

Equipe SenticCrypto



Previsibilidade do Prêmio pelo Risco de Criptomoedas com Indicadores Técnicos: Uma Abordagem em Níveis de Sentimento de Mercado.

Guilherme Freitas (ESTAT) | Gustavo Yamachi (ADM) | Matias Lima (ECO)





Agenda

1 Overview

2 Fundamentação Teórica

3 Metodologia

4 Resultados

5 Conclusões

1. Overview

Objetivo:

- Avaliar a previsibilidade do prêmio pelo risco de criptomoedas utilizando indicadores técnicos e relacionar essa previsibilidade com os níveis de sentimento de mercado.

Questões de pesquisa:

- Indicadores técnicos têm capacidade de prever o prêmio pelo risco de criptomoedas?
- O sentimento de mercado influencia na previsibilidade do prêmio de risco?
- Índices de sentimento mais robustos capturam melhor essa potencial relação preditiva?

Metodologia:

- Dados do Bitcoin e construção de regressões bi-variadas da literatura de equity risk premium;
- Indicadores técnicos de médias móveis, momentum e volume como regressores;
- Construção de índice de sentimento com PCA e raspagem de dados (web scraping);
- Desmembramento da capacidade preditiva de acordo com níveis de sentimento.

Inovação:

- Mensuração da previsibilidade do prêmio pelo risco em criptos com indicadores técnicos;
- Criação de um novo índice de sentimento para criptomoedas - SenticCrypto;
- Qualificação da qualidade das previsões para distintos níveis de sentimento.

2. Fundamentação teórica

O Prêmio pelo Risco de um ativo é o seu retorno esperado ajustado ao risco (em excesso à taxa livre de risco). Previsão mais acurada do prêmio pelo risco é importante para:

- Precificação de ativos/derivativos;
- Alocações mais eficientes de portfólios;
- Avaliação de performance da gestão em mercados financeiros.

A literatura apresenta modelos de regressão com Indicadores técnicos e variáveis fundamentais (WELCH & GOYAL, 2008) para previsão do prêmio pelo risco.



Previsão do Prêmio de Risco de criptomoedas:

- literatura não considera a abordagem clássica;
- não há indicadores fundamentalistas (quais os fundamentos econômicos das criptos?);

Espera-se que os indicadores técnicos possuam um papel relevante em sua previsibilidade.



Indicadores técnicos, por sua vez, são considerados adequados para prever o prêmio pelo risco dado que:



Existe uma assimetria temporal no acesso à novas informações pelos investidores.



As informações são processadas e decisões são tomadas em tempos diferentes. Investidores são heterogêneos.



Os mercados enfrentam momentos de under e overreaction.



O sentimento dos investidores pode desviar os preços dos ativos de seu valor fundamental.

2. Fundamentação teórica

Hipótese de Pesquisa: se o sentimento dos investidores provoca ineficiências nos preços (desvios do valor fundamental), as condições do mercado (nível de sentimento) podem alterar a qualidade preditiva dos prêmio pelo risco utilizando indicadores técnicos, que mensuram transmissão do efeito sentimento nos preços dos ativos.

Bali et al. (2017) observaram que investidores com diferentes atitudes perante a incerteza agem distintamente no mercado. Aqueles menos avessos permanecem ativos, enquanto os mais avessos tendem a se retrair

Cujean e Hasler (2017) apontam que a previsibilidade do mercado em tempos de incerteza é afetada pela discordância entre investidores. Quando a incerteza cresce, as opiniões se polarizam, impactando a eficácia de estratégias baseadas em perseguição de tendências, como o uso de indicadores técnicos.

No estudo de Fernandez et al. (2023), verificou-se que indicadores técnicos possuem maior poder preditivo em períodos de menor incerteza.

Com base nessa literatura, surge uma questão crucial: **a previsibilidade do Prêmio de Risco é influenciada pelo nível sentimento do mercado?** Se sim, qual o impacto do monitoramento do nível de sentimento do mercado para a tomada de decisões de investimento em criptomoedas?



