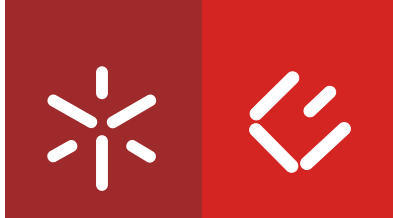


**Universidade do Minho**  
Escola de Economia e Gestão

José Pedro Ferreira Cardoso

**Política Monetária na Era das Criptomoedas  
- uma possível extensão da regra de Taylor**





**Universidade do Minho**  
Escola de Economia e Gestão

José Pedro Ferreira Cardoso

**Política Monetária na Era das Criptomoedas  
- uma possível extensão da regra de Taylor**

Dissertação de Mestrado  
Mestrado em Economia Monetária, Bancária e Financeira

Trabalho efetuado sob orientação do  
**Professor Doutor Luís Conraria**  
e do  
**Professor Doutor Luís Pacheco**

## **DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS**

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

### **Licença concedida aos utilizadores deste trabalho**



### **Atribuição-Não Comercial- Sem Derivações**

#### **CC BY-NC-ND**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

## **Agradecimentos**

As primeiras palavras deste documento são de reconhecimento para com as pessoas que nos ajudaram a concretizá-lo. Araz-me, nas linhas que se seguem, agradecer a amizade, de quem com simpatia, trabalho e orientação, tornou exequível esta dissertação.

Em primeiro lugar, agradecer a orientação que o Professor Doutor Luís Aguiar Conraria me disponibilizou durante a elaboração do presente trabalho, nomeadamente numa situação adversa e nunca vivida por nenhum de nós, enaltecendo a pessoa e profissional que demonstrou ser e que desta forma contribuiu para o meu crescimento pessoal, bem como enquanto futuro profissional na área da Economia.

Em segundo lugar, mas não menos importante, um especial agradecimento ao Professor Doutor Luís Pacheco, que me lecionou Economia Monetária e Mercados Financeiros durante a Licenciatura na Universidade Portucalense Infante D. Henrique, contribuindo primordialmente para o meu interesse nesta área tão desafiante e com tanto para aprender. A sua orientação durante a elaboração da dissertação foi igualmente imprescindível, no qual agradeço profundamente.

Por fim, agradecer à Universidade do Minho, particularmente à Escola de Economia e Gestão, instituição que prepara os alunos de uma forma excepcional, tendo por base cursos e docente de excelente qualidade e competência, juntando serviços de acompanhamento e avaliação espantosos. Resta-me apenas agradecer por estes anos de grande aprendizagem e evolução enquanto ser humano.

*“O verdadeiro preço de todas as coisas, aquilo que elas, na realidade, custam ao homem que deseja adquiri-las é o esforço e a fadiga em que é necessário incorrer para as obter.” in Smith, 1999,*

pp.119

## **DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE**

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho

## RESUMO

### **“Política Monetária na Era das Criptomoedas - uma possível extensão da regra de Taylor”**

Este estudo examina a influência potencial da variação do preço da Bitcoin, moeda digital mais significativa no panorama das criptomoedas, na Política Monetária Federal Americana, no que diz respeito à sua taxa de juro. O estudo baseia-se na regra de Taylor, que defende que o comportamento das taxa de juro nos Estados Unidos poderia ser representado por uma relação entre a inflação, a taxa de juros de equilíbrio, mais a soma ponderada entre dois desvios: a diferença entre a inflação e a meta da inflação e o desvio percentual do PIB em relação ao PIB potencial.

Nesta dissertação, não tendo apenas por base o PIB e a taxa de inflação como variáveis no modelo, irá tentar responder-se a uma questão principal que é: faz sentido acrescentar a bitcoin, moeda de cariz digital, à regra de Taylor? Ou por outras palavras, será que a FED deve ter em consideração a Bitcoin na formulação da sua política monetária? A investigação empírica é baseada em metodologias para quantificar a influência da bitcoin nos FFER (*Federal Funds Exchange Rates*) por meio de um estudo econométrico, tendo por base o modelo OLS. Abrange um conjunto de três ativos representativos da variável dependente FFER, a taxa de inflação e desemprego, como variáveis estudadas por Taylor, e incluindo nesta equação a bitcoin.

A principal motivação do estudo deriva da ideia de que as taxas das *FED Funds* são influenciadas pelo aumento de valor nos cripto ativos, como possível alternativa de pagamento tendo em conta o que atualmente se conhece. Por exemplo, são fornecidas evidências de que há diminuições da taxa de juro da *FED*, aquando a uma dramática corrida ao Bitcoin que ultrapassou seu histórico anterior. Tendo em conta este estudo, e se se verificar uma relação entre estas duas variáveis, depreende-se que a política monetária americana tem em conta não só variáveis macroeconómicas como a inflação ou o desemprego, mas também a flutuação (positiva ou negativa) de um cripto ativo, neste caso a Bitcoin.

Palavras-chave: Bitcoin, *Federal Funds Exchange Rate*, Política Monetária, Regra de Taylor.

## **ABSTRACT**

### **“Monetary Policy in the Age of Cryptocurrencies-a possible extension of the Taylor rule”**

This study This study examines the potential influence of the variation in the price of Bitcoin, the most significant digital currency in the cryptocurrency landscape, on US Federal Monetary Policy, with regard to its interest rate. The study is based on the Taylor rule, which argues that the behaviour of interest rates in the United States could be represented by a relationship between inflation, the equilibrium interest rate, plus the weighted sum between two deviations: the difference between inflation and the inflation target and the percentage deviation of GDP from potential GDP.

This dissertation, not based only on GDP and the inflation rate as variables in the model, will try to answer a main question, which is: does it make sense to add bitcoin, a digital currency, to the Taylor rule? Or in other words, should the FED take bitcoin into consideration when formulating its monetary policy? The empirical research is based on methodologies to quantify the influence of bitcoin on FFERs (Federal Funds Exchange Rates) through an econometric study, based on the OLS model. It covers a set of three assets representative of the dependent variable FFER, the inflation rate and unemployment, as variables studied by Taylor, and including in this equation bitcoin.

The main motivation of the study stems from the idea that FED Funds rates are influenced by the increase in value in crypto assets, as a possible alternative payoff given what is currently known. For example, evidence is provided of FED rate decreases upon a dramatic run on Bitcoin that has surpassed its previous history. Given this study, and if there is a relationship between these two variables, it follows that US monetary policy takes into account not only macroeconomic variables such as inflation or unemployment, but also the fluctuation (positive or negative) of a crypto asset, in this case Bitcoin.

Keywords: Bitcoin, Federal Funds Exchange Rate, Monetary Policy, Taylor Rule.



## Índice

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	4
2.1. CRIPTOMOEDAS.....	4
2.2. BITCOIN.....	6
2.3. A RESERVA FEDERAL E OS SEUS OBJETIVOS.....	7
2.4. FMOC COMO FERRAMENTA DE POLÍTICA MONETÁRIA.....	8
2.5. RESERVA FEDERAL E A REGRA DE TAYLOR.....	9
2.6. CRIPTOMOEDAS E POLÍTICA MONETÁRIA.....	12
3. METODOLOGIA E DADOS.....	16
3.1. MODELO ECONOMÉTRICO.....	16
3.2. DADOS.....	16
4. RESULTADOS.....	21
4.1. TESTE ASSOCIADO À REGRA DE TAYLOR.....	23
4.2. TESTE DE SIGNIFICÂNCIA GLOBAL – F.....	23
4.3. HETEROCEDASTICIDADE.....	24
4.4. AUTOCORRELAÇÃO.....	26
5. CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 : Vantagens das criptomoedas.....	5
Figura 2: Preço da Bitcoin (2010-2022) .....	7
Figura 3: A Regra de Taylor.....	11
Figura 4: Número total de Bitcoins em milhões .....	12
Figura 5: Riscos potenciais associados às moedas virtuais .....	14
Figura 6: Estatística descritiva.....	18
Figura 7: Correlação entre as variáveis.....	19
Figura 8: Regressão FFER.....	21
Figura 9: Regressão FFER s/BITCOIN .....	23
Figura 10: Teste de significância global.....	24
Figura 11: Teste VIF .....	24
Figura 12: Teste de Breusch-Pagan.....	25
Figura 13: Teste de White .....	26
Figura 14: Correção robusta de White.....	26
Figura 15: Teste de Durbin-Watson .....	27
Figura 16: Estatística de Durbin-Watson .....	27
Figura 17: Estimação de Cochrane-Orcutt .....	28

## **LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS**

BCE/ ECB- Banco Central Europeu/ *European Central Bank*

CEO- *Chief Executive Officer*

EUR- Euro

FED- *Federal Reserve Board*

FFER- *Federal Funds Exchange Rate*

FOMC- *Federal Open Market Committee*

IPC- Índice de Preços no Consumidor

NAIRU- *Non-accelerating inflation rate of unemployment*

OLS- *Ordinary Least Squares regression*

PIB- Produto Interno Bruto

VIF- *Variance inflation factor*

UE- União Europeia

USD- Dólares Americanos

## 1. INTRODUÇÃO

O termo crise tem sido usado com bastante regularidade, ao longo dos tempos, a nível mundial, e acaba por ser a motivação e a causa sobre a qual alguns acontecimentos se desencadeiam. A perturbação financeira que começou no verão de 2007 transformou-se numa grave crise económica e financeira. (Martin & Milas, 2013) Esta crise tornou claro que, por vezes, a estabilidade monetária não garante uma total estabilidade financeira e que a liberalização e inovação financeira assumem um protagonismo cada vez mais evidente numa nova dinâmica económica.

Simultaneamente, a crise financeira também reacendeu o debate sobre o papel dos bancos centrais em resposta a preocupações de estabilidade financeira, nomeadamente em relação à interação com a política monetária, tanto em situações “normais” como em períodos de crise. (Board of Governors’ Publications Committee, 2022)

Efetivamente, a crise financeira global e os resgates de grandes instituições financeiras renovaram o ceticismo em alguns setores acerca do monopólio dos bancos centrais sobre a emissão de moeda. Esse ceticismo alimentou a criação de Bitcoin e outras criptomoedas, que desafiaram o paradigma das moedas apoiadas pelo estado e o papel dominante dos bancos centrais e instituições convencionais no sistema financeiro (He, 2016)

A possibilidade de gerir a emissão de dinheiro eletrónico criou uma ameaça real, já que as medidas tradicionais dos bancos centrais poderiam perder a sua eficácia (Goodhart, 2000)

Todas as criptomoedas atuais são controladas por entidades privadas, de modo que a questão do impacto no sistema monetário torna-se muito importante. Decisões autónomas destas mesmas entidades sobre a oferta de moeda poderiam diminuir a capacidade dos bancos centrais de implementar a sua política de forma eficaz. Por outras palavras, esta forma de moeda digital poderá mesmo comprometer a função primária do banco central - controlar a inflação e a atividade económica - ou, de qualquer forma, limitar as suas ferramentas operacionais.

