

# Análises e Predição de Séries Temporais Aplicadas ao Mercado de Criptomoedas (com foco em BTC)

Gabrielly Baratela (CP3016331)





# Contexto



# Cada dia mais reconhecida, a Bitcoin já vêm sendo utilizada como forma de pagamento

Money Times

Gafisa (GFSA3) passa a aceitar Bitcoin (BTC) na compra de apartamentos em São Paulo

É a casa da Eren (EVEN3), que aceita bitcoin ou ethereum desde março



UOL

São Paulo é o 1º clube brasileiro a aceitar criptomoedas como ...



E-Investidor

Bitcoin a US\$ 100 mil em 2022? Há um fator que pode ...



Se al  
volati  
28 de

E-Investidor

Bitcoin pode bater US\$ 81,6 mil ainda em 2022, diz relatório



... di  
prev  
1 mē

InfoMoney

Quase mil empresas já aceitam pagamento em criptomoedas

Um quarto dos brasileiros está disposto a comprar produtos e serviços com



Rádios EBC

Senado aprova regulamentação do mercado de criptomoedas

Criptomoeda é uma moeda digital e a mais conhecida no mercado financeiro é a Bitcoin. Para falar mais sobre essa moeda e sobre o que propõe...

1 mês atrás



E-Investidor

Jogador de futebol americano receberá 100% do salário em

...

Jogad  
Barret  
2 seme



Valor Investe

Bitcoin cai à mínima desde julho passado, confirmando expectativas mais negativas



Às 20

8,85

3 sem

E-Investidor

Por que o Bitcoin deve desabar com a guerra entre Ucrânia e ...



- Fa

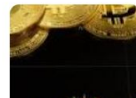
finar

17 de

E-Investidor

Baixa do Bitcoin sinaliza novo 'inverno cripto', dizem ...

A expressão geralmente se refere a períodos em que as principais bolsas de valc



5 dia

Money Times

Banco Itaú começa a oferecer fundo de investimento em criptomoedas

Ney Miyamoto, um dos sócios da BLP Crypto, e ex-sócio do Alaska, ... O



Seu Dinheiro

Bitcoin (BTC) avança mais de 7% e salta para os US\$ 31 mil

...

Confira a cotação de algumas das principais criptomoedas do mundo: ... as notícias vindas da China ajudam o bitcoin a sustentar o tom...

21 horas atrás



# As criptomoedas são moedas digitais, que vêm a cada dia consolidando sua posição no mercado.

## \$843 bi

Patrimônio de criptos

O topo da capitalização das criptomoedas foi atingido em nov/21 (\$ 2,9 tri).

## +20 mil

Criptomoedas no mundo

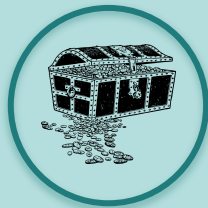
Apesar de 20 delas representarem 80% do valor de criptos existentes.

## +938%

Investidores brasileiros

Totalizando 325 mil em 2021, segundo a Hashdex, maior gestora do Brasil.

As criptomoedas podem vir a substituir, parcial ou completamente, o que consideramos como “dinheiro” atualmente, servindo como:



### Reserva de valor

Preservando patrimônio e poder de compra futuro.



### Meio de troca

Facilitando as transações comerciais e com redução de taxas.



### Unidade de conta

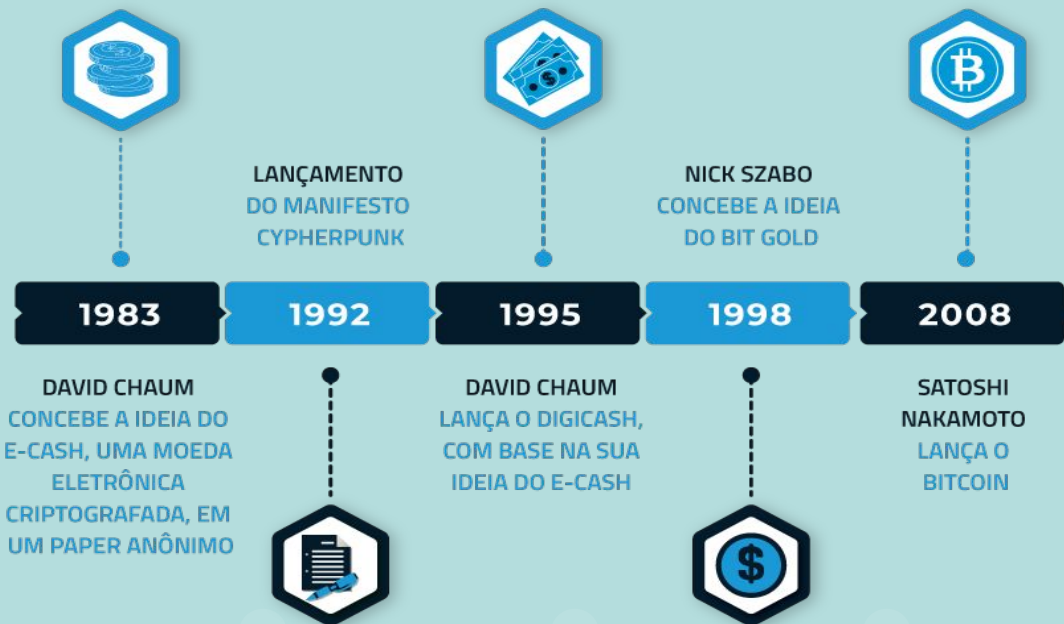
Parâmetro para precificação de produtos.

# Apesar de terem surgido antes dos anos 2000, somente após 2008 se consolidaram no mercado.

Seu surgimento foi devido ao desejo de **privacidade** de dados transacionais, com a evolução da internet.



Elas se baseiam em um sistema descentralizado chamado Blockchain, onde múltiplos servidores armazenam registros particionados das transações.



# A Bitcoin teve uma expansão acelerada do mercado de criptos e gerou oportunidade para novas moedas



Histórico da capitalização de criptos (USD)

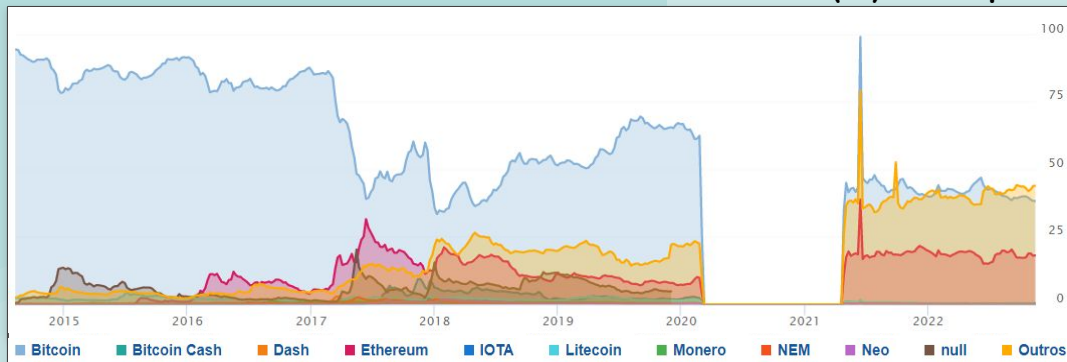
Apesar da Bitcoin ter sido a pioneira, outras criptomoedas vêm surgindo e ganhando sua posição no mercado. **A Ethereum se tornou a segunda principal, representando 18% do mercado, enquanto a Bitcoin, 38%.**

Diariamente são lançadas novas moedas e já existem as que têm uma valorização percentual diária maior que da BTC.

