



FINANÇAS

TESTANDO A FORMA FRACA DE EFICIÊNCIA NA TAXA DE CÂMBIO (BRL/USD)

TESTING THE EFFICIENCY OF LOW FORM IN EXCHANGE RATE

Carolina Magda da Silva Roma
Universidade Federal de Minas Gerais

Hudson Fernandes Amaral
Universidade Federal de Minas Gerais

Bruno Pérez Ferreira
Universidade Federal de Minas Gerais

Data de submissão: 19 mai. 2013. **Data de aprovação:**

20 dez. 2013. **Sistema de avaliação:** Double blind review.
Universidade FUMEC / FACE. Prof. Dr. Henrique Cordeiro
Martins. Prof. Dr. Cid Gonçalves Filho. Prof. Dr. Luiz Claudio
Vieira de Oliveira

RESUMO

Fama (1970) formulou a Hipótese de Mercado Eficiente (HME), concepção esta subjacente à moderna teoria de finanças, em que os investidores buscam maximizar sua riqueza e são vistos como racionais. Assim, o primeiro objetivo desta pesquisa é verificar se a taxa de câmbio real – dólar (BRL/USD) é eficiente na sua forma fraca. Para tanto, foram analisados testes de eficiência econométricos para identificar a presença de estrutura não linear nos resíduos, para autocorrelação total e parcial e teste de raiz unitária. O segundo objetivo é identificar se existe heterocedasticidade na série e, a partir de então, aplicar os modelos EGARCH, TARCH e APARCH. Os resultados evidenciaram que o mercado da taxa de câmbio não é eficiente na sua forma fraca e que há presença de heterocedasticidade, sendo o melhor modelo estimado um ARIMA (1,2,3) + EGARCH (3,2), em que os termos de assimetria foram significantes estatisticamente e em que constatou-se uma alta persistência.

PALAVRAS-CHAVE

Hipótese de Mercado Eficiente. Forma Fraca. Taxa de Câmbio. Testes Econométricos. Modelos GARCH.

ABSTRACT

Fama (1970) formulated the Efficient Market Hypothesis (EMH), a concept that underlies the modern finance theory in which investors seek to maximize their wealth and are seen as rational. Thus, the first objective of this research is to verify whether the real exchange rate - U.S. dollar (BRL / USD) is efficient in its weak form. For this, was analyzed the efficiency econometric tests to identify the presence of non-linear structure in the residuals, for total and partial autocorrelation and unit root test. The second objective is to identify whether there is heteroscedasticity in the series and, thereafter, apply the EGARCH, TARCH and APARCH models. The results showed that the market exchange rate is not efficient in its weak form and that there is presence of heteroscedasticity and that the best model estimated was an ARIMA (1,2,3) + EGARCH (3,2), in which the terms of asymmetry were statistically significant and evidenced a high persistence.

KEYWORDS:

Efficient Market Hypothesis. Weak Form. Exchange Rate. Econometric Tests. GARCH Models.

INTRODUÇÃO

Nos trabalhos de Bachalier (1900), Samuelson (1965) e Mandelbrot (1966), pode-se encontrar esforços, na literatura, para formular processos que descrevem o comportamento do preço dos ativos. Porém, foi Fama (1970) quem, propriamente, caracterizou a Hipótese de Mercado Eficiente (HME), com base na teoria de utilidade esperada, em que o investidor deseja maximizar seu retorno e minimizar o risco, sendo, portanto, racional.

Na HME de Fama (1970), as informações estão refletidas inteiramente no preço dos ativos, não havendo oportunidades que ganhos gerados de arbitragem sejam efetivados. O autor dividiu a hipótese de eficiência em três níveis de abrangência: a fraca, semiforte e forte. Na forma fraca,

tem-se que o preço dos ativos já incorpora todas as informações relevantes, não sendo possível que, pela análise e testes sobre os preços passados do ativo, algum indivíduo consiga obter resultados diferenciados. Na forma semiforte, os preços dos ativos refletem todas as informações divulgadas publicamente (divulgação dos lucros, pagamento de dividendos, fusão & aquisição na empresa listada e mudança na política econômica. Por último, a forma forte considera que nenhum investidor com acesso a informações privilegiadas seria capaz de ter maiores retornos do que os retornos médios de mercado.

