



Determinantes da procura da Bitcoin: um estudo econométrico

João Miguel dos Santos Regalado

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Contabilidade e Finanças

Porto – 2015

INSTITUTO SUPERIOR DE CONTABILIDADE E ADMINISTRAÇÃO DO PORTO

INSTITUTO POLITÉCNICO DO PORTO



Determinantes da procura da Bitcoin: um estudo econométrico

João Miguel dos Santos Regalado

Dissertação de Mestrado

apresentada ao Instituto de Contabilidade e Administração do Porto para
a obtenção do grau de Mestre em Contabilidade e Finanças, sob
orientação da Professora Doutora Celsa Maria Carvalho Machado

Porto – 2015

INSTITUTO SUPERIOR DE CONTABILIDADE E ADMINISTRAÇÃO DO PORTO

INSTITUTO POLITÉCNICO DO PORTO

Resumo

A Bitcoin é uma moeda digital descentralizada criada em 2009 mas que só a partir de meados de 2010 começou a ser usada de forma mais generalizada e crescente.

A ideia inovadora da Bitcoin trouxe uma nova perspectiva ao que conhecemos atualmente como moeda. A sua complexidade e aceitação a nível mundial fazem dela um fenómeno interessante de ser estudado. Os estudos científicos sobre a Bitcoin são ainda escassos e centram-se sobretudo no comportamento do seu preço e volatilidade do mesmo.

A presente dissertação pretende contribuir para um conhecimento mais aprofundado das determinantes da utilização da Bitcoin estimando uma função procura, em que se têm em conta as determinantes tradicionais da procura de moeda mas também as variáveis relevadas pela literatura empírica sobre a Bitcoin, no período de julho de 2010 a dezembro de 2014, através de um modelo ARDL.

As estimações realizadas mostraram que as determinantes tradicionais da procura de moeda também explicam a procura da Bitcoin mas que existem outras determinantes igualmente importantes. Efetivamente, as variáveis usadas como *proxies* do rendimento e da taxa de juro revelaram afetar com o sinal esperado e significativamente o volume estimado de transações em bitcoins, no longo e no curto prazo, enquanto a taxa de câmbio BTC/USD influencia significativamente e negativamente, igualmente no curto e no longo prazo. Também o interesse demonstrado pela Bitcoin na internet revelou influenciar positivamente o uso desta moeda, no curto e no longo prazo, enquanto a percentagem dos custos de transação o faz negativamente, ainda que só no curto prazo.

Palavras-chave: Bitcoin, Moeda Digital, ARDL, Procura

Abstract

Bitcoin is a decentralized digital currency created in 2009 but only from mid-2010 began to be used more widely and increasingly.

The innovative idea of Bitcoin brought a new perspective to what we know today as currency. Its complexity and worldwide acceptance make it an interesting phenomenon to be studied. The scientific studies on Bitcoin are still scarce and focus mainly on the behavior of its price and its volatility.

The aim of the present dissertation is to contribute to a deeper understanding of the drivers of the use of Bitcoin by estimating a function demand, taking in account the traditional determinants of money demand but also variables identified on the empirical literature of Bitcoin, from July 2010 to December 2014, through an ARDL model.

According to the findings of the estimations realized, the traditional determinants of money demand also explain the Bitcoin demand but there are other important determinants. Effectively, the variables used as proxies of income and interest rate revealed an effect with the expected sign and significantly in the estimated volume of transactions in bitcoins, in the long and the short term, while the exchange rate BTC/USD had a significant and negative effect on Bitcoin demand, in the long and the short term too. Also the interest in Bitcoin on the internet revealed positive influence in the use of this currency in the short and long term, while the percentage of transaction costs affects it negatively, but only in the short term.

Keywords: Bitcoin, Digital Currency, ARDL, Demand

Agradecimentos

Um agradecimento especial aos meus pais pelo apoio que me deram durante estes dois anos e por terem acreditado em mim. Agradeço também o esforço que tiveram para me proporcionar a oportunidade de realizar o mestrado.

À minha orientadora, a Professora Doutora Celsa Maria Carvalho Machado por ter tido a coragem de entrar neste caminho comigo, já que era um tema desconhecido. Agradeço todas as suas orientações, ideias e correções durante a tese. Mas mais importante, agradeço a disponibilidade, o apoio e o incentivo mesmo nos momentos mais complicados. Não esquecendo a paciência e a amizade que a professora demonstrou durante este atribulado percurso.

Um agradecimento à Professora Doutora Ana Bandeira e a todo o corpo docente do curso de mestrado em Contabilidade e Finanças, pelo seu rigor, pela sua competência e comprometimento com a disseminação dos conhecimentos científicos.

Aos companheiros de mestrado pelo apoio e estímulo proporcionado. Aos amigos fiz que neste tempo pelos momentos memoráveis que muitas vezes trouxeram mais leveza ao dia-a-dia.

Um agradecimento aos meus amigos, que muito me aturaram neste percurso e que sempre me apoiaram, mesmo estando ausente nestes últimos tempos. Um agradecimento especial ao meu amigo Ruben, pela ajuda que me proporcionou quando eu estava aflito para saber sobre o que fazer na tese, me sugeriu vários temas sendo um deles a Bitcoin.

Agradeço também à minha senhoria, a preocupação e o carinho que teve para comigo durante este período.

A todos e a cada um, o meu sincero “muito obrigado”.

Lista de Abreviaturas

ADF	Augmented Dickey-Fuller
ARCH	Autoregressive Conditional Heteroskedasticity
ARDL	Modelo autorregressivo com defasamentos distribuídos
ATM	Automated Teller Machine
BCE	Banco Central Europeu
CUSUM	Soma cumulativa dos resíduos recursivos
CUSUMQ	Soma cumulativa dos quadrados dos resíduos recursivos
ECM	Error-Correction Model
EUA	Estados Unidos da América
EUR	Euro
GARCH	Generalized AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity
ISCAP	Instituto Superior de Contabilidade e Administração do Porto
JML	Johansen Maximum Likelihood
KPSS	Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin
OCDE	Organização de Cooperação e Desenvolvimento Económico
OLS	Ordinary Least Squares
PP	Phillips-Perron
RESET	Regression Specification Error Test
S&P	Índice Standard & Poors
SBC	Schwarz Bayesian Criterion
USD	Dólar dos Estados Unidos
VAR	Vector Autoregression
VECM	Vector Error-Correction Model

Índice

Resumo	iii
Abstract	iv
Agradecimentos	v
Lista de Abreviaturas.....	vi
Introdução	1
Enquadramento	1
Motivações.....	2
Objetivos.....	2
Metodologia.....	2
Estrutura da tese.....	3
1 Enquadramento Geral da Bitcoin.....	4
1.1 Conceito.....	5
1.2 Funcionamento.....	6
1.3 Vantagens da Bitcoin.....	9
1.4 Desvantagens	10
1.5 Qual a definição apropriada da Bitcoin?.....	12
1.6 Análise da evolução da Bitcoin	14
1.6.1 Preço e interesse	14
1.6.2 Número e volume de transações em bitcoins	17
1.6.3 <i>Downloads</i>	18
1.6.4 Trocas de Bitcoin	20
2 Revisão da literatura empírica sobre a Bitcoin.....	21
2.1 Estudos empíricos sobre o preço da Bitcoin	22
2.2 Motivações da procura da Bitcoin	27
3 Procura da moeda: enquadramento teórico e empírico.....	30
3.1 Enquadramento teórico	31
3.1.1 A teoria quantitativa da procura de moeda	31
3.1.2 As abordagens keynesianas da procura de moeda	31

3.1.3	Friedman e a nova teoria quantitativa da moeda	32
3.2	Evidência empírica	33
4	Determinantes da procura da Bitcoin: estudo econométrico	35
4.1	Dados e especificação do modelo	36
4.1.1	Amostra	36
4.1.2	Especificação	36
4.2	Método de estimação	40
4.2.1	Testes de raiz unitária	40
4.2.2	Modelo ARDL	41
4.3	Resultados e interpretação	43
4.3.1	Estatísticas descritivas	43
4.3.2	Análise da ordem de integração das séries	44
4.3.3	Análise dos resultados	46
4.3.3.1	Bounds Tests e testes de diagnóstico e estabilidade	47
4.3.3.2	Resultados das estimações	49
4	Conclusão	54
	Referências Bibliográficas	56
	Apêndice	62
	Apêndice 1 - Testes de estabilidade	62

Índice de figuras

Figura 1 - Processo de criação da carteira Bitcoin	6
Figura 2 - Esquema de transação em bitcoins	7
Figura 3 - Esquema da validação da chave pública.....	7
Figura 4 - Constituição da <i>blockchain</i>	8
Figura 5 - Criação de bitcoins	8
Figura 6 - Gráfico da oferta Bitcoin	9
Figura 7 - Volatilidade da Bitcoin, ouro, S&P e Dólar	10
Figura 8 - Gráfico do Preço e do <i>Google trends</i>	15
Figura 9 - Índice de pesquisas sobre a Bitcoin por país	16
Figura 10 - Evolução das taxas de transação e do número de transações	17
Figura 11 - Evolução do valor estimado de transações em bitcoins.....	17
Figura 12 - Downloads da carteira de bitcoins por país	18
Figura 13 - Comparação do número de <i>downloads</i> com o <i>Google trends</i>	19
Figura 14 - Gráficos das trocas de Bitcoin por mercado e por moeda	20
Figura 15 - Gráficos das variáveis em logaritmo	45
Figura 16 - Gráfico das variáveis na primeira diferença	45

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Estudos sobre o preço da Bitcoin	23
Tabela 2 - Estudos empíricos dos motivos da procura Bitcoin	28
Tabela 3 - Estudos empíricos da procura de moeda	34
Tabela 4 - Variáveis dependentes e independentes	39
Tabela 5 - Estatísticas descritivas das variáveis	44
Tabela 6 - Resultados dos testes de raiz unitária	45
Tabela 7 - <i>Bounds Tests</i> para a relação de cointegração	48
Tabela 8 - Testes de diagnóstico e estabilidade.....	48
Tabela 9 - Estimação de longo prazo.....	52
Tabela 10 - Estimação de curto prazo.....	53

Introdução

Enquadramento

Atualmente assiste-se a uma crescente desmaterialização da moeda e existe cada vez menos contacto físico nas transações realizadas.

Começou-se inicialmente com a troca direta de mercadorias e evoluiu-se depois para a troca indireta com recurso à mediação de metais preciosos. A intensificação do comércio, mas também a escassez de metais preciosos e a insegurança do seu transporte, determinaram que a moeda metálica fosse substituída pela moeda-papel e posteriormente por papel-moeda, em que a equivalência em metal precioso deixa de estar garantida, e por fim a moeda fiduciária, cujo valor repousa na confiança dos agentes. Mas a evolução da moeda não parou por aqui e, com a inovação tecnológica e a internet, o utilizador começou a não ter contacto físico com o dinheiro que gasta. Os pagamentos por transferências bancárias, cartão de crédito ou Paypal são cada vez mais frequentes, permitindo efetuar compras em qualquer parte do mundo.

Apesar da crescente desmaterialização da moeda, verifica-se ainda grande dependência das instituições financeiras monetárias, quer para intermediar os pagamentos quer para guardar o dinheiro.

Neste contexto, Satoshi Nakamoto publicou em 2008 um artigo na internet que explicava a criação e o funcionamento de um novo tipo de moeda: uma moeda digital denominada de Bitcoin. Este novo tipo de moeda tem a particularidade de ser descentralizada e não requerer a intermediação de nenhuma instituição financeira. Todo o funcionamento e criação da Bitcoin é feita apenas no mundo digital e mantida por utilizadores que despendem recursos para validar as transações e criar bitcoins.

Nos Estados Unidos da América e na Europa já muitas empresas aceitam esta moeda digital como meio de pagamento. Hoje é possível comprar e vender bitcoins em diversos *sites* de câmbio em troca de moedas tradicionais. No entanto, a maioria das pessoas ainda desconhece ou possui um entendimento incorreto sobre o funcionamento desta nova moeda e ignora o seu potencial.

Motivações

A Bitcoin é então um fenómeno recente e em crescimento e, por isso, um tema de estudo atual e com relevância científica. São ainda escassos os estudos científicos sobre a Bitcoin e centram-se sobretudo no comportamento do seu preço e volatilidade do mesmo.

No âmbito do mestrado de contabilidade e finanças é relevante estudar a Bitcoin, já que é um meio de pagamento alternativo aos meios tradicionais usados pelas empresas, mas também pode ser entendido como um investimento financeiro de cariz especulativo. Neste contexto, é pertinente compreender que fatores têm estado na origem do crescimento da utilização da Bitcoin. Os poucos estudos existentes sobre a procura da Bitcoin legitimam um estudo mais aprofundado sobre as determinantes da procura desta moeda diferente.

Objetivos

De um modo geral, pretende-se compreender este recente fenómeno que é a Bitcoin e as razões da sua crescente utilização, apesar de ser uma moeda não regulada por uma autoridade central e com extrema volatilidade.

Mais especificamente, espera-se que com a elaboração desta tese se possa:

1. Perceber o funcionamento da Bitcoin e as razões que a tornam uma alternativa às moedas tradicionais;
2. Analisar as potenciais determinantes e quantificar o seu impacto na utilização da Bitcoin através da identificação e estimação de uma função procura da Bitcoin.

Espera-se que com este estudo empírico se possa contribuir para a ainda incipiente literatura empírica sobre a Bitcoin.

Metodologia

Para atingir o objetivo principal, realizou-se um estudo econométrico sobre as determinantes da procura da Bitcoin usando um modelo ARDL (Autoregressive distributed lag) para estimar as elasticidades de longo e de curto prazo. A especificação do modelo a estimar resultou de uma revisão da literatura teórica e empírica sobre a procura de moeda e da literatura empírica sobre a Bitcoin.

Estrutura da tese

A dissertação encontra-se estruturada em quatro capítulos: nos capítulos um a três é feito um enquadramento teórico e no capítulo quatro procede-se à análise empírica.

No primeiro capítulo procede-se à contextualização geral da Bitcoin, explicando o seu funcionamento, as vantagens e desvantagens que lhe estão associadas e analisando a sua evolução, desde que foi criada até à atualidade.

No segundo capítulo faz-se a revisão da literatura sobre a Bitcoin, de modo a perceber o que já foi estudado, as variáveis e os métodos utilizados. De seguida, no terceiro capítulo, sistematizam-se as teorias da procura da moeda tradicional e apresentam-se alguns estudos empíricos sobre a procura de moeda.

A análise empírica inicia com o quarto capítulo, onde se expõe o estudo econométrico realizado. Numa primeira fase, começa-se por apresentar a amostra, descrever as variáveis e especificar o modelo. De seguida, faz-se uma breve descrição do método de estimação usado e, posteriormente, apresentam-se e analisam-se os resultados das estimações de longo e curto prazo.

Por último, apresenta-se a síntese das principais conclusões, referem-se as limitações e contribuições do presente estudo e apontam-se sugestões para possíveis linhas de investigação futura.

1 Enquadramento Geral da Bitcoin

A Bitcoin é um fenómeno recente e pouco conhecido, sendo por isso aconselhável uma contextualização geral da Bitcoin, que passa nomeadamente pela sua apresentação, descrição de funcionamento, análise de vantagens e desvantagens e discussão sobre o papel que efetivamente desempenha. Desse enquadramento geral, faz também parte a evolução temporal de variáveis relacionadas com a Bitcoin.

1.1 Conceito

Apesar de ainda não ser muito conhecida em Portugal, a Bitcoin tem sido alvo de grande atenção a nível mundial e o seu conhecimento é importante para perceber a inovação que trouxe aos meios de pagamento existentes.

Em 2008, Satoshi Nakamoto publicou um artigo com o objetivo de criar “uma versão *peer-to-peer* de dinheiro eletrónico”.¹ A criação da Bitcoin só se deu em 3 de janeiro de 2009, quando foram criadas as primeiras 25 bitcoins pelo próprio Satoshi Nakamoto. O código que foi usado para a criação da moeda é público e pode ser visto e analisado por qualquer pessoa.

Diferentemente da maioria das moedas, a Bitcoin não depende de nenhuma terceira parte para o seu funcionamento, como por exemplo um banco. O sistema da Bitcoin usa um banco de dados distribuído pelos diferentes nós² da rede que, com o uso de criptografia, garantem o funcionamento e a criação da Bitcoin. A criptografia é um conjunto de regras que visa codificar a informação de forma que só o emissor e o recetor consigam decifrá-la.

É importante salientar que as transações na rede Bitcoin não são feitas em dólares ou euros, como no Paypal ou com cartões de crédito, mas em bitcoins. Este aspeto torna o sistema da Bitcoin não apenas um meio de pagamento descentralizado, mas também uma moeda virtual (Brito & Castillo, 2013).

Pelo fato de ser descentralizada, o valor da Bitcoin não é regulado por nenhuma entidade governamental, não pertencendo a nenhum país. A confiança que as pessoas

¹ O artigo disponibilizado foi “A Peer-to-Peer Electronic Cash System”. Não se sabe a verdadeira identidade de Satoshi Nakamoto. Este nome é apenas um pseudónimo, não se sabendo se é uma pessoa ou grupo de pessoas. A expressão *Peer-to-peer* (ponto-a-ponto) é uma arquitetura de redes de computadores onde cada um dos pontos ou nós da rede funciona tanto como cliente quanto como servidor, permitindo compartilhamentos de serviços e dados sem a necessidade de um servidor central.

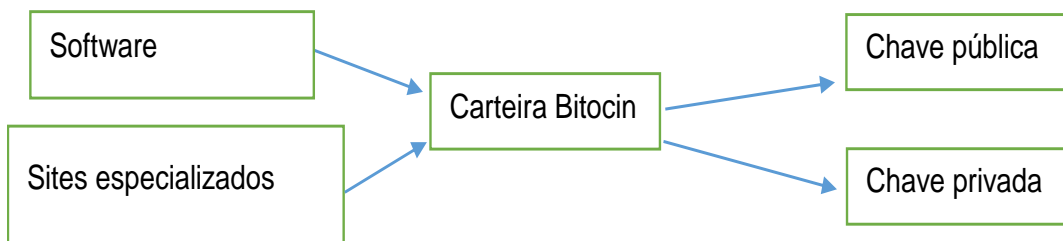
² Utilizadores ligados à rede através de computadores com equipamentos especializados para validar transações, também denominados de mineiros.

atribuem à moeda é a base do seu valor, isto porque não depende de qualquer mercadoria ou metal precioso.