<https://br.investing.com/crypto/charts>

Em 2013, já se totalizavam quase US\$ 2 bilhões em criptos. O crescimento do mercado vem sendo exponencial, tendo mudado de patamar drasticamente em **2021, com notícias sobre utilização da bitcoin como meio de pagamento.**

Volume (%) das criptos



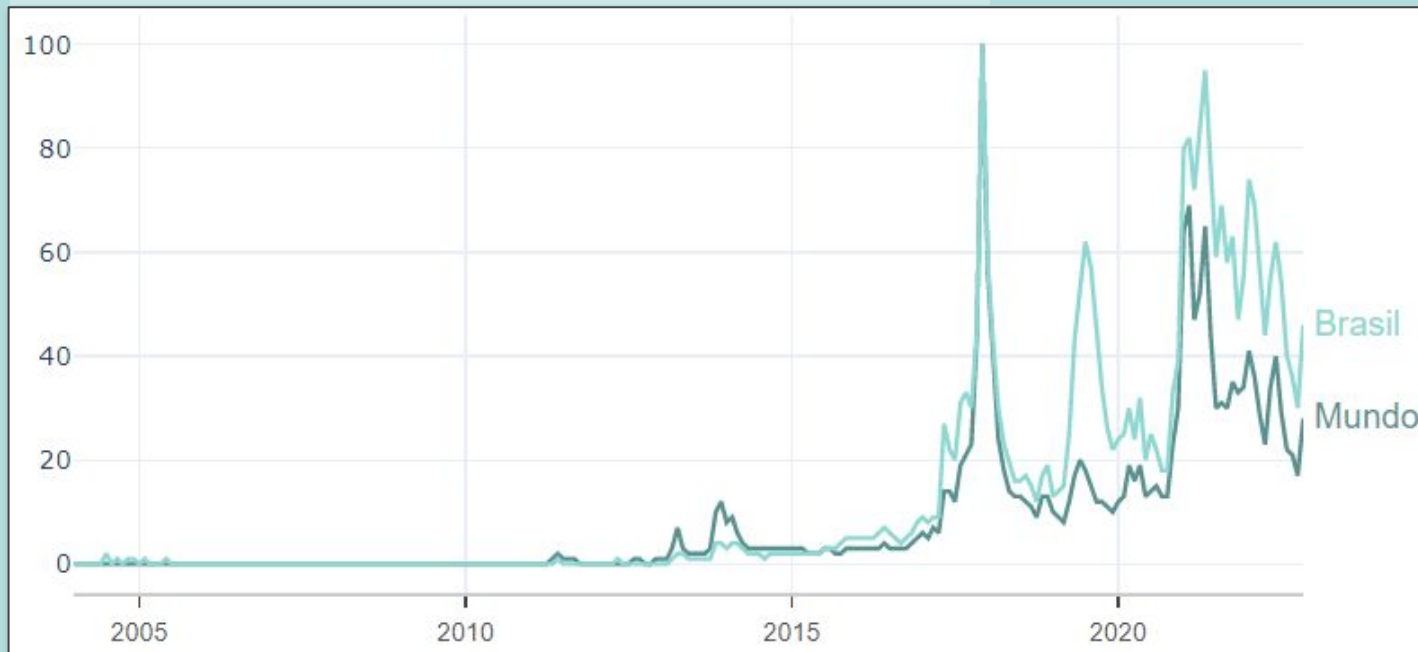
<https://g1.globo.com/economia/noticia/2021/05/26/bitcoin-o-que-explica-sobre-e-desce-da-criptomoeda-com-queda-vertiginosa-apos-valorizacao-recorde.html>



**A Bitcoin**

# A Bitcoin se tornou legítima a partir de 2017, com maior especulação de compradores

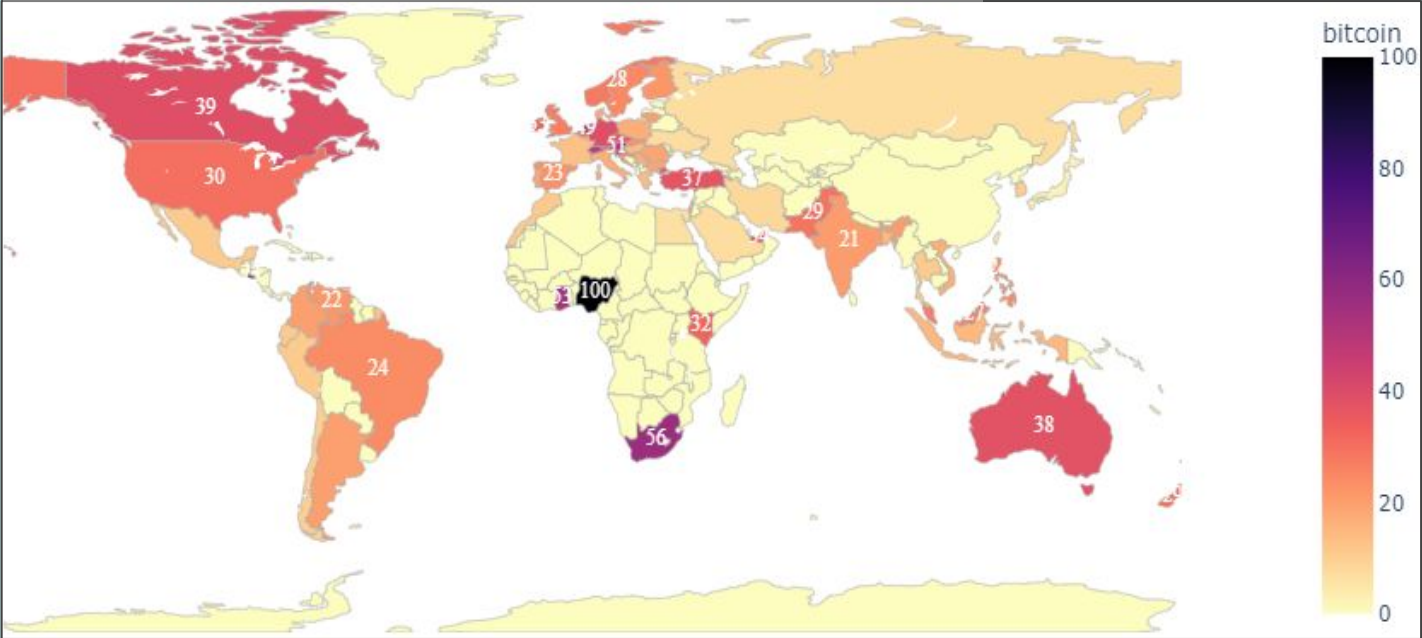
Pesquisas sobre Bitcoin no Brasil e no Mundo (dados relativos)



As pesquisas sobre bitcoin começaram a crescer especialmente a partir de 2013, tendo seu **auge em dezembro de 2017, quando começaram a ser negociados contratos futuros em Chicago**. Este é considerado o marco em que a BTC e outras criptomoedas se tornaram legítimas.



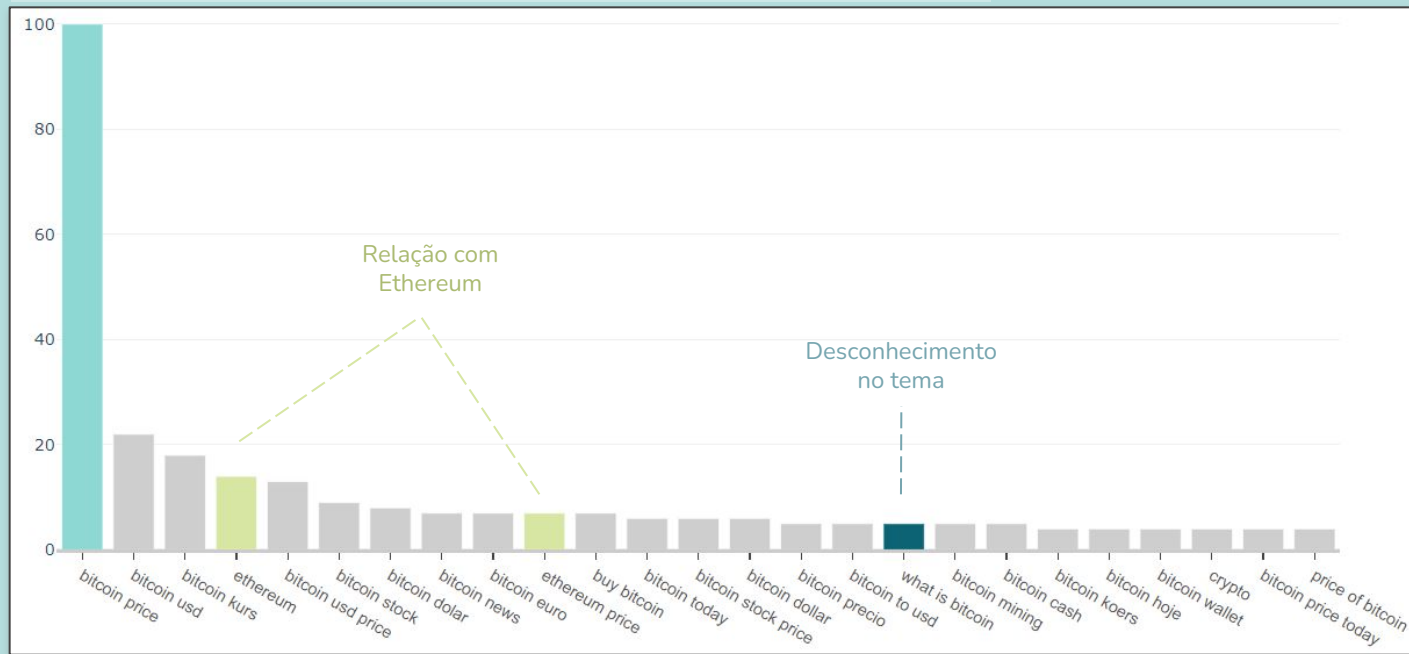
### Pesquisas sobre Bitcoin no Mundo por país (dados relativos)