O presente trabalho tem como foco analisar a eficiência informacional, do ponto de vista da forma fraca. No Brasil, alguns trabalhos com o mesmo foco são os de

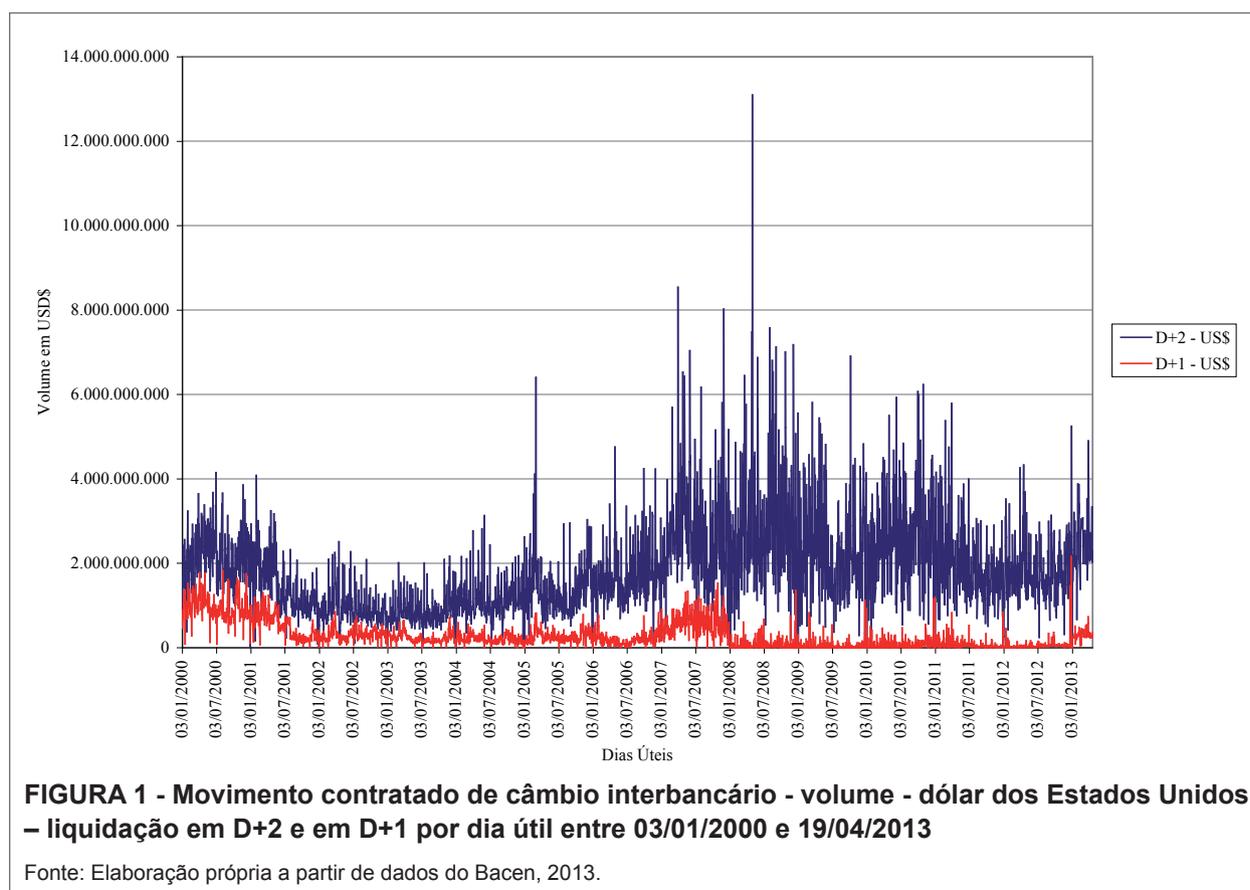
Bone e Ribeiro (2002), Baesso, Coscarelli, Amaral *et al.* (2008); Mugnaini, Silva, Souza *et al.* (2008), Rodrigues e Martines Filho (2012). Porém, apesar de muitas abordagens acerca do tema mercado de capitais, pouco tem sido comentado sobre o mercado de câmbio, que representa a relação entre a moeda de diferentes países.