Representação do Crypto Fear & Greed Index



Série Histórica do Crypto Fear & Greed Index

3. Dados e Metodologia

Equipe SenticCrypto

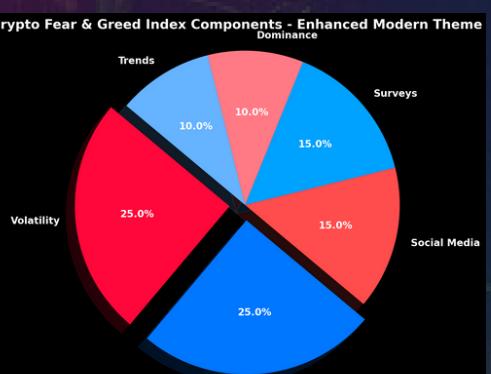


Dados: extração da série histórica das cotações semanais do Bitcoin, por meio da API do [Yahoo Finance](#) no período de 02/02/2018 a 30/06/2023. Embora a literatura utilize dados mensais, utilizamos dados semanais para não negligenciar a considerável variabilidade ao longo dos meses.

Conforme apontado por Cujean e Hassler (2017), o conceito de 'previsibilidade' emerge de opiniões divergentes sobre os fundamentos do mercado. Esta previsibilidade tende a ser mais acentuada durante períodos desfavoráveis do mercado. Portanto, para tentar identificar esses períodos mais críticos no mercado, utilizamos o '[Crypto Fear & Greed Index](#)'. Índice que tenta medir o sentimento por meio de 6 proxies: Volatility, Surveys, Volume, Social Media, Dominance e Trends.



Para delinear claramente os períodos de baixo e alto sentimento no mercado, adotamos uma abordagem de categorização do indicador em intervalos distintos. Esses intervalos são: '[Greed](#)', '[Neutral](#)' e '[Fear](#)'. Cada categoria representa diferentes níveis de sentimento no mercado. Com isso, as regressões preditivas foram estimadas e o R^2 desmembrado para períodos distintos de sentimento (disentangled R^2)



São consideradas regressões bi-variadas, com indicadores técnicos como variáveis preditoras. Consideramos quatorze indicadores técnicos conforme delineado por [Neely et al. \(2014\)](#) e [Fernández et al. \(2023\)](#). Esses indicadores são fundamentais em estratégias de seguimento de tendências e incluem elementos como **médias móveis (MA)**, **volume (VOL)** e análise de **momentum (MOM)**. Os indicadores são construídos com base em sinais de compra e venda (buy/sell - BS), onde P é o preço do BTC:

$$MA_{j,t} = \frac{1}{j} \sum_{i=0}^{j-1} P_{t-i}$$

$$OBV_t = \sum_{k=1}^t VOL_k \cdot D_k$$

$$MA_{j,t}^{OBV} = \frac{1}{j} \sum_{i=0}^{j-1} OBV_{t-i}$$

$$BS_{1,t} = \begin{cases} 1 & \text{if } MA_{s,t} \geq MA_{l,t} \\ 0 & \text{if } MA_{s,t} < MA_{l,t} \end{cases}$$

$$BS_{2,t} = \begin{cases} 1 & \text{if } P_t \geq P_{t-m} \\ 0 & \text{if } P_t < P_{t-m} \end{cases}$$

$$BS_{3,t} = \begin{cases} 1 & \text{if } MA_{s,t}^{OBV} \geq MA_{l,t}^{OBV} \\ 0 & \text{if } MA_{s,t}^{OBV} < MA_{l,t}^{OBV} \end{cases}$$