Os países que realizam mais pesquisas sobre o tema são **Nigéria, África do Sul e Áustria, respectivamente.** Apesar de tal, os continentes americano e europeu são os que apresentam maior predominância de países interessados.

# As pesquisas sobre bitcoin costumam ser daqueles que já possuem conhecimento no tema

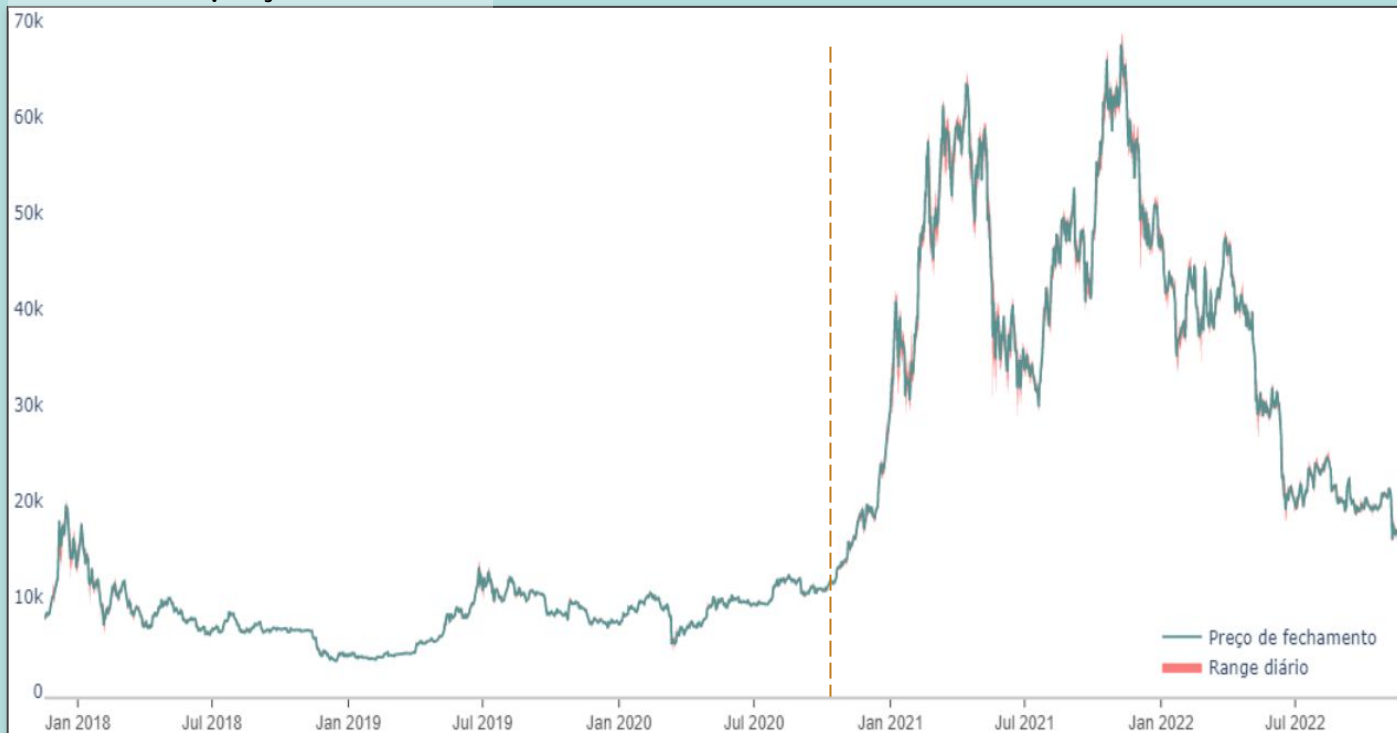
## Termos mais relacionados em pesquisas sobre Bitcoin



Os termos mais utilizados em pesquisas sobre bitcoin demonstram ter conhecimento no tema. **Apesar disso, existem pesquisas relacionadas sobre Ethereum e até sobre “O que é bitcoin?”**

# A bitcoin teve, em 2021, seu melhor ano da história, com grande valorização

## Histórico de preços de bitcoins



É possível identificar uma **mudança de estrutura** no mercado de bitcoins a partir de **out/2020**.

**A moeda sofreu grandes variações** nos últimos anos devido à instabilidade econômica causada pela pandemia e demais fatores.

**Obs:** *Tal mudança precisa ser incorporada na modelagem.*

# Eventos relevantes impactaram a trajetória de consolidação da Bitcoin

## Histórico de preços de bitcoins



14. Inverno cripto: direcionamento de investimentos para outras fontes.

15. Queda acompanha principais ativos e papéis devido à perspectiva de inflação dos EUA.

16. Notícia do Banco Central dos EUA sobre aumento da taxa de juros

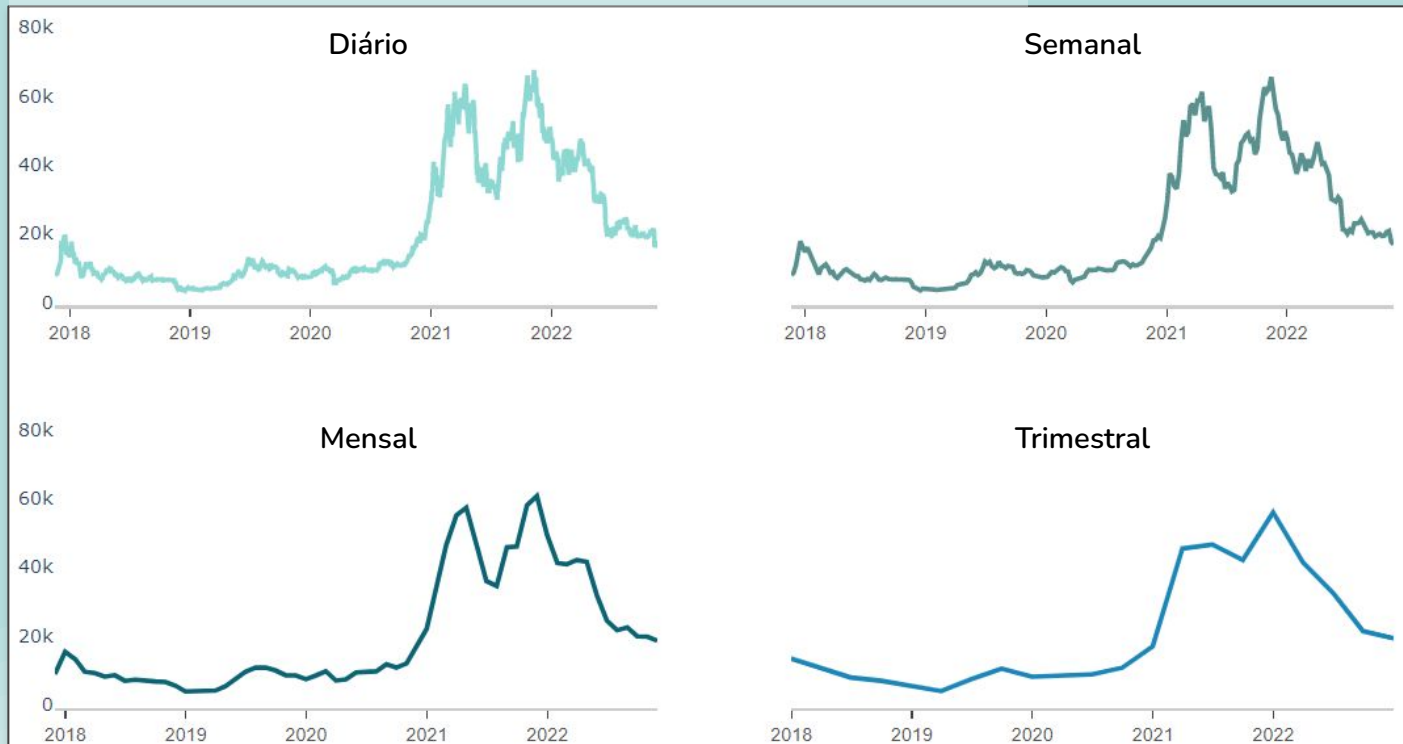
17. Recomendação de venda de ativos pelo JPMorgan