Curiosamente, o conceito Bitcoin surgiu após a crise financeira de 2008, pelo que é estimado que o seu “nascimento” possa ter sido uma resposta direta à crise financeira global. (Harvey, 2015) Na mesma linha, mais recentemente, foram registados aumentos acentuados na sequência de outra crise planetária, quando a Organização Mundial da Saúde declarou a pandemia COVID-19, a 11 de março de 2020. Em ambas as situações, a FED baixou as suas taxas, tanto para enfrentar a crise financeira em 2008, como o surto de coronavírus em 2020.

Neste mesmo contexto, surge a questão que dará título à dissertação de mestrado:

*“Em que forma e dimensão as criptomoedas, tendo por base a Bitcoin, afetam as decisões de política monetária: uma possível extensão da regra de Taylor “.*

Por outras palavras, o tema desta dissertação é, efetivamente, estudar se faz sentido adicionar a variável “Bitcoin” a uma regra de Taylor, e se esta é estatisticamente significativa para o modelo. Torna-se importante, num século extremamente industrializado e com um cariz cada vez mais digital mesmo a nível financeiro, adaptar uma regra que foi criada em 1993. Deste modo, surge a motivação deste estudo, perceber se o cripto ativo mais representativo à data do estudo (junho de 2022) tem efeito na taxa de juro federal americana, e, consequentemente, na formulação da política monetária. Por outras palavras, o objetivo deste estudo é relacionar a capacidade da FED conduzir a política monetária sob a forma de taxas de juro, sob condições do uso generalizado de criptomoedas, bem como prever possíveis futuros desafios resultante deste mesmo fenómeno de cariz digital. Tendo em vista que o processo de regulação monetária é complexo, mesmo sob as condições existentes, a questão reside em saber se a inclusão de criptomoedas no sistema monetário seria uma circunstância atenuante ou agravante para os formuladores de política monetária, ou seja, em que medida a variação da taxa de juro é alterada, se positiva ou negativamente.

De salientar que, visto que este fenómeno digital acaba por influenciar mais o mercado norte americano, ter-se-á por base este mesmo local geográfico, mais especificamente a Reserva Federal Americana e a sua taxa de juro federal.

Em suma, há duas principais questões que terão de ser respondidas no final deste estudo. A primeira será se a Regra de Taylor continua a ser significativa e explicativa das variações da taxa de juro no contexto americano, tendo por base a conjuntura atual e sabendo que é um estudo defendido na década de oitenta do século vinte, que poderá já ter as suas limitações e lacunas. A segunda, e já tendo por base o tema primordial da dissertação, terá de ser se efetivamente faz sentido acrescentar uma moeda de cariz digital, a Bitcoin, a uma equação/regra de Taylor.

A presente dissertação tem a seguinte estrutura: no capítulo seguinte é apresentada uma revisão da literatura relacionada com esta temática, de acordo a obter o máximo de informação possível, nomeadamente histórica, com alguma informação acerca do surgimento das criptomoedas, tendo por base a mais significativa e com maior valor de mercado, a Bitcoin. A política monetária e os seus fundamentos também serão abordados, especificando temas como um aprofundamento da Regra de Taylor, tema base para a dissertação, como também a evolução das taxas de juro americanas e o seu próprio funcionamento, abordando vários autores cujos consequentes resultados vão ao encontro dos propósitos deste trabalho.

Posteriormente, é abordado todo o estudo empírico, sendo apresentado o modelo econométrico que se utilizará para compreensão e resposta à questão em que se baseia o presente trabalho, bem como as variáveis em estudo. De seguida apresentar-se-ão os resultados da estimação e a sua interpretação, terminando com as conclusões.



## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Esta secção do estudo de pesquisa examinará as descobertas dos investigadores sobre criptomoedas, tendo especial ênfase na Bitcoin, bem como aspetos da política monetária (focando a política da FED), bem como uma breve explicação acerca da Regra de Taylor

### 2.1 CRIPTOMOEDAS

O conceito teórico de criptomoeda existe há vários anos, mesmo antes do lançamento da primeira moeda virtual. A ideia surgiu de investigadores que queriam encontrar soluções para várias questões práticas e políticas nos mercados financeiros utilizando a matemática e a informática, tais como alcançar uma maior independência face ao Estado ou a importância de assegurar a privacidade nas transações financeiras (Martucci, 2021)

Em 2009, a bitcoin foi lançada no mercado e a sua adesão foi bastante favorável. Todavia, apenas em 2010 é que começaram a ser realizadas as primeiras trocas públicas e que se estrearam também outras alternativas, como a *litecoin*. Passado dois anos, grandes empresas como a *WordPress*, a *Microsoft* e a *Expedia* começaram a permitir que os pagamentos fossem feitos utilizando Bitcoins, a criptomoeda que veio estabelecer um novo paradigma para a sociedade e que conseguiu, pela primeira vez numa moeda virtual, transmitir confiança e legitimidade nos pagamentos (Martucci, 2021)

Comparando as moedas tradicionais com as criptomoedas, ambas detêm características semelhantes. Uma delas é serem uma unidade de conta, que permite, efetivamente, a comparação de valor entre diferentes bens e serviços. Embora com algumas limitações, ambas servem como um meio de pagamento, já que possuem o mesmo valor em todo o mundo, e poderão não ser cobradas comissões cambiais, a menos que seja para troca de outras moedas. Porém, existem ainda algumas diferenças que as distinguem, como o facto de as criptomoedas terem maior poder de portabilidade, em que para se conseguir aceder a criptomoedas é necessária uma chave de acesso. Embora o número de pessoas e empresas que aceitam a utilização de criptomoedas tenha vindo a aumentar, o acesso a esse tipo de moeda ainda tem algumas limitações, como a grande volatilidade no que diz respeito ao seu valor (não cumprindo por isso a função de reserva de valor) e o facto de não ser controlada por bancos ou por outra qualquer entidade de supervisão (Barros, 2019)

Os principais benefícios, citados por Harvey (2015), incluem os recursos de segurança, facilidade de uso em dispositivos móveis, custos relativamente baixos de produção e transmissão via protocolo em cadeia de blocos, bem como baixos riscos de inflação a longo prazo.

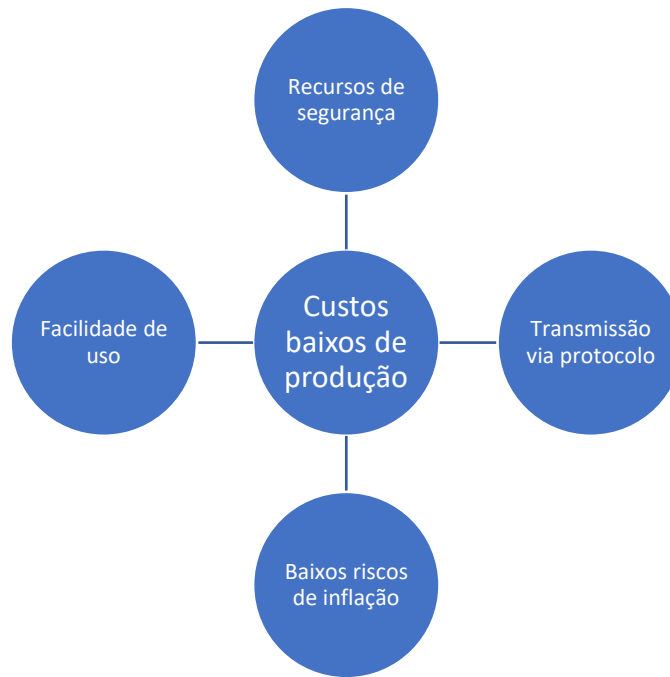


Figura 1 : Vantagens das criptomoedas segundo Harvey (2015)

As criptomoedas são as moedas base das *blockchains*. Éter é a moeda da *blockchain* pública Ethereum, e Bitcoin é a moeda da *blockchain* pública Bitcoin (destacando assim uma fonte de confusão devido à sobrecarga de terminologia). O respetivo *blockchain* mantém o controlo da propriedade de porções dessa moeda. As taxas para inclusão de transações são pagas na moeda base de uma *blockchain*, embora o cliente possa optar por oferecer uma taxa de 0 (normalmente reduzindo a velocidade e/ou probabilidade de inclusão) (Gohwong, 2018)

De salientar que a *blockchain* tem uma missão (ser um banco de dados que armazena informações em formato digital, eletronicamente, e que permite manter um registo seguro das transações). e implementa um tipo específico de tecnologia de contabilidade distribuída (Bashir, 2018)

No entanto, é fundamental notar que o uso do conceito de *blockchain* é informal, no sentido em que na maioria das vezes é definido pelo contexto de uso, o que reflete uma estratégia de marketing, com segurança e outras propriedades que são marcas registradas da *blockchain*, garantido em todos os casos. (Viriyasitavat & Hoonsopon, 2019)

A ideia de uma moeda virtual sem qualquer interferência do sistema financeiro tradicional foi extremamente bem recebida, dado que o impacto da crise e dos resgates monetários resultantes, que impuseram elevados níveis de austeridade entre os cidadãos, tornou necessário disseminar a insatisfação com a forma como a economia tinha sido gerida até esse momento, com os resgates monetários resultantes. (Ametrano, 2016)



No entanto, um dos grandes desafios reside no facto de não haver um consenso global sobre a melhor forma de definição das criptomoedas, se é um ativo ou uma moeda. Estes assuntos foram tratados dentro dos parâmetros de cada jurisdição e as suas respetivas capacidades para regulá-la.

Ainda assim, como em todos os tipos de inovações, existem alguns riscos associados. Estes podem ser a lavagem de dinheiro que leva a branqueamento de capitais, terrorismo e outros financiamentos ilegais de atividades, já que a falta de emissor simboliza que não existe uma entidade formal e legal para ter uma garantia, nomeadamente em caso de falência. (ECB, 2017; 2019).

## 2.2. BITCOIN

A Bitcoin é a primeira e maior moeda criptográfica do mundo. Satoshi Nakamoto anunciou-a pela primeira vez em 2008 como o primeiro sistema de pagamento eletrónico descentralizado *peer-to-peer* do mundo, mas tendo apenas começado a ter valor real em 2011. O valor global de mercado da bitcoin era superior a 1 bilião de dólares no início de 2022, representando cerca de 59% de toda a capitalização de mercado de todas as moedas criptográficas (Coinmarketcap, 2021). No entanto, no final de junho de 2022, o valor de mercado da bitcoin era de cerca de 400 mil milhões de dólares.