1.2 Funcionamento

Para facilitar a compreensão do funcionamento da Bitcoin optar-se-á por uma explicação não técnica.³

Figura 1 - Processo de criação da carteira Bitcoin



Fonte: Elaboração própria

Para começar a utilizar a Bitcoin é necessário criar uma carteira Bitcoin (Bitcoin Wallet) a partir de um dos seguintes procedimentos: 1) descarregar um programa para o computador; 2) criar a carteira *online* num site especializado; ou, 3) descarregar um aplicativo para o *smartphone*. No momento em que é criada a carteira são fornecidos dois endereços: um endereço público ou chave pública, conhecido de todos os utilizadores e usado para receber e enviar bitcoins; e uma chave privada que é usada pelo detentor da carteira para aceder às suas bitcoins e para efetuar transações (figura 1). A chave pública pode ser descrita como uma “caixa de vidro” em que todos podem ver o que lá está, mas somente o legítimo detentor da carteira Bitcoin, com a chave correta (a chave privada), pode usar o dinheiro que se encontra no seu interior (Brito & Castillo, 2013).

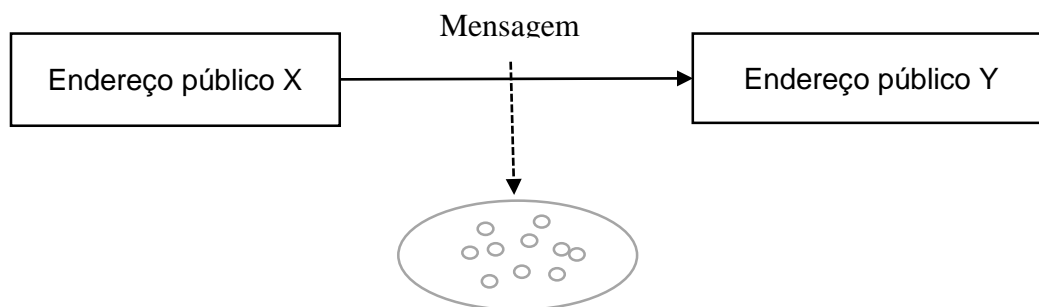
Após a criação da carteira, existem várias formas de adquirir bitcoins: compra em *sites* de câmbio que trabalham com a Bitcoin; caixas de multibanco apropriadas; por meio de operações através da venda de algum produto ou serviço; ou minerando⁴.

³ A descrição do funcionamento foi feita com base em vários vídeos e blogs. Por esta razão é difícil referenciar este capítulo. Para uma compreensão mais detalhada, consultar: <https://www.khanacademy.org/economics-finance-domain/core-finance/money-and-banking/bitcoin/v/bitcoin-what-is-it>

⁴ Processo de criação da Bitcoin.

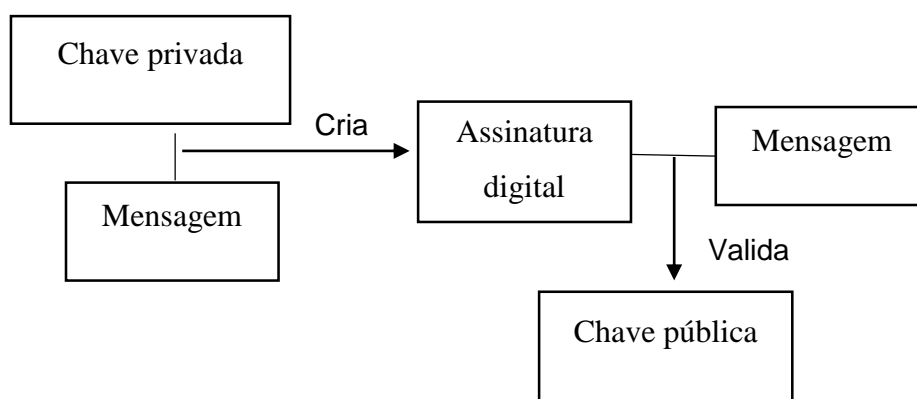
Depois de adquiridas as bitcoins, a realização de uma transação é feita através da carteira Bitcoin com o envio de uma mensagem a indicar o montante e o endereço para o qual se pretende transferir as bitcoins (ver figura 2).⁵

Figura 2 - Esquema de transação em bitcoins



Fonte: Elaboração própria

Figura 3 - Esquema da validação da chave pública



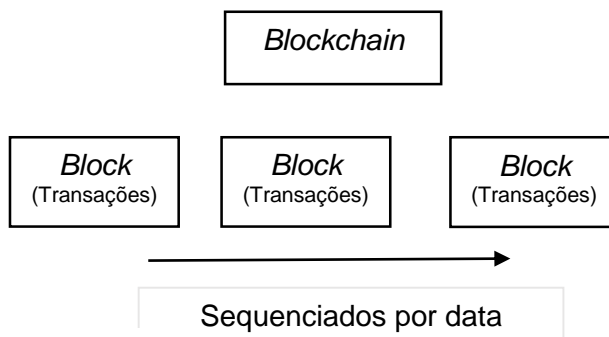
Fonte: Elaboração própria

A mensagem é recebida em simultâneo em todos os “nós” da rede para que possam validar a transação que se pretende efetuar. Num primeiro momento, através da combinação da assinatura digital com a mensagem, verifica-se o endereço público de X e que este é realmente o titular das bitcoins que pretende enviar. De seguida, é feita uma análise histórica das Bitcoins para confirmar se estas não foram gastas previamente. Este processo é possível pelo fato de todas as transações, desde que a Bitcoin foi criada, serem registadas num livro de registos, denominado *blockchain*. O processo de

⁵ Atualmente já é possível transferir bitcoins a partir do smartphone através de um aplicativo Bitcoin. Por exemplo, no cinema Saldanha Residence em Lisboa, já é possível comprar pipocas com bitcoins. O empregado regista o preço e faz surgir no ecrã um código QR (código de barras da internet), e através de uma fotografia do smartphone, as bitcoins são transferidas da carteira do cliente para a do cinema. Este processo é usado nas compras em lojas que aceitem bitcoins.

validação dura cerca de dez minutos; só depois de validada a transação é que X recebe as bitcoins na sua carteira.

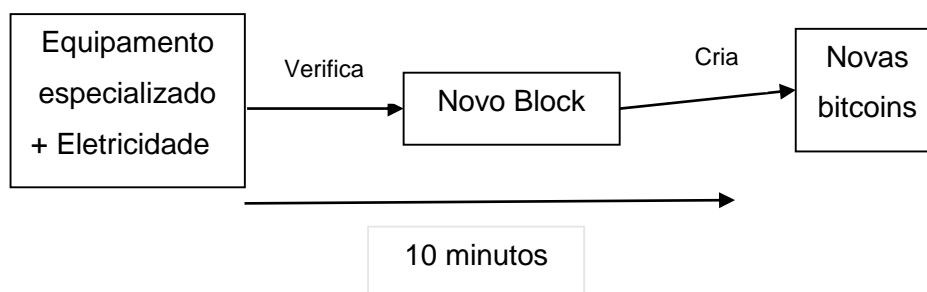
Figura 4 - Constituição da *blockchain*



Fonte: Elaboração própria

O tempo de confirmação resulta do seguinte processo: as transações que ocorrem num dado momento são ordenadas em *blocks*, que são verificadas a cada dez minutos; só então são ordenados e sequenciados no *blockchain*. Se compararmos o *blockchain* a um livro de registos, cada *block* corresponde a uma página, e as transações são as operações registadas em cada página do livro (ver figura 4).

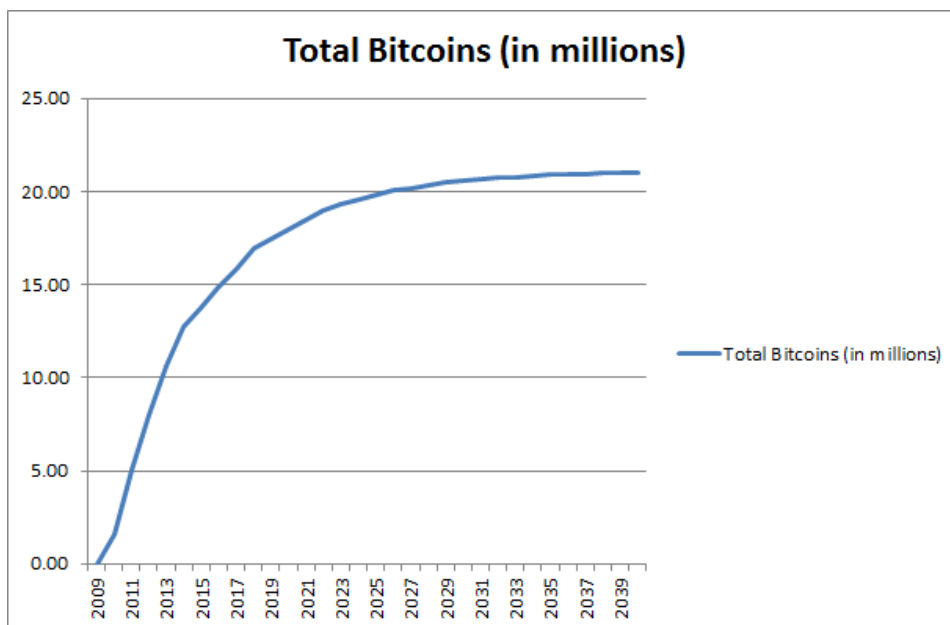
Figura 5 - Criação de bitcoins



Fonte: Elaboração própria

O processo de validação é realizado através da resolução de um algoritmo matemático, para o qual o mineiro precisa de um equipamento especializado e uma quantidade significativa de eletricidade. Quando o mineiro valida um *block* são criadas novas bitcoins, as quais são creditadas na carteira do mineiro como compensação dos recursos que gastou para realizar o processo, recebendo também as taxas de transação do *block*.

Figura 6 - Gráfico da oferta Bitcoin em milhões



A oferta da Bitcoin está limitada a 21 milhões de bitcoins até 2140, como é visível na figura 6. O próprio sistema da Bitcoin está programado para aumentar a dificuldade de criar bitcoins à medida que existem mais mineiros, de modo a que estas sejam criadas dentro do período de tempo previsto. Uma vez que a última bitcoin seja criada, a compensação dos mineiros far-se-á por taxas de serviço, como incentivo para continuar a manter a rede operacional.

1.3 Vantagens da Bitcoin

Depois de descrita a Bitcoin e explicado o seu funcionamento, analisaremos as suas vantagens de modo a entender as razões pelas quais a Bitcoin é utilizada como alternativa aos meios de pagamento existentes.

Duas das principais vantagens referentes à utilização da Bitcoin são os baixos custos e a rapidez das transações. Como Brito e Castillo (2013) referem, pelo facto de não existir uma terceira parte, as transações são mais baratas e rápidas do que os pagamentos eletrónicos tradicionais. Efetivamente, em cerca de dez minutos é possível efetuar uma transação de Portugal para a América, com taxas mínimas ou nenhuma. Não esquecendo de que a transação é realizada em bitcoins e, independentemente do país, o beneficiário recebe também em bitcoins, eliminando custos acrescidos com taxas de câmbio.

Outra das vantagens resulta da descentralização da Bitcoin, isto porque apenas o utilizador controla os seus fundos. Neste sentido, não existe o risco de uma instituição congelar ou confiscar os fundos, além de que não há qualquer restrição quanto à quantidade que se pretenda transacionar.

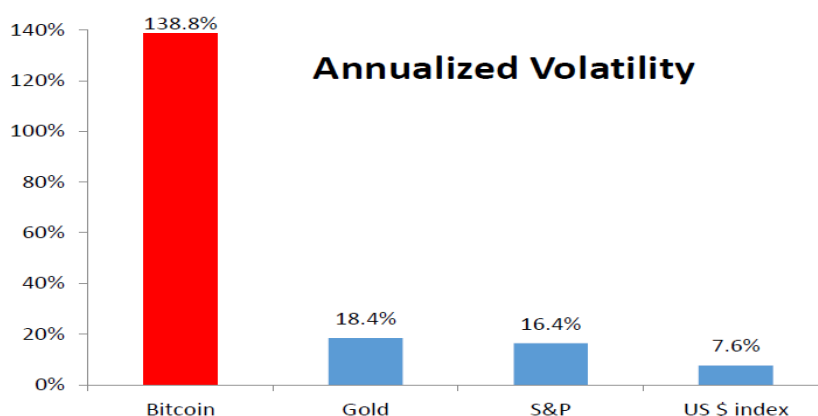
A privacidade proporcionada ao utilizador é outra interessante particularidade da Bitcoin. Uma vez mais, a descentralização do funcionamento oferece ao utilizador uma maior facilidade para começar a utilizar esta forma de pagamento, já que não é necessário facultar quaisquer dados pessoais. Dentro da rede Bitcoin apenas são conhecidos os endereços públicos dos utilizadores. O mesmo utilizador pode possuir várias carteiras e vários endereços públicos de modo a assegurar a sua privacidade. Quando é feita uma transação, as duas partes não se conhecem, nem precisam da confirmação de terceiros, proporcionando uma relação anónima e direta entre partes.

A Bitcoin fornece alguma da privacidade que pode ser encontrada no numerário, com a conveniência da transferência digital (Brito & Castillo, 2013, p. 18).

1.4 Desvantagens

Um dos grandes riscos da Bitcoin é o facto de o preço ser muito volátil. Este risco pode ser consequência de esta moeda ainda ser muito recente e de o seu mercado não possuir uma dimensão suficientemente alargada para que o preço estabilize. Pode também resultar de uma utilização especulativa por parte dos utilizadores

Figura 7 - Volatilidade da Bitcoin, ouro, S&P e Dólar



Fonte: Harvey, 2014, pág. 7

De acordo com a figura 7, a Bitcoin é cerca de sete vezes mais volátil que o ouro ou o índice Standard & Poors e cerca de dezoito vezes mais que o próprio valor do dólar. Para os comerciantes, a volatilidade da Bitcoin é um problema que se traduz na

necessidade frequente de realizarem ajustamentos nos preços mas também nas perdas de capitais associadas às alterações da taxa de câmbio.

Apesar do seu sistema descentralizado oferecer algumas vantagens, a inexistência de uma instituição reguladora é também uma desvantagem, já que é o utilizador que assume todo o risco com a sua utilização, sendo impossível anular uma transferência já realizada. Neste contexto, o Banco de Portugal alertou para a insegurança da Bitcoin, que decorre de não ser regulada nem supervisionada por nenhuma entidade governamental. E esta falta de regulação ocasiona que a Bitcoin opere numa “área cinzenta”, o que se, por um lado, poderá proporcionar benefícios na tributação ao utilizador, por outro, será prejudicial para o Estado em termos de impostos. Apesar de tudo, o uso da Bitcoin não é ilegal.

O formato exclusivamente digital da Bitcoin requer que o utilizador tome medidas de segurança para que não fique impossibilitado de aceder aos seus fundos e para que não seja roubado (através de ataques informáticos). No caso de perda da chave privada ou da eliminação do programa que representa a carteira Bitcoin, o detentor de bitcoins ficará impossibilitado de aceder aos seus fundos. Assim que o ficheiro digital é perdido, o dinheiro é perdido, tal como acontece com o dinheiro em papel (Brito & Castillo, 2013, p. 22). Também as carteiras criadas em *sites* online requerem medidas de segurança, pelo facto de os próprios sites poderem sofrer ataques informáticos. O *site* MtGox, anterior líder de mercado, acabou mesmo por encerrar devido a três ataques informáticos.⁶

O que individualmente pode ser entendido como uma vantagem pode revelar-se uma desvantagem para a sociedade. A privacidade e o anonimato da Bitcoin propiciam que esta seja usada para fins ilegais. É importante perceber que muitas das desvantagens da Bitcoin são as mesmas enfrentadas pelo numerário. O numerário tem sido historicamente o veículo de escolha para o tráfico de droga e lavagem de dinheiro, mas os políticos nunca teriam em consideração banir o dinheiro (Brito & Castillo, 2013, p. 26). O SILK Road, foi um *site* que aproveitou o fato da Bitcoin ser anónima e descentralizada para vender drogas *online*.⁷

⁶ Disponível em: <http://www.reuters.com/article/2014/02/28/us-bitcoin-mtgox-bankruptcy-idUSBREA1R0FX20140228>

⁷ Disponível em: https://www.cylab.cmu.edu/files/pdfs/tech_reports/CMUCyLab12018.pdf

Ainda assim, a Bitcoin não é completamente anónima, porque apesar de serem apenas usados endereços públicos, todas as transações estão registadas no *blockchain* e alguns estudos concluíram que a privacidade fornecida pela Bitcoin pode ser contornada. Reid e Harrigan (2011) mostraram que os utilizadores e os endereços Bitcoin podem ser passivamente rastreados devido ao uso de serviços centralizados, como *sites* de câmbio e carteiras *online*. Androulaki *et al.* (2013) analisaram a privacidade do sistema da Bitcoin através de um simulador que imita o uso da Bitcoin dentro de uma universidade, num contexto em que a Bitcoin é usada como meio de troca para as operações diárias dos alunos. Os resultados mostraram que o perfil de quase 40% dos utilizadores pôde ser descoberto, mesmo quando estes adotavam as medidas de privacidade recomendadas.

Por último, apesar do uso da Bitcoin ser já global, a dimensão do mercado ainda não pode ser comparada ao de uma moeda tradicional. Plassaras (2013) releva que um dos maiores desafios da Bitcoin assenta em convencer os utilizadores a usá-la e as empresas a aceitá-la, caso contrário de nada nos servirá possuir Bitcoins.

1.5 Qual a definição apropriada da Bitcoin?

A possibilidade de utilizar a Bitcoin simultaneamente como meio de pagamento e como aplicação financeira não ajuda a que seja encontrada uma definição consensual ou pelo menos alargada entre os investigadores da nova realidade que ela representa.

Na sua mais simples forma, a moeda tradicional tem três funções: meio de troca, unidade de conta e reserva de valor. Como meio de troca, a Bitcoin satisfaz a condição de intermediação, no entanto, a sua falta de liquidez tem um efeito negativo na sua aceitação. Não esquecendo que a sua elevada volatilidade, torna a Bitcoin um investimento de risco para cumprir a função de reserva de valor. Quanto ao papel da Bitcoin como unidade de conta, o seu âmbito é ainda restrito a um pequeno grupo de empresas e pessoas, apesar da sua aceitação a nível mundial.