# Análise Exploratória



# Avaliar a série em diferentes períodos é importante para identificar sazonalidades temporais

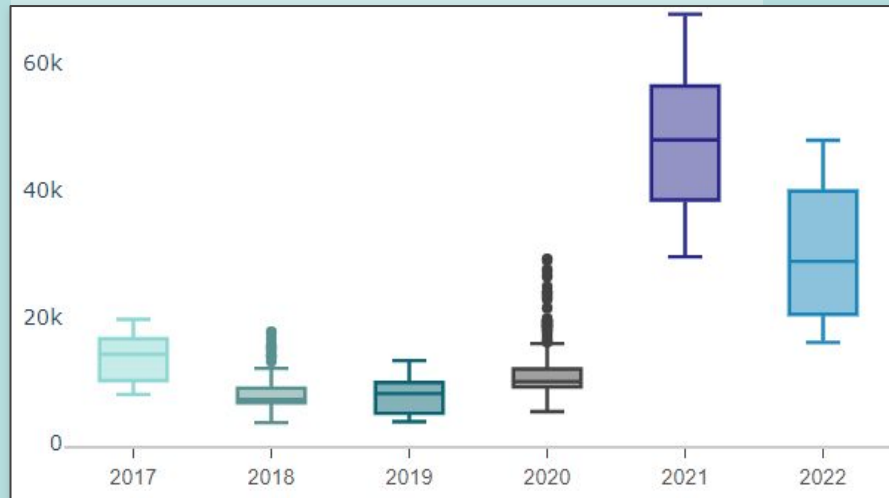
Preços de fechamento ajustados de bitcoins em diferentes períodos



Não é possível observar sazonalidade nos períodos avaliados a olho nú.

# Observar a distribuição e variação da série por ano facilita a identificação de tendência

Distribuição dos Preços de fechamento ajustados

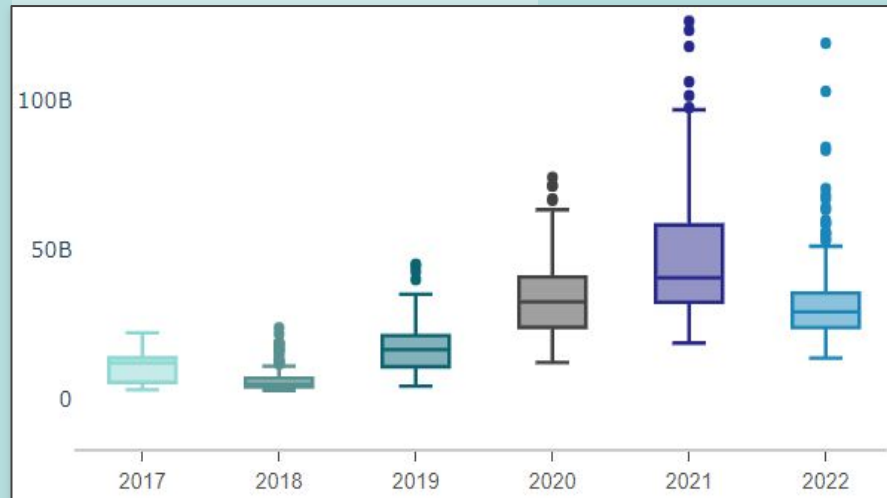


Tendência de **crescimento** médio ao longo dos anos



**2021** se destaca como o melhor ano da Bitcoin

Distribuição do Volume do bitcoin

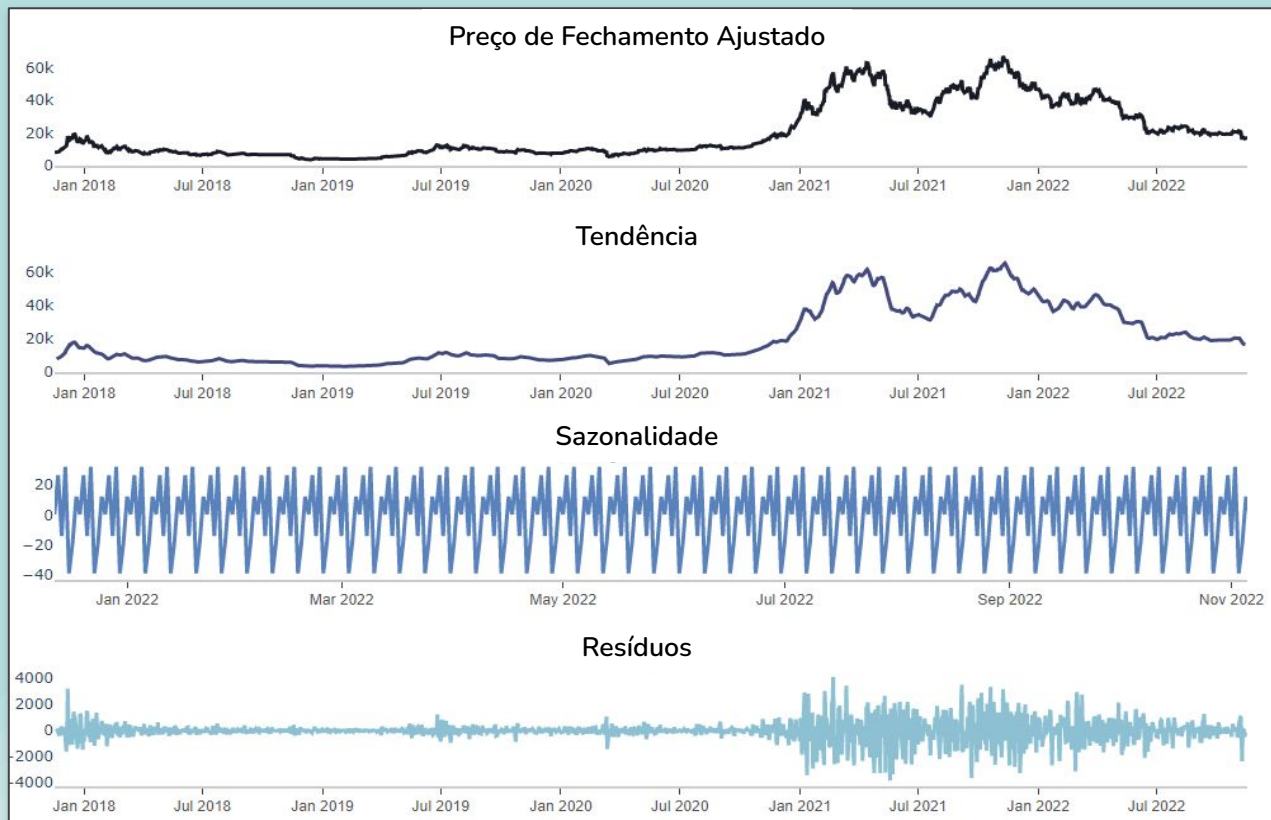


O **crescimento** do volume é ainda mais significativo.



