	0.991641	2520.604726		Ver detalhes em results_BTC.txt
poly_deg2	0.972196	4624.846899	2	Ver detalhes em results_BTC.txt
poly_deg3	0.041488	4706820.181453	3	Ver detalhes em results_BTC.txt
poly_deg4	-0.037546	5811138547.986894	4	Ver detalhes em results_BTC.txt
poly_deg5	0.037550	19064632680823.343750	5	Ver detalhes em results_BTC.txt
poly_deg6	-0.037550	8470509426697.885742	6	Ver detalhes em results_BTC.txt
poly_deg7	0.037552	2047825285164.826172	7	Ver detalhes em results_BTC.txt
poly_deg8	0.037720	66573173716.891754	8	Ver detalhes em results_BTC.txt
poly_deg9	0.037785	54649798537.514557	9	Ver detalhes em results_BTC.txt
poly_deg10	-0.037569	29944250857243.285156	10	Ver detalhes em results_BTC.txt

e. Cálculo do erro padrão entre o MLP e o melhor regressor

Melhor modelo: linear
RSE MLP: 2520.604726
RSE Linear: 2259.175232
Delta RSE: 261.429494

f. Plotar um gráfico mostrando a evolução do lucro obtido em cada modelo)



Questão 10

Crie uma função em Python que, com nível de significância de 5%, construa um teste de hipótese analisando se o retorno esperado médio será superior ou igual à $dx\%$ (a ser definido pelo usuário) baseado na amostra que você utilizou. Realize esta análise para todas as criptomoedas do dataset.

Teste de hipótese sobre o retorno esperado médio

Foi realizado um teste de hipótese unilateral utilizando o Teste t de Student, com nível de significância de 5%, para verificar se o retorno esperado médio diário das criptomoedas é superior a 1.50%. A hipótese nula (H_0) considera que o retorno médio é menor ou igual a 1.50%, enquanto a hipótese alternativa (H_1) considera que o retorno médio é maior que esse valor.

Criptomoeda Analisada: BTC - Bitcoin

Retorno médio: 0.2273%

t-estatística: -21.2471

p-valor: 1.0000

Conclusão: Não rejeita H_0 com nível de significância 5.00%: não há evidência suficiente para afirmar que o retorno médio diário da criptomoeda 'BTC' seja maior que 1.50% ($p = 1.0000$). Média amostral = 0.2273%, desvio padrão = 3.6758%, com 3766 observações.

Criptomoeda Analisada: ETH - Ethereum

Retorno médio: 0.3596%

t-estatística: -12.0914

p-valor: 1.0000

Conclusão: Não rejeita H_0 com nível de significância 5.00%: não há evidência suficiente para afirmar que o retorno médio diário da criptomoeda 'ETH' seja maior que 1.50% ($p = 1.0000$). Média amostral = 0.3596%, desvio padrão = 5.6550%, com 3595 observações.

Criptomoeda Analisada: LTC - Litecoin

Retorno médio: 0.4753%

t-estatística: -6.0033

p-valor: 1.0000

Conclusão: Não rejeita H_0 com nível de significância 5.00%: não há evidência suficiente para afirmar que o retorno médio diário da criptomoeda 'LTC' seja maior que 1.50% ($p = 1.0000$). Média amostral = 0.4753%, desvio padrão = 10.4049%, com 3716 observações.

Criptomoeda Analisada: XRP - XRP (Ripple)

Retorno médio: 0.5723%

t-estatística: -5.2658

p-valor: 1.0000

Conclusão: Não rejeita H_0 com nível de significância 5.00%: não há evidência suficiente para afirmar que o retorno médio diário da criptomoeda 'XRP' seja maior que 1.50% ($p = 1.0000$). Média amostral = 0.5723%, desvio padrão = 10.6644%, com 3664 observações.

Criptomoeda Analisada: BCH - Bitcoin Cash

Retorno médio: 0.1655%

t-estatística: -10.0600

p-valor: 1.0000

Conclusão: Não rejeita H_0 com nível de significância 5.00%: não há evidência suficiente para afirmar que o retorno médio diário da criptomoeda 'BCH' seja maior que 1.50% ($p = 1.0000$). Média amostral = 0.1655%, desvio padrão = 6.1223%, com 2130 observações.