Ao avaliar o **Risk Premium** do Bitcoin, enfrentamos o desafio de estabelecer uma **taxa livre de risco** apropriada para esta criptomoeda devido à sua natureza única. Para contornar essa dificuldade, escolhemos adotar a **taxa de retorno dos títulos** do Tesouro dos Estados Unidos com vencimento de um mês como proxy. As taxas foram extraídas do site do FED. O prêmio pelo risco é:

$$Rp = E(r) - Rf$$

Regressões bi-variadas e R^2 disentangled (IN-SAMPLE):

$$r_t = \gamma_t + \lambda_t x_{t-1} + \epsilon_t \quad \text{Sendo } x_t \text{ o sinal (BS) dos ind. técnicos.}$$

$$R^2_c = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T \epsilon_t^2 I_t^c}{\sum_{t=1}^T I_t^c (r_t - \bar{r}_t)^2} \quad C = \text{Fear,Neutral,Greed} \quad \epsilon_t \text{ é o erro de estimativa}$$

Regressões bi-variadas e R^2 disentangled (OUT-OF-SAMPLE):

$$\hat{r}_{i,t} = \gamma_t + \lambda_t \hat{x}_{i,t-1} \quad \bar{r}_t^{HA} = \frac{1}{t} \sum_{j=1}^t r_j$$

$$R^2_{OS}(c) = 1 - \frac{\sum (r_t - \hat{r}_t)^2 I_t^c}{\sum (r_t - \bar{r}_t^{HA})^2 I_t^c} \quad C = \text{Fear,Neutral,Greed}$$

3. Dados e Metodologia

Equipe SenticCrypto



Com o objetivo de **aprimorar a qualidade na mensuração do sentimento do mercado**, visamos desenvolver um **indicador mais preciso**. Propomos a criação de um novo estimador que refinaria a quantificação das nuances sentimentais. Isso seria alcançado **pela incorporação de informações relevantes**, como as notícias, permitindo uma análise mais abrangente e precisa das tendências do mercado.

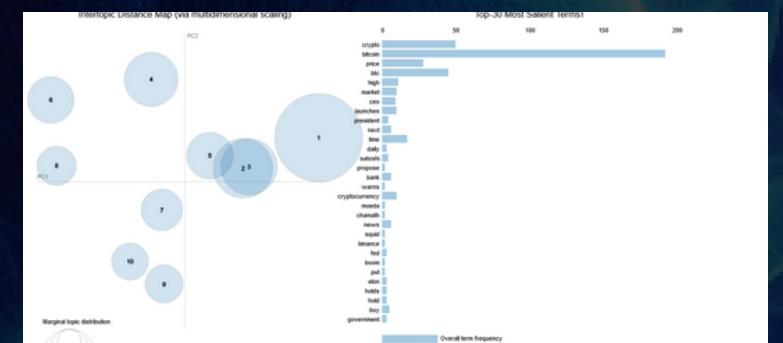


A construção do corpus foi realizada por meio de um algoritmo de **web scraping** que interage com o navegador do Google para coletar as **notícias** mais relevantes de uma determinada palavra-chave em um intervalo de tempo específico. Milhares de notícias foram coletadas. Intervalo: 02/02/2018 a 30/06/2023.

Após a captação das informações, procedemos com o processamento e a **limpeza dos dados**, removendo quaisquer inconsistências ou ruídos presentes. Em seguida, **iniciamos uma série de análises qualitativas** com o objetivo de avaliar a qualidade do nosso corpus.



Uma das abordagens que utilizamos para explorar os dados foi o **Topic Modeling** que é uma técnica de **clusterização** que utiliza **embeddings** para explorar e **identificar tópicos** em grandes volumes de texto. Sendo eficaz para extraír temas recorrentes e analisar padrões em dados textuais.



Hugging Face

Após a fase de coleta e pré-processamento dos dados, efetuamos a aplicação do **modelo de linguagem denominado finBERT**. Este modelo, baseado no BERT, foi estruturado especificamente para a tarefa de **análise de sentimentos em contextos financeiros**. A sua incorporação no nosso projeto foi concretizada por meio da integração da API da plataforma **Hugging Face**, que oferece suporte para trabalhar com modelos de Processamento de Linguagem Natural, permitindo que nossas operações de análise de sentimento fossem executadas e o **sentiment score** fosse extraído.