A criação de ETFs em fev/21 causou **pico de 351 Bi no volume**, removido (outlier)

# Na decomposição da série percebemos a tendência e a sazonalidade ao longo do tempo



A **tendência** que a série vem sofrendo **não é constante**, mas apresenta valores relevantes.

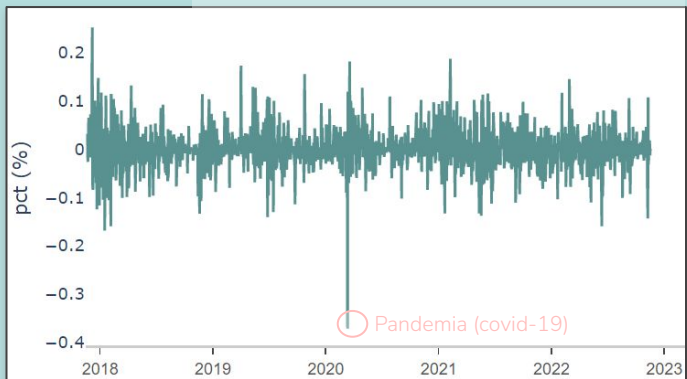
A **sazonalidade** encontrada foi **semanal**, tendo seus **picos às quartas-feiras** e seus vales às quintas-feiras.

Os **resíduos** são mais impactados a partir de 2021, com a **alta variação** da série devido à instabilidade do mercado.

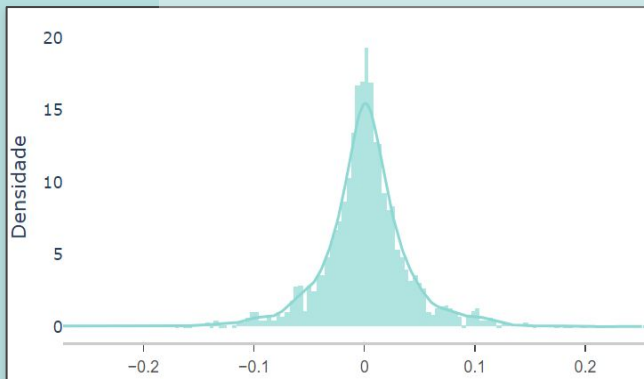


# Variabilidade diária

Retorno diário (%) da Bitcoin



Densidade do retorno percentual



Apesar da volatilidade da série, **a variação absoluta diária do BTC costuma ser de até 10%.**

Volatilidade Média 30-d BTC/USD

Ano	Valor
2017	4,13%
2018	4,58%
2019	4,06%
2020	5,17%
2021	4,56%

Variação diária do Bitcoin



# Afim de entender se a Bitcoin é um investimento rentável, suponha ter investido US\$ 100

Compra: mai/20; Venda: mai/22

**\$325**  
▲ 225%

Retorno anual de 80.28%

Compra: nov/20; Venda: nov/22

**\$95**  
▼ -5%

Retorno anual de -2.75%

## Retorno do Bitcoin por Ano

Ano	Retorno
2017	▲ 1338%
2018	▼ -73%
2019	▲ 94%
2020	▲ 302%
2021	▲ 60%

*\*Retorno considerando a diferença entre o primeiro e o último dia do ano*

# Correlações



# Alguns fatores podem impactar o preço da moeda, são eles:



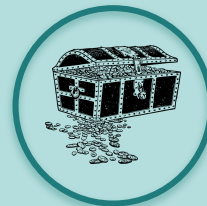
## **Demanda**

Volume de transações e quantidade de bitcoins pode influenciar no preço (elasticidade).



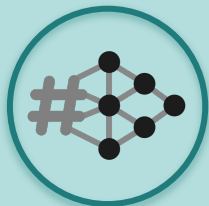
## **Índices macro-econômicos**

Ex: a inflação em alta aquece o debate sobre a criptomoeda servir como reserva de valor.



## **Outras criptomoedas**

A maioria dos cripto ativos estão inseridos no mesmo setor da economia e se prestam a propósitos semelhantes.



## **Hash Rate**

O hashrate pode indicar queda na mineração ou fraqueza no mercado, causando pressão descendente no preço.



## **Movimentações de baleias**

Transações volumosas feitas por grandes instituições.



## **Notícias e decisões jurídicas/econômicas**

Marcos regulatórios que podem estimular ou reprimir o uso de criptomoedas.



## **Liquidações de derivativos**

Quando os contratos futuros lastreados em Bitcoin vencem.



## **Funding Rate**

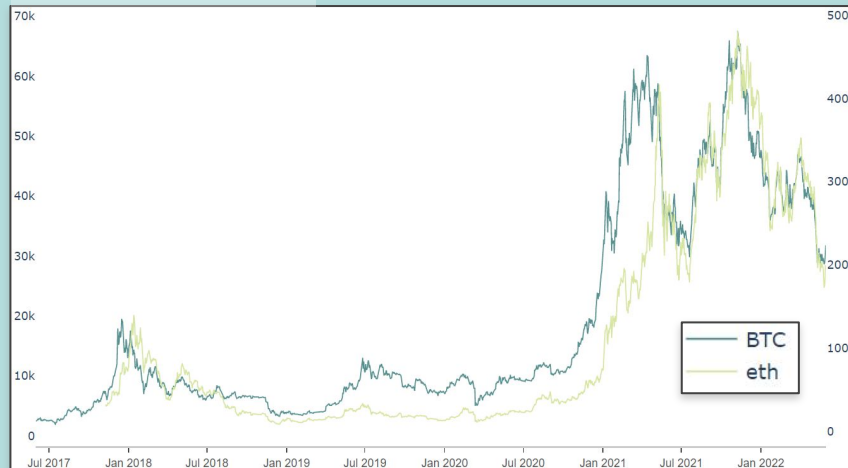
Taxas de financiamento para traders que operam alavancados.

# Através da correlação observa-se as variáveis que podem influenciar a variação de preços do BTC

## Bitcoin x SP500



## Bitcoin x Ethereum



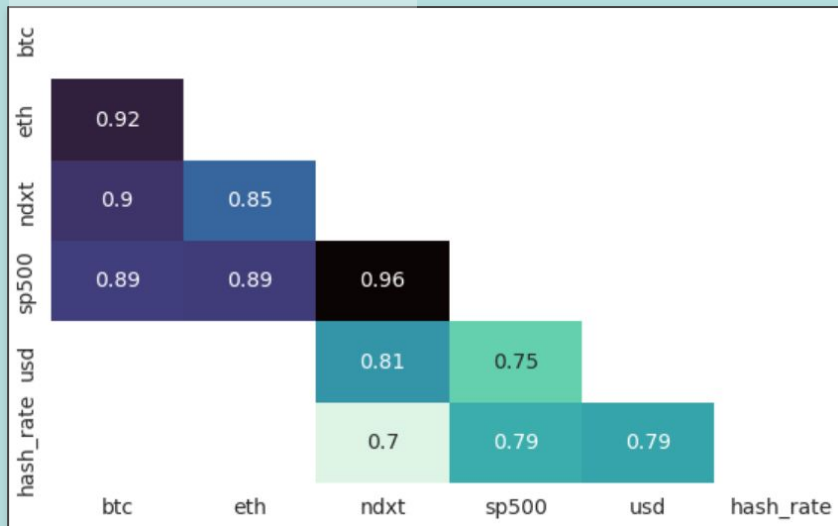
## Correlações da BTC com as covariáveis analisadas

<del>0.6</del>	<del>-0.1</del>	0.9	0.9	0.9	0.7	0.7	<del>0.2</del>
<del>IoT</del>	<del>USD</del>	ETH	NDXT	SP500	USD	Hash rate	<del>Funding Rate</del>

Variáveis de correlação baixa não influenciam a bitcoin (<0.65)

# Selecionamos também variáveis não correlacionadas entre si, evitando multicolinearidade

Matriz de correlações



**SP500** mantém alta correlação com todas as demais variáveis, representando bem cada fator. Por isso, será **a única variável escolhida para o modelo.**

O preço da bitcoin pode também se correlacionar com a **defasagem** das variáveis.