Criptomoeda Analisada: XMR - Monero

Retorno médio: 0.7069%

t-estatística: -4.1657

p-valor: 1.0000

Conclusão: Não rejeita H_0 com nível de significância 5.00%: não há evidência suficiente para afirmar que o retorno médio diário da criptomoeda 'XMR' seja maior que 1.50% ($p = 1.0000$). Média amostral = 0.7069%, desvio padrão = 11.6753%, com 3761 observações.

Criptomoeda Analisada: DASH - Dash

Retorno médio: 4.0099%

t-estatística: 0.9647

p-valor: 0.1674

Conclusão: Não rejeita H_0 com nível de significância 5.00%: não há evidência suficiente para afirmar que o retorno médio diário da criptomoeda 'DASH' seja maior que 1.50% ($p = 0.1674$). Média amostral = 4.0099%, desvio padrão = 157.9866%, com 3687 observações.

Criptomoeda Analisada: ETC - Ethereum Classic

Retorno médio: 0.2368%

t-estatística: -12.0592

p-valor: 1.0000

Conclusão: Não rejeita H_0 com nível de significância 5.00%: não há evidência suficiente para afirmar que o retorno médio diário da criptomoeda 'ETC' seja maior que 1.50% ($p = 1.0000$). Média amostral = 0.2368%, desvio padrão = 5.9571%, com 3234 observações.

Criptomoeda Analisada: BAT - Basic Attention Token

Retorno médio: 0.1446%

t-estatística: -11.2564

p-valor: 1.0000

Conclusão: Não rejeita H0 com nível de significância 5.00%: não há evidência suficiente para afirmar que o retorno médio diário da criptomoeda 'BAT' seja maior que 1.50% ($p = 1.0000$). Média amostral = 0.1446%, desvio padrão = 5.9393%, com 2433 observações.

Criptomoeda Analisada: ZRX - 0x Protocol

Retorno médio: 0.3070%

t-estatística: -5.7116

p-valor: 1.0000

Conclusão: Não rejeita H0 com nível de significância 5.00%: não há evidência suficiente para afirmar que o retorno médio diário da criptomoeda 'ZRX' seja maior que 1.50% ($p = 1.0000$). Média amostral = 0.3070%, desvio padrão = 10.3812%, com 2470 observações.

Criptomoeda Analisada: EOS - EOS.IO

Retorno médio: 0.0797%

t-estatística: -12.8866

p-valor: 1.0000

Conclusão: Não rejeita H0 com nível de significância 5.00%: não há evidência suficiente para afirmar que o retorno médio diário da criptomoeda 'EOS' seja maior que 1.50% ($p = 1.0000$). Média amostral = 0.0797%, desvio padrão = 5.4874%, com 2479 observações.

Criptomoeda Analisada: LSK - Lisk

Retorno médio: 0.1580%

t-estatística: -9.3348

p-valor: 1.0000

Conclusão: Não rejeita H0 com nível de significância 5.00%: não há evidência suficiente para afirmar que o retorno médio diário da criptomoeda 'LSK' seja maior que 1.50% ($p = 1.0000$). Média amostral = 0.1580%, desvio padrão = 7.1142%, com 2449 observações.

Questão 11

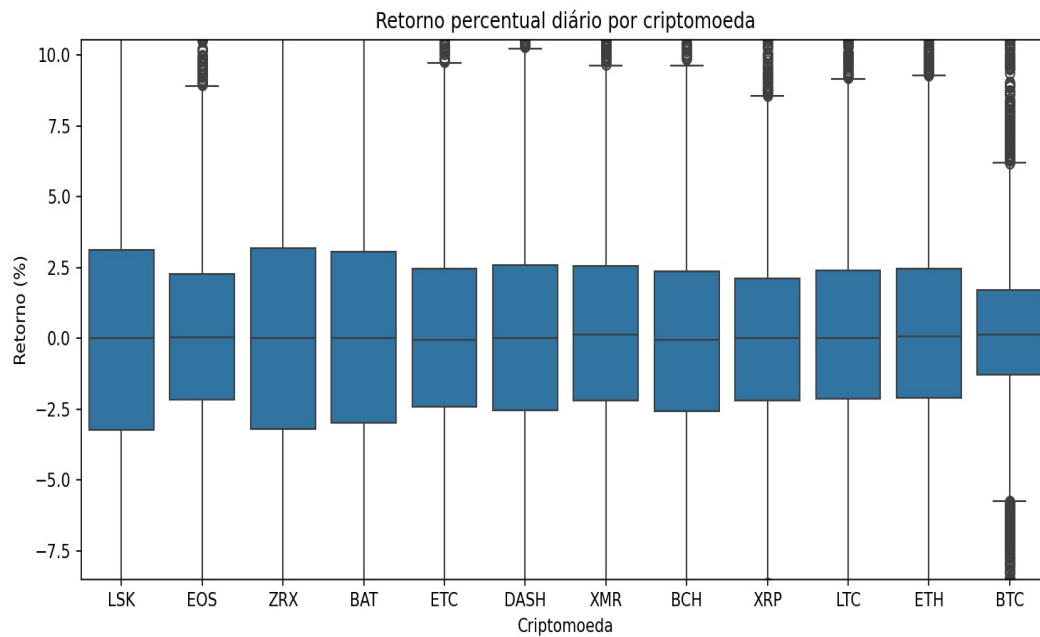
Realize análises de variância (ANOVA) para comparar os retornos médios diários das criptomoedas.