Esta é uma moeda descentralizada que não é controlada por nenhum governo, organização ou instituição. Por outras palavras, é um tipo de dinheiro eletrónico que pode ser utilizado como método de pagamento ou como reserva de valor. Atualmente existem inúmeras restrições à utilização da Moeda Eletrónica Bitcoin como método de pagamento, no entanto, está a tornar-se mais amplamente reconhecida. A Tesla, a empresa automóvel eletrónica, investiu cerca de 1,5 mil milhões de dólares em Bitcoin a 8 de fevereiro de 2021<sup>1</sup>, e o próprio Elon Musk, CEO da Tesla, disse que a empresa aceitaria a Bitcoin como forma de pagamento a 24 de março de 2021<sup>2</sup>. De salientar que a Microsoft, Starbucks, Paypal, e Coca-Cola estão entre as empresas que aceitam igualmente a Bitcoin como forma de pagamento.

As moedas bitcoins podem ser trocadas por outras moedas, como USD ou EUR. Tal como qualquer outra moeda (criptográfica), os elementos que determinam a taxa de câmbio das Bitcoins são a oferta e a procura (Segendorf, 2014). A bitcoin tem ainda um limite de oferta de 21 milhões de bitcoins, que se espera

---

<sup>1</sup> Retirado de <https://www.cnbc.com/2021/02/08/tesla-buys-1point5-billion-in-bitcoin.html>

<sup>2</sup> Retirado de <https://www.cnbc.com/2021/03/24/elon-musk-says-people-can-now-buy-a-tesla-with-bitcoin.html>.

que seja atingido por volta de 2140 (Barriviera et al., 2017). O mais importante a lembrar sobre esta investigação é que a Bitcoin não tem uma estrutura centralizada, e ninguém a pode controlar completamente. Em contraste com o sistema bancário tradicional, os bancos centrais têm controlo total sobre a oferta de dinheiro (Milutinovic, 2018). Em comparação com as moedas *standard*, seria lógico considerar o Bitcoin imune a medidas governamentais, tais como a política monetária.

No gráfico abaixo representado, é possível verificar-se a evolução da Bitcoin ao nível do seu preço de mercado. Observa-se que atingiu o seu pico em 2021, mas estando, à data da elaboração da presente dissertação (abril de 2022), em torno dos \$ 46000 dólares norte-americanos.



Figura 2: Preço da Bitcoin (2010-2022)

Fonte: <https://www.buybitcoinworldwide.com/price/>

### 2.3. A RESERVA FEDERAL E OS SEUS OBJETIVOS.

A Reserva Federal, que serve como o banco central dos Estados Unidos da América, tem quatro principais objetivos. Estes objetivos incluem conduzir a política monetária, fornecer liquidez de emergência, supervisionar certos bancos e empresas financeiras para garantir a sua segurança e solidez, bem como operar serviços críticos do sistema de pagamentos para o governo e empresas financeiras (Makinem & Labonte, 2019). Em traços gerais, os formuladores de políticas da FED julgaram que uma taxa de inflação de 2%, medida pela variação anual do índice de preços para gastos com consumo pessoal, é mais consistente no longo prazo com seu mandato de preços estáveis, começando a declarar explicitamente esta meta em 2012. A Lei da Reserva Federal confere ao Congresso o poder de delegar estas obrigações a fim de garantir ou manter "o emprego máximo, preços estáveis e taxas de juro razoáveis a longo prazo". (Makinem & Labonte, 2019). De notar que

três grandes organismos dentro do sistema da Reserva Federal são responsáveis pelas tarefas exigidas que apoiam este dever estatutário. (Labonte, 2019).

Em primeiro lugar, o Conselho de Governadores, que é responsável pela regulação das atividades dos bancos federais regionais, bem como pela direção e orientação dos bancos de reserva na prestação de serviços financeiros às instituições depositárias ou ao governo. (Ryan et al., 2009).

Em segundo lugar, existem doze bancos de reserva regionais, sendo que cada um dos quais é responsável pela concretização dos principais objetivos da Reserva Federal na sua região/distrito. Isto significa que os bancos regionais estão encarregados de supervisionar e examinar tanto as instituições financeiras como não financeiras, conceder empréstimos a instituições depositárias, prestar e manter serviços financeiros fundamentais, tais como distribuição de moeda, compensação de cheques, servir como banco para o Tesouro dos Estados Unidos e, finalmente, inspecionar certas instituições financeiras para assegurar o cumprimento das leis federais de proteção do consumidor (Ryan et al., 2009).

De notar ainda um importante órgão, o *Federal Open Market Committee* (FOMC), que é a ferramenta de política monetária do sistema da Reserva Federal. Para além das sessões não planeadas, reúne-se de seis em seis semanas para expressar a sua posição de política monetária (Labonte, 2019). O FOMC foi encarregado, à presente data, de conduzir a política monetária, tendo como principais bases promover eficazmente os objetivos de emprego máximo, preços estáveis (inflação em 2%) (Lavigne, Mendes, & Sarker, 2012).

#### 2.4. FMOC COMO FERRAMENTA DE POLÍTICA MONETÁRIA

A Reserva Federal utiliza a taxa de fundos federais para implementar a política monetária. A taxa alvo dos fundos federais é fixada pelo FOMC, mas a taxa efetiva dos fundos federais é determinada pelos empréstimos entre instituições depositárias, o que reflete o equilíbrio de mercado da mesma taxa. A Reserva Federal pode manter a taxa dos fundos federais próxima do seu objetivo de várias maneiras.

Esta instituição cria uma procura estável de reservas ao exigir que todas as instituições depositárias mantenham reservas num banco federal. Para ajustar a oferta de reservas, tem tradicionalmente utilizado uma estratégia de operações de mercado aberto. A fim de satisfazer a exigência de reservas, influencia a taxa de juro que as instituições depositárias cobram umas às outras pelos empréstimos *overnight* (ou seja, a taxa efetiva dos fundos federais). (Board of Governors' Publications Committee, 2016)

A Reserva Federal pode também abrir uma janela de desconto para empréstimos, para além de operações de mercado aberto. Isto significa que, em vez de contraírem empréstimos junto de outras instituições depositárias, as instituições depositárias contraem empréstimos diretamente ao Banco da Reserva Federal a uma taxa fixada pelo Conselho de Governadores. Desde 2003, a taxa da janela de desconto tem sido fixada a uma taxa superior à taxa dos fundos federais, sugerindo que as instituições depositárias só utilizaram efetivamente a janela de desconto quando o mercado empurrou a taxa efetiva dos fundos federais para cima da taxa da janela de desconto. (Board of Governors' Publications Committee, 2016).

No entanto, as recessões podem provocar uma mudança na política monetária de um banco central. A Reserva Federal expandiu os seus empréstimos através da janela de descontos durante o início da crise financeira, e implementou muitas medidas delineadas na Lei da Reserva Federal para ajudar a estabilizar o problema de liquidez do mercado. Entre 2007 e o final de 2008, o FOMC também reduziu a taxa alvo dos fundos federais de 5,25% para cerca de 0%. Embora esta abordagem tenha ajudado a estabilizar os mercados financeiros ao ponto de poderem funcionar normalmente, o impacto da crise financeira foi tão grave e duradouro que estas medidas foram insuficientes. A Reserva Federal foi incapaz de utilizar a flexibilização quantitativa, uma vez que a taxa dos fundos federais se aproximava do seu limite inferior zero, tendo de recorrer à implementação de uma série de programas concebidos para apoiar a liquidez das instituições financeiras e promover a melhoria das condições nos mercados financeiros. (Board of Governors' Publications Committee, 2016).

## 2.5. RESERVA FEDERAL E A REGRA DE TAYLOR

O FOMC "analisa frequentemente as prescrições de política de múltiplas regras de política monetária, bem como outras informações que são importantes para a economia e as perspetivas económicas" (pp.32) ao decidir sobre a direção da política monetária. (Board of Governors' Publications Committee, 2022). A regra de Taylor, inicialmente estabelecida por este em 1993, é reconhecida como padrão para julgar a posição sobre política monetária, de acordo com a literatura atual publicada pela Reserva Federal. (Knotek et al., 2016); (Kliesen, 2019).

De acordo com Taylor, a política monetária deve ser orientada por regras transparentes porque esta é a forma mais eficiente de alcançar os melhores resultados (que são medidos pela inflação e pelo crescimento económico). Esta regra contém orientações sobre as taxas de juro, baseadas nas realidades económicas dos Estados Unidos. No entanto, esta estratégia é também potencialmente aplicável noutros países.

Pode-se dizer que esta é uma crítica ao modelo *keynesiano*, que ganhou força após a crise financeira de 1929 e foi definido pela forte intervenção do Estado na economia. Segundo Taylor, o keynesianismo causou um

aumento das despesas do Estado, prejudicou as finanças públicas e, como resultado, empurrou a inflação para cima. (Taylor, 1999).

Segundo Taylor, e para combater este problema inflacionário, o comportamento das taxas de juros nos Estados Unidos poderia ser representado por uma relação entre a inflação, a taxa de juro de equilíbrio, mais a soma ponderada entre dois desvios: a diferença entre a inflação e a meta da inflação e o desvio percentual do PIB em relação ao PIB potencial (Taylor, 1999).

Dessa maneira, a Regra de Taylor depende de duas variáveis: as metas de inflação e o PIB potencial. De acordo com o autor, a relação entre esses indicadores pode ser representada pela seguinte fórmula:

$$i = r + t + 0,5 (t-t') + 0,5 (y-y')$$

onde:

$r$  = estimativa da taxa de juros real de equilíbrio;

$i$  = taxa de juros nominal de curto prazo;

$t$  = taxa de inflação atual;

$t'$  = meta de inflação;

$y$  = PIB atual;

$y'$  = PIB potencial

Para Taylor, o valor de 0,5 refere-se ao coeficiente de sensibilidade à variação da inflação e ao coeficiente de sensibilidade à variação do PIB. Segundo o autor, essa estimativa era bastante próxima à taxa de juro praticada pela FED. Esta regra recomenda ainda que a taxa de juro deverá ser 1,5 vezes maior que a inflação (Taylor, 1999).

De acordo com a regra de Taylor, a autoridade monetária, neste caso a Reserva Federal, deveria fixar a sua taxa de política em resposta às mudanças na inflação e no hiato do produto. Em resposta a tais normas de política, poder-se-ia argumentar que as prescrições simplistas de política não têm em conta as várias complexidades da economia real (Board of Governors' Publications Committee, 2022). Modelos como a regra de Taylor, por outro lado, só devem ser utilizados como guia para decidir sobre política monetária (Taylor, 1999).

A Figura 3 apresenta a evolução da taxa de juro definida de acordo com uma Regra de Taylor nas últimas seis décadas dos Estados Unidos. É mostrado em azul a Regra de Taylor, que calcula qual deve ser a taxa dos fundos federais, em função do hiato do produto e da inflação corrente. O hiato do produto é definido como a diferença entre o produto potencial (conforme reportado pelo Gabinete do Orçamento do Congresso e

acima referido) e o PIB real, neste caso. As alterações no IPC são utilizadas para medir a inflação, e utiliza-se uma taxa de inflação alvo de 2%. Assume-se também uma taxa de juro real estável de 2%.