Nakamoto (2008), como dissemos atrás uma “versão *peer to peer* de dinheiro eletrónico”. Já Kaplanov (2012) recomenda que a Bitcoin seja encarada como uma “moeda-comunidade” dentro da lei⁸. Por seu turno, Selgin (2013) analisa a evolução

⁸Segundo Kaplanov (2012), é uma moeda emitida por uma entidade não-governamental de uma comunidade, diferente da moeda nacional, de modo a desenvolver economias locais. Este meio de troca é aceite dentro da comunidade de acordo com os parâmetros do sistema.

histórica dos sistemas monetários e classifica a Bitcoin como “mercadoria sintética”⁹. Yermack (2013), enfim defende que a Bitcoin comportasse mais como um investimento do que com uma moeda, opinião sustentada na elevada volatilidade desta moeda e no fato de as taxas de câmbio diárias da Bitcoin terem uma correlação nula com a das moedas fiduciárias.

A propósito de a Bitcoin não se enquadrar nas classes tradicionais de moeda, Wells (2011) propõe cinco categorias que descrevem a arquitetura das moedas digitais: sistema de *software* de troca, sistema de pagamento de moeda digital, sistemas digitais de metais preciosos, sistema de *software* de transferência *online* de valores e sistema de transação *online* de valor. De acordo com Wells, a Bitcoin pertence à categoria de sistema de *software* de transferência *online* de valores¹⁰.

Bergstra & Weijland (2014) consideraram a Bitcoin como uma mercadoria informativa parecida com moeda. Estes autores encaram a Bitcoin como um sistema que fornece uma plataforma com os seguintes recursos: 1), um sistema que fornece acesso a agentes, e que, 2) facilita as trocas entre aderentes, por meio de, 3) quantidades informacionalmente dadas em BTC (a unidade de Bitcoin), através do, 4) recurso escasso a coleções de chaves de acesso privadas, e 5) "um Bitcoin" como uma unidade de acesso dentro do sistema.

No relatório do Banco Central Europeu (BCE), a moeda virtual é definida como “uma representação digital de valor, não emitida por um banco central, instituição de crédito ou instituição de *e-money*, que, em algumas circunstâncias, pode ser utilizada como uma alternativa ao dinheiro”. É usado também o termo de "esquema virtual de moeda" ao longo do relatório “para descrever tanto o aspeto do valor e dos mecanismos inerentes ou embutidos que garantem que o valor pode ser transferido” (European Central Bank, 2015). A Bitcoin não é considerada uma moeda pelo facto de não possuir um nível elevado de liquidez e ainda por não granjear, segundo o BCE, índices de aceitação associados a uma moeda fiduciária.

⁹ A “moeda- mercadoria sintética” consiste em algo que não tem valor não monetário, mas é absolutamente escassa.

¹⁰ Este tipo de sistema é inovador em termos de tecnologia e modelo de negócio e usa dinheiro digital e o uso de códigos armazenados numa e-wallet. O sistema permite vários métodos de transferência de valores privados e funcionalidades de privacidade. (Herpel, 2009a, citado por Wells (2011))

Šurda (2012) avalia se a Bitcoin, de um ponto de vista liberal, poderá vir a ser uma alternativa às moedas fiduciárias ou ao ouro. Do ponto de vista da Escola Austríaca, a Bitcoin é superior às moedas fiduciárias e ao ouro, devido aos seus custos de transação e oferta inelástica. Também em relação ao seu estudo empírico, os resultados são consistentes com a Bitcoin ser um meio de troca: a liquidez da Bitcoin parece correlacionar-se negativamente com a volatilidade do preço, comportando-se como um meio de troca. A velocidade da Bitcoin parece ser semelhante às outras moedas. Šurda aduz que pelos baixos custos de transação, esta possa competir com meios de troca já estabelecidos e ganhar quota de mercado à sua custa. A Bitcoin, diz Šurda, não é ainda uma moeda (é apenas um meio de troca), mas caso evolua nesse sentido, será uma moeda mercadoria¹¹.

1.6 Análise da evolução da Bitcoin

Neste subcapítulo analisaremos a evolução da Bitcoin de modo a perceber a dimensão do seu crescimento, agrupando variáveis que normalmente se apresentam muito relacionadas.

Num primeiro momento, será analisado o preço da Bitcoin em conjunto com o *Google trends* e o índice de pesquisas por país. De seguida, serão analisados o número de transações e as taxas de transação em bitcoins, a par do respetivo valor estimado de transações. Será também apresentado o crescimento do número de *downloads* em conjunto com o *Google trends*. Por fim, far-se-á referência à importância relativa dos diferentes *sites* e das diferentes moedas no câmbio por bitcoins.¹²

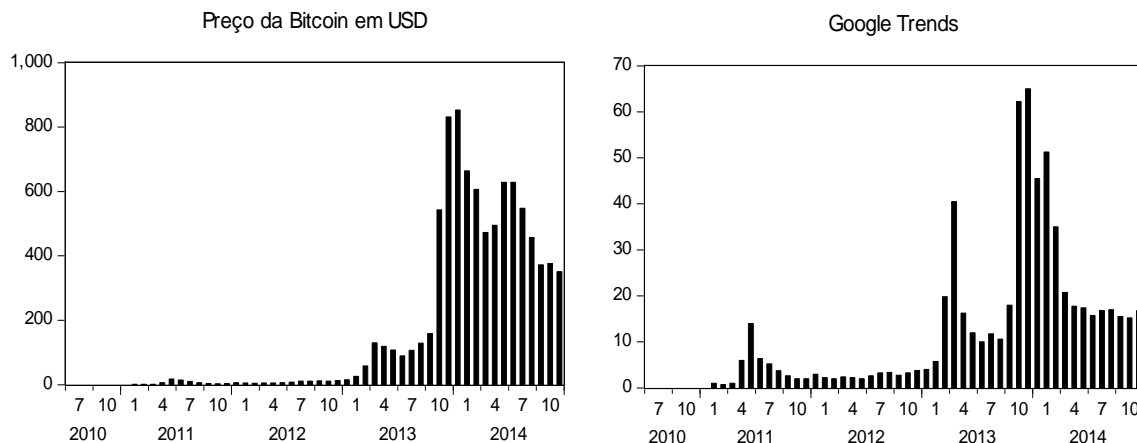
1.6.1 Preço e interesse

Kristoufek (2013) demonstra a existência de uma forte relação entre o preço da Bitcoin e o interesse manifestado pela Bitcoin na internet. A figura 8 indicia a existência dessa relação para o período que medeia entre 12/07/2010 a 31/12/2014.

¹¹ Base monetária com oferta inelástica e sem uma obrigação ou direito contratual para o portador.

¹² Todos os dados foram acedidos a 23 de abril de 2015.

Figura 8 - Gráficos do Preço e *Google trends*



Fonte: Processado pelo autor através de dados do data.bitcoinity.org e google.com/trends.

A Bitcoin começou por valer 0.0723 USD, quando ainda não era conhecida e era utilizada apenas por informáticos e idealistas anti governo. Como se pode observar na figura 8, o preço começou a ter algumas variações em julho de 2011, chegando a atingir nesse mês os 22.5 USD, quando foi publicado o artigo “Bitcoin: a guide to the future of currency”.¹³

Foi contudo no início de abril de 2013 que o preço da Bitcoin começou a subir, aparentemente devido à reação do público ao anúncio feito pelo governo cipriota de que os bancos iriam congelar as contas dos seus clientes. Para evitar que o governo proibisse os clientes de aceder ao seu dinheiro, muitas pessoas trocaram os seus fundos por bitcoins. A capitalização de mercado da Bitcoin foi crescendo lentamente antes da crise bancária no Chipre, mas esta pode ter sido o fator desencadeador do aumento do preço em abril de 2013. A apetência pela Bitcoin e consequentemente o seu preço parecem ter-se ressentido da diminuição das notícias sobre o Chipre e dos ataques informáticos a alguns *sites* de câmbio *online*: o preço da Bitcoin caiu para um valor abaixo dos 100 USD por um curto período de tempo, após o pico de cerca de 160 USD (Forbes, 2013).

Em outubro de 2013, o preço e o interesse pela Bitcoin aumentaram, quando a China começou a interessar-se pela Bitcoin: o preço subiu até cerca de 200 USD. Em novembro do mesmo ano, a procura por parte de investidores chineses aumentou ainda mais, empurrando o preço para um recorde histórico de cerca de 1200 USD (Forbes, 2013).

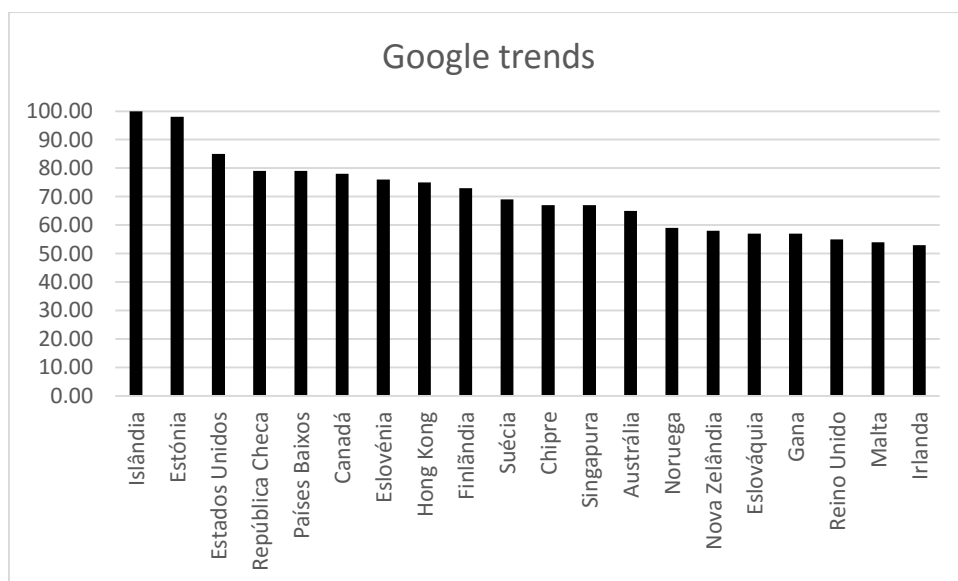
¹³ Disponível em: <http://www.zdnet.com/article/bitcoin-a-guide-to-the-future-of-currency/>

A euforia destes preços não durou muito, uma vez que em dezembro o governo chinês emitiu um comunicado alertando que os bancos chineses e as instituições financeiras estavam proibidas de conduzir negócios associados com a Bitcoin.¹⁴ Por essa altura, ao mesmo tempo que o interesse pela moeda atingia o seu máximo, o preço da Bitcoin caiu até cerca de 600 USD. Em janeiro de 2014, o valor do Bitcoin recuperou ligeiramente, sendo negociado a cerca de 800 USD, talvez como reação à proibição por parte da China em relação à Bitcoin.

Em fevereiro de 2014, o *site* MTgox encerra devido ao terceiro ataque informático, tendo como consequência uma descida no preço para 500 USD, bem como no interesse pela Bitcoin.¹⁵ No final do ano, a Bitcoin valia cerca de 300 USD e a Microsoft e a Paypal começaram a aceitar Bitcoins.

É também possível visualizar o interesse por país, através do índice de pesquisa de cada um.

Figura 9 - Índice de pesquisas sobre a Bitcoin por país



Fonte: Processado pelo autor através de dados do google.com/trends

É interessante salientar que, de acordo com a figura 9, o país que detém o maior índice de volume de pesquisa é a Islândia (100), seguido da Estónia (98) e EUA (85). Portugal detém um índice de 33.

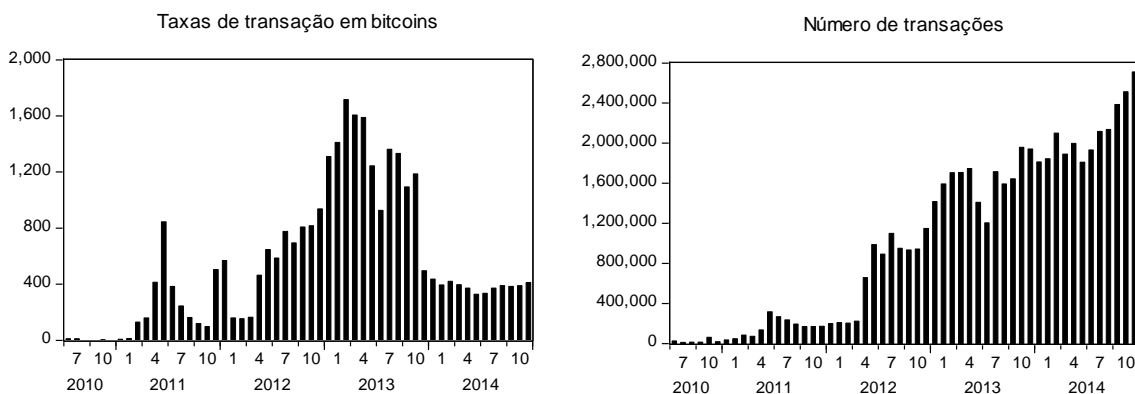
¹⁴ Disponível em: <http://business.iafrica.com/worldnews/891524.html>

¹⁵ Disponível em: <http://www.wsj.com/articles/SB10001424052702304834704579404101502619422>

1.6.2 Número e volume de transações em bitcoins

Na figura 10 apresenta-se a evolução do valor total dos custos de transações em bitcoins (taxas de transação) e do número de transações em bitcoins.

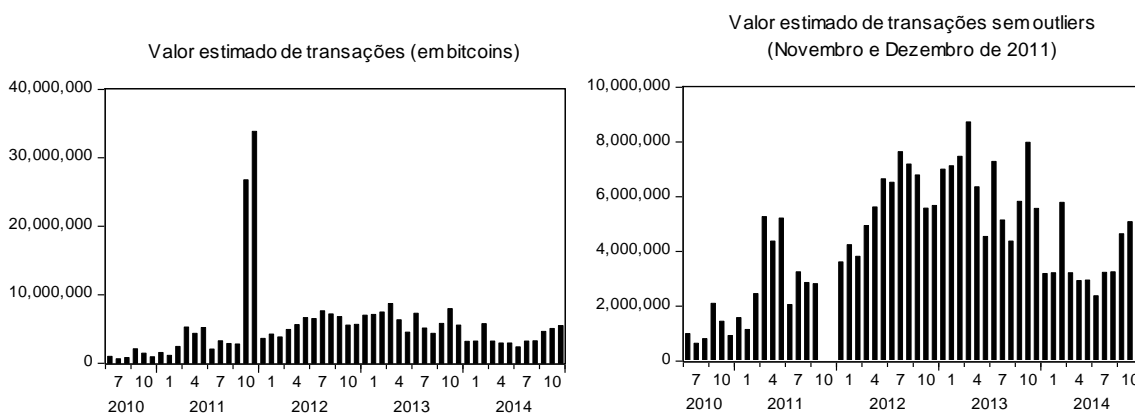
Figura 10 - Evolução das taxas de transação e do número de transações



Fonte: Processado pelo autor através de dados do blockchain.info

Como podemos constatar, as taxas de transação registaram um incremento significativo a partir de maio de 2012, atingindo o pico em abril de 2013. Após esta data, verifica-se uma tendência decrescente até início de 2014 e depois a estabilização. O comportamento desta variável reflete, simultaneamente, a evolução do valor das transações realizadas e dos custos unitários associados. O comportamento do valor estimado de transações em bitcoins (a variável que melhor reflete o verdadeiro valor de transações, de acordo com o *site blockchain.info*) apresenta alguma consonância com o observado para as taxas de transações, com exceção dos meses de novembro e dezembro de 2011.

Figura 11- Evolução do valor estimado de transações em bitcoins



Fonte: Processado pelo autor através de dados do blockchain.info/

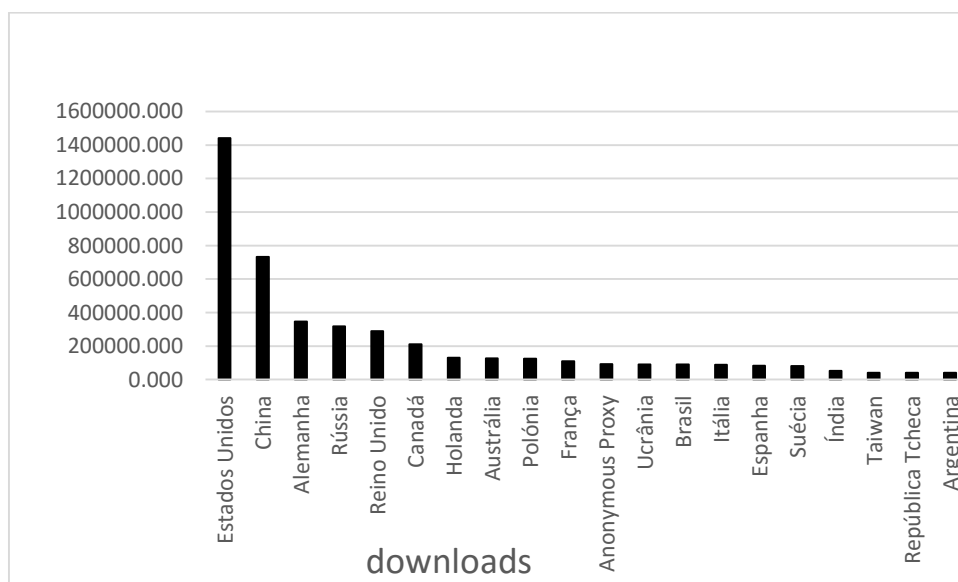
Em suma, as tendências observadas no *Google trends* e no preço da Bitcoin (figura 8), mas também nas taxas e no valor estimado de transações (figuras 10 e 11) indiciam um abrandamento do uso da Bitcoin no período mais recente, após uma fase de crescimento acentuado.

Em contrapartida, o número de transações regista uma tendência crescente em todo o período (figura 10). O crescimento do número de transações em períodos de abrandamento e redução do valor das transações sugere a ocorrência de uma diminuição do valor unitário das transações.

1.6.3 Downloads

O sourceforge.net mostra os *downloads* efetuados do *software* da carteira Bitcoin.