Testes feitos com combinações de defasagens de 0 a 7 e médias móveis de 1 a 7 demonstram que a correlação continua sendo alta.

Correlação máxima

Variável	Mín.	Méd.	Máx.
ETH	0.89	0.91	0.92
NDXT	0.90	0.90	0.90
SP500	0.88	0.88	0.89
USD	0.64	0.65	0.66



# Modelagem

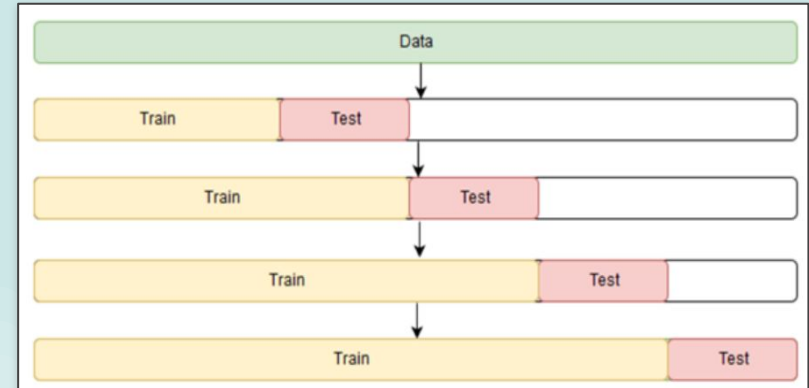


# Especificações da modelagem

- Período de treino: 2017-2022
- Período de previsão: 20/11/22 - 31/12/22
- Granularidade: diária
- Desempenho esperado: 1 a 5 dias a frente
- Modelos testados: ARIMA, MLP, LR, XGB, RF
- Covariáveis
  - Atemporais: SP500, CBDC, TESLA, PANDEMIA, ETFs,
  - Temporais: MES, ANO, DIA DA SEMANA
- Transformação testada: Box-Cox
- Otimização de hiperparâmetros: Grid Search CV

## Cross Validation para Time Series

- Validação: Time Slice
- Período de validação: últimos 5 meses
- Steps: 1 a 5 - dias a frente

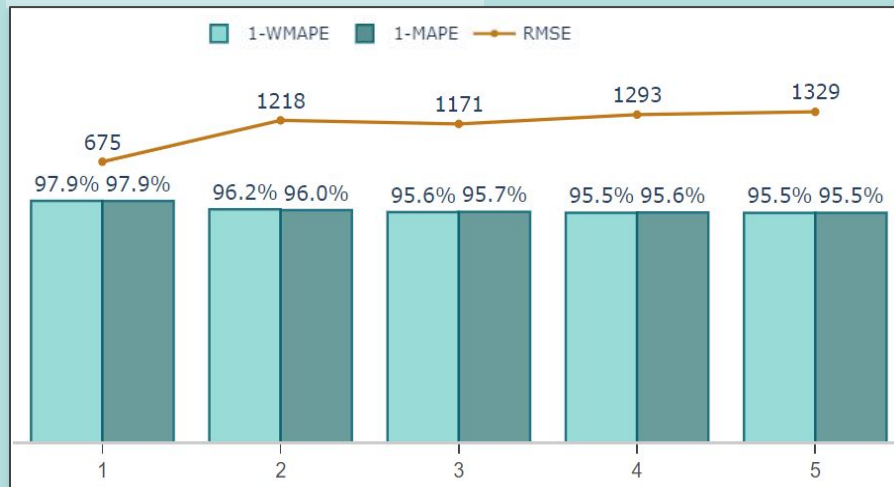




# Resultados de validação do modelo

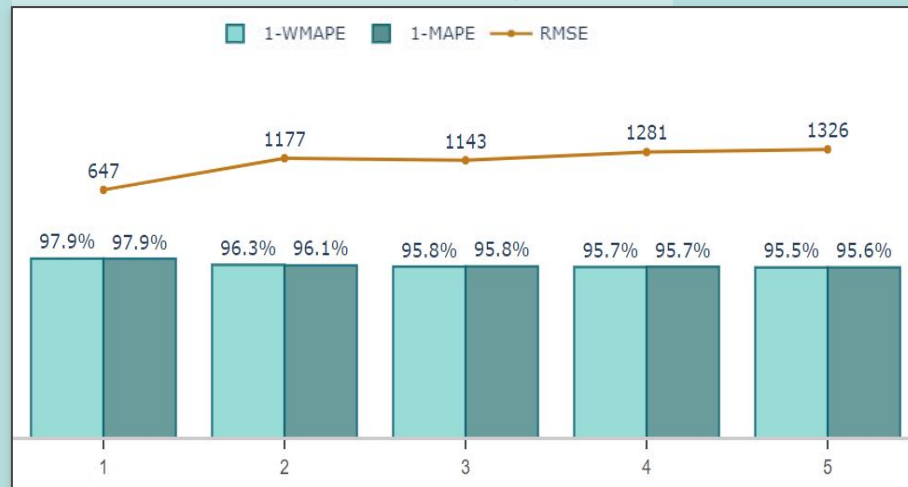
Período: Jan/22 - Mai/22

## Auto Arima com Regressores



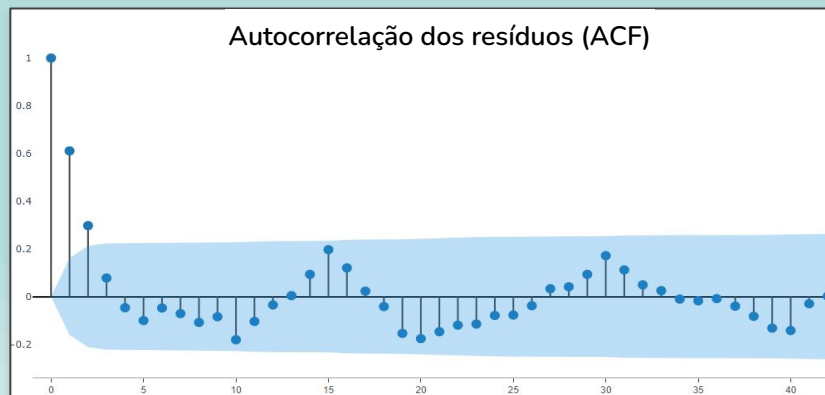
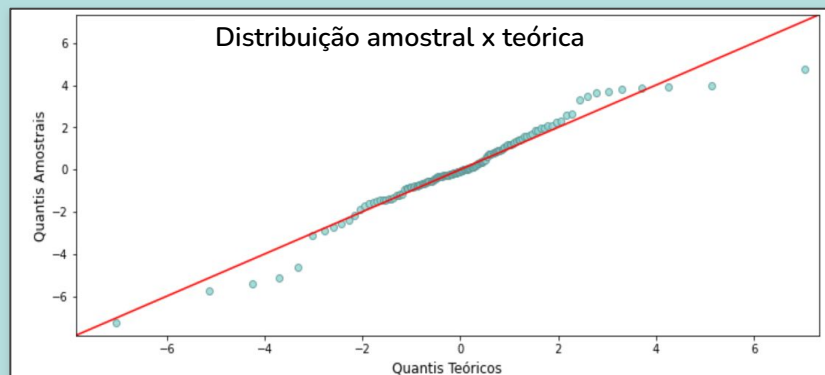
O modelo apresentou **excelente desempenho** para previsão no horizonte proposto.