Após calcular os escores de sentimento, conduzimos uma **Análise de Componentes Principais (PCA)** entre esses **escores** e o **Fear and Greed Index**. A PCA é uma técnica que pode ajudar a melhorar índices, por meio da redução da redundância e do ruído nos dados, **identificando padrões ocultos**, simplificando a visualização e melhorando a precisão. Ela alcança isso ao **reduzir a dimensionalidade dos dados** e destacar as variáveis mais significativas, tornando o índice mais informativo e útil para análises. Com base na fusão, via PCA, do Fear and Greed Index com os escores gerados, criou-se o indicador proposto neste trabalho: o SenticCrypto. As análises também serão conduzidas utilizando esse novo indicador.



4. Resultados - In Sample com Fear & Greed Index

Equipe SenticCrypto



Tabela 1

Estimativas da regressão, in-sample

| Ind. Técnico | λ | t | R ² (%) |
|--------------|-----------|--------|--------------------|
| MA(1,9) | 0,019 | 1,629* | 0,953 |
| MA(1,12) | 0,020 | 1,705* | 1,042 |
| MA(2,9) | 0,012 | 1,038 | 0,389 |
| MA(2,12) | 0,015 | 1,277 | 0,587 |
| MA(3,9) | 0,017 | 1,477* | 0,784 |
| MA(3,12) | 0,011 | 0,996 | 0,358 |
| MOM(9) | 0,022 | 1,894* | 1,283 |
| MOM(12) | 0,016 | 1,409 | 0,714 |
| VOL(1,9) | 0,020 | 1,746* | 1,093 |
| VOL(1,12) | 0,013 | 1,159 | 0,484 |
| VOL(2,9) | 0,007 | 0,633 | 0,145 |
| VOL(2,12) | 0,004 | 0,312 | 0,035 |
| VOL(3,9) | 0,005 | 0,424 | 0,065 |
| VOL(3,12) | 0,008 | 0,715 | 0,185 |

Nota: A significância é denotada por * a 10%, ** 5% e *** 1%, usando o método bootstrap.

A análise in-sample avalia se existe capacidade explicativa dos indicadores técnicos para o prêmio pelo risco.

A **Tabela 1** mostra uma **maioria de R² expressivos**, indicando que há poder de previsão dos indicadores técnicos sobre o prêmio pelo risco do mercado de criptomoedas - valores são maiores que 0,5%, benchmark da literatura.

Em condições distintas de sentimento, Fear, Neutral e Greed, os indicadores técnicos têm maior capacidade preditiva em momentos de **Greed Market**, conforme **Tabela 2 e Gráfico 1**, que apresentam o R² desmembrado. Em períodos de **Fear Market**, a performance dos indicadores técnicos é deteriorada.