Figura 12 - Downloads da carteira de bitcoins por país

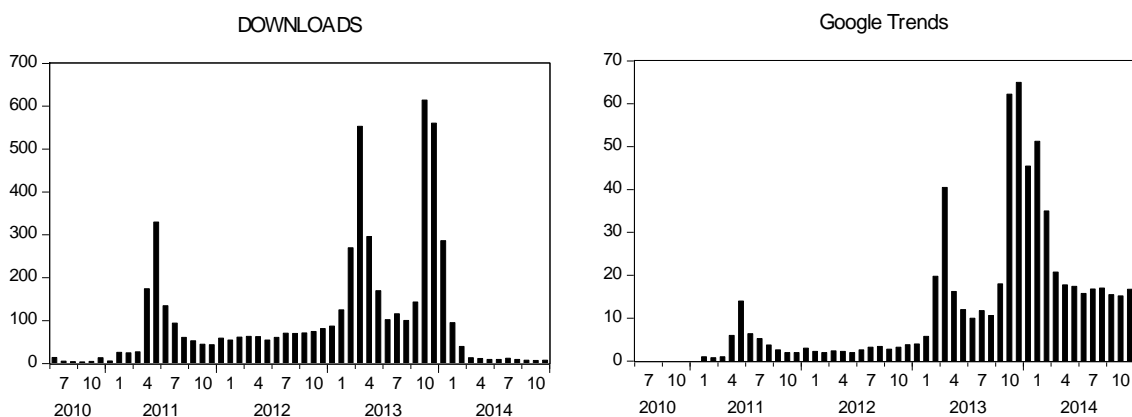


Fonte: Processado pelo autor através de dados do sourceforge.net

Os EUA encontram-se em primeiro lugar com 1442294 *downloads*, seguidos da China (732420) e da Alemanha (345866). Portugal encontra-se em 31º lugar, com 26,734 *downloads*. (figura 12)

Abaixo segue-se uma análise do gráfico do número de *downloads* em conjunto com o gráfico do *Google trends*.

Figura 13 - Comparação do número de *downloads* com o *Google trends*



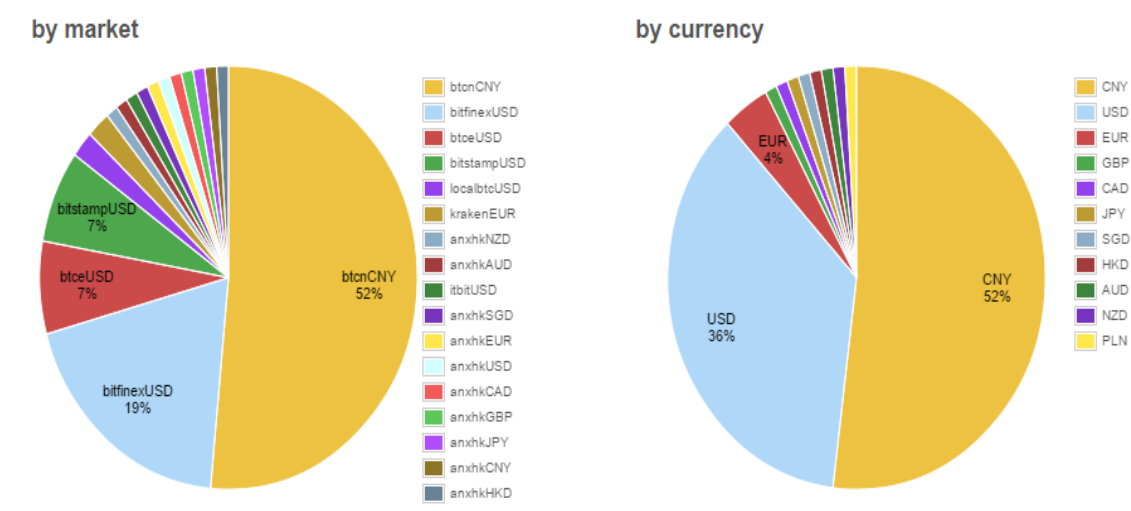
Fonte: Processado pelo autor através de dados do sourceforge.net e google.com/trends.

A observação da figura 13 permite-nos concluir que o número total de *downloads* tem comportamento idêntico ao do interesse manifestado na internet pela Bitcoin (*Google trends*). Podemos constatar a existência de três picos no comportamento do número de *downloads*. A primeira grande subida aconteceu em abril de 2011, data em que o interesse começou também a subir, tendo atingido um número de 330.000 *downloads* em junho de 2011. Em janeiro de 2013, o número de *downloads* subiu, bem como o interesse, até 553.000 *downloads*. O terceiro pico aconteceu em novembro de 2013, atingindo os 600.000 *downloads* nesse mês e coincidindo com o pico máximo no *Google trends*. É possível concluir que quando o interesse na Bitcoin foi maior, o número de *downloads* também aumentou.

1.6.4 Trocas de Bitcoin

Em termos de mercado, o *site* btcnCNY detém uma quota de 52%, seguido do btfnexUSD, com 19% e do btceUSD e do bitstamp, ambos com 7%. As moedas mais trocadas por bitcoins eram, em abril de 2015, a moeda chinesa renminbi (52%), o dólar americano (36%) e o euro (4%). Os restantes 8% são repartidos por outras 8 moedas (figura 14).

Figura 14 - Gráficos das trocas de Bitcoin por mercado e por moeda



Fonte: bitcoincharts.com

2 Revisão da literatura empírica sobre a Bitcoin

A complexidade da Bitcoin e a crescente aceitação desta moeda digital têm despertado o interesse de vários investigadores nas mais variadas áreas, tendo já sido realizados estudos sobre o seu aspeto tecnológico, financeiro e económico.

Neste capítulo serão apresentados estudos sobre o preço da Bitcoin de forma a compreender quais as potenciais determinantes do comportamento deste. De seguida, serão expostos estudos que abordam não só o preço, mas também os motivos que determinam a procura da Bitcoin.

As variáveis utilizadas nos estudos apresentados servirão de base para a seleção de potenciais determinantes da procura da Bitcoin.

2.1 Estudos empíricos sobre o preço da Bitcoin

A elevada volatilidade do preço tem sido apontada como uma das principais desvantagens da Bitcoin, motivando vários investigadores a estudar quais os potenciais determinantes do seu comportamento. A tabela 1 sistematiza alguma da literatura empírica sobre a Bitcoin.

Tabela 1 - Estudos sobre o preço da Bitcoin

Autor	Período	Método	Vaiáveis	Variáveis significativas
Kristoufek (2013)	1/5/2011 - 30/6/2013 Dados semanais	VECM	<i>Google trends</i> e Wikipedia	Relação positiva entre o preço e as variáveis, <i>Google trends</i> e Wikipedia.
Wijk (2013)	05/12/2010 - 14/06/2014 Dados diários	ECM	Índice Dow Jones, Índice FTSE 100 (londres), Índice Nikkei 225 (japão), a taxa de câmbio EUR/USD e o preço do petróleo	Longo prazo- taxa de câmbio EUR/USD (-), o preço do petróleo (-) e o Índice Dow Jones (+) Curto prazo - o Índice Dow (+)
Ciaian <i>et al.</i> (2014)	2009 - 2014 Dados diários	VAR	Total de bitcoins em circulação, nº endereços únicos por dia, nº transações, bitcoins destruídas por dia, total de bitcoins em circulação, taxa de câmbio USD/EUR, wikipedia, índice Dow jones e preço de petróleo	Longo prazo - Total de bitcoins em circulação (-), nº endereços únicos por dia (+), nº transações (-), bitcoins destruídas por dia (+), total de bitcoins em circulação, wikipedia (+) Dow jones (+) e preço de petróleo (-), taxa de câmbio USD/EUR (+) Curto prazo – Total de bitcoins em circulação (-), bitcoins destruídas por dia (-), wikipedia (-)
Šafka (2014)	1/8/2010 - 6/2/2014 Dados diários	OLS	Índice NASDAQ, Nikkei 225, SSE <i>Composite</i> e o preço do ouro e do petróleo	Relação na maioria insignificante no período analisado.
DeLeo (2014)	52 semanas	OLS	Velocidade da Bitcoin, o preço do ouro, a taxa de inflação USA, <i>Google trends</i> e o nº de transações	Variáveis significativas: velocidade (-), o nº transações (+) e <i>Google Trend</i> (+)

Kristoufek (2014)	14/9/2011- 28/2/2014 Dados diários	Wavelet	Total de bitcoins em circulação, valor de saída de bitcoins, nº transações, interesse, <i>hashrate</i> , câmbios de Bitcoin, índice acionista de Xangai, preço do ouro	Longo prazo - uso em trocas, a oferta e o nível de preços, <i>hashrate</i> , índice acionista de Xangai. Principal determinante -interesse
Bouoiyour e Selmi (2014)	05/12/2010 - 14/06/2014 Dados diários	ARDL	Atratividade dos investidores, rácio Câmbio/Mercado ¹⁶ , velocidade monetária da Bitcoin, volume de saída, <i>hashrate</i> , preço do ouro e o índice do mercado acionista de Xangai	Curto prazo: a atratividade dos investidores (+), o rácio Câmbio/Mercado (+) e o Índice de Xangai (+) Longo prazo: <i>hashrate</i> (+), rácio câmbio/mercado (+)
Bouoiyour <i>et al.</i> (2014)	12/2010 – 06/2014 Dados diários	Causalidade de Granger	Preço – Rácio Câmbio/Mercado Preço – Interesse dos utilizadores	Preço Bitcoin causa o rácio Câmbio/Mercado no médio e longo prazo. Atratividade dos investidores causa o preço da Bitcoin no longo prazo.
Huhtinen (2014)	17/07/2010 – 31/01/2014 Dados diários	OLS e Causalidade de Granger	Retornos da Bitcoin, <i>Google trends</i> , transações na rede Bitcoin, Oferta de bitcoins, network <i>hashrate</i> , Dummies para 5 crashes do preço da bitcoin	Retornos da Bitcoin (+), <i>Google trends</i> (-), network <i>hashrate</i> (+), Oferta de bitcoins (-) Causalidade do preço para o <i>Google trends</i> , network <i>hashrate</i> e transações na rede Bitcoin .

Notas: Os sinais (+) e (-) representam uma relação positiva ou negativa, respetivamente.

¹⁶ Relação entre o volume do mercado de câmbios da Bitcoin por outras moedas em *sites* especializados e o volume de transações dentro da rede Bitcoin.

De acordo com os estudos apresentados, determinantes como a interação entre a oferta e procura (Buchholz, Delaney, Warren, & Parker, 2012), *Google trends*¹⁷ (Kristoufek, 2013) e indicadores financeiros (Wijk, 2013), exercem influência no preço. Variáveis como o *hashrate*¹⁸ e o índice de Xangai foram também consideradas determinantes no preço da Bitcoin (Kristoufek, 2014 e Bouoiyour & Selmi, 2014).

Os resultados de Kristoufek (2013) mostram uma forte relação bidirecional entre o preço e o *Google trends*: o preço é não só influenciado pela pesquisa sobre a Bitcoin, como também influencia as pesquisas. A especulação e o interesse dos utilizadores tem uma grande influência na dinâmica do preço da Bitcoin. Assim quando o preço é elevado, o crescente interesse influencia o preço a subir ainda mais, e vice-versa. Este comportamento é comparado ao comportamento de uma bolha especulativa.

O estudo realizado por Wijk (2013) concluiu que a maior parte dos fatores que influenciam o preço da Bitcoin estão relacionados com a economia dos EUA.

Ciaian, Rajcaniova e Kancs (2014) demonstraram que, ao contrário de Wijk (2013), os indicadores financeiros (Dow Jones e preço de petróleo) não afetam significativamente o preço no longo prazo quando são adicionadas as variáveis dos determinantes da procura e oferta. Šafka (2014) descobriu alguma relação entre a Bitcoin e indicadores financeiros (Índice NASDAQ, Nikkei 225, SSE Composite e o preço do ouro e do petróleo) mas esta revelou-se inconsistente ao longo do tempo e na sua maioria estatisticamente insignificante. O seu estudo reforça a hipótese da independência da Bitcoin em relação a fatores económicos.

Por seu turno, Bouoiyour e Selmi (2014) analisaram o preço da Bitcoin e testaram o carácter especulativo desta moeda. Consideraram existir evidência de que a Bitcoin pode ser usada por motivações económicas mas que não é um ativo seguro. A consideração na análise do encerramento do *site* de câmbios chinês, MTGox, confirmou a robustez dos seus resultados: manteve-se dominante a contribuição do comportamento especulativo dos investidores e o papel do índice do mercado acionista chinês. Apenas a função de meio de pagamento da Bitcoin perdeu relevância no longo prazo. A consideração de variáveis adicionais que não têm grande influência na evolução dos

¹⁷ Representa o interesse dos utilizadores na Bitcoin ou atratividade dos investidores.

¹⁸ A taxa de hash é a unidade de medida do poder de processamento da rede Bitcoin. A Bitcoin trouxe novos conceitos devido à sua complexidade.

preços da Bitcoin (preço do petróleo, índice Dow Jones e uma variável *dummy* que indica o encerramento do Silk Road) resultaram em estimativas instáveis.

Bouoiyour *et al.* (2014) tentaram perceber se a Bitcoin é usada como meio de pagamento ou como um investimento de risco. Para tal, realizaram testes de causalidade às relações do preço da Bitcoin com as transações e do preço da Bitcoin com a atratividade dos investidores, usando uma análise no domínio de frequência. Os resultados observados revelaram algumas diferenças nas várias frequências temporais, realçando a complexidade de avaliar o que exatamente a Bitcoin é. O estudo confirma a natureza extremamente especulativa da Bitcoin sem ignorar a sua utilidade como meio de pagamento. A consideração do índice acionista do mercado chinês e do *hashrate* confirmaram e reforçaram a natureza especulativa da Bitcoin.

Kristian e Valstadvn (2014) comparam o risco da Bitcoin com o do ouro e da taxa de câmbio EUR/USD, através de modelos ARCH e GARCH. De acordo com os resultados obtidos, a Bitcoin é de longe o ativo que detém maior risco dos três. Os resultados da análise do preço e da duração dos ganhos mostram que demora muito menos tempo o preço da Bitcoin a mudar do que os dos outros dois. Apesar do elevado risco da Bitcoin, os autores acreditam que os benefícios que possui poderão ser suficientes para oferecer uma viável opção de meio de pagamento.

2.2 Motivações da procura da Bitcoin

A procura pela Bitcoin começou inicialmente pela experimentação de algo diferente por parte de informáticos. A atual desconfiança no sistema bancário também estará relacionada com o aumento da procura desta moeda, como o demonstra o caso da crise cipriota em 2013. Na sequência desta crise, verificou-se um aumento das transações de bitcoins, pelo facto de alguns cipriotas terem transferido os seus fundos para bitcoins para proteger a sua riqueza. A procura pela Bitcoin não resulta apenas do seu uso como meio de pagamento mas também como investimento, muito devido à sua natureza volátil e possibilidade de alavancagem, já que que as perdas e os ganhos podem ser extremamente elevados.

A tabela 2 resume os resultados de três estudos empíricos sobre a procura da Bitcoin.

Tabela 2 - Estudos empíricos dos motivos da procura Bitcoin

Autor	Período	Método	Vaiáveis	Resultados
Buchholz <i>et al.</i> (2012)	06/2010 até 03/2012 semanal	VAR	Nº de transações e <i>Google trends</i> . Preço e o valor total de transações.	<i>Google trends</i> (+) influencia o nº de transações Preço (+) influencia o valor total de transações
Janota (2013)	8/2010 até 3/2013 Dados mensais	OLS	Volume de troca - nº transações e o nº de contas ativas (proxy para nº de utilizadores). Índice de transações real - nº de endereços e do nº de transações. Preço - valor estimado de transações e valor de troca.	Nº de contas ativas (+) Nº de endereços (+), nº de transações (+) Valor de troca (+)
Glaser <i>et al.</i> (2014)	2011/01/01 até 2013/10/08 Dados diários	ARCH e GARCH VAR	Variáveis dependentes: Volume de trocas Bitcoin (1), volume da rede Bitcoin (2) preço. (3) Variáveis independentes: Volume de troca do MTgox, volume da rede bitcoin, nº de visitantes na Wikipedia sobre a Bitcoin e variáveis <i>dummies</i> de datas de importantes eventos	A variável wikipedia (+) é significativa no volume de troca Bitcoin. O volume de troca (-) é significativa no preço.

Notas: O sinal (+) e (-) representam uma relação positiva ou negativa, respetivamente.

Buchholz *et al.* (2012) analisaram: 1) a relação entre o interesse *online* pela Bitcoin e a procura desta moeda; 2) como é que o comportamento do preço afeta as transações em bitcoins; e 3) como é que a volatilidade do preço afeta a procura de bitcoins. Concluíram que, de acordo com a causalidade de Granger, o interesse causa as transações, mas não vice-versa: uma variação nas transações não tem efeito no interesse, enquanto um aumento no interesse, tem um efeito de aumento nas transações. Por fim, através de modelos ARCH/GARCH, descobriram que a volatilidade do preço afeta significativamente a procura (preço da Bitcoin em USD como proxy). Descobriram que um aumento dos preços implica o aumento da procura e baixos preços implicam a diminuição da procura. Estes resultados indiciam a existência de uma bolha especulativa no mercado da Bitcoin.

Janota (2013) estuda os motivos da procura pela Bitcoin, sendo estes motivos de especulação e de transação. Conclui que as transações externas¹⁹ de Bitcoin são na maioria influenciadas por motivos de especulação. O volume de transações externas, no geral, aprecia o valor da Bitcoin. Enquanto as transações internas²⁰ são basicamente determinadas pelo motivo transações, sendo largamente independentes das processadas fora da rede Bitcoin. Concluiu que os utilizadores que utilizam a Bitcoin com os motivos especulação ou transação coexistem em circuitos separados, interagindo indiretamente através da taxa de câmbio e aceitação da Bitcoin.

Mais tarde, Glaser *et al.* (2014) descobriram que o interesse de novos utilizadores tem influência no volume de troca da Bitcoin (câmbios da Bitcoin noutras moedas) mas não no volume dentro do sistema da Bitcoin. Segundo a interpretação dos autores, deve-se ao facto dos novos utilizadores, preferirem manter as bitcoins na sua carteira com o propósito de especular, ao invés de utilizá-las em compras de bens ou serviços. Concluíram que a Bitcoin é mais usada como aplicação financeira do que como meio de pagamento.

¹⁹ Operações de câmbio da Bitcoin por outras moedas.

²⁰ Transações processadas dentro da rede Bitcoin.

3 Procura da moeda: enquadramento teórico e empírico

Neste capítulo serão apresentadas as principais teorias da procura de moeda e referidos os resultados de alguns estudos empíricos.

3.1 Enquadramento teórico

A literatura teórica sobre a procura de moeda é vasta mas existem já alguns bons manuais que a sistematizam devidamente. Entre eles conta-se o de Mishkin (2009) que servirá de base à sistematização das principais teorias da procura de moeda que será aqui apresentada.