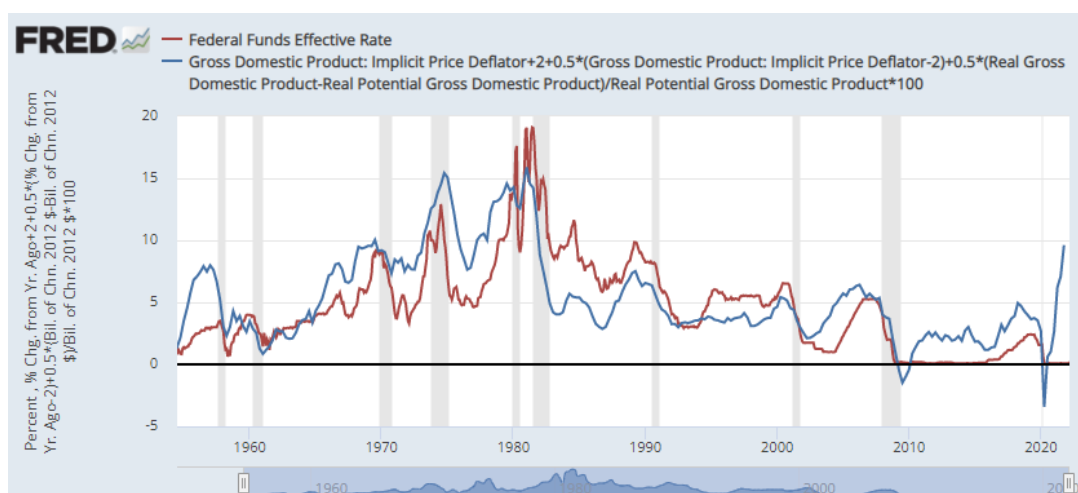


Figura 3: A Regra de Taylor

Fonte: Board of Governors; CBO; BEA

Apesar da regra básica de dois fatores de Taylor ter tido impacto nos Estados Unidos, são apontadas por vezes algumas críticas. Alguns autores afirmam que é indesejável, baseando-se na abordagem que a regra pode ter de ser alterada à medida que novas informações se tornam disponíveis. Martin e Milas (2013) citam como exemplo a rejeição pelo Banco de Inglaterra da sua política inicial durante a crise financeira.

Svensson (2003) prefere uma regra de segmentação, em vez de uma regra de instrumento como a regra de Taylor, porque permite uma maior resposta a informações suplementares. A inserção de não linearidades à regra de Taylor, por outro lado, é uma técnica alternativa para permitir o ajustamento a novas informações.

Já que o duplo mandato da Reserva Federal engloba tanto a inflação como o emprego, é possível pensar na regra de Taylor em termos de um hiato do emprego e não de um hiato do produto. A taxa de fundos responde a desvios no desemprego da sua "taxa natural", frequentemente conhecida como a taxa de inflação não aceleradora do desemprego ou NAIRU, utilizando uma regra de Taylor do desemprego. O coeficiente do hiato do desemprego é geralmente assumido como sendo 2. Muitos economistas também têm em conta a taxa de fundos desfasada. Além disso, inclui-se um elemento "inercial" (estimado em 0,8) porque, enquanto a taxa de fundos se move normalmente na direção sugerida pela regra original de Taylor, estes movimentos são tipicamente apenas parciais; assim, atingir o nível sugerido por uma regra básica de Taylor requer uma série de ajustamentos de política (Carlstrom & Stehulak, 2015).

Em suma, quando a inflação é elevada ou o emprego ultrapassa os níveis de pleno emprego, a regra de Taylor sugere que a Reserva Federal deve aumentar as taxas de juro. Quando a inflação e o emprego são baixos, a regra de Taylor sugere que as taxas de juro devem ser reduzidas.

## 2.6. CRIPTOMOEDAS E POLÍTICA MONETÁRIA

O esquema Bitcoin foi concebido como um sistema descentralizado onde não existe uma autoridade dentro de um sistema monetário central envolvido, já que as bitcoins podem ser compradas em diferentes plataformas. No entanto, dinheiro novo é criado e introduzido apenas no sistema através da atividade mineira, ou seja, recompensando os "mineiros" que executam o crucial papel da validação de todas as transações efetuadas, com novas Bitcoins. (ECB, 2017)

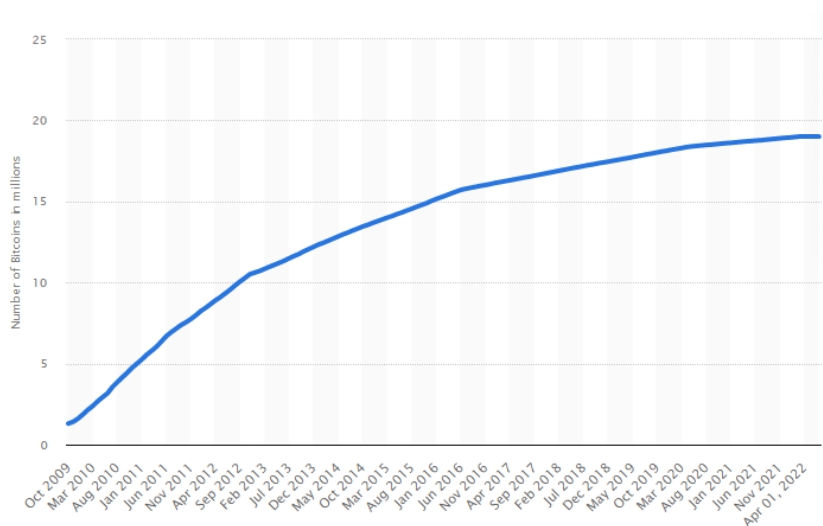


Figura 4: Número total de Bitcoins em milhões

Fonte: <https://www.statista.com/statistics/247280/number-of-bitcoins-in-circulation/>

Por conseguinte, o fornecimento de dinheiro não depende da política monetária de qualquer banco central, mas antes evolui com base no número de utilizadores interessados e que realizam uma atividade específica (ECB, 2019).

O facto de a oferta de dinheiro ser claramente determinada pela procura implica que, em teoria, a emissão de dinheiro não pode ser alterada por qualquer autoridade central ou participante que deseje "imprimir" dinheiro extra. Segundo os seus utilizadores/investidores, o sistema deve evitar a inflação, bem como os ciclos económicos provenientes de uma criação monetária extensiva. No entanto, o sistema foi acusado de conduzir a uma espiral deflacionista. Se, por exemplo, o número de utilizadores de Bitcoin começar a crescer

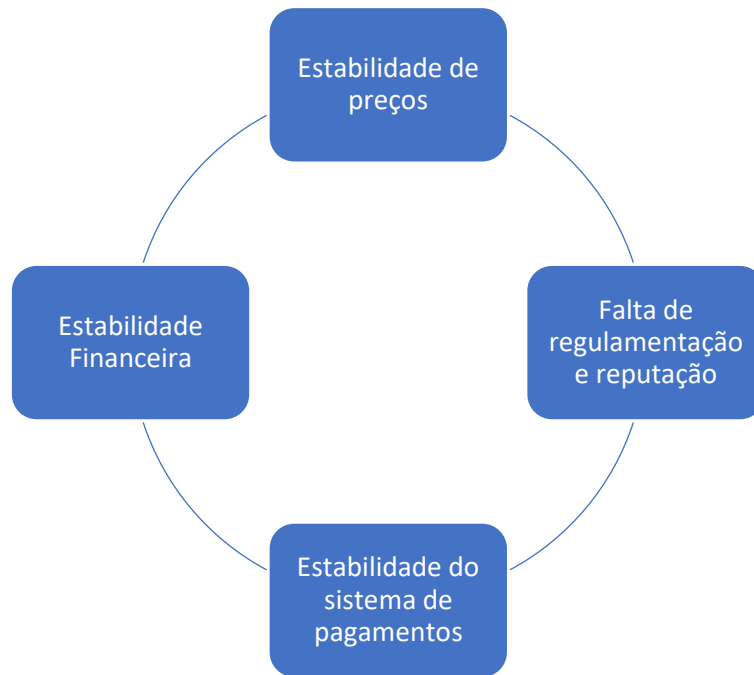
exponencialmente por qualquer razão, e assumindo que a velocidade do dinheiro não aumenta proporcionalmente numa apreciação a longo prazo da moeda, há uma depreciação dos preços dos bens e serviços cotados em Bitcoins. As pessoas teriam um grande incentivo para manter Bitcoins e adiar o seu consumo, exacerbando assim a formação de uma espiral deflacionista (ECB, 2017).

Há uma observação importante que deve ser feita. A Bitcoin não é uma moeda de um país ou zona monetária e, portanto, não está diretamente ligada aos bens e serviços produzidos numa economia específica, mas ligadas aos bens e serviços fornecidos por comerciantes que aceitam Bitcoins. Estes comerciantes podem também aceitar outra moeda (por exemplo, dólares americanos). e, conseqüentemente, o facto de a deflação ser antecipada poderia dar origem a uma situação em que os comerciantes adaptam os preços dos seus bens e serviços em Bitcoins (ECB, 2019).

Embora as moedas digitais e do governo tenham algumas propriedades semelhantes, o dinheiro do governo também tem características especiais que as criptomoedas de hoje não têm. Os bancos centrais também emitem passivos com juros (reservas) e definem políticas em termos dessa taxa de juros livre de risco. As criptomoedas não assumem a forma de títulos que rendem juros e o crescimento de sua oferta é determinado por um algoritmo que permite a cunhagem de novas unidades. O dinheiro do governo é responsabilidade de um agente, e o tesouro pode potencialmente respaldá-lo através da cobrança de impostos. A moeda digital não é responsabilidade de nenhum agente e não tem respaldo orçamental.

Existem cinco riscos potenciais associados às moedas virtuais que são do interesse dos bancos centrais (vd. Figura 5). São eles: estabilidade de preços, estabilidade financeira, estabilidade do sistema de pagamentos, falta de regulamentação e reputação (ECB, 2019). As moedas virtuais podem tornar a meta de estabilidade de preços um pouco difícil se afetarem o controlo do banco central na oferta de moeda por meio de operações de mercado aberto.