Gráfico 1

R² (%) da regressão, in-sample disentangled

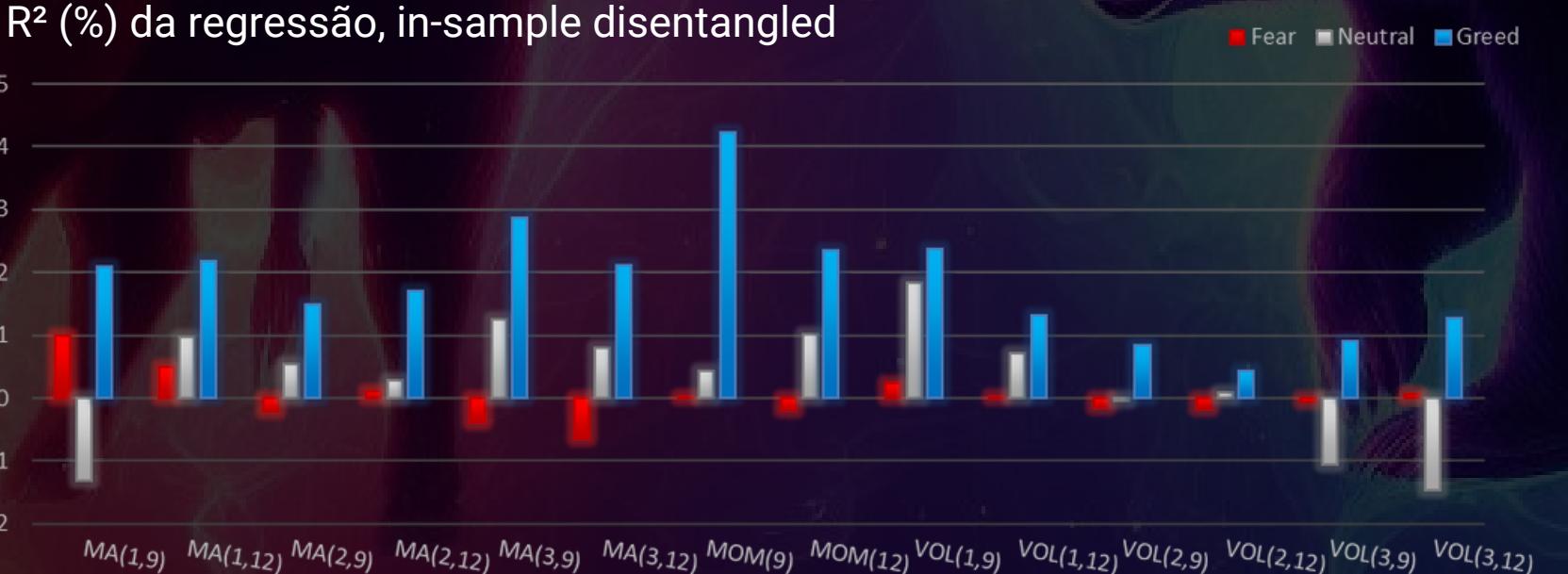


Tabela 2

R² (%) da regressão, in-sample disentangled

| Ind. Técnico | Fear | Neutral | Greed |
|--------------|--------|---------|-------|
| MA(1,9) | 0,980 | -1,317 | 2,086 |
| MA(1,12) | 0,488 | 0,967 | 2,170 |
| MA(2,9) | -0,208 | 0,528 | 1,487 |
| MA(2,12) | 0,100 | 0,272 | 1,708 |
| MA(3,9) | -0,399 | 1,253 | 2,861 |
| MA(3,12) | -0,653 | 0,786 | 2,120 |
| MOM(9) | 0,014 | 0,428 | 4,223 |
| MOM(12) | -0,193 | 1,005 | 2,343 |
| VOL(1,9) | 0,237 | 1,841 | 2,380 |
| VOL(1,12) | 0,001 | 0,706 | 1,317 |
| VOL(2,9) | -0,155 | -0,052 | 0,836 |
| VOL(2,12) | -0,172 | 0,075 | 0,422 |
| VOL(3,9) | -0,063 | -1,055 | 0,903 |
| VOL(3,12) | 0,074 | -1,473 | 1,271 |

Nota: Postulado por **Neely et al. (2014)**, assumimos que R² maior do que 0,5% representa um grau expressivo de previsão sobre o prêmio pelo risco.

4. Resultados - In Sample com SenticCrypto Index

Equipe SenticCrypto



Logo do Index SenticCrypto

Utilizando o índice SenticCrypto desenvolvido, vemos um alinhamento com os resultados anteriores, porém, com R^2 maiores, como mostra a **Tabela 3**, representando um poder preditivo maior dos indicadores técnicos nos níveis de sentimento de mercado avaliados.