a. Aplique ANOVA para verificar se o retorno médio diário difere entre as criptomoedas analisadas. Caso o resultado seja significativo, realize um teste post hoc para identificar quais moedas diferem entre si.

F-estatística: 1.6585

p-valor: 0.0762

Resultado: nenhuma diferença estatisticamente significativa encontrada entre os retornos.

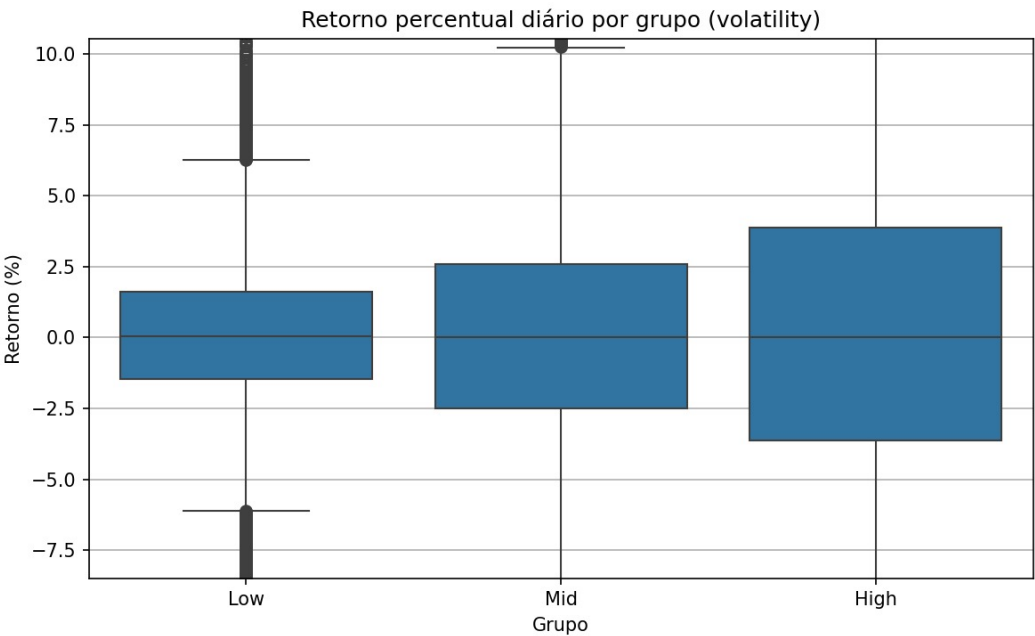


b. Agrupe as criptomoedas com base em alguma característica comum (ex: volatilidade, volume médio negociado, ou retorno médio) e aplique ANOVA para verificar se o retorno médio diário difere entre os grupos formados. Caso o resultado seja significativo, realize um teste post hoc.

F-estatística: 3.6020

p-valor: 0.0273

Resultado: diferença significativa entre os grupos de volatilidade.



Teste post hoc (Tukey HSD):

Multiple Comparison of Means - Tukey HSD, FWER=0.05

group1	group2	meandiff	p-adj	lower	upper	reject
Alta	Baixa	-1.4076	0.0563	-2.8444	0.0291	False
Alta	Média	-1.4416	0.049	-2.8783	-0.0048	True
Baixa	Média	-0.034	0.9983	-1.4708	1.4028	False