*Figura 5: Riscos potenciais associados às moedas virtuais segundo ECB (2019)*

A crise financeira global e os resgates de grandes instituições financeiras renovaram o ceticismo em alguns setores sobre o monopólio dos bancos centrais na emissão de moeda. Tal ceticismo alimentou a criação do Bitcoin e outros ativos criptográficos, que desafiaram o paradigma das moedas apoiadas pelo Estado e o papel dominante dos bancos centrais e instituições convencionais no sistema financeiro

A teoria monetária recente mostrou que se os bancos centrais definem a taxa de juro e são apoiados por responsabilidade fiscal, a inflação pode ser direcionada sem causar qualquer volatilidade no nível de preços além daquela devida aos fundamentos (Sims, 1994); (Woodford, 2001). Nesses casos, a moeda do governo tem valor definido. As criptomoedas sem lastro, por outro lado, podem se tornar inúteis se todos acreditarem que sim.

As implicações das criptomoedas na política monetária são muito limitadas até o momento. Tal reflete-se também no facto de a sua quota de capitalização de mercado mundial em comparação com os agregados monetários tradicionais ser baixa, correspondendo a menos de 2% de agregados monetários da área do euro. A sua aceitação limitada e sua alta volatilidade sugerem que é improvável que essa conclusão mude em breve. De uma perspectiva de estabilidade financeira, as criptomoedas não têm sido motivo de preocupação, pois a exposição do setor financeiro é baixa, embora, dependendo dos desenvolvimentos regulatórios, isso possa aumentar no futuro.

Como uma das principais motivações para o estudo presente, verifica-se uma grande volatilidade das taxas de câmbio da Bitcoin, que ganharam uma grande atenção desde a criação da moeda. Medidas padrão de

volatilidade refletem a mudança dramática na taxa de câmbio Bitcoin/USD, de cerca de \$0,05 USD em 2010 para cerca de \$29.000 USD em junho de 2022, tendo, entretanto, ultrapassado os \$60.000 em 2021, o que indica uma crescente valorização neste cripto ativo. A instabilidade a curto e longo prazo dá uma impressão da volatilidade da Bitcoin em comparação a outros ativos, bem como implicando a viabilidade da Bitcoin como meio de troca e ativo alternativo.

Outro ajustamento poderá ser o facto de as famílias reduzirem os seus depósitos a curto prazo, que costumavam utilizar para pagar as suas despesas com cartões de crédito ou transferências bancárias. Além disso, podem escolher deter menos títulos, uma vez que vêm a moeda digital como uma nova classe de ativos. Com um total de depósitos a diminuir, a procura dos bancos por depósitos do banco central também é suscetível de diminuir, levando a um balanço mais pequeno deste e, portanto, a menor poder de monopólio (Sedlarević, Furtula, & Tomić, 2015).

Relativamente ao dinheiro em circulação e consequentes depósitos bancários comerciais, estes efetivamente diminuirão, o que levaria a que o lado do passivo do balanço do banco central conteria então apenas o seu capital. Evidentemente, ainda teria ativos que gerariam lucro, embora muito menor do que atualmente. Com o dinheiro do banco central (notas em circulação e depósitos bancários comerciais) a tornar-se cada vez menor e possivelmente próximo de zero, coloca-se a questão de saber se o banco central ainda seria capaz de conduzir uma política monetária eficazmente, sob o uso generalizado de cripto ativos (Sedlarević, Furtula, & Tomić, 2015).

Assim sendo, se os utilizadores utilizarem as moedas criptográficas em maior escala, os bancos centrais poderão ir perdendo o seu monopólio sobre a oferta de dinheiro, podendo igualmente perder parcialmente o controlo sobre o sistema de reservas mínimas e multiplicadores monetários (Sedlarević, Furtula, & Tomić, 2015).

Se o banco central quiser influenciar a aceleração ou abrandamento da economia através das taxas de juro, o efeito será limitado ou completamente neutralizado pela migração dos consumidores para moedas criptográficas como meio de pagamento. Outros esforços dos bancos centrais poderão estar relacionados com os efeitos sobre a moeda nacional, que é cada vez menos utilizada, e, por conseguinte, diminuição da eficácia da política monetária (Friedman, 2000).

Todavia, não há estudos recentes que comprovem a eficácia da política monetária sobre este tipo de acontecimentos, sendo relevante verificar a aplicação ou não de uma “correção” por parte do banco central para estabilizar a sua política monetária por via de taxas de juro a uma escalada na procura de ativos criptográficos, nomeadamente a Bitcoin.

### 3. METODOLOGIA E DADOS

#### 3.1. Modelo Econométrico

Tal como referido anteriormente, o objetivo do presente estudo será relacionar a capacidade dos bancos centrais de conduzir a política monetária com sucesso sob condições de uso generalizado de criptomoedas, usando para tal também variáveis que influenciam a taxa de juro federal americana, como é o caso da taxa de inflação e desemprego.

Neste seguimento, é importante estudar se o acréscimo da variável “Bitcoin” a uma regra de Taylor faz sentido, e se é estatisticamente significativa para o modelo. Tendo em vista que o processo de regulação monetária é complexo, mesmo sob as condições existentes, a questão reside em saber se a inclusão de criptomoedas no sistema monetário causaria alguma variação no instrumento mais utilizado na formulação da política monetária americana, a taxa de juro.

Sendo assim, nesta secção irá ser estimado um modelo econométrico que defina o comportamento da taxa de juro federal americana. Para isso irão ser utilizadas como variáveis explicativas aquelas que têm vindo a ser referidas ao longo do presente relatório, sendo elas a taxa de inflação, a taxa de desemprego, e o preço da Bitcoin, como principal variável a observar. Para além disso, irão também ser realizados uma série de testes ao modelo e variáveis, de forma a perceber se estas explicam o modelo e se o mesmo é estatisticamente significativo.

Procede-se desta forma à elaboração do modelo econométrico, tendo por base o modelo OLS:

$$(\widehat{FFER}) = \beta_1 + \beta_2 \cdot InflationRate + \beta_3 \cdot UnemploymentRate + \beta_4 \cdot lnBitcoinPrice + \mu$$

#### 3.2. Dados

A compilação dos dados para um estudo econométrico é uma tarefa crítica e de extrema importância, pois depende da acessibilidade, da periodicidade em que são colocados à disposição do público e do formato de apresentação (impressos em relatórios ou boletins, gravados em meio digital ou texto não formatado).

Dada a globalização, pode-se afirmar que, de uma forma ou de outra, as economias mundiais estão interligadas entre si, uma vez que estas interagem mutuamente através de acordos, parcerias, ancoradas por

um sistema de pagamentos internacionais forte e que garante uma estabilidade que é necessária no mundo financeiro.

Na medida em que o objetivo consiste em estudar a relação entre a taxa de juro federal norte americana e algumas variáveis macroeconómicas, sendo elas: taxa de inflação, taxa de desemprego, e preço da bitcoin, o primeiro passo consiste em recolher os respetivos dados relativos a um conjunto considerável de meses, ao que considera-se 115 observações, entre agosto de 2010 e dezembro de 2019, antes ainda de se ter iniciado o conflito entre a Rússia e a Ucrânia e da crise pandémica que assolou o panorama mundial. Apenas sem estes grandes acontecimentos que tiveram como consequências grandes mudanças mundiais, tanto a nível monetário como a nível financeiro, é que o estudo se torna credível, constituindo uma observação sem possíveis enviesamentos devido a grandes choques externos

Desta forma, fazer um estudo desta natureza requer uma base de dados com as variáveis explicativas da análise em questão, sendo que esta irá ser feita em Excel e, posteriormente, transportada para um software econométrico, o STATA, onde se trabalhará para retirar as conclusões mais corretas e fidedignas.

Já que a Bitcoin é uma moeda que é negociada todos os dias da semana, embora os índices de ações não o sejam, os dados foram analisados utilizando apenas de segunda a sexta-feira como dias de negociação no mercado, omitindo-se os fins de semana para a Bitcoin. Apesar de o Bitcoin ter sido criada em 2009, segundo registos históricos, optou-se por recolher dados apenas a partir de agosto de 2010, dado que só a partir dessa data começou a haver atividade relevante neste cripto-ativo.

Relativamente ao espaço temporal da amostra, uma vez que esta será composta por bastantes variáveis, é do maior interesse selecionar um horizonte temporal sob o qual existam bases sólidas. Deste modo, o espaço temporal da amostra estará entre agosto de 2010 e dezembro de 2019, tendo uma periodicidade mensal.

As variáveis que são usadas para explicar o comportamento da taxa de juro federal americana são as variáveis económicas tradicionalmente utilizadas nas estimações das funções procura de moeda, retiradas dos sites [www.investing.com](http://www.investing.com) e <https://fred.stlouisfed.org/>, e que são apresentadas de seguida:

- A taxa de desemprego mensal, como *proxy* do número de pessoas desempregadas nos Estados Unidos. Segundo Taylor, quando a taxa de desemprego é alta, o que é sugerido é que as taxas de juro devem ser reduzidas. Este facto é também comprovado pela curva de *Phillips*, já que quando a taxa de desemprego é alta, a taxa de inflação irá diminuir e,

consequentemente e tendo em conta o estudo presente, o que será de acontecer é que a taxa de juro também diminua. O sinal do coeficiente esperado é de, efetivamente, (-).

- A taxa de inflação, como *proxy* da variação de preços de bens e serviços. Segundo a regra de Taylor, quando a inflação é demasiado elevada, a Reserva Federal normalmente aumenta as taxas de juro para abrandar a economia e fazer baixar a inflação. Quando a inflação é demasiado baixa, a Reserva Federal tipicamente baixa as taxas de juro para estimular a economia e fazer subir a inflação. Deste modo, o sinal do coeficiente esperado é de (+)
- Por último, e como principal variável em estudo que pode influenciar as taxas de juro federais, o preço da bitcoin. É de esperar que aumentos do preço da Bitcoin sugiram uma maior procura por este segmento, fazendo com que a FED diminua as taxas de juro para estimular a economia e incentivar o investimento em ativos que não sejam de alta volatilidade e contra um setor centralizado como é o caso do FOMC, fazendo com que o coeficiente do sinal esperado seja de (-). É de salientar que esta variável se apresentará em forma de logaritmo, para otimizar o tratamento dos dados

Na Figura 6 apresentam-se algumas das estatísticas mais importantes de cada variável, de acordo com dados recolhidos e tratados no *software* econométrico STATA. De salientar novamente que os dados são estudados com periodicidade semanal, num período compreendido entre agosto de 2010 e dezembro de 2019.