3.1.1 A teoria quantitativa da procura de moeda

A teoria quantitativa da procura de moeda inspira-se no trabalho, “The Purchasing Power of Money, its Determination and Relation to Credit, Interest and Crises”, do economista americano Irving Fisher publicado em 1911. Pressupõe a existência de uma relação estável entre a procura de moeda e o rendimento nominal, admitindo que a velocidade de circulação da moeda é constante no curto prazo, já que depende essencialmente de aspetos institucionais e tecnológicos. De acordo com esta teoria, a procura de moeda (M^d) é unicamente função do rendimento nominal (PY) e a taxa de juro não tem qualquer efeito sobre a procura de moeda que se comporta de acordo com a expressão

$$M^d = \frac{1}{V} \times PY = kPY$$

onde V representa a constante velocidade de circulação da moeda e k o seu inverso.

3.1.2 As abordagens keynesianas da procura de moeda

No seu livro, “The General Theory of Employment, Interest and Money”, publicado em 1936, Keynes abandonou o pressuposto clássico de que a velocidade de circulação da moeda era constante e desenvolveu uma teoria da procura de moeda, designada por teoria da preferência pela liquidez, em que a taxa de juro desempenha papel crucial.

Considera existirem três motivos para se desejar deter moeda: o motivo transações, o motivo precaução e o motivo especulação. De acordo com os motivos transação e precaução, quanto maior o nível de rendimento da economia maior a necessidade de se deter moeda para efetuar as transações correntes e para prevenir despesas imprevistas que possam ocorrer no futuro. Por sua vez, o motivo especulação enfatiza a função da moeda como meio de reserva de valor alternativo a outros instrumentos financeiros como as obrigações. Assumindo que a taxa de juro gravitaria em torno de um valor

considerado normal Keynes admitia que, se a taxa de juro de mercado fosse inferior a esse valor dito normal, seria expectável uma subida da taxa de juro e uma queda na cotação das obrigações. Com essas expectativas, os indivíduos prefeririam deter a sua riqueza sob a forma de moeda. Assim sendo, a quantidade de moeda procurada será tanto maior quanto menor a taxa de juro.

A conjugação destes três motivos conduz a uma procura real de moeda (M^d/P) que varia positivamente com o rendimento real (Y) e negativamente com a taxa de juro (i)

$$\frac{M^d}{P} = f\left(Y, i\right)$$

A velocidade de circulação de moeda deixa de ser constante, variando positivamente com a taxa de juro.

Na sequência de críticas a esta abordagem desenvolvida por Keynes, William Baumol e James Tobin desenvolveram separadamente modelos de procura de moeda, com fundamentação microeconómica, que corroboraram a importância atribuída por Keynes à taxa de juro na explicação da procura de moeda. Estas abordagens são designadas de neo-keynesianas, pela importância que atribuem à taxa de juro: Baumol desenvolveu um modelo de *stocks* ótimos na sequência do qual a procura por motivo transações varia inversamente com a taxa de juro; Tobin fundamenta a procura por motivo especulação e a sua relação com a taxa de juro, recorrendo à teoria de seleção de carteiras de ativos em situação de incerteza.

3.1.3 Friedman e a nova teoria quantitativa da moeda

Em 1956, Milton Friedman, na sua obra “The Quantity Theory of Money: A Restatement”, desenvolveu uma teoria da procura de moeda que parte do pressuposto que a moeda é um ativo financeiro como outro qualquer e que a sua procura pode ser deduzida a partir da teoria geral da procura de ativos.

De acordo com esta teoria, a procura de moeda depende dos recursos que os indivíduos dispõem (a sua riqueza ou rendimento permanente, para Friedman) e das remunerações esperadas dos outros ativos. São considerados três ativos alternativos à moeda: i) obrigações, que proporcionam juros (r_b); ii) ações, que proporcionam dividendos (r_e); e iii) ativos reais, cuja valorização acompanha a taxa de inflação esperada (π^e). Para Friedman, a procura real de moeda (M^d/P) variaria então positivamente com a riqueza

ou rendimento permanente (Y^P) e negativamente com a diferença entre as remunerações esperadas dos outros ativos (r_b , r_e e π^e) e a remuneração da moeda (r_m):

$$\frac{M^d}{P} = f\left(Y^P_+, r_b_-, r_e_-, \pi^e_-, r_m_-\right)$$

Apesar da abordagem mais sofisticada, Friedman chega basicamente às mesmas conclusões da escola clássica da teoria quantitativa da procura de moeda:

- Procura de moeda estável, porque Y^P estável;
- Procura de moeda pouco sensível a variações da taxa de juro, porque a rentabilidade da moeda acompanha a evolução da rentabilidade dos outros ativos;
- Velocidade de circulação relativamente constante e previsível;
- Variações da oferta de moeda provocam variações do rendimento nominal sem afetar rendimento real.

3.2 Evidência empírica

Existe numerosa literatura empírica sobre a procura de moeda. Kumar (2011) apresenta uma exaustiva revisão dessa literatura que usaremos como referência. Pretende-se tão-somente apresentar os resultados de alguns estudos com séries temporais que possamos posteriormente usar para confrontar com os resultados do nosso estudo empírico.

Muitos destes estudos empíricos tiveram a necessidade de incluir a taxa de câmbio como variável explicativa adicional da procura de moeda. Kumar (2011) apresenta, como argumento para a taxa de câmbio ser considerada uma determinante da procura de moeda, o trabalho desenvolvido por Mundel em 1963.

Os estudos apresentados na tabela 3 revelam que as variáveis rendimento e taxa de juro afetam a procura de moeda significativamente e com o sinal esperado. A relação empírica da procura de moeda com a taxa de câmbio é também significativa mas umas vezes com sinal positivo e outras com sinal negativo. Segundo Bahmani-Oskooee e Wing Ng (2002) a taxa de câmbio pode ter dois efeitos na procura de moeda: um efeito riqueza e um efeito substituição. Dependendo de qual o efeito que prevalece, uma depreciação da moeda pode aumentar ou diminuir a procura de moeda e, por isso, o sinal esperado da taxa de câmbio pode ser positivo ou negativo. Se a depreciação da moeda, porque aumenta o valor dos ativos financeiros estrangeiros em moeda nacional,

for entendida como um aumento da riqueza então a procura de moeda aumentará; se a depreciação da moeda induzir uma expectativa de nova depreciação, haverá tendência para deter menos moeda nacional e mais moeda estrangeira para evitar perdas de capital.

Tabela 3 - Estudos empíricos da procura de moeda

Autor	Variável dependente	País/período	Método	Resultados
Bahmani-Oskooee and Rehman (2005)	M1	Malásia 1973(T1) - 2000(T4)	ARDL	Rendimento (+), taxa de câmbio (-), taxa de inflação (+)
Bahmani-Oskooee and Rehman (2005)	M1	Singapura 1973 (T1) - 2000(T1)	ARDL	Rendimento (+), taxa de câmbio (-), taxa de inflação (-)
Bahmani-Oskooee <i>et al.</i> (1998)	M2	Espanha 1974(T1) - 1992(T2)	JML	Rendimento (+), taxa de juro (-) e taxa de câmbio (+)
Kumar (2009)	M1	Noruega 1960 - 2009	ARDL	Rendimento (+), taxa de juro (-), taxa de câmbio (+) e taxa de inflação (-)
Hamid and Hosein (2007)	M3	Irão 1985(T1) - 2006(T2)	ARDL	Rendimento (+), taxa de câmbio (-) e taxa de inflação (-)
Owoye and Onafowora (2007)	M2	Nigéria 1986(T1) - 2001(T4)	JML	Rendimento (+), taxa de juro (+), taxa de câmbio (-) e taxa de inflação (-)
Ewing and Payne (1999a)	M2	Canadá 1980(T1) - 1996(T2)	JML	Rendimento (+), taxa de juro (-) e taxa de câmbio (-)

Nota: Elaboração própria a partir de informação retirada de Kumar (2011)

4 Determinantes da procura da Bitcoin: estudo econométrico

A Bitcoin é um fenómeno ainda recente. É usada como meio de pagamento mas também como uma aplicação financeira e existe ainda pouco consenso sobre o papel principal que ela desempenha na economia.

Neste sentido, pretende-se contribuir para o aprofundamento do conhecimento da Bitcoin com um estudo econométrico sobre as determinantes da procura da Bitcoin.

Sendo por alguns considerada uma moeda digital, é legítimo supor que a procura da Bitcoin possa ser influenciada pelas variáveis consideradas relevantes pela teoria económica e pela literatura empírica sobre a procura de moeda. Porém, a sua novidade e especificidade aconselham também que se tenham em conta outras determinantes mais específicas desta moeda.

Usando uma metodologia popular na literatura empírica da procura de moeda, no presente capítulo pretende-se estimar uma função procura da Bitcoin através de um modelo ARDL (modelo autorregressivo com defasamentos distribuídos) e obter estimativas das elasticidades de curto e de longo prazo, para o período compreendido entre Julho de 2010 e Dezembro de 2014.

Numa primeira fase, começar-se-á por apresentar a amostra, descrever as variáveis e especificar o modelo. De seguida, far-se-á uma breve descrição da metodologia de estimação usada e, posteriormente, apresentar-se-ão os resultados da estimação e sua interpretação.

4.1 Dados e especificação do modelo

4.1.1 Amostra

Os dados recolhidos para a análise empírica referem-se ao período compreendido entre julho de 2010 até dezembro de 2014. Os dados diários relacionados com a Bitcoin foram transformados de forma a ficarem com a frequência mensal dos dados económicos. Apesar de a Bitcoin ter sido criada em 2009, optou-se por recolher dados só a partir de julho de 2010 porque só a partir dessa data começou a haver atividade com alguma relevância na rede Bitcoin.

4.1.2 Especificação

A variável que melhor representa a procura da Bitcoin é o valor estimado de transações em bitcoins, disponível no *site* blockchain.info, porque é este que melhor reflete o

verdadeiro volume de transações de acordo com o mesmo *site*. A especificação usada para o modelo de procura da Bitcoin define a variável dependente em termos reais, em concordância com a literatura empírica da procura de moeda. Assim, a variável dependente usada no presente estudo será o valor estimado de transações em bitcoins deflacionado pelo índice de preços no consumidor da OCDE (**valor estimado das transações reais em bitcoins**).

As variáveis independentes que são usadas para explicar o comportamento da procura da Bitcoin são as variáveis económicas que tradicionalmente se usam nas estimações das funções procura de moeda. Adicionalmente, serão também consideradas as variáveis relacionadas com a rede Bitcoin relevadas pela literatura empírica sobre a Bitcoin.

A revisão da literatura teórica e empírica sobre a procura de moeda permite-nos antecipar que a procura real da moeda digital Bitcoin dependa positivamente do rendimento da economia e negativamente das remunerações de outros ativos alternativos como as obrigações, as ações e outras moedas. As variáveis usadas para testar estas hipóteses foram as seguintes:

- ✓ **O índice de comércio a retalho em volume da OCDE**, como *proxy* do rendimento. Escolheu-se este indicador da OCDE pelo fato de incluir países dos vários continentes. De acordo com as várias teorias explicativas da procura de moeda, o aumento no rendimento provoca um aumento da procura de moeda, sendo expectável que o mesmo efeito ocorra na procura da Bitcoin.
- ✓ **A taxa de juro a três meses dos bilhetes de tesouro americano**, como *proxy* da remuneração das aplicações financeiras em obrigações já que os EUA são um dos maiores utilizadores da Bitcoin. O aumento desta taxa de juro de curto prazo torna mais atrativas as aplicações nestes ativos financeiros e, conseqüentemente, deverá induzir uma diminuição da procura de bitcoins.
- ✓ **O índice Dow Jones**, como *proxy* da remuneração obtida com a aplicação em ações. De acordo com a nova teoria quantitativa da moeda de Milton Friedman, um aumento do retorno esperado das ações relativamente à moeda deverá induzir uma diminuição da procura de moeda e, por isso, também da procura da Bitcoin.
- ✓ **A taxa de câmbio da bitcoin em relação ao dólar (BTC/USD)**. De acordo com o trabalho desenvolvido por Mundel em 1963, referido por Kumar (2011), a taxa de câmbio deve ser considerada uma determinante da procura de

moeda. Como referido anteriormente, segundo Bahmani-Oskooee e Chi Wing Ng (2002) a taxa de câmbio pode ter dois efeitos na procura de moeda: um efeito riqueza e um efeito substituição. Dependendo de qual o efeito que prevalece, uma depreciação da moeda pode aumentar ou diminuir a procura de moeda e, por isso, o sinal esperado da taxa de câmbio pode ser positivo ou negativo. O impacto da depreciação da bitcoin em relação ao dólar na procura de bitcoins será decidido empiricamente.

A revisão da literatura empírica sobre a Bitcoin apresentada anteriormente permite-nos seleccionar outras variáveis potencialmente relevantes para explicar a procura da Bitcoin. Destacam-se as seguintes variáveis:

- ✓ **O *Google trends*** que capta as pesquisas sobre o termo Bitcoin realizadas no google. Por exemplo, Buchholz *et al.* (2012) encontraram uma relação positiva entre o *Google trends* e o número de transações realizadas em bitcoins, enquanto o estudo de Bouoiyour e Selmi (2014) evidencia também uma relação positiva desta variável com o preço da Bitcoin.
- ✓ **O *hashrate*** que pode ser considerado um indicador da capacidade de processamento da rede Bitcoin. Quanto maior este indicador melhor o será o funcionamento da rede e, por conseguinte, maior a procura de bitcoins (Bouoiyour & Selmi, 2014).

Adicionalmente foram consideradas duas outras variáveis relacionadas com a Bitcoin:

- ✓ **A taxa média cobrada nas transações em bitcoins** representativa do custo destas transações. Será de esperar que, quanto maiores os custos das transações em bitcoins, menor será a procura de bitcoins, porque menos atrativa será a utilização deste meio de pagamento.
- ✓ **O tempo entre blocos** representativo do tempo de espera de confirmação de uma transação em bitcoins. Conjetura-se que um maior tempo de espera desincentive o uso deste meio de pagamento e, por isso, menor a procura de bitcoins.

A tabela 4 infra sintetiza as variáveis utilizadas, bem como a sua descrição, fonte e sinais esperados dos coeficientes a estimar.

Tabela 4 - Variáveis dependentes e independentes

Abreviatura		Fontes	Sinal Esperado
<i>Variável Dependente</i>			
lvetrbtc	Logaritmo do valor estimado das transações reais em bitcoins (logaritmo do valor estimado das transações menos logaritmo do índice de preços de consumidor da OCDE, base abril 2010)	<i>Blockchain, Stats.oecd</i>	
<i>Variáveis Independentes</i>			
lprice	Logaritmo da taxa de câmbio entre a Bitcoin e o Dólar (BTC/USD)	<i>Bitcoinity</i>	Indeterminado (+ ou -)
ltrvi	Logaritmo do índice de comércio a retalho em volume	<i>Stats.oecd</i>	Positivo (+)
tb3	Taxa de juro dos bilhetes de tesouro americano a 3 meses	<i>Quandl</i>	Negativo (-)
ldjia	Logaritmo do índice Dow Jones (preço de fecho)	<i>Quandl</i>	Negativo (-)
lgt	Logaritmo do índice <i>Google trends</i> (pesquisa do termo Bitcoin no <i>google</i>)	<i>Google trends</i>	Positivo (+)
tt.per	Rácio do total das taxas em bitcoins no valor estimado das transações em bitcoins (%)	<i>Blockchain</i>	Negativo (-)
lteb	Logaritmo do tempo entre blocos em minutos. Representa o tempo necessário para confirmar um bloco de transações	<i>Bitcoinity</i>	Negativo (-)
lhash	Representa o logaritmo do <i>hashrate</i> , o número estimado de gigahashes por segundo que a rede Bitcoin está a executar	<i>Blockchain</i>	Positivo (+)
D	Dummy para o encerramento do MTgox a 02/2014 (0 até à data e 1 depois)		

O modelo geral da procura de Bitcoin a estimar tem então a seguinte especificação:

$$\begin{aligned}lvetrbtc_t = \alpha_0 + \alpha_1 lprice_t + \alpha_2 ltrvi_t + \alpha_3 tb3_t + \alpha_4 ldjia_t + \alpha_5 lgt_t + \alpha_6 tt.per_t \\ + \alpha_7 lteb_t + \alpha_8 lhash_t + \alpha_9 D_t + \varepsilon_t\end{aligned}\quad (1)$$

onde ε representa o termo de perturbação ou erro aleatório.

4.2 Método de estimação

As séries temporais que envolvem variáveis macroeconómicas são normalmente não estacionárias. A estimação de regressões que envolvem variáveis não estacionárias pode exibir elevados coeficientes de determinação ainda que a regressão seja espúria. A regressão apenas não será espúria se as séries exibirem uma relação de equilíbrio de longo prazo entre si, ou seja, as séries forem cointegradas. Neste caso, o procedimento econométrico correto não é proceder à estacionarização das séries temporais mas sim optar por um método que tenha em conta as dinâmicas de longo e de curto prazo das variáveis.

Não existe consenso na literatura empírica sobre qual o método mais apropriado para estimar as relações de curto e longo prazo. A revisão da literatura empírica sobre a estimação de funções procura de moeda revelou que o modelo ARDL é um dos métodos mais populares (Kumar, 2009). A pequena dimensão da nossa amostra, a presença de variáveis com diferentes ordens de integração e o número relativamente elevado de variáveis explicativas aconselham vivamente que este seja o método a usar no nosso estudo empírico sobre as determinantes da procura da Bitcoin.

Neste subcapítulo, começaremos por apresentar os principais testes à estacionaridade das variáveis e, posteriormente, far-se-á uma breve descrição do modelo ARDL.

4.2.1 Testes de raiz unitária

Para estudar a ordem de integração das variáveis recorrer-se-á a três testes de raiz unitária: 1) Augmented Dickey-Fuller (ADF); 2) Phillips-Perron (PP); e 3) Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS). A hipótese nula nos dois primeiros testes (ADF e PP) é a da presença de uma raiz unitária e no último (KPSS) a de a série ser estacionária. Em regra, estes testes são realizados admitindo a inexistência de componentes determinísticas, a presença de uma constante determinística ou a existência de constante e tendência determinísticas.

Os testes ADF e PP têm pouca potência enquanto o teste KPSS é considerado pouco robusto. Devido a esta circunstância, é recomendável a utilização conjunta destes três testes (ADF, PP e KPSS) para aferir da ordem de integração das séries temporais.

4.2.2 Modelo ARDL

No presente trabalho será utilizado um modelo ARDL, uma metodologia econométrica desenvolvida por Pesaran e Shin (1999) e Pesaran *et al.* (2001) que permite estimar a relação de longo prazo e a dinâmica de curto prazo sem perder a informação de longo prazo.