O **Gráfico 2** destaca o **melhor desempenho** dos indicadores técnicos nos níveis de sentimento **Greed** e **Neutral**, confirmando a capacidade preditiva nesses momentos, sendo mais relevante na categorização dos níveis de sentimento decorrentes do SenticCrypto Index, proposto neste trabalho.

Gráfico 2

R^2 (%) da regressão, in-sample com SenticCrypto disentangled

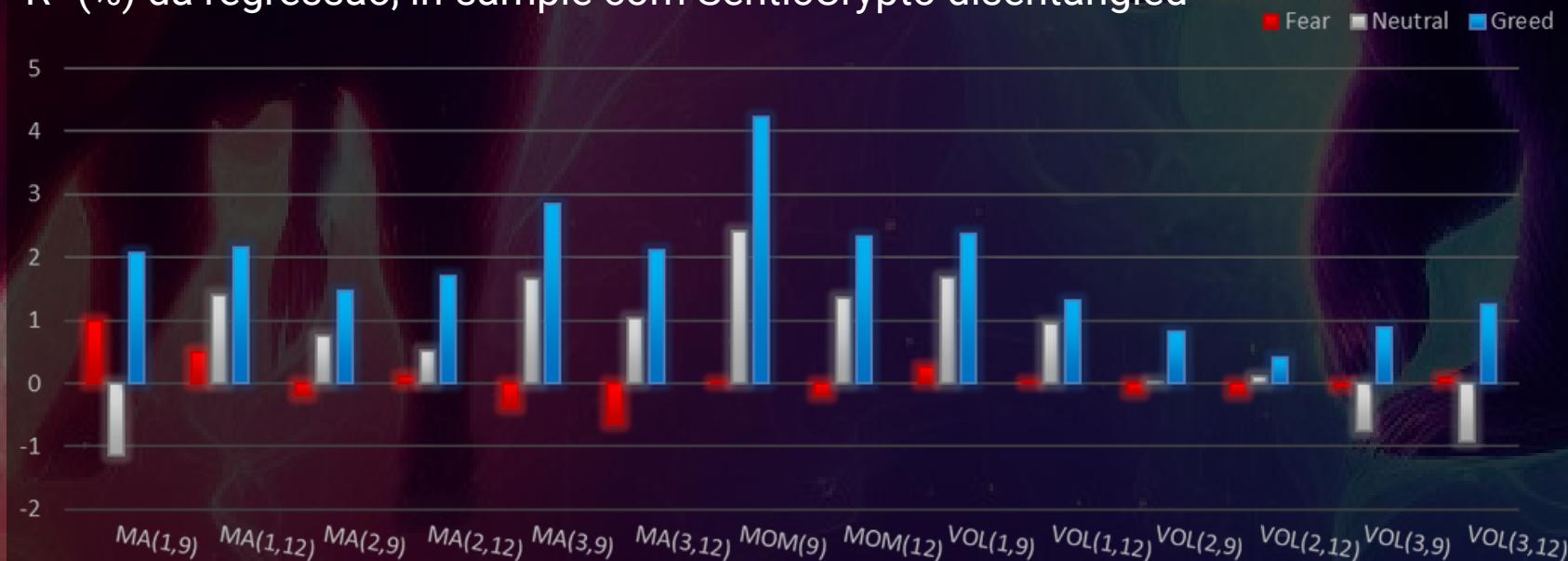


Tabela 3

R^2 (%) da regressão, in-sample com SenticCrypto disentangled

| Ind. Técnico | Fear | Neutral | Greed |
|--------------|--------|---------|-------|
| MA(1,9) | 0,998 | -1,153 | 2,074 |
| MA(1,12) | 0,499 | 1,410 | 2,158 |
| MA(2,9) | -0,206 | 0,750 | 1,475 |
| MA(2,12) | 0,106 | 0,520 | 1,696 |
| MA(3,9) | -0,398 | 1,651 | 2,851 |
| MA(3,12) | -0,655 | 1,026 | 2,108 |
| MOM(9) | 0,021 | 2,407 | 4,219 |
| MOM(12) | -0,190 | 1,353 | 2,332 |
| VOL(1,9) | 0,248 | 1,677 | 2,368 |
| VOL(1,12) | 0,006 | 0,940 | 1,304 |
| VOL(2,9) | -0,153 | 0,020 | 0,824 |
| VOL(2,12) | -0,170 | 0,114 | 0,411 |
| VOL(3,9) | -0,061 | -0,752 | 0,889 |
| VOL(3,12) | 0,077 | -0,936 | 1,259 |

