

## CRIPTOMOEDAS E UMA APLICAÇÃO PARA MODELOS LINEARES HIPERBÓLICOS

Lucas José Gonçalves Freitas<sup>1</sup>, Marcelo dos Santos Ventura<sup>2</sup>

### Introdução

O Bitcoin (NAKAMOTO, 2008) é um dos meios de pagamento mais inovadores do século XXI e atrai interesse científico recente como em (BARIVIERA et al., 2017), (CAIAN et al., 2016) e (CHEUNG et al., 2015). Dada a flutuação exponencial de moedas virtuais e sua assimetria para preços diários, uma promissora abordagem estatística é dada pelo ajuste de modelos com erros hiperbólicos, utilizados fundamentalmente em aplicações da área econômica (CHAN et al., 2017). O pacote GeneralizedHyperbolic (SCOTT, 2015) da linguagem R (R Core Team, 2017) possui funções dedicadas ao ajuste de modelos hiperbólicos com estimação de parâmetros por métodos como máxima verossimilhança e método dos momentos. A seção que segue apresenta os objetivos específicos do trabalho e as demais, em sequência, são dedicadas aos Materiais e Métodos, Resultados, Conclusões e Referências.

### Objetivos

O presente trabalho apresenta uma aplicação de modelos hiperbólicos a dados diários das cinco criptomoedas de maior capitalização - Bitcoin, Ethereum, Litecoin, Cardano e Ripple, buscando complementar os estudos supracitados na área de criptomoedas. Além disso, a comparação entre moedas é baseada exclusivamente no comportamento de parâmetros em modelos hiperbólicos com a explicação do preço final diário de cada criptomoeda. A coleção de 5 modelos permite a comparação entre os coeficientes de regressão de cada criptomoeda, de forma que os operadores e investidores podem montar estratégias combinadas de trading ou até mesmo adotar uma única moeda para determinada carteira, estimadas as covariáveis utilizadas.

### Material e Método

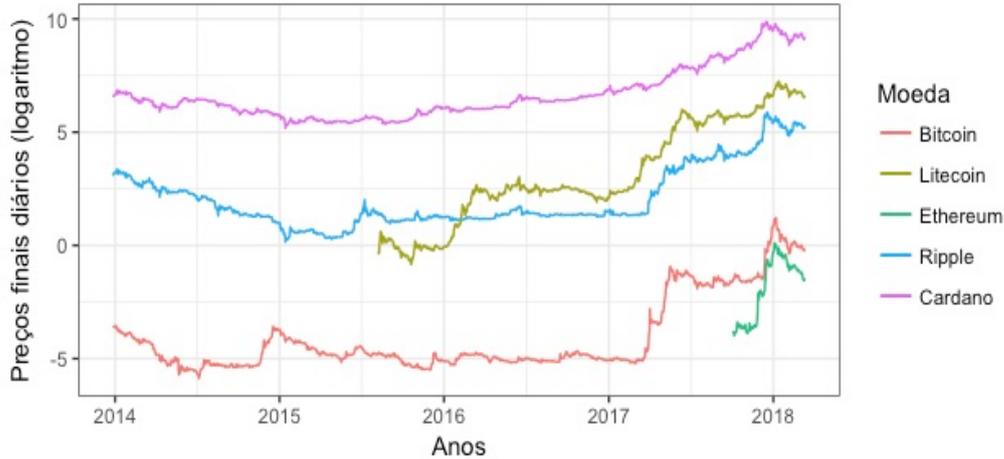
A raspagem de dados do site coinmarketcap.com foi feita pelo pacote rvest (WICKHAM, 2016). Bitcoin, Litecoin, e Ripple possuem intervalo entre os dias 27/12/2013 e 13/03/2018. Moedas mais recentes como Ethereum e Cardano possuem observações de

---

<sup>1</sup> Instituto Politécnico (IPRJ/UERJ), matlucas13@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Universidade Federal de Goiás (UFG), marcelos.ventura@gmail.com

08/08/2015 e 03/10/2017, respectivamente, até o dia 13/03/2018. A figura 1 apresenta o preço final (diário), para cada moeda:



As variáveis explicativas analisadas foram: preço máximo, preço mínimo, volume, e capitalização de mercado diários de cada moeda. Os modelos consideram erros aleatórios com distribuição hiperbólica, de densidade:  $GH(x; \lambda, \alpha, \beta, \delta, \mu) = a(\lambda, \alpha, \beta, \delta, \mu)(\delta^2 + (x - \mu)^2)^{\left(\frac{\lambda-1}{2}-\frac{1}{4}\right)} \times K_{\lambda-\frac{1}{2}}\left(a\sqrt{\delta^2 + (x - \mu)^2}\right) e^{(\beta(x-\mu))}$ , onde:  $a(\lambda, \alpha, \beta, \delta, \mu) = \frac{2^{-\frac{1}{2}}\alpha^{(\lambda-\frac{1}{2})}(\alpha^2-\beta^2)^{\frac{\lambda}{2}}}{\delta^\lambda \kappa_\lambda(\delta\sqrt{\alpha^2-\beta^2})}$  e  $K_\lambda$  é a função  $(\lambda)$ -modificada de Bessel do 3º tipo. Assim, o modelo proposto assume a forma a seguir:  $Y_{ij} = \alpha_j + \sum_{k=1}^4 \beta_{ij}^k X_{ij}^k + e_{ij}$ , com  $i$  = Dia de coleta,  $j$  = criptomoeda e  $k$  = Índice que representa as covariáveis utilizadas ( $X^1$  = preço máximo,  $X^2$  = preço mínimo,  $X^3$  = volume e  $X^4$  = capitalização de mercado),  $Y_{ij}$  = preço final para a criptomoeda  $j$  no dia  $i$  e  $e_{ij} \sim GH(\lambda, \alpha, \beta, \delta, \mu)$ .