<b>Stats</b>				
	<b>FFER</b>	<b>InflationRate</b>	<b>Unemployment</b>	<b>LnBitcoin</b>
<i>Range</i>	2,35	4,1	6,3	11,837
<i>sd</i>	0,7787	0,877	1,939	3,04
<i>mean</i>	0,657	1,778	5,962	5,513
<i>variance</i>	0,606	0,769	3,758	9,244
<i>cv</i>	1,185	0,493	0,325	0,552
<i>se (mean)</i>	0,726	0,818	0,187	0,284
<i>p1</i>	0,07	-0,1	3,5	-2,302
<i>p5</i>	0,08	0	3,6	-0,693
<i>p10</i>	0,08	0,7	3,7	1,547
<i>p25</i>	0,1	1,2	4,2	2,78
<i>p50</i>	0,16	1,7	5,4	6,08
<i>p75</i>	1,16	2,2	7,8	8,24
<i>p90</i>	2,04	2,9	9	9,06
<i>p95</i>	2,39	3,5	9,1	9,2
<i>p99</i>	2,41	3,8	9,5	9,3

Figura 6: Estatística descritiva; segundo dados de [www.investing.com](http://www.investing.com) / <https://fred.stlouisfed.org/>

Efetivamente, a partir da figura anteriormente realizada, já se permite ter uma noção inicial acerca de algumas estatísticas das variáveis em estudo. Analisando a Figura 6, é de notar que a taxa de inflação se mantém na meta dos 2% (apresenta uma média de 1,77) ao longo destes 10 anos de observação, o que reflete uma política monetária eficaz no que diz respeito à estabilidade de preços. Relativamente ao desvio padrão, verifica-se que a variável “Preço da Bitcoin” é a que apresenta maior volatilidade. De salientar que a variação da taxa de inflação, dada pela estatística variância, não chega ao valor de 1, o que comprova novamente a tese de que a variação ao longo dos tempos foi pouco significativa, sendo que a taxa de desemprego já tem uma variação 3 vezes maior, podendo ter contribuído com mais força para uma alteração nas taxas de juro federal americanas.

Pode-se ainda retirar que as variáveis que mais contribuíram para um “*range*” (amplitude) de 2,35 na FFER foi a bitcoin e a taxa de desemprego, com valores de 6,3 e 11,8 respetivamente.

É importante igualmente estudar a relação entre as variáveis do modelo antes de proceder à interpretação dos resultados. A figura seguinte apresenta a matriz de correlação entre as variáveis

<b>Correlação</b>				
	<b>FFER</b>	<b>InflationRate</b>	<b>Unemployment</b>	<b>LnBitcoin</b>
FFER	1			
InflationRate	0,2132	1		
Unemployment	-0,7317	0,1801	1	
LnBitcoin	0,691	-0,0646	-0,9426	1

Figura 7: Correlação entre as variáveis, segundo dados de [www.investing.com](http://www.investing.com) / <https://fred.stlouisfed.org/>

Começando pela primeira linha, comprova se que a variável “taxa de inflação” se correlaciona positivamente com a taxa de juro federal americana, sugerindo uma alteração positiva nas taxas de juro à medida que aumenta a inflação.

Já relativamente à taxa de desemprego, verifica-se uma correlação negativa entre esta e a taxa de juro federal americana. Efetivamente, o que é interpretado é que se a taxa de desemprego sobe ou desce, a taxa de juros federal americana sobe ou desce também, mas no sentido inverso à variação da primeira. De salientar ainda que tem uma correlação positiva com a taxa de inflação, que quando o desemprego aumenta, a taxa de inflação tende a aumentar igualmente, nos 18 pontos percentuais.

Por último, e como principal variável econométrica em estudo, a bitcoin correlaciona-se positivamente com a taxa de juro federal americana, mas negativamente com a taxa de inflação e a taxa de desemprego.

## 4. RESULTADOS

Tendo em conta os dados da regressão fornecidos pelo STATA, consegue-se estimar o modelo que se apresenta de seguida, que é comprovado pela figura abaixo representada:

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	115
Model	46.4240444	3	15.4746815	F(3, 111)	=	75.63
Residual	22.7103503	111	.204597751	Prob > F	=	0.0000
Total	69.1343948	114	.606442059	R-squared	=	0.6715
				Adj R-squared	=	0.6626
				Root MSE	=	.45232

FFER	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
InflationRate	.3516244	.0518524	6.78	0.000	.2488754 .4543734
Unemployment	-.4594693	.0700751	-6.56	0.000	-.5983279 -.3206108
lnBitcoin	-.0926113	.0440429	-2.10	0.038	-.1798853 -.0053374
_cons	3.281953	.6279656	5.23	0.000	2.037597 4.526309

Figura 8: Regressão FFER; Dados retirados do STATA

A equação de regressão resultante é a seguinte:

$$FFER = 3,28 + 0,35InflationRate - 0,46UnemploymentRate - 0,09lnBitcoinPrice$$

Dado o modelo, podemos interpretar os coeficientes das variáveis apresentadas, ou seja:

$\beta_2 = 0,35 \rightarrow$  Quando a taxa de inflação nos EUA aumenta uma unidade percentual, a taxa de juro federal americana aumenta aproximadamente 0,35 pontos percentuais, *ceteris paribus*. Esta relação era esperada do ponto de vista económico, pois em fases de inflação, em que efetivamente os preços dos bens e serviços aumentam de forma generalizada, o banco central poderá combater este fenómeno aumentando a taxa de juro, de modo a haver um arrefecimento da economia, desincentivando o crédito e deste modo o investimento, controlando o consumo e desta forma baixar a taxa de inflação

$\beta_3 = -0,46 \rightarrow$  Quando a taxa de desemprego nos Estados Unidos da América aumenta uma unidade percentual, a taxa de juro federal americana diminui aproximadamente 0,46 pontos percentuais, *ceteris paribus*. Do ponto de vista económico, esta relação faz sentido, se o desemprego é alto, as empresas pagam salários mais baixos para contratar, e os cidadãos, que assim têm rendimentos menores, ficam com menor capacidade para comprar bens e serviços, logo os seus preços tendem a baixar, baixando a taxa de inflação. Aliado a este fenómeno de arrefecimento, os bancos centrais terão de fazer com que as taxas de juro subam, de



modo a que se proceda a um novo aquecimento da economia e se previna uma possível deflação desmesurada, incentivando o investimento e consequentemente mais trabalho e mais emprego.

$\beta_4 = -0,09 \rightarrow$  Quando o preço da Bitcoin aumenta uma unidade percentual, a taxa de juros federal americana diminui aproximadamente 0,09 pontos percentuais, *ceteris paribus*. Como a variável está em log., isso significa que um aumento de 1% no preço da bitcoin está associado a uma mudança na FFER de  $0,01 * \beta_4$ . Economicamente esta relação é aceitável, já que uma subida na cotação da Bitcoin sugere uma maior procura e atenção por este segmento, e para evitar que isto aconteça, o FED diminui as taxas para provocar um maior aquecimento na economia, estimular o emprego e investimento em outro tipo de ativos, nomeadamente imobiliário ou ações. É de salientar que em períodos de baixas de taxas de juro, a cotação das ações atinge o seu pico, e desta forma, estimula os investidores a mudarem as suas estratégias no mercado.

Tendo em conta o output do STATA vê-se que, pelo teste F, rejeitamos a hipótese nula de que todos os coeficientes são estatisticamente iguais a zero, a um nível de significância de 1%. O coeficiente de determinação mostra que aproximadamente 67,15% da variação total da taxa de juro federal americana em torno da sua média é explicada pelas variáveis do modelo. Verifica-se deste modo que a regressão é forte do ponto de vista econométrico, pois as variáveis estudadas explicam grande parte do modelo. Quanto ao coeficiente de determinação ajustado vemos que apresenta um valor ligeiramente inferior ao coeficiente de determinação, exibindo um valor de 66,26%.

É possível concluir ainda que as variáveis “InflationRate” e “UnemploymentRate” são estatisticamente significativas a um nível de 1%, sendo que relativamente à variável “lnBitcoin”, se pode rejeitar a um nível de significância de 5%. No geral, e tendo por base primeiramente estes valores, o modelo parece estar bem ajustado

#### 4.1. Teste associado à Regra de Taylor

Estimando apenas o modelo com as variáveis taxas de inflação e taxa de desemprego, verifica-se um R quadrado de 65,84%, o que por si só já explica grande parte do modelo.

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	115
Model	45.519402	2	22.759701	F(2, 112)	=	107.94
Residual	23.6149928	112	.21084815	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.6584
				Adj R-squared	=	0.6523
Total	69.1343948	114	.606442059	Root MSE	=	.45918

FFER	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
InflationRate	.3167078	.0498664	6.35	0.000	.217904	.4155117
Unemployment	-.3197193	.0225522	-14.18	0.000	-.3644035	-.2750351
_cons	2.000215	.1532413	13.05	0.000	1.696587	2.303844

Figura 9: Regressão FFER s/BITCOIN; Dados retirados do STATA

Tendo em conta uma perspetiva económica, percebe-se deste modo que estas duas variáveis têm um grande peso na variação da taxa de juro federal americana, já que aproximadamente 66% da variação desta variável pode ser explicada pelas duas referidas anteriormente.

No entanto, é importante comparar com a figura anterior, e perceber que efetivamente o R ajustado passa de 0,6523 para 0,6626, o que prova que, efetivamente, a variável Bitcoin contribui positivamente na variação/comportamento da taxa de juro federal americana, mesmo que menos significativa que as demais.

#### 4.2. Teste de significância global - F

Apesar dos testes realizados anteriormente, acha-se igualmente importante testar o modelo de uma forma global, ou seja, testar se todos os coeficientes da regressão são iguais a zero, tal como é referido na tabela. Obtém-se o seguinte resultado:

```

( 1) InflationRate = 0
( 2) Unemployment = 0
( 3) lnBitcoin = 0

F( 3, 111) = 75.63
Prob > F = 0.0000

```

Figura 10: Teste de significância global

A estatística de F com 3 numerador e 111 denominadores graus de liberdade é de 75,63. O modelo é significativo porque temos uma probabilidade de rejeição muito baixa, isto é, nula. Todas as variáveis explicativas do modelo são no seu conjunto globalmente significativas. Rejeitamos então a hipótese nula de que as variáveis não são estatisticamente significativas. Conclui-se deste modo que as variáveis são conjuntamente significativas na explicação do comportamento da taxa de desemprego.

### 4.3 Heterocedasticidade

Pode-se neste ponto estudar a multicolinearidade dos dados. O teste VIF (*Variance Inflation Factor*) diz-nos que se o VIF de uma variável for superior a 10, pode-se concluir que essa mesma variável é altamente colinear. O inverso de VIF diz-nos que quanto mais próximo de 1 for o valor, menores são as probabilidades de haver multicolinearidade, mas quanto mais próximo de 0 for, maior é o indício desse problema. Pode ainda ser um indício desse problema quando o modelo apresenta um alto valor do R quadrado, mas a relação entre algumas variáveis do modelo apresenta valores baixos na estatística t. (Gujarati, 2003)

Variable	VIF	1/VIF
Unemployment	10.28	0.097242
lnBitcoin	9.99	0.100084
InflationRate	1.15	0.868325
Mean VIF	7.14	

Figura 11: Teste VIF

Assim, tendo em conta a explicação anterior e os resultados obtidos no STATA, percebe-se que as variáveis não apresentam, de modo geral e de forma bastante explícita, multicolinearidade nos dados, porém os resultados são bastante altos na variável “Unemployment” e “lnBitcoin”, podendo a multicolinearidade ser um problema nestes casos.