4. Resultados - Out of Sample com SenticCrypto

Equipe SenticCrypto



Os resultados out-of-sample avaliam a qualidade das previsões realizadas com base nos indicadores técnicos como preditores.

A **Tabela 4** apresenta os R^2 , total e desmembrado para os níveis de sentimento, categorizados de acordo com o índice SenticCrypto, que performou melhor na análise in-sample - os resultados usando o Fear & Greed Index são qualitativamente similares.

Valores positivos (em destaque) dos R^2 indicam que os **indicadores técnicos têm melhor desempenho preditivo do que o benchmark** (média histórica) para a previsão do prêmio pelo risco.

Quando o sentimento é classificado com o índice SenticCrypto, os indicadores técnicos mostraram maior poder preditivo em **períodos de neutralidade** do sentimento de mercado. E, quando performam bem em momentos de Fear e Greed, as melhores previsões são associadas aos períodos de **Greedy Market**.

Tabela 4
 R^2 (%) out-of-sample, com SenticCrypto

| Ind. Técnico | Fear | Neutral | Greed | Total |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MA(1,9) | -0,901 | -0,275 | 0,424 | 0,105 |
| MA(1,12) | 0,036 | -2,105 | -3,177 | -2,191 |
| MA(2,9) | 0,808 | 0,287 | 0,823 | 0,706 |
| MA(2,12) | 1,150 | -0,307 | -0,914 | -0,295 |
| MA(3,9) | 2,246 | 0,483 | -1,630 | -0,094 |
| MA(3,12) | 1,255 | 3,980 | 1,432 | 2,518 |
| MOM(9) | -0,992 | 3,167 | -0,072 | 1,293 |
| MOM(12) | 1,875 | 0,389 | -1,774 | -0,290 |
| VOL(1,9) | -1,204 | -2,994 | -3,264 | -2,733 |
| VOL(1,12) | 0,495 | -3,920 | -3,305 | -2,941 |
| VOL(2,9) | -0,112 | -6,846 | -7,244 | -6,131 |
| VOL(2,12) | 0,545 | -2,327 | -0,953 | -1,309 |
| VOL(3,9) | 0,783 | 0,686 | -1,809 | -0,417 |
| VOL(3,12) | 0,525 | 1,126 | -0,502 | 0,373 |

Os indicadores técnicos que superam a média histórica com mais frequência são **MA(2,9)**, **MA(3,12)** e **VOL(3,12)**.

5. Considerações Finais

Equipe SenticCrypto



Conclusões

- Indicadores técnicos apresentam **poder preditivo** para o prêmio pelo risco no mercado de criptomoedas, em alinhamento com **Baker e Wurgler (2006)**;
- Em períodos de Neutral e Greed Markets, **melhores previsões** são obtidas;
- O índice **SenticCrypto** mostrou-se capaz de categorizar adequadamente o nível de sentimento de mercado, dada a **maior capacidade preditiva** dos indicadores técnicos em períodos de Neutral e Greed Markets quando comparada com a utilização do Crypto Fear & Greed Index.

Implicações

Teóricas - **Atesta a previsibilidade do prêmio pelo risco** com o uso de indicadores técnicos, em linha com a literatura (Neely et al., 2014, Fernández et al., 2023), mas para criptomoedas. Valida também a hipótese de que o nível de sentimento de mercado está associado com uma maior/menor previsibilidade do prêmio pelo risco.