A presente pesquisa, pautada na análise da eficiência informacional contida na taxa do câmbio, justifica-se, dentre outros motivos, pelo fato de que a taxa de dólar PTAX baliza os contratos futuros de dólar e mini-contratos de dólar, um mercado que ainda precisa ser estimulado pelo governo para adquirir maior visibilidade. Pode-se ainda citar a influência dos investimentos estrangeiros que têm crescido desde a abertura da indústria brasileira ao mercado externo, em 1991. Esse mercado, em média, por dia,

em dezembro de 2012, transaciona um volume de cerca de US\$ 1 bilhão de dólares na BM&F Bovespa, mercado à vista. A Figura 1, a seguir, apresenta o comportamento do volume contratado de câmbio interbancário, de janeiro de 2000 a abril de 2013.

Na presente pesquisa, o período amostral compreende o intervalo de janeiro de 2000 a dezembro de 2012, em que o regime de câmbio flutuante já estava em vigor. Como metodologia, testes econométricos serão conduzidos na taxa de câmbio BRL/USD, buscando indícios de eficiência informacional na forma fraca no mercado.

Com base na literatura que aponta a existência de fatos estilizados na série, partilhados pelas séries financeiras em geral, o segundo objetivo que embasa esta pesquisa compreende verificar a persistência dos choques na série do câmbio.



Uma vez que duas das irregularidades apresentadas pelas séries são a ausência de normalidade nos retornos e a heterocedasticidade, conforme abordado por Taylor (1986), modelos que consideram essas características foram introduzidos e são amplamente utilizados, como os derivados do modelo Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (ARCH), proposto por Engle (1982), tais como o Generalized ARCH (GARCH), desenvolvido por Bollerslev (1986). Laurini (2002) apresenta como alguns de tais fatos estilizados, das séries de câmbio e também presentes regularmente nas séries financeiras, que as variações dos preços, pelo menos linearmente, não são previsíveis, o que, segundo salienta o autor, indica que tais processos possam ser entendidos como *martingales* e, assim, deem base para aceitação de o mercado ser eficiente. Além disso, o terceiro e quarto momento da distribuição apresentam, geralmente, excesso de curtose e assimetria.

Dessa forma, modelos da família GARCH serão utilizados para a modelagem da volatilidade condicional, que são o EGARCH, TARARCH e APARCH. Esses modelos são uma classe que capturam o terceiro momento estatístico, isto é, a assimetria. A assimetria significa que choques positivos e negativos possuem dimensões diferentes para o investidor, estimando a variância por um processo não linear e, com isso, pode-se analisar conjuntamente com o resultado obtido a partir dos testes de eficiência de mercado. A pergunta de pesquisa que norteia o estudo é: a taxa de câmbio BRL/USD é eficiente na sua forma fraca e os choques são persistentes na modelagem da série?

REFERENCIAL TEÓRICO

A hipótese de eficiência de mercado (HME)

Um mercado eficiente, segundo Fama (1970, p. 383) é aquele em que “os preços sempre refletem completamente as informações disponíveis”. O autor ressalta que muitos trabalhos empíricos estavam sendo apresentados antes de uma teoria apropriada a respeito. Fama (1970, p. 387) também apresenta algumas condições, contudo não necessárias, que contribuem para a eficiência de mercado: ausência de custos de transação: as informações são disponíveis para todos os investidores (participantes) sem custos e expectativas homogêneas, isto é, todos têm o mesmo modo de perceber o impacto das informações sobre os preços presentes e futuros.

Nesse trabalho, Fama (1970) apresenta o conceito de três tipos de eficiência de mercado. A forma fraca, semiforte e forte. A primeira revela que as informações passadas estão refletidas no preço dos ativos. A segunda, a forma semiforte, diz que os preços refletem todas as informações disponíveis publicamente. E, por último, a forma forte analisa se uma pessoa ou um grupo de pessoas possuem informações privilegiadas que podem permitir auferir maiores retornos. Uma ressalva feita pelo autor é que tais tipificações são importantes apenas para verificar até que ponto tais informações são refletidas no mercado, havendo, portanto, limitações acerca das hipóteses.

Fama (1991) retoma o conteúdo de eficiência de mercado com uma nova denominação para as formas apresentadas no artigo de 1970. A forma fraca passa a ser analisada sob a nomenclatura de testes de previsibilidade de retorno, a semiforte

recebe o nome de estudo de eventos e a forma forte agora é entendida como testes para informação privada.