## Resultados e Discussão

Nos resultados os parâmetros da distribuição hiperbólica foram escolhidos com o método de Barndorff-Nielsen enquanto a estimação dos coeficientes de regressão usou o método numérico Nelder-Mead. A tabela 2 apresenta as estimativas dos coeficientes para cada criptomoeda. Considerando os valores dos coeficientes, é notável que o preço máximo tem maior influência no preço final de Bitcoin e Ethereum. Por sua vez, o preço final diário é mais influenciado pelo preço mínimo para a moeda Ripple. Além disso, volume e capitalização de mercado são negativos para a moeda Ethereum, ou seja, quando estas quantidades aumentam, o preço final desta moeda, em média, diminui. As moedas Cardano e Ripple possuem coeficientes significativos apenas para as medidas preço máximo e preço mínimo.

**Tabela 1** – Estimativas dos coeficientes para cada moeda.

| Moeda    | Coeficientes (Pr(> t )) |                |                |                                 |                                  |
|----------|-------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|
|          | Intercepto              | $\beta^1$      | $\beta^2$      | $\beta^3$                       | $\beta^4$                        |
| Bitcoin  | -24.4783(<0.001)        | 0.8863(<0.001) | 0,5632(<0.001) | -9,22.10 <sup>-9</sup> (<0.001) | 2,69.10 <sup>-8</sup> (<0.001)   |
| Litecoin | 0,1383(<0.003)          | 0.6020(<0.001) | 0.4516(<0.001) | 1,01.10 <sup>-8</sup> (<0.001)  | -1,31.10 <sup>-9</sup> (<0.001)  |
| Ethereum | 0.3498(<0.500)          | 0.9565(<0.001) | 0.4591(<0.001) | -4,10.10 <sup>-8</sup> (<0.001) | -4,41.10 <sup>-8</sup> (<0.001)  |
| Cardano  | 0.0004(<0.900)          | 0.7867(<0.001) | 0.4741(<0.001) | 2,74.10 <sup>-11</sup> (<0.540) | -1,09.10 <sup>-10</sup> (<0.001) |
| Ripple   | -0.0003(<0.660)         | 0.6225(<0.001) | 0.6395(<0.001) | 1,41.10 <sup>-10</sup> (<0.001) | -7,22.10 <sup>-11</sup> (<0.001) |

Fonte: Autores, 2018

### Conclusão

Pode-se observar que a comparação entre modelos é uma boa ferramenta de hedge. Em tempos de preços mínimo e máximo em ascensão, o investidor de Cardano e Ripple pode, por exemplo, esperar alguma valorização de sua carteira, de acordo com esta específica abordagem via modelos hiperbólicos. Neste caso, o volume e capitalização não parecem ter influência no preço final. Análises desta natureza podem ser feitas diariamente, de modo a ajudar operadores em estratégias combinadas de compra e venda de criptomoedas.

### Referências

BARIVIERA, F., 2017; The inefficiency of Bitcoin revisited: A dynamic approach. *Economics Letters*, v. 161, p. 1-4, 2017.

CHEUNG, A., ROCA, E., & SU J., 2015; Crypto-currency bubbles: an application of the Phillips–Shi–Yu (2013) methodology on Mt. Gox bitcoin prices, *Applied Economics*, 47:23, 2348-2358, DOI: 10.1080/00036846.2015.1005827

CIAIAN, P., Rajcaniova, M., & KANCS, D. A., 2016; The economics of BitCoin price formation. *Applied Economics*, 48(19), 1799-1815.

CHAN, S., CHU, J., Nadarajah, S., & OSTERRIEDER, J. , 2017; A statistical analysis of cryptocurrencies. *Journal of Risk and Financial Management*, 10(2), 12.

NAKAMOTO, S., 2008; Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system.

R Core Team, 2017; R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

SCOTT, D., 2015; GeneralizedHyperbolic: The Generalized Hyperbolic Distribution. *R package version 0.8-1*. <https://CRAN.R-project.org/package=GeneralizedHyperbolic>



**III Seminário Internacional de Estatística com R**  
**R for Science Integration Challenge**  
**Niterói-RJ-Brasil - 22,23 e 24 de maio de 2018**



WICKHAM, H., 2016; rvest: Easily Harvest (Scrape) Web Pages. *R package version*  
0.3.2. <https://CRAN.R-project.org/package=rvest>