As vantagens principais deste método de estimação relativamente aos métodos alternativos são: 1) a possibilidade de se estimar o modelo independentemente da ordem de integração das variáveis, podendo coexistirem variáveis integradas de ordem um e zero [I(1) e I(0)]; 2) ser apropriado para estimar relações de cointegração em amostras de pequena dimensão; 3) evitar o problema da endogeneidade, já que todas as variáveis são assumidas como endógenas; 4) permite a utilização de um número considerável de variáveis no modelo, variáveis *dummy* inclusive (Pesaran e Shin, 1999 e Pesaran *et al.*, 2001).

Todas estas características se adequam ao nosso estudo empírico e, por isso, será o método de estimação que utilizaremos.

O nosso modelo original (equação 1) tem a seguinte representação ARDL:

$$\begin{aligned}
dlvetrbtc_t = & a_0 + \sum_{i=1}^{n1} a_{1i} dlvetrbtc_{t-i} + \sum_{i=0}^{n2} a_{2i} dlprice_{t-i} + \sum_{i=0}^{n3} a_{3i} dltrvi_{t-i} \\
& + \sum_{i=0}^{n4} a_{4i} dtb3_{t-i} + \sum_{i=0}^{n5} a_{5i} dldjia_{t-i} + \sum_{i=0}^{n6} a_{6i} dlgt_{t-i} \\
& + \sum_{i=0}^{n7} a_{7i} dtt.per_{t-i} + \sum_{i=0}^{n8} a_{8i} dlteb_{t-i} + \sum_{i=0}^{n9} a_{9i} dlhash_{t-i} \\
& + b_1 lvetrbtc_{t-1} + b_2 lprice_{t-1} + b_3 ltrvi_{t-1} + b_4 tb3_{t-1} + b_5 ldjia_{t-1} \\
& + b_6 lgt_{t-1} + b_7 tt.per_{t-1} + b_8 lteb_{t-1} + b_9 lhash_{t-1} + b_{10} D + \varepsilon_t \quad (2)
\end{aligned}$$

onde d representa o operador da primeira diferença.

A estimação do modelo ARDL envolve três fases: 1) determinar o número de defasamentos ótimos para cada variável e testar a existência de cointegração de longo

prazo entre as variáveis da equação; 2) estimar a relação de longo prazo e obter os respectivos coeficientes; e 3) estimar as dinâmicas de curto prazo através do modelo de correção de erros (MCE).²¹

Na primeira etapa, é estimada a equação (2) através do método dos mínimos quadrados ordinários (OLS) e selecionadas as ordens dos defasamentos das variáveis no modelo ARDL usando um critério de seleção apropriado, o critério de Schwarz Bayesian (SBC), no nosso caso. Simultaneamente é calculada a estatística F, de significância conjunta dos coeficientes das variáveis defasadas em nível, de modo a testar a existência de cointegração. O valor calculado desta estatística é de seguida comparado com os limites dos valores críticos fornecidos por Pesaran *et al.* (2001). Estes valores críticos estão definidos para cinco casos diferentes que resultam da inclusão, ou não, de uma constante e/ou de uma tendência. São fornecidos limites inferiores e superiores em relação aos valores críticos para níveis de significância de 1%, 5% e 10%. Em cada caso, o limite inferior supõe que todas as variáveis são I(0) e o limite superior supõe que todas as variáveis são I(1). Se o valor calculado da estatística F for inferior ao limite inferior conclui-se pela inexistência de cointegração; se exceder o limite superior, conclui-se que as variáveis são cointegradas mas, se estiver entre os dois limites, o teste é inconclusivo.

Numa segunda etapa, depois de validada a existência de cointegração, é realizada a estimação da relação de longo prazo. Por último, são estimadas as dinâmicas de curto prazo das variáveis através da representação do modelo de correção de erros do modelo ARDL.

O modelo de longo prazo tem a seguinte representação:

$$lvetrbtc_t = b_0 + b_1 lprice_t + b_2 ltrvi_t + b_3 tb3_t + b_4 ldjia_t + b_5 lgt_t + b_6 tt.per_t + b_7 lteb_t + b_8 lhash_t + b_9 D + v_t \quad (3)$$

onde v_t é um processo estacionário com média nula. Por sua vez, a dinâmica de curto prazo é expressa pelo modelo de correção de erros (MCE):

²¹ No *Microfit* 5.0, o programa econométrico utilizado neste estudo, estas fases são processadas simultaneamente.

$$\begin{aligned}
dlvetrbtc_t = & a_0 + \sum_{i=1}^{n1} a_{1i} dlvetrbtc_{t-i} + \sum_{i=0}^{n2} a_{2i} dlprice_{t-i} + \sum_{i=0}^{n3} a_{3i} dltrvi_{t-i} \\
& + \sum_{i=0}^{n4} a_{4i} dtb3_{t-i} + \sum_{i=0}^{n5} a_{5i} dldjia_{t-i} + \sum_{i=0}^{n6} a_{6i} dlgt_{t-i} \\
& + \sum_{i=0}^{n7} a_{7i} dtt.per_{t-i} + \sum_{i=0}^{n8} a_{8i} dlteb_{t-i} + \sum_{i=0}^{n9} a_{9i} dlhash_{t-i} + \alpha_{10}D \\
& + \gamma EC_{t-1} + \varepsilon_t
\end{aligned} \tag{4}$$

onde o parâmetro γ é o coeficiente do termo de correção de erro (EC_{t-1}).

O modelo ARDL deverá ser avaliado através da realização de vários testes de diagnóstico e de estabilidade. Os testes de diagnóstico incluem: o R^2 -ajustado; o teste de correlação serial (teste multiplicador de Lagrange); o teste de Ramsey Reset, para verificar se a especificação do modelo é adequada; e o teste de heterocedasticidade (teste de KoenkerBassett). A estabilidade do modelo é avaliada através dos testes da soma cumulativa dos resíduos recursivos (CUSUM) e da soma cumulativa dos quadrados dos resíduos recursivos (CUSUMQ).

Exposto o modelo ARDL e fundamentada a sua escolha, serão apresentados e analisados os resultados das estimações efetuadas de acordo com esta metodologia.

4.3 Resultados e interpretação

Nesta secção apresentaremos os resultados obtidos, começando pelo quadro sumário das estatísticas das variáveis, seguido dos resultados dos testes de raiz unitária. Analisaremos os resultados dos *Bounds Tests* e os resultados das estimações da relação de longo e curto prazo.

4.3.1 Estatísticas descritivas

Antes de proceder à análise dos modelos descritos anteriormente, é apresentado uma síntese das estatísticas descritivas das variáveis quantitativas que foram selecionadas para os modelos finais adotados (tabela 5). A variável lhashrate não foi selecionada por não se revelar estatisticamente significativa e piorar os resultados das estimações, tornando os modelos instáveis.

Os indicadores de assimetria e curtose são indicadores que identificam desvios da distribuição de cada variável relativamente à distribuição normal. Os valores do indicador de assimetria, reportados na tabela 5, indiciam que, com exceção da variável lteb, todas as variáveis têm uma distribuição assimétrica positiva. Já o indicador de curtose, apresentando um valor positivo e inferior a três, exceto para as variáveis dependente e lteb, revela uma distribuição mais achatada do que a normal. Por sua vez, o teste de Jarque-Bera indicia que apenas a variável dependente não tem distribuição normal.

Tabela 5 - Estatísticas descritivas das variáveis

	lvetrbtc	lprice	ltrvi	tb3	ldjia	lgt	tt.per	lteb
Média	10.74412	3.635870	4.644404	0.054894	9.559887	1.986649	0.000120	2.192678
Mediana	10.77929	2.855506	4.640537	0.050000	9.536804	1.856298	0.000115	2.208996
Máximo	12.69631	6.748388	4.680278	0.150000	9.788539	4.174387	0.000304	2.477523
Mínimo	9.340431	-0.162688	4.611152	0.010000	9.297745	-0.287682	3.69E-06	1.890715
Desvio padrão	0.568407	2.141025	0.017527	0.032961	0.134760	1.169793	7.12E-05	0.118614
Assimetria	0.967795	0.032899	0.250236	0.701917	0.126915	0.058981	0.621822	-0.405900
Curtose	6.169986	1.622972	2.143467	2.867911	1.732995	2.036094	2.979250	3.228047
Jarque-Bera	27.01583	3.721880	1.927235	3.893557	3.269890	1.846765	3.029702	1.392425
Probabilidade	0.000001	0.155526	0.381510	0.142733	0.194963	0.397173	0.219841	0.498470

Nota: Resultados obtidos do Eviews 8

4.3.2 Análise da ordem de integração das séries

Apesar do modelo ARDL permitir o uso de variáveis $I(0)$ e $I(1)$, é necessário excluir a hipótese de que nenhuma variável é $I(2)$. Neste sentido, foram realizados os testes de raiz unitária ADF, PP e KPSS. A tabela 6 apresenta os resultados desses três testes para as variáveis selecionadas nos modelos finais adotados. Os testes de raiz unitária foram realizados de acordo com as características gráficas de cada variável (ver figuras 15 e 16).

Figura 15 - Gráficos das variáveis em logaritmo

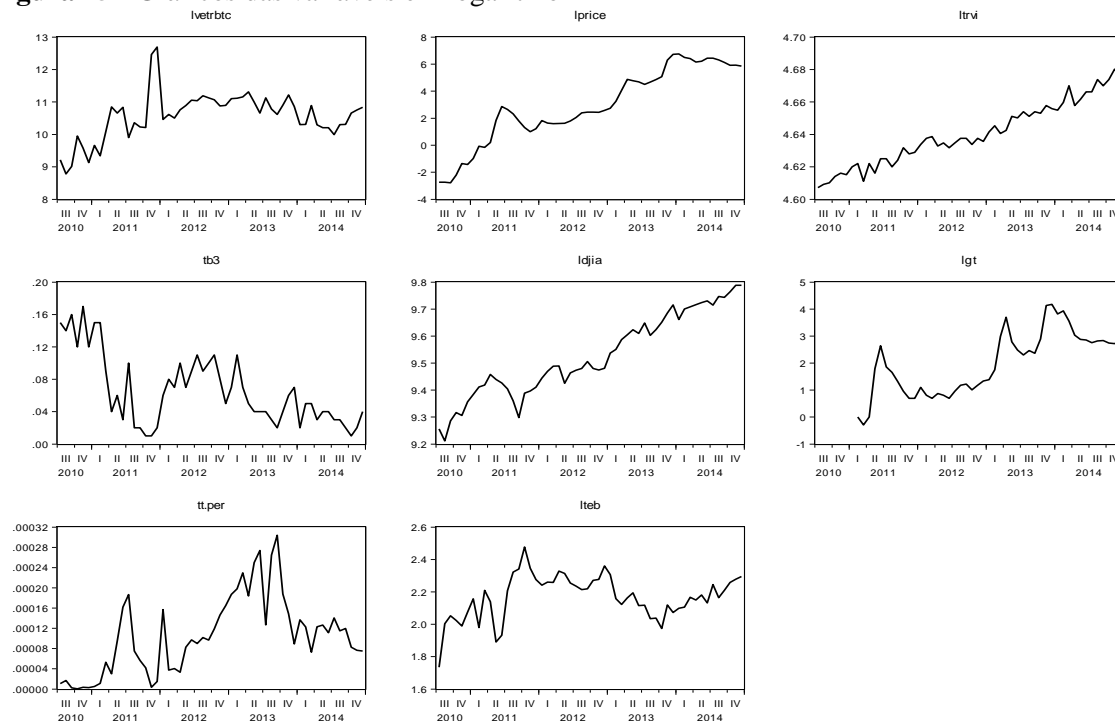


Figura 16 - Gráfico das variáveis na primeira diferença

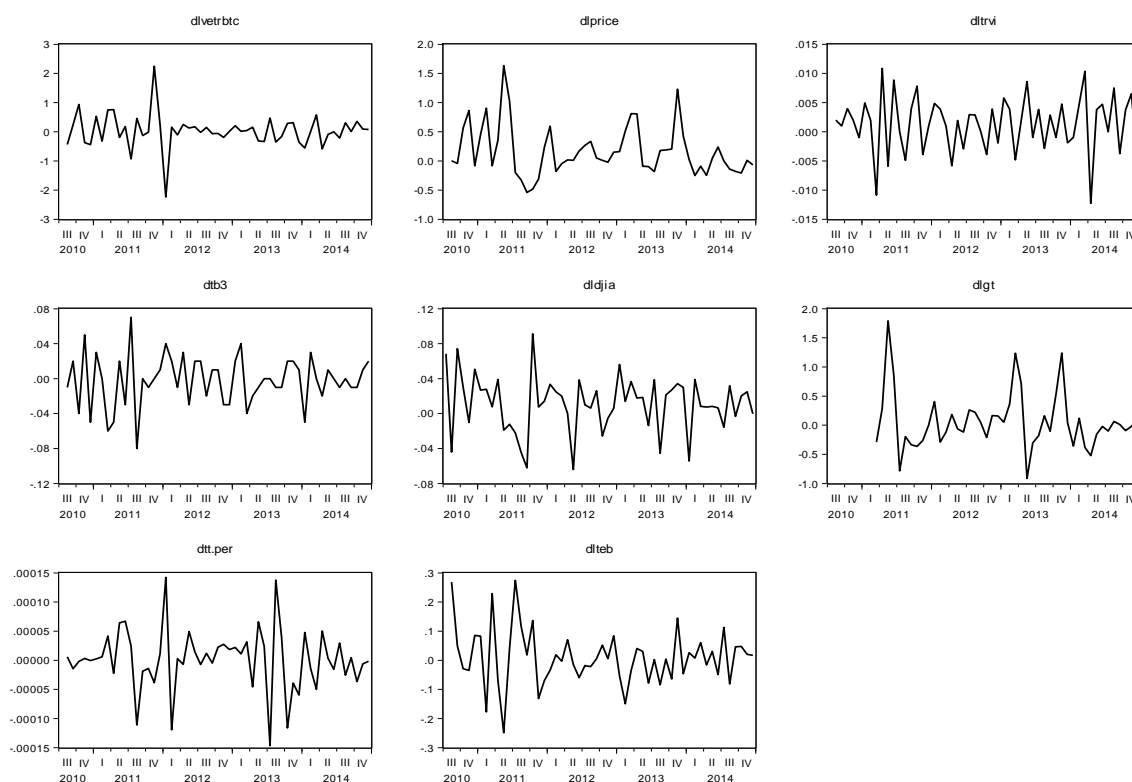


Tabela 6 - Resultados dos testes de raiz unitária

Variáveis	Teste ADF		Teste PP		Teste KPSS	
	Nível	1ºdiferença	Nível	1ºdiferença	Nível	1ºdiferença
lvetrbtc	-3.3737**(a)		-3.1864**(a)		0.3633**(a)	
lprice		-5.2744**(b)		-4.5629**(b)	0.0758**(b)	
ltrvi	-5.4675** (b)		-5.6537**(b)			0.1405** (b)
tb3	-3.3908* (b)		-3.2709* (b)		0.0821** (b)	
ldjia		-8.5873** (b)	-3.1892*(b)		0.0988** (b)	
tt_per	-2.7599*(a)			-9.7947** (a)		0.1333** (a)
lgt	-3.5817** (b)			-4.6636** (b)	0.0925** (b)	
lteb	-3.9895* (a)		-3.9895* (a)		0.1935* (a)	

Notas: **, * significativo a 5% e 10 % respetivamente. Os valores indicados são da estatística t. As letras (a) e (b) representam com constante e com constante e tendência, respetivamente. Resultados obtidos do Eviews 8.

Os resultados da tabela 6 permitem concluir inequivocamente que nenhuma das variáveis é integrada de segunda ordem, I(2). Existe também unanimidade sobre a ordem de integração das variáveis lvetrbtc e lteb: ambas são I(0), de acordo com todos os testes. Os testes produzem resultados contraditórios para as restantes variáveis.

4.3.3 Análise dos resultados

Foram realizadas várias estimações com diferentes combinações de variáveis e foram selecionados inicialmente três modelos diferentes aos quais se adicionou, posteriormente, uma *dummy* representativa do encerramento de um dos *sites* de câmbio mais importantes da Bitcoin, o Mtgox. Seguidamente são apresentadas as representações ARDL dos três modelos sem *dummies*.

Modelo 1

$$\begin{aligned}
 dlvetrbtc_t = & a_0 + \sum_{i=1}^{n1} a_{1i} dlvetrbtc_{t-i} + \sum_{i=0}^{n2} a_{2i} dlprice_{t-i} + \sum_{i=0}^{n3} a_{3i} dltrvi_{t-i} \\
 & + \sum_{i=0}^{n4} a_{4i} dtb3_{t-i} + \sum_{i=0}^{n5} a_{5i} dldjia_{t-i} + b_1lvetrbtc_{t-1} + b_2lprice_{t-1} \\
 & + b_3ltrvi_{t-1} + b_4tb3_{t-1} + b_5ldjia_{t-1} + \varepsilon_t
 \end{aligned} \tag{5}$$

Este primeiro modelo inclui apenas as variáveis económicas tradicionalmente incluídas na estimação de funções de procura de moeda tradicionais. Pretende-se testar se estas

determinantes se adequam à procura de uma moeda digital como a Bitcoin. Uma versão deste modelo com a adição da variável *dummy* será também estimada (modelo 1D).

Modelo 2

$$\begin{aligned}
 dlvetrbtc_t = & a_0 + \sum_{i=1}^{n1} a_{1i} dlvetrbtc_{t-i} + \sum_{i=0}^{n2} a_{2i} dlprice_{t-i} + \sum_{i=0}^{n3} a_{3i} dltrvi_{t-i} \\
 & + \sum_{i=0}^{n4} a_{4i} dtb3_{t-i} + \sum_{i=0}^{n5} a_{5i} dlgt_{t-i} + \sum_{i=0}^{n6} a_{6i} dtt.per_{t-i} \\
 & + b_1 lvetrbtc_{t-1} + b_2 lprice_{t-1} + b_3 ltrvi_{t-1} + b_4 tb3_{t-1} + b_5 lgt_{t-1} \\
 & + b_6 tt.per_{t-1} + \varepsilon_t
 \end{aligned} \tag{6}$$

O segundo modelo adiciona ao primeiro as variáveis referentes ao interesse na Bitcoin e aos seus custos de transação (*lgt* e *tt.per*) e exclui o índice Dow Jones (*ldjia*) por não ser estatisticamente significativo em nenhuma das estimações realizadas. O modelo 2D representa a versão com *dummy*.