O “*fair game*” ou jogo justo, que Fama (1970; 1991) utiliza para embasar a HME, é um caso particular do processo *martingale* ou *martingal*. Neste, as informações passadas não são úteis para gerar posições vantajosas com arbitragem ou retornos superiores, pois não há como fazer previsibilidade a partir do comportamento histórico, uma vez que as mudanças não têm como ser previstas. O trabalho de Samuelson (1965) destaca-se como o primeiro ou um dentre os que contribuíram para estruturar o processo *martingale* (LAURINI, 2002; BAESSO; COSCARELLI; AMARAL *et al.*, 2008; RODRIGUES; MARTINES FILHO, 2012).

Um processo do tipo *martingale* é descrito conforme abaixo:

$$E[P_{t+1}|P_t, P_{t-1}, P_{t-2}\dots] = P_t \quad (01)$$

Isso representa que o valor esperado do preço no momento $t+1$ é igual ao preço do dia corrente. Caso seja possível verificar um padrão no comportamento dos preços, então o mesmo não segue um modelo *martingale*. A HME foi influenciada pelo processo *martingale* e pela teoria de passeio aleatório ou Random Walk Hypothesis – RWH (CERETTA, 2001). Charles e Darné (2009) apontam que a RWH é uma das formas de testar a forma fraca da HME de Fama (1970, 1991). Assim, o *random walk* é descrito por:

$$P_t = P_{t-1} + \varepsilon_t \quad (02)$$

A expressão acima significa dizer que o preço de um determinado ativo, no dia atu-

al, é função do preço no dia anterior, com incremento seguindo um ruído branco (*white noise*). Tsay (2010, p. 73) explica que, no caso de ε_t ser de média zero e com distribuição normal, não ocorre reversão da média nem previsibilidade, que poderiam gerar oportunidades de arbitragem. Porém, o autor apresenta também o modelo com *drift*, uma vez que, empiricamente, no mercado, é encontrado um certo comportamento médio, a saber:

$$P_t = \mu + P_{t-1} + \varepsilon_t \quad (03)$$

Tal hipótese de RWH possui características relevantes e é um dos pressupostos utilizados em outros modelos nas Finanças. Campbell, Lo e Mackinlay (1997) elencam três formas de RW. Na RWH tipo I, os erros são do tipo independente e identicamente distribuídos (IID). Na RWH tipo II, os incrementos são independentes, contudo, não identicamente distribuídos, isto é, não necessariamente precisam ser resultantes de um mesmo processo gerador. Por último, o tipo RWH III descreve os erros não como IID, devendo apenas ser não autocorrelacionados. Na presente pesquisa, busca-se analisar se a série do câmbio BRL/USD é eficiente na forma fraca, realizando testes especificados a posteriori e observando essas três especificações apresentadas.

Alguns estudos que analisam a HME, na forma fraca, semiforte ou forte, podem ser encontrados em Medeiros e Matsumoto (2006), Mussa, Trovão, Santos *et al.* (2007) e Tavares e Moreno (2007).

Harrison e Paton (2007) testaram a HME no mercado da República Checa e da Romênia, fazendo considerações acerca das implicações que a distribuição do

termo erro sugere quando há presença de caudas pesadas nos resíduos e está sendo testada a eficiência informacional. Os autores encontraram que, para o mercado da Romênia, a aceitação da HME é altamente influenciada por uma mudança na especificação do GARCH, com distribuição normal, e GARCH com distribuição t , o que, por sua vez, não faz distinção no outro país referenciado.

O mercado de câmbio e a HME

O câmbio é definido como a relação entre a moeda de um determinado país em relação à moeda de um segundo país, regulado pelo Banco Central do Brasil (Bacen). Assim, a partir da política cambial que o Conselho Monetário Nacional (CMN) estabeleceu, o Bacen é o responsável pela sua regulamentação e fiscalização. O mercado de câmbio, segundo definição presente no sítio do Bacen, é representado pelas

operações de compra e venda da moeda estrangeira, as operações em moeda nacional entre residentes, domiciliados ou com sede no País e residentes, domiciliados ou com sede no exterior e as operações com ouro -instrumento cambial, realizadas por intermédio das instituições autorizadas a operar no mercado de câmbio pelo Banco Central, diretamente ou por meio de seus correspondentes (BACEN, 2013).