O pressuposto da homocedasticidade significa que a variância condicional do erro, dadas as variáveis explicativas, é constante. Se esta hipótese não se verificar, diz-se que há heterocedasticidade ou que os erros são heterocedásticos.

Um pressuposto importante do modelo clássico de regressão linear é que as perturbações  $u_i$  que aparecem na função de regressão populacional são homocedásticas; ou seja, todas elas têm a mesma variância. Neste capítulo examina-se a validade desta suposição e descobre-se o que acontece se esta suposição não for cumprida.

A heterocedasticidade também pode surgir como resultado da presença de *outliers*. Uma observação exterior, ou aberrante, é uma observação muito diferente (muito pequena ou muito grande) em relação às observações da amostra. A inclusão ou exclusão de tal observação, especialmente se o tamanho da amostra for pequeno, pode alterar substancialmente os resultados da análise de regressão.

Para examinar este tópico, procede-se à formulação de não só um, mas dois testes que irão servir para verificar a presença ou não de heterocedasticidade no modelo.

```
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: fitted values of FFER

chi2(1)      =      9.94
Prob > chi2  =      0.0016
```

Figura 12: Teste de Breusch-Pagan

Ao realizar o teste de Breusch-Pagan, referido acima, pode-se verificar que a estatística qui-quadrado com 1 grau de liberdade é de 9,94. O nível de significância do teste é de 0,16%, pelo que podemos rejeitar a hipótese nula de homocedasticidade a 1% de significância. Verifica-se deste modo que se está em presença de heterocedasticidade, ou seja, a variância dos erros não é constante e finita para todos os valores de  $x$ .

Se for feito o teste de White, chega-se à mesma conclusão:

```
White's general test statistic : 42.47334 Chi-sq( 9) P-value = 2.7e-06
```

Figura 13: Teste de White

Tal como se pode constatar, com um *p-value* inferior a 1%, pode-se efetivamente rejeitar a hipótese nula de homocedasticidade. Existem várias formas de correção, nomeadamente a correção robusta de *White*, que se poderá aplicar a este modelo. Com esta correção, os erros padrões dos dois modelos são diferentes, e, consequentemente, a estatística *t*. Isto acontece porque a correção robusta de White ajusta os erros padrão a partir da heterocedasticidade do modelo. Na prática, quando não se conhece a natureza da heterocedasticidade, utiliza-se este procedimento para correção. É possível verificar abaixo a comparação entre o modelo com e sem a correção robusta de White, e verifica-se efetivamente que o *t* é diferente, o que torna o modelo mais homecedástico. Verifica-se igualmente que o *Standard Error* é inferior aquando da correção efetuada. Sendo o modelo heterocedástico, a tabela base deve, logo de início, ser a que tem os desvios padrão corrigidos

Modelo base

FFER	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
InflationRate	.3516244	.0518524	6.78	0.000	.2488754	.4543734
Unemployment	-.4594693	.0700751	-6.56	0.000	-.5983279	-.3206108
lnBitcoin	-.0926113	.0440429	-2.10	0.038	-.1798853	-.0053374
_cons	3.281953	.6279656	5.23	0.000	2.037597	4.526309

Modelo com correção robusta de White

FFER	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
InflationRate	.3516244	.036062	9.75	0.000	.2801651	.4230836
Unemployment	-.4594693	.0607066	-7.57	0.000	-.5797635	-.3391752
lnBitcoin	-.0926113	.0391274	-2.37	0.020	-.1701448	-.0150779
_cons	3.281953	.5715451	5.74	0.000	2.149398	4.414508

Figura 14: Correção robusta de White

#### 4.4. Autocorrelação

A hipótese de autocorrelação considera que os erros são linearmente independentes, isto é, o erro de uma observação não influencia o erro de outra observação, pelo que os erros não estão correlacionados. Existirá

autocorrelação das perturbações aleatórias desde que haja pelo menos duas perturbações distintas cuja covariância seja diferente de zero. Por outras palavras, o modelo apresenta autocorrelação quando os resíduos da série temporal são correlacionados. Assim como na heterocedasticidade, existem testes formais e informais para determinar a autocorrelação.

Realiza-se, deste modo, o teste de *Durbin-Watson* para analisar a presença ou não de autocorrelação no modelo.

```
Durbin-Watson d-statistic( 4, 115) = .1040432
```

Figura 15: Teste de *Durbin-Watson*

Dados 115 observações e 4 regressores (incluindo o termo constante) no modelo, a estatística de *Durbin-Watson* é aproximadamente 0,10. Assim sendo, com o auxílio da tabela de *Durbin-Watson* irá tentar perceber-se se o modelo está ou não em presença de autocorrelação.

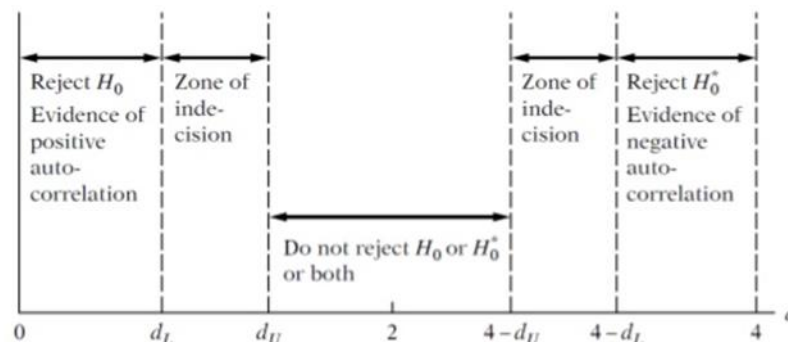


Figura 16: Estatística de *Durbin-Watson*, retirado de [https://www3.nd.edu/~wevans1/econ30331/Durbin\\_Watson\\_tables.pdf](https://www3.nd.edu/~wevans1/econ30331/Durbin_Watson_tables.pdf)

Com um nível de significância de 5%, o limite inferior ( $d_L$ ) é de 1,679 e o limite superior ( $d_U$ ) é de 1,788. Sabendo que a estatística  $d$  de *Durbin-Watson* do comando Stata é aproximadamente 0,10, percebe-se, com o auxílio da 19, que fica entre 0 e  $d_L$ , implicando que há uma correlação positiva no modelo, pelo que rejeitamos a hipótese nula de ausência de autocorrelação.

Tem-se a opção de corrigir a autocorrelação pela estimação de *Cochrane-Orcutt*. Note-se que após esta correção, perde-se a primeira observação. Na figura seguinte apresenta-se o modelo estimado com a estatística  $d$  de *Durbin-Watson* original e a calculada após a correção

```

Iteration 0: rho = 0.0000
Iteration 1: rho = 0.9381
Iteration 2: rho = 0.9950

(Cochrane-Orcutt regression)

```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	114
Model	.001329822	3	.000443274	F(3, 110)	=	0.10
Residual	.493860771	110	.004489643	Prob > F	=	0.9606
Total	.495190593	113	.004382218	R-squared	=	0.0027
				Adj R-squared	=	-0.0245
				Root MSE	=	.067

FFER	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
InflationRate	-.0048472	.0222432	-0.22	0.828	-.048915	.0392205
Unemployment	-.0047829	.0459081	-0.10	0.917	-.0957352	.0861695
lnBitcoin	-.0088405	.018673	-0.47	0.637	-.0458351	.0281542
_inter	3.309619	1.350775	2.45	0.016	.6334905	5.985747
rho	0.9955	0.0023	432.99	0.000	0.9910	1.0001

```

Durbin-Watson statistic (original)    0.104043
Durbin-Watson statistic (transformed) 1.118179

```

Figura 17: Estimação de Cochrane-Orcutt,

Verifica-se que o novo valor calculado se aproxima de uma região que interessa, próximo do valor de  $(d_L)$ , mas não é suficiente, e, desta forma, o modelo continua com uma autocorrelação positiva.

Para controlar este problema poder-se-ia, por exemplo, desfazer variáveis e/ou acrescentar variáveis *dummy* ao modelo. (Gujarati, 2003). Todavia, tendo em conta o significado económico da regressão estimada, tais soluções não são aceitáveis, já que se perderia o intuito macroeconómico. Desta maneira, assumimos que o modelo apresenta uma autocorrelação positiva. Todos os testes realizados até então continuam válidos, pelo que o modelo é estatisticamente significativo.

## **5.CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A recente crise financeira mostrou que o poder monetário do banco central se estende muito além da ótica cambial. As economias nacionais estão a desaparecer em virtude de uma globalização e de um maior número de transações mundiais e isto representa, de facto, um sério desafio para os bancos centrais e para a forma como conduzem a sua política monetária.

Os bancos centrais atuam como aforradores de último recurso para satisfazer as necessidades de liquidez da economia, para tornar o sistema financeiro mais resiliente. No entanto, com a crescente popularidade e aceitação das moedas criptográficas, bem como a incapacidade de os ecossistemas financeiros tradicionais serem incapazes de responder às necessidades e preocupações dos cidadãos, nomeadamente em períodos de crises financeiras, surge a hipótese de um novo paradigma, o de a utilização massiva de criptomonedas e o seu impacto na política monetária internacional, com ênfase na economia norte americana, a maior do mundo. Muitas das vantagens das moedas criptográficas são práticas, como a sua capacidade de tornar transações online mais eficientes, minimizar custos, agilizar processos de pagamento, bem como suporte no desenvolvimento de novos modelos de negócio e estimulação da inovação.

E é partir desta base, que surge o propósito desta dissertação, o de estudar se é considerável adicionar a variável “Bitcoin” a uma regra de Taylor, se esta é estatisticamente significativa para o modelo. Deste modo, é importante perceber se o cripto ativo mais representativo à data do estudo (junho de 2022) tem efeito na taxa de juro federal americana, e, conseqüentemente, na formulação da política monetária. Torna-se relevante efetuar um estudo e perceber de que forma e qual a intensidade de influência que este novo paradigma social está a afetar as entidades fortemente estabelecidas como é o caso da Reserva Federal Americana, e é realizado a partir de uma regra de Taylor, que inclui a taxa de inflação e desemprego mensal, variáveis explicativas de uma variação da taxa de juro, segundo este.

Para a elaboração desta dissertação, teve-se por base um modelo de regressão por mínimos quadrados (OLS), determinando-se a equação que minimiza a soma do quadrado das distâncias entre os pontos de dados da amostra e os valores preditos pela equação, com base numa variável dependente- a taxa de juro federal americana- que depende de três variáveis independentes, a taxa de inflação, taxa de desemprego e o preço da Bitcoin.