## Auto Arima com Box-Cox e Regressores



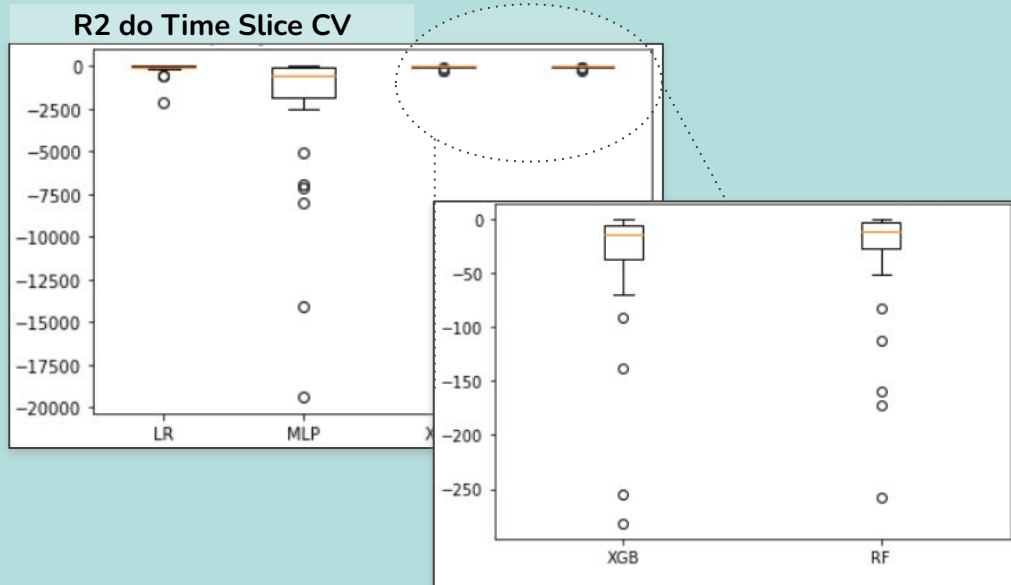
Ja a **transformação de box-cox** não trouxe melhorias **significativas** para a modelagem.

# Para o modelo arima, a análise de resultados deve ser feita com cautela devido à correlação dos resíduos

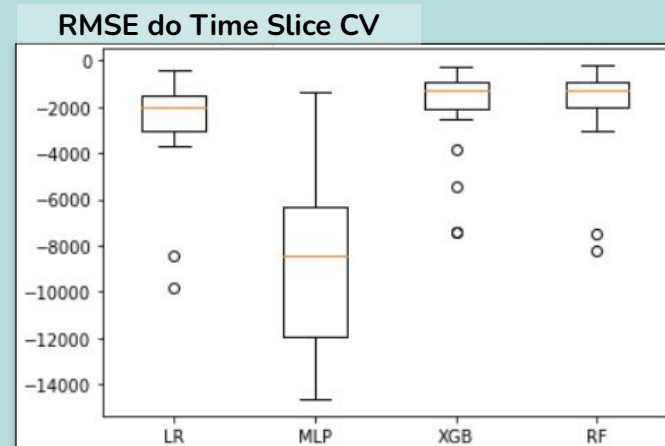


# Desempenho dos modelos de Machine Learning

(sem ajuste de hiperparâmetros)



Os modelos **XGB e Random Forest** apresentaram melhor desempenho de teste.

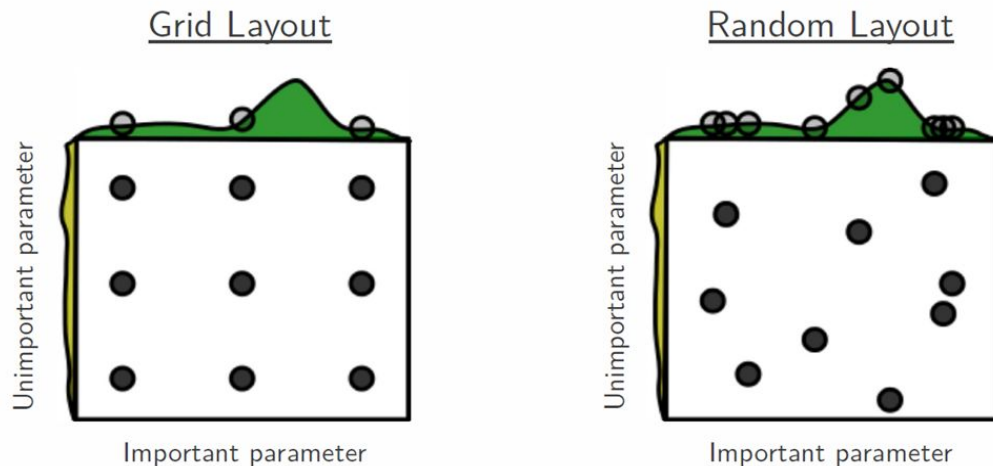


Apesar disso, **observamos métricas negativas** para R2 e RMSE, indicando underfitting.

# Melhor modelo - Random Forest

(com ajuste de hiperparâmetros - Gridsearch)

- `n_estimators`:
  - 10, **20**, 50, 100
- `max_features`:
  - **auto**, sqrt, log2
- `max_depth` :
  - 5, 6, **7**, .., 13, 14
- `Criterion`:
  - **MSE**, RMSE
- `Bootstrap`
  - **True**, False

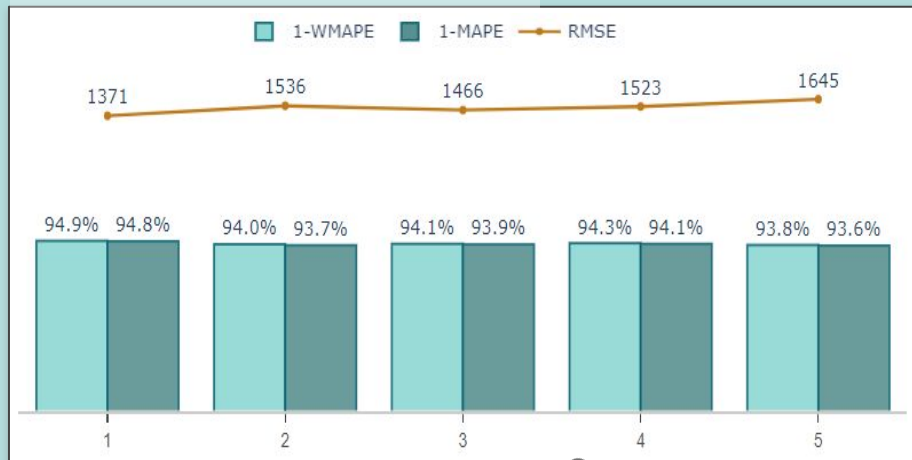


Foi escolhida a otimização via **GridSearch**, que testa todas as combinações de parâmetros, já que o custo computacional não prejudica o trabalho.

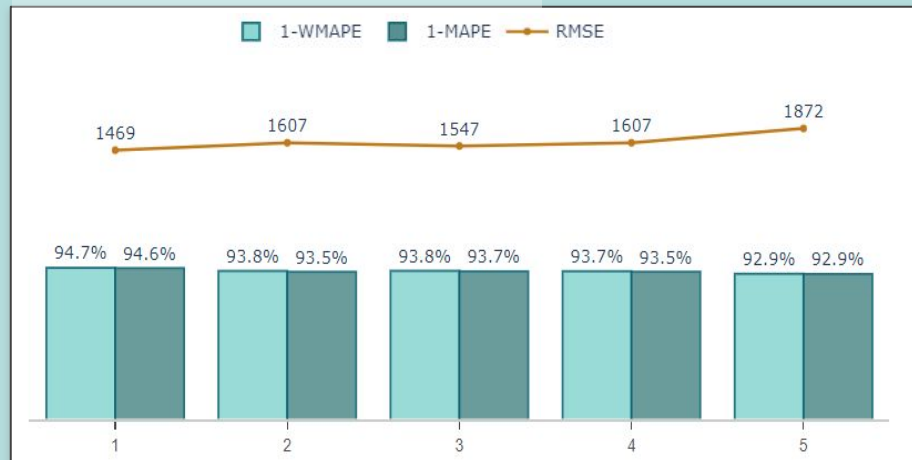
*Em laranja, os parâmetros escolhidos via GridSearch*