Por meio dos modelos de mudança markoviana, memória longa e GARCH, Laurini (2002) estudou a persistência de choques na equação da média e variância e também a Hipótese de mercado eficiente, na sua forma fraca, na taxa de câmbio nominal diária. Os resultados apontaram que o melhor modelo para filtrar as caracterís-

ticas da série é o que incorpora o regime de mudança markoviana.

Souza Filho (2006) estudou a eficiência a partir do regime cambial, iniciado em 1999, que é o regime flutuante. O autor atesta que, com o fim de Bretton Woods é que se tornou possível verificar a eficiência nesse mercado em questão. O autor verificou se a taxa *forward* tem capacidade preditiva não viesada da taxa *spot*, utilizando testes de cointegração, o não paramétrico, de Wilcoxon, e o de mudança percentual, assim denominado no trabalho e que designa a regressão da depreciação futura da taxa *spot* em relação ao prêmio da taxa *forward* (SOUZA FILHO, 2006, p. 27). No período amostral completo, pode-se determinar uma relação não viesada entre ambas as taxas, porém quando dividida a amostra em duas partes, não houve parecer estatisticamente conclusivo nos resultados.

O trabalho de Miguel (1999) também analisa a hipótese de eficiência de mercado na taxa de câmbio, a partir do conceito do não viesamento da taxa futura de câmbio em relação à taxa a vista, definição essa conforme Hodrick e Hansen (1980).

Carrer e Crepaldi (2010) verificaram se o índice Ibovespa e a taxa de câmbio dólar – real é eficiente na sua forma fraca, encontrando um resultado que não favorece a aceitação da HME. A metodologia foi procedida no Software *Matlab*, em que se transformaram os retornos positivos em +1 e os negativos em -1 (sequência binária). Após, analisam, a partir da probabilidade condicional dada, as combinações nos tamanhos de memória de $k = 2$ até $k = 5$, isto é, através da probabilidade condicional analisam qual a chance de o ativo ter determinado comportamento, haja vista a frequência, em questão, do tamanho de memória.

Czech e Waszkowski (2012) analisam a eficiência do mercado de câmbio USD/EUR por meio da *Uncovered Interest Rate Parity* (UIP). No trabalho, argumenta-se que, para esse mercado, as implicações de eficiência de mercado comumente não são testáveis e que a UIP é a condição básica de paridade para que a HME o seja. Assim, conforme salientam, há possibilidades de ganhos quando houver distorções na UIP.

Os autores ainda informam que outro teste para a HME se dá por meio dos testes de ortogonalidade na taxa de erro de previsão futura. Como resultado, encontraram que o mercado USD/EUR é ineficiente, inclusive na forma semiforte. Contudo, Olmo e Pilbeam (2011) advertiram contra as possíveis incoerências quando a regressão com UIP é utilizada, apontando possíveis conclusões equivocadas na rejeição da UIP e, conseqüentemente, da eficiência de mercado.

Modelos heterocedásticos para calcular a volatilidade

Um dos pressupostos que deve ser atendido ao realizar uma regressão *cross-section* é que os erros precisam seguir uma distribuição normal. Contudo, há algumas peculiaridades, que podem ser encontradas nos dados financeiros, que não atendem a tal pressuposto. Diversos autores têm estudado sobre o tema, tais como Fama (1965) e Mandelbrot (1963), e, pelas evidências empíricas, percebe-se que nem sempre é atendida a pressuposição de os erros seguirem uma distribuição gaussiana, variância constante, sem a existência de assimetria.

Outro pressuposto assumido é que a volatilidade, isto é, a variância é homocedástica. Ser homocedástico significa dizer, de uma maneira simples, que a variância é constante

ao longo do tempo. Entretanto, novamente, as evidências dão suporte a uma teoria em que a “variância varia”, havendo, portanto, a presença da heterocedasticidade. Portanto, o desenvolvimento de modelos que incorporassem essas características foi sendo cada vez mais necessário.