Modelo 3

$$\begin{aligned}
 dlvetrbtc_t = & a_0 + \sum_{i=1}^{n1} a_{1i} dlvetrbtc_{t-i} + \sum_{i=0}^{n2} a_{2i} dlprice_{t-i} + \sum_{i=0}^{n3} a_{3i} dltrvi_{t-i} \\
 & + \sum_{i=0}^{n4} a_{4i} dtb3_{t-i} + \sum_{i=0}^{n5} a_{5i} dlgt_{t-i} + \sum_{i=0}^{n6} a_{6i} dtt.per_{t-i} \\
 & + \sum_{i=0}^{n7} a_{7i} dlteb_{t-i} + b_1 lvetrbtc_{t-1} + b_2 lprice_{t-1} + b_3 ltrvi_{t-1} \\
 & + b_4 tb3_{t-1} + b_5 lgt_{t-1} + b_6 tt.per_{t-1} + b_7 lteb_{t-1} + \varepsilon_t
 \end{aligned} \tag{7}$$

O terceiro modelo acrescenta ao segundo a variável representativa do tempo entre blocos (*lteb*). Da mesma forma que anteriormente, o modelo 3D incorpora a variável *dummy*.

4.3.3.1 Bounds Tests e testes de diagnóstico e estabilidade

A tabela 7 reporta a estrutura ótima de defasamentos para os diferentes modelos ARDL estimados, selecionada através do critério SBC, e os valores da estatística F de significância conjunta dos coeficientes das variáveis defasadas em nível.

Tabela 7 - Bounds Tests para a relação de cointegração

Modelos	ARDL	Estatística F	Valores críticos dos limites inferiores e superiores				Existe cointegração?
			5%	5%	10%	10%	
			I(0)	I(1)	I(0)	I(1)	
1	ARDL(1,0,0,0,0)	3.8037	3.0679	4.4080	2.5869	3.7724	Sim
1D	ARDL(1,0,0,0,0)	4.9921	3.4567	4.7626	2.9054	4.0852	Sim
2	ARDL(1,0,0,0,0,1)	5.4061	2.9278	4.2234	2.4510	3.6312	Sim
2D	ARDL(1,0,0,0,0,1)	5.5992	3.2667	4.5347	2.7269	3.9268	Sim
3	ARDL(1,0,0,0,0,1,0)	4.5880	2.7774	4.0637	2.3178	3.5120	Sim
3D	ARDL(1,0,0,0,0,1,1)	4.7180	3.0582	4.3870	2.5717	3.7744	Sim

Notas: Valores críticos retirados de Pesaran *et al.* (2001, p. 300), tabela CI caso III. Resultados obtidos do Microfit 5.0.

Com exceção do primeiro modelo, os valores da estatística F excedem os limites superiores dos valores críticos a um nível de significância de 5%, sugerindo a existência de cointegração entre as variáveis dos modelos (ver tabela 7). No modelo 1, só se conclui pela existência de uma relação de cointegração a um nível de significância de 10%.

Tabela 8 - Testes de diagnóstico e estabilidade

Testes	Modelo 1	Modelo 1D	Modelo 2	Modelo 2D	Modelo 3	Modelo 3D
Correlação serial	0.82627 [0.623]	1.3647 [0.230]	0.91262 [0.548]	0.63282 [0.795]	0.5067 [0.860]	0.57694 [0.839]
Forma funcional (Ramsey Reset)	2.9357 [0.093]	1.3018 [0.260]	1.8216 [0.185]	0.0000 [1.00]	0.0000 [1.00]	0.0000 [1.00]
Heterocedasticidade	3.3209 [0.074]	2.6511 [0.110]	6.8293 [0.012]	7.1875 [0.010]	5.6049 [0.022]	5.8987 [0.019]
Cusum	Estável	Estável	Ligeiramente instável	Estável	Estável	Estável
Square Cusum	Estável	Ligeiramente Instável	Ligeiramente instável	Ligeiramente instável	Estável	Estável

Notas: Os valores indicados são: estatística χ^2 e probabilidade []. Resultados adaptados do Microfit 5.0. Consultar os gráficos dos resultados CUSUM e CUSUMQ nos anexos.

A tabela 8 apresenta os resultados dos testes de diagnóstico e estabilidade realizados aos seis modelos ARDL estimados. Os resultados evidenciam a inexistência de correlação serial e a correta forma funcional dos modelos.²² Todavia, a aplicação do teste de heterocedasticidade permite rejeitar a hipótese nula de que os resíduos são

²² Apenas no modelo 1 se rejeita a hipótese de o modelo ter uma forma funcional correta a um nível de significância de 10%.

homocedásticos em cinco dos modelos. Apenas no modelo 1D se aceita a hipótese de existência de homocedasticidade.

Os resultados do teste CUMSUM sugerem a estabilidade dos coeficientes estimados na generalidade dos modelos. Somente no modelo 3, os parâmetros estimados evidenciam alguma instabilidade no período da amostra. Os resultados da aplicação do teste CUMSUMQ são menos positivos. De acordo com este teste, os coeficientes estimados dos modelos 1D, 2 e 2D são ligeiramente instáveis (Cf. gráficos destes dois testes de estabilidade, em Apêndice 1).

4.3.3.2 *Resultados das estimações*

As tabelas 9 e 10 apresentam os resultados das estimações dos coeficientes de longo e de curto prazo dos seis modelos ARDL estimados.

Os resultados mostram que os sinais dos coeficientes associados a cada variável se mantêm no longo e no curto prazo, indiciando que as variáveis explicativas têm impacto qualitativamente semelhante na procura da Bitcoin em ambos os horizontes temporais. Todavia, a dimensão desses efeitos é naturalmente menor no curto prazo, assim o confirmam os menores valores das estimativas dos coeficientes de curto prazo relativamente aos de longo prazo.

A taxa de câmbio da bitcoin em relação ao dólar americano tem coeficientes negativos e significativos no longo e no curto prazo em todos os modelos estimados sugerindo, que uma depreciação da bitcoin face ao dólar se reflete positivamente sobre a procura da Bitcoin. Estes resultados indiciam a predominância do efeito riqueza sobre o efeito substituição anteriormente referidos. Em concreto, de acordo com o modelo 3, uma depreciação da bitcoin face ao dólar em 1% provocaria um aumento da procura da Bitcoin de 1.56% no longo prazo e de 0.72% no curto prazo. Também Janota (2013) verifica uma relação negativa, mas não significativa, entre o preço do dólar em bitcoins e o valor estimado de transações em bitcoins, enquanto Buchholz et al. (2012) encontram uma relação positiva entre o preço da bitcoin em dólares e o valor total de transações da bitcoin no curto prazo.

O índice do comércio a retalho em volume é usado como *proxy* do rendimento e o seu coeficiente tem o positivo sinal esperado em todos os modelos estimados, ainda que no modelo 1, o modelo representativo de uma tradicional procura de moeda, não seja estatisticamente significativo. Todos os outros modelos sugerem que um aumento deste

indicador de atividade económica induza um crescimento da procura de bitcoins no longo e curto prazo, em concordância com o que a literatura teórica prediz e a empírica revela. Os valores excessivamente elevados destas elasticidades em ambos os horizontes temporais poderá ficar a dever-se ao facto de os valores de partida das transações em bitcoins na nossa amostra serem muito baixos. Um aumento de 85% e 39%, no longo e curto prazo respetivamente, da procura de bitcoins em face a um aumento de 1% no índice de comércio a retalho, como indicia o modelo 3, pode não ser excessivo se tivermos em conta os muitíssimo baixos valores iniciais das transações em bitcoins.

A taxa de juro dos bilhetes de tesouro americano a 3 meses é uma *proxy* da remuneração das aplicações financeiras em obrigações tem, como esperado, sinal negativo, com maior significância estatística nos modelos tradicionais de procura de moeda (modelos 1 e 1D). Um aumento da taxa de juro destes títulos aumenta a sua atratividade e aumenta o custo de oportunidade de reter moeda. Consequentemente, a procura de moeda e da Bitcoin, em particular, diminui. Apenas o coeficiente de longo prazo desta variável revela insignificância estatística no modelo 2.

O índice Dow Jones, representativo da remuneração que poderá ser obtida das aplicações financeiras em ações, não revelou ser estatisticamente relevante para explicar a procura de bitcoins em nenhuma das estimações realizadas. O mesmo ocorreu com a utilização alternativa do índice de Shangai. A revisão da literatura empírica sobre a Bitcoin revelou, no entanto, a existência de uma relação positiva e significativa do índice acionista com o preço da Bitcoin (Wijk, 2013).

A inclusão de variáveis específicas da rede Bitcoin melhora significativamente a qualidade de ajustamento dos modelos. O R^2 -ajustado passa de pouco mais de 0.27, no modelo 1, para o dobro no modelo 3 que inclui três variáveis diretamente relacionadas com a Bitcoin. As variáveis explicativas incluídas no modelo 3 são capazes de explicar 54% das variações de curto prazo no valor estimado das transações reais em bitcoins.

O índice de pesquisa do termo bitcoin no google (*lgt*), representativo do interesse pela Bitcoin, tem coeficiente com o sinal esperado positivo e significativo, ainda que só a 10% no longo prazo do modelo 3D. Sendo a Bitcoin um fenómeno ainda recente e pouco conhecido, é natural esperar que um mais generalizado mais aprofundado conhecimento sobre a Bitcoin possa induzir um maior uso da mesma. Esta conjectura encontra-se confirmada por outros estudos empíricos sobre a Bitcoin. Por exemplo,

Buchholz *et al.* (2012) encontraram uma relação positiva entre esta variável e o número de transações em bitcoins, enquanto Bouoiyour e Selmi (2014) mostraram haver uma relação positiva desta variável com o preço da bitcoin em dólares.

As outras variáveis da rede Bitcoin consideradas – a variável que traduz os custos de transação em bitcoins (tt.per) e a variável representativa do tempo de espera de confirmação de uma transação em bitcoins (lteb) – não têm coeficientes de longo prazo estatisticamente significativos. No curto prazo, apenas a variável representativa da taxa média cobrada por transação em bitcoins tem coeficiente com sinal esperado negativo e significativo: um aumento do custo de transações em bitcoins reflete-se negativamente sobre a procura de bitcoins.

A *dummy* representativa do encerramento de um dos *sites* de câmbio mais importantes da Bitcoin, o Mtgox, apenas tem significância estatística no modelo 1D, onde só estão presentes variáveis tradicionais da procura de moeda.

Finalmente é importante referir que as estimativas dos coeficientes do termo de correção do erro são negativas, como expectável, e significativas em todos os modelos, confirmando a existência de uma relação de cointegração entre as variáveis. As suas magnitudes nos diferentes modelos sugerem uma razoável velocidade de ajustamento para o equilíbrio de longo prazo em face de choques de curto prazo.

Tabela 9 - Estimação de longo prazo

Variável dependente: Valor estimado de transacções reais em logaritmo (<i>lvetrbtc</i>)						
	Modelo 1	Modelo 1D	Modelo 2	Modelo 2D	Modelo 3	Modelo 3D
	ARDL(1,0,0,0,0)	ARDL(1,0,0,0,0)	ARDL(1,0,0,0,0,1)	ARDL(1,0,0,0,0,1)	ARDL(1,0,0,0,0,1,0)	ARDL(1,0,0,0,0,1,1)
Taxa de câmbio (<i>lprice</i>)	-0.52368* (-1.6777)	-0.50004** (-2.2591)	-1.4443*** (-2.9403)	-1.2595** (-2.5026)	-1.5611*** (-2.9704)	-1.3717** (-2.5540)
Índice de comércio a retalho em volume (<i>ltrvi</i>)	35.3565 (1.4023)	38.2862** (2.1031)	74.4196** (2.6865)	73.1700*** (2.7874)	85.1201*** (2.7541)	83.1652*** (2.8405)
Taxa de juro dos bilhetes do tesouro a 3 meses (<i>tb3</i>)	-7.0327** (-2.2050)	-6.0648*** (-2.7619)	-3.8487 (-1.6226)	-3.9448* (-1.7360)	-4.4267* (-1.7398)	-4.4817* (-1.8421)
Índice Dow jones (<i>ldjia</i>)	1.5377 (0.3473)	3.2520 (0.95509)				
<i>Google trends</i> (<i>lgt</i>)			1.2623** (2.5030)	1.0698** (2.0388)	1.2336** (2.4049)	1.0465* (1.9569)
Custos de transacção em % (<i>tt.per</i>)			-834.2 (-.80850)	-1248.1 (-1.0919)	-1287.8 (-1.1201)	-1663.2 (-1.3420)
Tempo espera médio entre blocos (<i>lteb</i>)					-1.9501 (-1.2362)	-1.8173 (-1.2118)
Contante (C)	-72.124 (-1.5523)	-85.1506** (-2.4700)	-144.533** (-2.5981)	-142.0351** (-2.6942)	-164.0486** (2.6723)	-160.2675*** (-2.7555)
Dummy 02/2014 (D)		-0.51999** (-2.6779)		-0.19630 (-0.77907)		-0.19270 (-0.74752)

Notas: ***, **, * representam o nível de significância a 1%, 5% e 10 % respetivamente. Os valores indicados são: coeficiente; estatística t (). Resultados obtidos do Microfit 5.0.

Tabela 10 - Estimação de curto prazo

Variável Dependente: Valor estimado de transacções reais na primeira diferença (dlvetrbtc)						
	Modelo 1	Modelo 1D	Modelo 2	Modelo 2D	Modelo 3	Modelo 3D
	ARDL (1,0,0,0,0)	ARDL (1,0,0,0,0)	ARDL (1,0,0,0,0,1)	ARDL (1,0,0,0,0,1)	ARDL (1,0,0,0,0,1,0)	ARDL (1,0,0,0,0,1,1)
Taxa de câmbio (dlprice)	-0.20556** (- 2.1354)	-0.26023*** (-2.7548)	-0.68513*** (-3.2923)	-.063161*** (-2.8564)	-0.71739*** (-3.4610)	-0.66603*** (-3.0206)
Índice de comércio a retalho em volume (dltrvi)	13.8783 (1.3478)	19.9245* (1.9680)	35.3015*** (3.0469)	36.6937*** (3.1097)	39.1158*** (3.3129)	40.3807*** (3.3612)
Taxa de juro dos bilhetes do tesouro a 3 meses (tb3)	-2.7605*** (-2.8131)	-3.1562*** (-3.3255)	-1.8257* (-1.8947)	-1.9783* (-1.9977)	-2.0342** (-2.1061)	-2.1761** (-2.1937)
Índice Dow jones (dldjia)	0.60357 (0.36301)	1.6923 (1.0275)				
<i>Google trends</i> (dlgt)			0.59877** (2.5614)	0.53648** (2.1516)	0.56687** (2.4381)	0.50815** (2.0504)
Custos de transacção em % (dt.per)			-1684.0*** (3.0205)	-1742.9*** (-3.0781)	-1934.4*** (-3.3234)	-1986.5*** (-3.3651)
Tempo espera médio entre blocos (dlteb)					-0.89612 (-1.3482)	-0.88240 (-1.3183)
Dummy 02/2014 (DD)		-0.2706** (-2.4079)		-0.098440 (-0.75051)		-0.093564 (-0.72012)
Termo de correcção do erro (EC)	-0.3925*** (-3.5344)	-0.52041*** (-4.3964)	-0.47436*** (-3.9146)	-0.50149*** (-3.9448)	-0.45954*** (-3.8168)	-0.48555*** (-3.8396)
R quadrado	0.34591	0.41913	0.60512	0.61105	0.62361	0.62896
R quadrado ajustado	0.27633	0.34336	0.53238	0.52695	0.54223	0.53620
Estatística F	4.9712[0.001]	5.5319[0.000]	9.7055[0.000]	8.3038[0.000]	8.7576[0.000]	7.6280[0.000]
Estatística DW	1.9709	2.0406	1.7591	1.7720	1.788	1.7989

Notas: ***, **, * representam o nível de significância a 1%, 5% e 10 %, respetivamente. Os valores indicados são: coeficiente e estatística t (). Resultados obtidos do Microfit 5.0.

4 Conclusão

A presente dissertação tem como objeto de estudo o caso mediático da moeda digital Bitcoin. Entre as principais vantagens desta moeda contam-se a rapidez e os baixos custos das suas transações enquanto, a irreversibilidade das mesmas e a grande volatilidade da sua taxa de câmbio, se incluem entre as suas principais desvantagens. O facto de ser descentralizada e assegurar o anonimato faz dela uma moeda apetecível para realizar transações associadas a atividades ilegais. Todavia, existe ainda um grande desconhecimento sobre qual o papel que ela efetivamente desempenha e a utilização que lhe é dada. Os estudos realizados sobre a Bitcoin são ainda escassos.

O objetivo central desta dissertação foi examinar quais as principais determinantes da sua utilização através da estimação de uma função procura e contribuir assim para o aprofundamento do conhecimento da Bitcoin. Para tal, realizou-se uma cuidada revisão da literatura teórica e empírica sobre a procura de moeda e sobre a Bitcoin, em particular, para descortinar as variáveis potencialmente relevantes para a explicação do comportamento da procura da Bitcoin. A reduzida dimensão da nossa amostra (dados mensais de julho de 2010 a dezembro de 2014), a presença de variáveis com diferentes ordens de integração e o número relativamente elevado de variáveis explicativas aconselharam o uso de um modelo ARDL que permitiu estimar as relações de longo e curto prazo.

As estimações realizadas mostraram que as determinantes tradicionais da procura de moeda também explicam a procura de uma moeda digital como a Bitcoin: as variáveis usadas como *proxies* do rendimento e da taxa de juro revelaram afetar com o sinal esperado e significativamente o volume estimado de transações em bitcoins, no longo e no curto prazo. Também a taxa de câmbio da bitcoin face ao dólar afeta de forma significativa a procura da Bitcoin: uma depreciação do valor da bitcoin mostrou ter impacto negativo na procura desta moeda, indiciando um comportamento especulativo.

O poder explicativo dos modelos aumentou significativamente quando se adicionaram as variáveis relevadas pela literatura empírica da Bitcoin às determinantes tradicionais da procura de moeda. O interesse demonstrado pela Bitcoin na internet (*Google trends*) revelou influenciar positivamente o uso desta moeda, no curto e no longo prazo, enquanto a percentagem dos custos de transação o faz negativamente, mas apenas no curto prazo.