# Modelo RF sem padronizar x padronizado

## Random Forest não padronizado

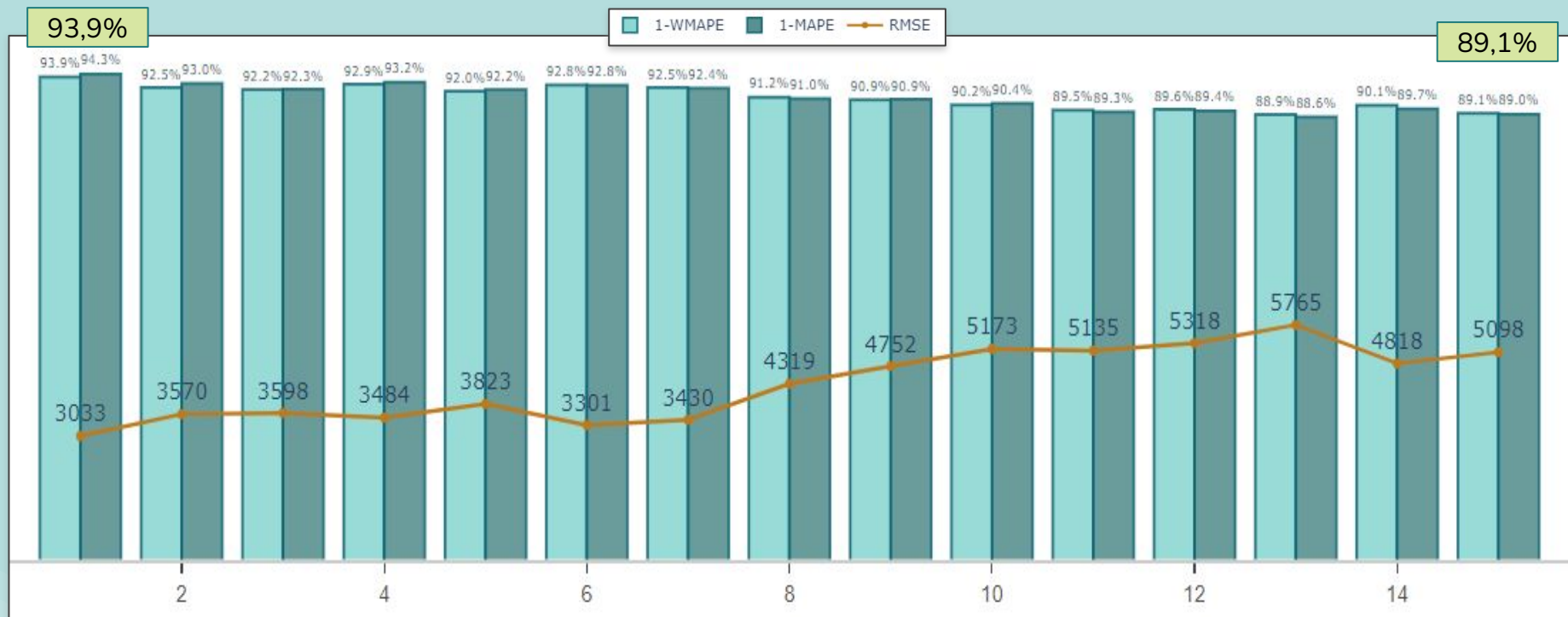


## Random Forest padronizado



O modelo Random Forest não se sai melhor que o ARIMA nos primeiros dias, mas **mantém seu desempenho estável** nos passos a frente.

# Modelo Random Forest no horizonte de 15 dias



# Resultados dos modelos

## Visão gráfica

### Histórico, teste e previsões do preço de bitcoins

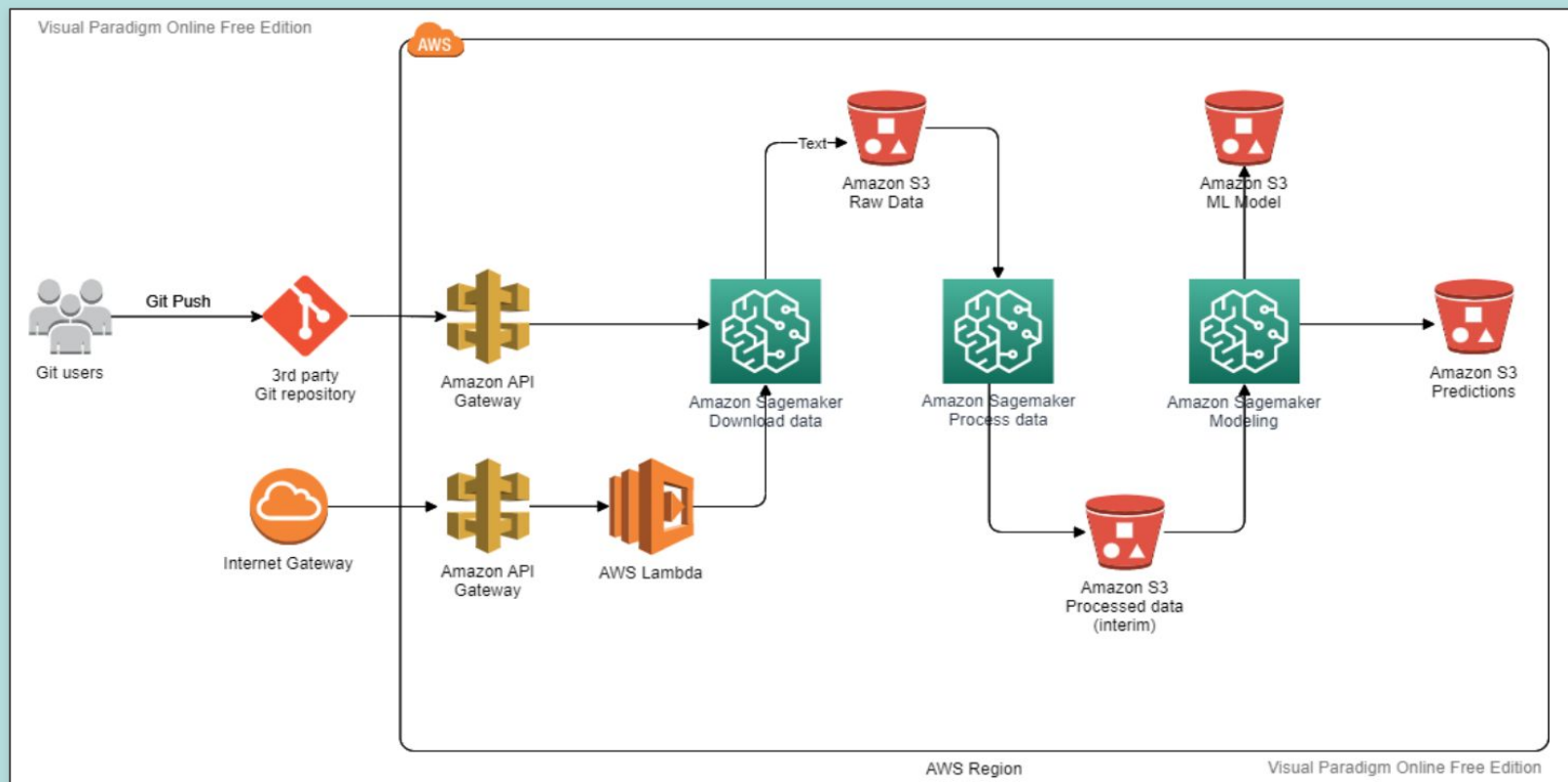




# Setup de ambiente



# Arquitetura da nuvem AWS




# Resultados e Melhorias





# Sugestões de melhoria para o projeto

- Aumento do horizonte de modelagem
  - Ajuste de modelo de acordo com o *step* de previsão
  - Modelagem de Redes Neurais Recorrentes (captura dependência temporal)
  - Uso de outras covariáveis
  - Modelagem do “retorno diário” ao invés do preço absoluto da Bitcoin
- 

# Obrigado!

Gabrielly Baratela (CP3016331)