Dada a presente dissertação, verifica-se que as variáveis estudadas são estatisticamente significativas para o modelo, sendo a taxa de inflação e a taxa de desemprego significativas a 99% de significância, e a Bitcoin a 95%, tendo em conta 115 observações, não tendo por base os anos entre 2020 e 2022, devido à crise pandémica e conflito entre Rússia e Ucrânia que poderiam enviesar a conclusão dos dados. Já através da



análise estatística, foi possível concluir que na taxa de desemprego e taxa de inflação não há uma grande oscilação entre os dados relativos a um período de cerca de 10 anos, facto evidenciado nomeadamente pelo desvio-padrão ou variância, sendo que o mesmo não se pode dizer acerca da Bitcoin, com uma variância bastante superior às duas referidas anteriormente.

Em relação ao modelo econométrico formulado, percebe-se que o coeficiente da constante e da variável independente “*InflationRate*” apresentam valores positivos, sendo que as restantes exibem coeficientes negativos. Estas relações, tal como se teve oportunidade de perceber, são esperadas do ponto de vista económico.

Em síntese, há duas principais questões que teriam de ser respondidas no final deste estudo. A primeira seria se a Regra de Taylor continua a ser significativa e explicativa das variações da taxa de juro no contexto americano, tendo por base a conjuntura atual e sabendo que é um estudo defendido na década de oitenta do século vinte, que poderá já ter as suas limitações e lacunas. Efetivamente, e tendo por base a regressão linear que tem em conta 115 observações, quando a taxa de inflação nos EUA aumenta uma unidade percentual, a taxa de juro federal americana aumenta aproximadamente 0,35 pontos percentuais, *ceteris paribus*. Esta relação era esperada do ponto de vista económico e defendida pela regra de Taylor, pois em fases de inflação, em que efetivamente os preços dos bens e serviços aumentam de forma generalizada, o banco central poderá combater este fenómeno aumentando a taxa de juro, de modo a haver um arrefecimento da economia, desincentivando o crédito e deste modo o investimento, controlando o consumo e desta forma baixar a taxa de inflação.

Já em relação ao desemprego nos Estados Unidos na América, verificou-se que quando esta aumenta uma unidade percentual, a taxa de juro federal americana diminui aproximadamente 0,46 pontos percentuais, *ceteris paribus*. Do ponto de vista económico e para Taylor, esta relação está em conformidade, já que se o desemprego é alto, as empresas pagam salários mais baixos para contratar, e os cidadãos, que assim têm rendimentos menores, ficam com menor capacidade para comprar bens e serviços, logo os seus preços tendem a baixar, baixando a taxa de inflação. Aliado a este fenómeno de arrefecimento, os bancos centrais terão de fazer com que as taxas de juro subam, de modo a que se proceda a um novo aquecimento da economia e se previna uma possível deflação desmesurada, incentivando o investimento e conseqüentemente mais trabalho e mais emprego.

A segunda, e já tendo por base o tema primordial da dissertação, terá de ser se efetivamente faz sentido acrescentar uma moeda de cariz digital, a Bitcoin, a uma equação/regra de Taylor.

Tendo por base um teste de significância individual, conclui-se que esta variável contribui para a explicação da variação da taxa de juro federal americana, já que o nível de rejeição do teste é de 0,03, pelo que podemos rejeitar a hipótese nula a 5% de significância.

É importante igualmente perceber o seu coeficiente na regressão e comparar com o que se pensaria inicialmente. Quando o preço da Bitcoin aumenta uma unidade percentual, a taxa de juros federal americana diminui aproximadamente 0,09 pontos percentuais, *ceteris paribus*. Como a variável está em log., isso significa que um aumento de 1% no preço da bitcoin está associado a uma mudança na FFER de  $-0,09 \times \text{variável}$ . Economicamente esta relação é aceitável, já que uma subida na cotação da Bitcoin sugere uma maior procura e atenção por este segmento, e para evitar que isto aconteça, o FED diminui as taxas para provocar um maior aquecimento na economia, estimular o emprego e investimento em outro tipo de ativos, nomeadamente imobiliário ou ações. É de salientar que em períodos de baixas de taxas de juro, a cotação das ações atinge o seu pico, e desta forma, estimula os investidores a mudarem as suas estratégias no mercado.

Em suma, o que está presente nesta dissertação é apenas a introdução a possíveis estudos de investigações futuras, mediante uma metodologia apropriada e uma correta afetação dos dados. Verificou-se igualmente uma limitação ao nível do tratamento e busca dos dados, já que os dados do Produto Interno Bruto norte americano com periodicidade mensal não estão disponibilizados online, e optou-se por escolher uma variável que também tem interferência na taxa de juro federal americana, a taxa de desemprego. O cenário de pagamentos digitais está a evoluir rapidamente e os pagamentos eletrónicos estão a atingir patamares nunca antes vistos. Devido à sua adoção limitada e liquidez reduzida, as criptomoedas provavelmente não restringirão a política monetária num futuro previsível. No entanto, é importante ir avaliando as possíveis implicações para a política monetária desta nova forma de dinheiro digital, tendo em conta a sua generalização de uso, de forma a verificar de que dimensão será a relação entre estas duas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ametrano, F. (2016). *Hayek Money: The Cryptocurrency Price Stability Solution*. *SSRN Electronic Journal*, Disponível em [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2425270](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2425270)
- Barriviera, A., Basgall, M. J., Hasperué, W., & Naiouf, M. (2017). Some stylized facts of the Bitcoin market. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 484, 82-90.
- Barros, O. (2019). Cryptocurrencies: Advantages and Risks of Digital Money. *Estudos de Temas Económicos*, TE67, Gabinete de Estratégia e Estudos, Disponível em <https://www.gee.gov.pt/pt/estudos-e-seminarios/estudos-de-temas-economicos-category/34-temas-economicos/29079-cryptocurrencies-advantages-and-risks-of-digital-money?highlight=WyJiYXJyb3MiXQ==>
- Bashir, I. (2018). *Mastering Blockchain: Distributed ledger technology, decentralization*, Packt Publishing Ltd.
- Bernanke, B. S. (2004). Remarks by Governor Ben S. Bernanke. *The Federal Reserve Board*, 1-4.
- Board of Governors' Publications Committee. (2016). The federal reserve system-purposes & functions. *Federal Reserve System Publication*. Washington, DC.
- Board of Governors' Publications Committee. (2022). *Policy rules and how policymakers use them*, Disponível em <https://www.federalreserve.gov/monetarypolicy/policy-rules-and-how-policymakers-use-them.htm>.
- Bofinger, P. (2018). Digitalisation of money and the future of monetary policy. *Vox – CEPR Policy portal*, 12 de junho.
- Carlstrom, C. T., & Stehulak, T. (2015). Mutable Economic Laws and Calculating Unemployment and Output Gaps—An Application to Taylor Rules. *Economic Trends*, Federal Reserve Bank of Cleveland, 1-4.
- Coinmarketcap. (2022, abril 5). *Coinmarketcap*. Retrieved from Coinmarketcap: <https://coinmarketcap.com/currencies/bitcoin/>
- ECB. (2017). Virtual Currency Schemes. European Central Bank, Frankfurt.

- ECB. (2019). *Virtual currency schemes*. European Central Bank, Frankfurt.
- Friedman, B. (2000). Decoupling at the Margin: The Threat to Monetary Policy from the Electronic Revolution in Banking. *Working Paper n. 7955, National Bureau of Economic Research*.
- Gohwong, S. G. (2018). The State of the Art of Cryptocurrencies. *Asian Administration & Management Review*, 1(2).
- Goodhart, C. (2000). Can Central Banking Survive the IT Revolution? *London School of Economics, Financial Markets Group*, 189–209.
- Gujarati, D. N. (2003). *Basic Econometrics* - 4th Edition. Mc Graw Hill.
- Harvey, C. R. (2015). Do Cryptocurrencies Such as Bitcoin Have a Future? *Wall Street Journal*, 10 de julho de 2015, 10-14.
- He, M. D., Habermeier, M. K. F., Leckow, M. R. B., Haksar, M. V., Almeida, M. Y., Kashima, M. M., ... & Yepes, M. C. V. (2016). *Virtual currencies and beyond: Initial considerations*. IMF Staff Discussion Note, International Monetary Fund.
- Kliesen, K. (2019). Is the fed following a “modernized” version of the taylor rule? Part 2. *Economic Synopses*, 3, 1-3.
- Knotek, E. S., Verbrugge, R. J., Garciga, C., Treanor, C., & Zaman, S. (2016). Federal Funds Rates Based on Seven Simple Monetary Policy Rules. *Federal Reserve Bank of Cleveland*, 2016-07, 1-3.
- Labonte, M. (2019). *Introduction to financial services: The Federal Reserve*.
- Lavigne, R., Mendes, T. R., & Sarker, S. (2012). Inflation targeting: The recent international experience. *Bank of Canada Review*, Spring, 16-28.
- Makinen, G., & Labonte, M. (2015). Monetary policy and the federal reserve: Current policies and conditions. Congressional Research Service, Library of Congress, 26 pp.

- Martin, C., & Milas, C. (2013). Financial crises and monetary policy: Evidence from the UK. *Journal of Financial Stability*, 9(4), 654-661.
- Martucci, B. (2021). What Is Cryptocurrency – How It Works, History & Bitcoin Alternatives. *Working Paper*. Retrieved from <https://www.moneycrashers.com/cryptocurrency-history-bitcoin-alternatives/>
- Milutinovic, M. (2018). Cryptocurrency. *Economika*, 64(1). 105-122.
- Ryan et al., J. (2009). The greenspan federal reserve role in the financial crisis. *Department of Economics, Ca'Foscari University of Venice, Working Paper series*, 4.
- Sedlarević, L., Furtula, S., & Tomić, N. (2015). Potencijalni efekti elektronskog novca na monetarnu politiku. *Teme*, 39(4), 1235-1255.
- Segendorf, B. (2014). What is bitcoin. *Sveriges Riksbank Economic Review*, 2, 71-87.
- Sims, C. A. (1994). A simple model for study of the determination of the price level and the interaction of monetary and fiscal policy. *Economic Theory*, 4(3), 381-399.
- Smith, A. (1999). *A Riqueza das Nações, 5ª edição*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Svensson, L. (2003). What Is Wrong with Taylor Rules? Using Judgment in Monetary Policy through Targeting Rules. *Journal of Economic Literature*, 41(2), 426-477.
- Taylor, J. (1999). The robustness and efficiency of monetary policy rules as guidelines for interest rate setting by the european central bank. *Journal of Monetary Economics*, 43(3), 655-679.
- Viriyasitavat, W., & Hoonsopon, D. (2019). Blockchain characteristics and consensus in modern business processes. *Journal of Industrial Information Integration*, 13, 32-39.
- Woodford, M. (2001). The Taylor Rule and Optimal Monetary Policy. *American Economic Review*, 91(2), 232-237.