Práticas - Mostra que o **monitoramento do sentimento** do mercado de criptomoedas, por meio de índices robustos, é relevante para agentes de mercado que estão interessados em utilizar previsões mais acuradas do prêmio pelo risco em seus processos de tomada de decisão.

Trabalhos futuros

- Desenvolver uma **taxa de retorno livre de riscos** para criptomoedas;
- Avaliar estatisticamente os resultados, a fim de definir quais indicadores técnicos possuem poder preditivo estatisticamente relevante;
- Mensurar os **resultados em termos econômicos**, com a utilização das previsões na composição de carteiras e na gestão de riscos.





Obrigado!



Universidade de São Paulo
University Blockchain Research Initiative



Guilherme Freitas



Matias Lima

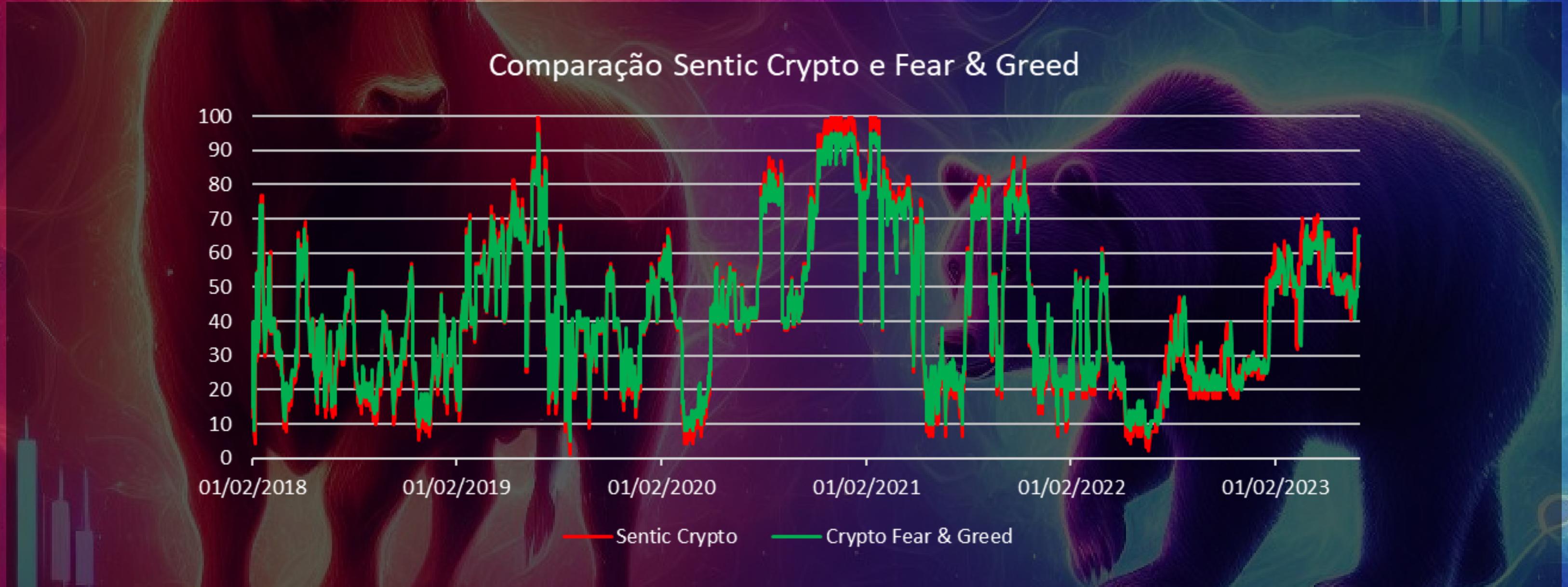


Gustavo Yamachi



Mentoria: Dr Leandro Maciel





Anexos

Equipe SenticCrypto



Guilherme Freitas (ESTAT) | Gustavo Yamachi (ADM) | Matias Lima (ECO)