Em suma, os resultados parecem confirmar o papel ainda incipiente que a Bitcoin desempenha como moeda. As variáveis tradicionais da procura de moeda apesar de relevantes necessitam de ser complementadas com variáveis que reflitam o aprofundamento do conhecimento desta moeda, como é o caso do *google trends*. Não se esperará que a pesquisa na internet sobre o euro afete a procura desta moeda como acontece com a Bitcoin.

As principais limitações da análise empírica efetuada resultam do facto de a Bitcoin ser um fenómeno recente e ainda relativamente pouco divulgado e conhecido. A amostra do estudo tem, como consequência, uma dimensão reduzida e é legítimo questionarmo-nos sobre o entendimento a dar ao longo prazo em estimações que envolvem um período de apenas três anos e meio.

Estas limitações apontam também o caminho para investigações futuras. O tempo se encarregará de alargar a dimensão da amostra e permitirá eventualmente a obtenção de estimações mais robustas. A inclusão de novas variáveis e a consideração de outros métodos de estimação deverão também ser considerados.

Referências Bibliográficas

- Androulaki, E., Karame, G. O., Roeschlin, M., Scherer, T., & Capkun, S. (2013). Evaluating User Privacy in Bitcoin. Em *Financial Cryptography and Data Security* (pp. 34-51). Okinawa, Japão: Ahmad-Reza Sadeghi.
- Bahmani-Oskooee, M., & Wing Ng, R. C. (2002). Long-Run Demand for Money in Hong Kong: An Application of the ARDL Model. *International Journal of Business and Economics*, 1, 147-155.
- Barber, S., Boyen, X., Shi, E., & Uzun, E. (2012). Bitter to Better - how to make bitcoin a better currency. *Lecture Notes in Computer*, 7397, 399-414.
- Bergstra, J., & Weijland, P. (2014). *Bitcoin: a Money-like Informational Commodity*. Obtido de ARXIV: <http://arxiv.org/abs/1402.4778>
- Bouoiyour, J., & Selmi, R. (2014). *What Does Crypto-currency Look Like? Gaining Insight into Bitcoin Phenomenon*. Obtido de Munich Personal RePEc Archive: <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/58133/>
- Bouoiyour, J., Selmi, R., & Tiwari, A. (2014). *Is Bitcoin business income or speculative bubble? Unconditional vs. conditional frequency domain analysis*. Obtido de Munich Personal RePEc Archive: <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/id/eprint/59595>
- Brezo, F., & Bringas, P. (2012). Issues and Risks Associated with Cryptocurrencies such as Bitcoin. *The Second International Conference on Social Eco-Informatics* (pp. 20-26). Itália: IARIA. Obtido de http://www.thinkmind.org/index.php?view=article&articleid=sotics_2012_1_40_30101
- Brière, M., Oosterlinck, K., & Szafarz, A. (2013). *Virtual Currency, Tangible Return.*. Obtido de Social Science Research Network: http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2324780
- Brito, J., & Castillo, A. (2013). *BITCOIN - A Primer for Policymakers*. Arlington: Mercatus Center at George Mason University.

- Buchholz, M., Delaney, J., Warren, J., & Parker, J. (2012). Bits and Bets: Information, Price Volatility, and Demand for Bitcoin. Obtido de <http://www.bitcointrading.com/pdf/bitsandbets.pdf>
- Ciaian, P., Rajcaniova, M., & Kancs, A. (2014). The Economics of BitCoin Price Formation. Obtido de http://adsabs.harvard.edu/cgi-bin/bib_query?arXiv:1405.4498
- Darlington, J. (2014). The Future of Bitcoin Mapping the Global Adoption of World's Largest Cryptocurrency Through Benefit Analysis. University of Tennessee Honors Thesis Projects. Obtido de http://trace.tennessee.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2741&context=utk_chanhonoproj
- DeLeo, M. (2014). Does the Velocity of Bitcoins Effect the Price Level of Bitcoin? Obtido de <http://www.econ-jobs.com/research/59337-Does-the-Velocity-of-Bitcoins-Effect-the-Price-Level-of-Bitcoin.pdf>
- European Central Bank. (2012). *Virtual Ccurrency Schemes*. Obtido de <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/virtualcurrencyschemes201210en.pdf>
- European Central Bank. (2015). *Virtual Currency Schemes – a further analysis*. Obtido de <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/virtualcurrencyschemesen.pdf>
- Glaser, F., Kai, Z., Haferkorn, M., Weber, M. C., & Siering, M. (2014). Bitcoin - Asset or Currency? Revealing User's Hidden Intentions. Obtido de <http://ssrn.com/abstract=2425247>
- Gujarati, D., & Porter, D. C. (1995). *Basic Econometrics* (4^o ed.). McGraw-Hill Companies. Obtido de <https://hoangftu.files.wordpress.com/2014/03/basic-econometrics-gujarati-2008.pdf>
- Harvey, C. R. (18 de Agosto de 2014). *Bitcoin Myths and Facts*. Obtido de SSRN: <http://ssrn.com/abstract=2479670>
- Huhtinen, T.-P. (2014). *Bitcoin as a monetary system: Examining attention and attendance (Tese de Mestrado)*. Aalto University School of Business, Master's thesis: Helsinquia, Finlândia.
- Janota, M. (2013). *Digital currencies: Analysis of Bitcoin demand (Tese de Licenciatura)*. Charles University in Prague, Faculty of Social Sciences, Institute

- of Economic Studies. Obtido de <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/download/130100782>.
- Kaplanov, N. M. (2012). Nerdy Money: Bitcoin, the Private Digital Currency, and the Case Against its Regulation. *Consumer Protection Law Commons*, 25, 111-174. Obtido de <http://lawecommons.luc.edu/lclr/vol25/iss1/5>
- Kristoufek, L. (2014). What are the main drivers of the Bitcoin price? Evidence from wavelet coherence analysis. Obtido de http://adsabs.harvard.edu/cgi-bin/bib_query?arXiv:1406.0268
- Kristoufek, L. (s.d.). BitCoin meets *Google trends* and Wikipedia: quantifying the Relationship between phenomena of the Internet era. *Sci Rep*, 3. Obtido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24301322>
- Kumar, S. (2011). A Cross Country Evaluation (tese de Doutoramento). Auckland University of Technology.
- Kun, A. A. (2014). Influence: Bitcoin The Currency Of The Future? Obtido de <http://www.accountancysa.org.za/influence-bitcoin-the-currency-of-the-future/>
- Lo, S., & Wang, J. C. (2014). Bitcoin as Money? *Federal Reserve Bank of Boston*, nº 14.4.
- Mishkin, F. S. (2009). *The Economics of Money, Banking, and Financial Markets* (9ª ed.). Boston: Pearson.
- Nakamoto, S. (31 de Outubro de 2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. Obtido de nakamotoinstitute: <http://nakamotoinstitute.org/bitcoin/>
- Pesaran , M., & Shin , Y. (1999). An autoregressive distributed lag modelling approach to cointegration analysis. Em *Econometrics and Economic Theory in the 20th Century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium*. Cambridge University Press: Cambridge: StromS.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16, 289–326. doi:10.1002/jae.616
- Plassaras, N. A. (2013). *Regulating Digital Currencies :Bringing Bitcoin Within The Reach Of TheE IMF*. Obtido de

<http://heinonline.org/HOL/LandingPage?handle=hein.journals/cjil14&div=14&id=&page=>

Reid, F., & Harrigan, M. (2012). An Analysis of Anonymity in the Bitcoin System. Obtido de <http://arxiv.org/abs/1107.4524>

Rogojanu, A., & Badea, L. (2014). The issue of competing currencies. Case study – Bitcoin. *Theoretical and Applied Economics*, XXI, 103-114.

Šafka, J. B. (2014). Virtual currencies in real economy: Bitcoin. Institute of Economic Studies Faculty of Social Sciences Charles University in Prague. Obtido de <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/download/120157703>

Selgin, G. (2015). Synthetic Commodity Money. *Journal of Financial Stability*, 17, 92-99. Obtido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1572308914000722>

Shostak, F. (2013). *The Bitcoin Money Myth*. Obtido de <https://mises.org/library/bitcoin-money-myth>

Šurda, P. (2012). Economics of Bitcoin: is Bitcoin an alternative to fiat currencies and gold? (Tese de Mestrado). WU Vienna University of Economics and Business. Obtido de <http://dev.economicsofbitcoin.com/mastersthesis/mastersthesis-surda-2012-11-19b.pdf>

Ulrich, F. (2014). *Bitcoin: A Moeda da Era Digital*. São Paulo: Instituto Ludwig Von Mises Brasil.

Vagstad, K., & Valstad, O. C. (2014). A bit risky? A comparison between Bitcoin and other assets using an intraday Value at Risk approach (Tese de Mestrado). Norwegian University of Science and Technology. Obtido de <http://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/266806>

Velde, F. (Dezembro de 2013). Bitcoin: a primer. *Chicago Fed Letter*. Obtido de <https://www.chicagofed.org/publications/chicago-fed-letter/2013/december-317>

Wells, C. J. (8 de Fevereiro de 2011). *Digital Currency Systems: Emerging B2B e-Commerce. Alternative During Monetary Crisis in the United States*. Obtido de http://bitech-inc.com/sitebuilder/Digital_Currency_Systems_CWellsBIT_PUBLISHHD_v01.pdf

- Wijk, D. v. (2013). What can be expected from the Bitcoin? (Tese de Licenciatura). Erasmus Universiteit Rotterdam. Obtido de <http://thesis.eur.nl/pub/14100/Final-version-Thesis-Dennis-van-Wijk.pdf>.
- William, L. J., & Josiah , O. (7 de Junho de 2013). *Bitcoin is Memory*. Obtido de <http://ssrn.com/abstract=2275730>
- Yermack, D. (2013). Is Bitcoin a Real Currency? An economic appraisal. New York: New York University Stern School of Business. Obtido de <http://www.nber.org/papers/w19747>

Sites

- Bitcoinity. (s.d.). *Bitcoin price and volume*. Obtido em 23 de Abril de 2015, de bitcoinity:
http://data.bitcoinity.org/markets/price_volume/5y/USD?r=week&t=1b&volume_unit=curr
- Bitnodes. (s.d.). *Global Bitcoin Nodes Distribution*. Obtido em 23 de Abril de 2015, de bitnodes: <https://getaddr.bitnodes.io/>
- Blockchain. (s.d.). *Gráficos sobre Bitcoin*. Obtido em 23 de Abril de 2015, de blockchain: <https://blockchain.info/pt/charts>
- Coindesk. (s.d.). *A beginner's guide to bitcoin*. Obtido de coindesk: <http://www.coindesk.com/information/>
- Forbes. (2013). *2013: Year Of The Bitcoin*. Obtido em 24 de Abril de 2014, de Forbes: <http://www.forbes.com/sites/kitconews/2013/12/10/2013-year-of-the-bitcoin/>
- Google Trends. (s.d.). *Interesse ao longo do tempo*. Obtido em 23 de Abril de 2015, de google trends:
<https://www.google.pt/trends/explore#q=bitcoin&date=1%2F2009%2073m&cmpt=q&tz=>
- Graf, K. (2013). *In-Depth - Bitcoins, the regression theorem, and that curious but unthreatening empirical world*. Obtido de <http://konradsgraf.com/blog1/2013/2/27/in-depth-bitcoins-the-regression-theorem-and-that-curious-bu.html>

OECD.STAT. (s.d.). *Production and Sales*. Obtido em 23 de Abril de 2015, de
OECD.STAT:

<http://stats.oecd.org/Index.aspx?querytype=view&queryname=209>

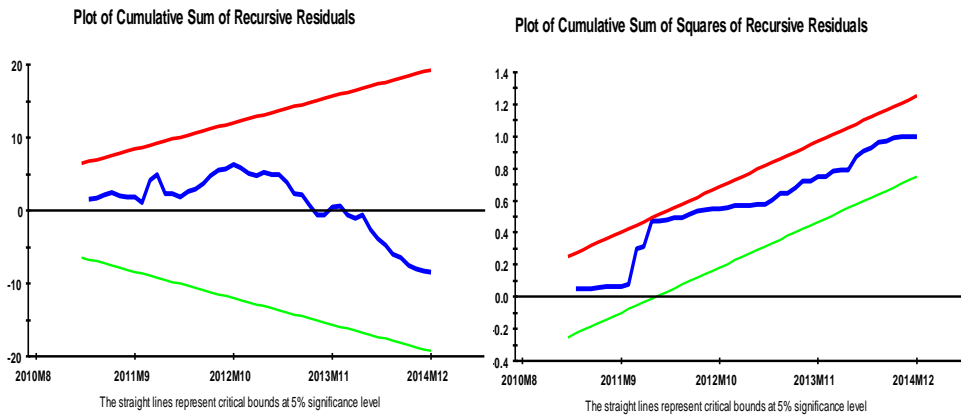
Sourceforge. (s.d.). *Bitcoin Downloads*. Obtido em 23 de Abril de 2015, de sourceforge:

<http://sourceforge.net/projects/bitcoin/files/stats/map>

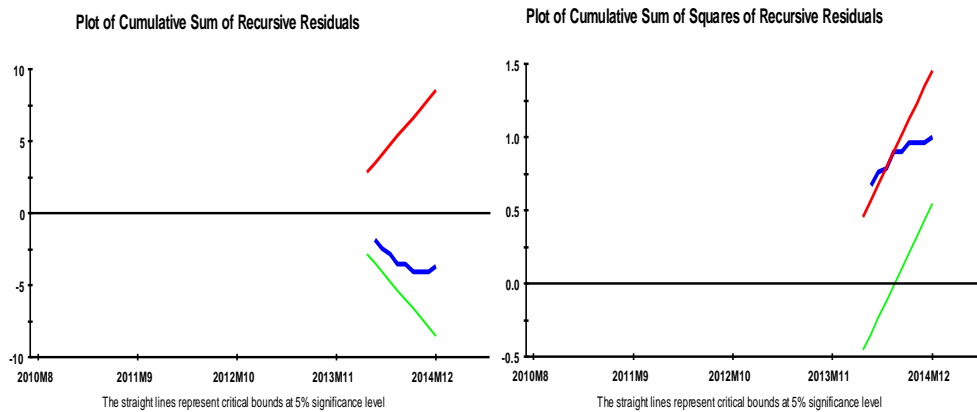
Apêndice

Apêndice 1 - Testes de estabilidade

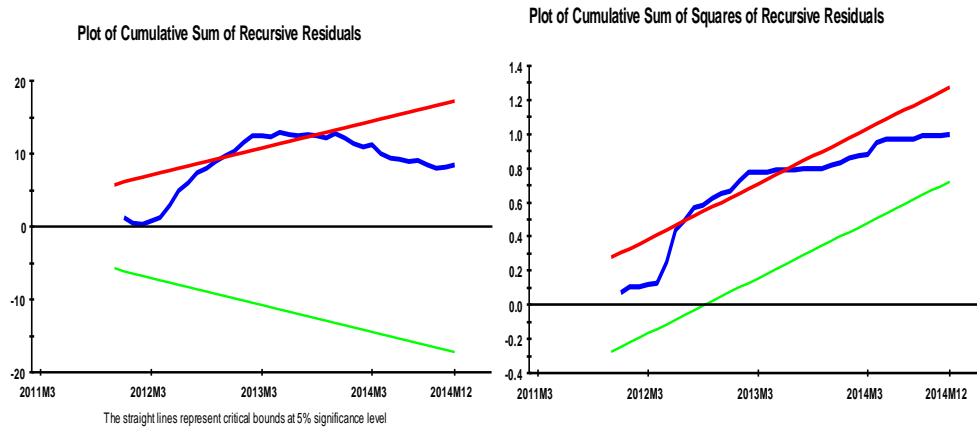
Testes de estabilidade do modelo 1



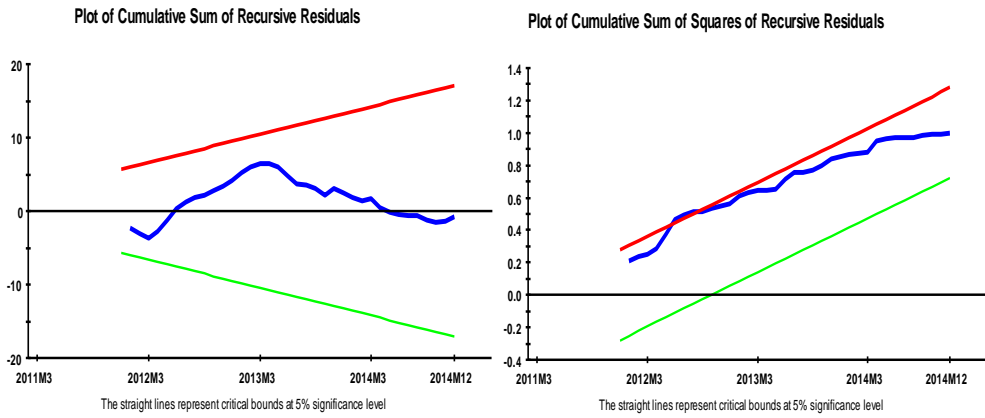
Testes de estabilidade do modelo 1D



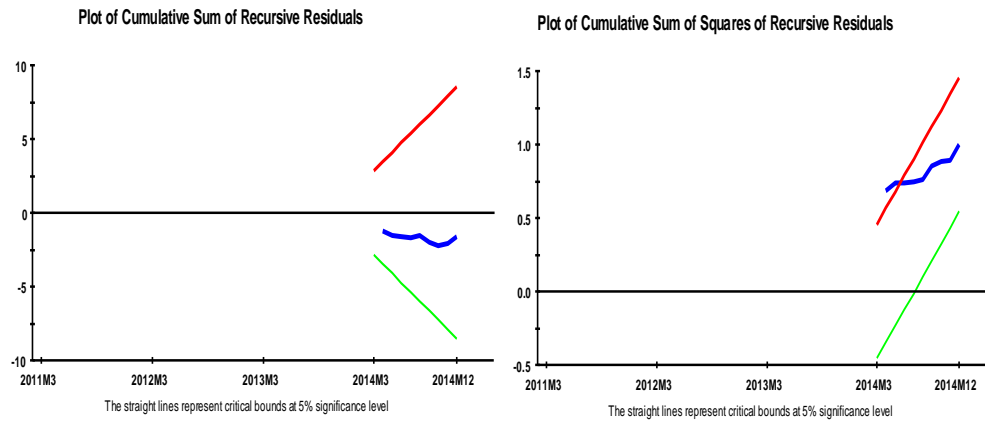
Testes de estabilidade do modelo 2



Testes de estabilidade do modelo 2D



Testes de estabilidade do modelo 3



Testes de estabilidade do modelo 3D