Engle (1982) formulou o Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (ARCH), que é um modelo não linear na variância. Deve-se salientar que, no caso do ARCH, pode ser necessária uma quantidade suficiente de *lags*, isto é, defasagens, tornando o q muito alto. Um modelo ARCH (q), matematicamente descrito, é apresentado em Morettin e Tolo (2006) e encontra-se abaixo. Ressalta-se que, no próximo modelo apresentado, que é uma extensão do ARCH, as expressões foram retiradas desses mesmos autores.

$$X_t = \sqrt{h_t} \varepsilon_t \quad (04)$$

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1}^2 + \dots + \alpha_r X_{t-r}^2 \quad (05)$$

$\varepsilon \sim N(0,1)$ ou t_v (distribuição T de Student com v graus de liberdade)

Nesse modelo, X_t corresponde aos retornos, ε_t refere-se a uma sequência de variáveis aleatórias que são independentes e identicamente distribuídas, tendo média zero e variância um, e que $\alpha_0 > 0$, $\alpha_i \geq 0$ e $i > 0$, como explicam Morettin e Tolo (2006, p.363). Na segunda equação, Engle (1982) formulou o ARCH, entendendo a variância em função dos erros quadráticos passados.

Entretanto, apesar da inovação do modelo, este ainda pode não refletir todas as necessidades peculiares das finanças, pois, como os erros são elevados ao quadrado, não há como diferenciar os impactos dos

choques positivos e negativos e, sendo assim, a característica assimétrica não é atendida até aquele momento.

Então, em 1986, o modelo Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (GARCH) é proposto por Bollerslev. Tal modelo possui a característica de estimar a volatilidade com menos parâmetros, isto é, é mais parcimonioso. Um modelo GARCH (p, q) é definido na literatura como:

$$X_t = \sqrt{h_t} \varepsilon_t \quad (06)$$

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i X_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j h_{t-j} \quad (07)$$

$\varepsilon \sim N(0,1)$ ou t_ν (distribuição T de Student, com ν graus de liberdade)

Aqui, ε_t também são variáveis aleatórias i.i.d com média zero e variância um, $\alpha_0 > 0$, $\alpha_i \geq 0$, $\beta_j \geq 0$, $\sum_{i=1}^q (\alpha_i + \beta_j) < 1$ e $q = \max(p, q)$, conforme descrevem Morettin e Tolo (2006, p. 383). O GARCH introduz a variância num determinado período de tempo (t) não somente dependente dos erros quadráticos passados, mas também composta pela própria variância passada.

Posteriormente vieram à tona modelos que se embasam em diferentes distribuições de probabilidade, uma vez que a hipótese de gaussianidade é rejeitada. Como exemplo, tem-se o Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (EGARCH), desenvolvido por Nelson, em 1991. Abaixo, indica-se a formulação matemática do modelo descrita em Aiube (2013):

$$X_t = \sqrt{h_t} \varepsilon_t \quad (08)$$

$$\ln(h_t) = \omega + \alpha y_{t-1} + \gamma (|y_{t-1}| - E(|y_{t-1}|)) + \beta h_{t-1} \quad (09)$$

Em que ω , α e β são as constantes do

modelo. Aiube (2013, p. 73) explica que a assimetria é apresentada no caso que $\gamma \neq 0$; com $\gamma < 0$ caracteriza-se o efeito alavancagem; $g(y_t)$ tem média zero uma vez que y_t e $|y_t| - E(|y_t|)$ são de média zero e que a Equação 10 é a que atesta a assimetria.

Como exemplos, pode-se considerar o modelo GJR de Glosten, Jagannathan e Runkle (1993) e o Threshold ARCH (TARCH) de Zakoian (1994). Aiube (2013) sinaliza que os modelos GJR e TARCH são similares e os trata de maneira indistinta. Dessa forma, um modelo TARCH, conforme apresentado em Aiube (2013), é definido como:

$$h_t = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i y_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j} + \sum_{k=1}^r \gamma_k y_{t-k}^2 (1 - I(y_{t-k} > 0)) \quad (10)$$

O r é a ordem em que o choque dado irá influenciar na variância. No caso de o choque em $t-1$ ser positivo, $y_{t-1} > 0$; dessa forma $I(y_{t-1}) = 1$ e o termo α é que influenciará na volatilidade. Já no caso de o choque em $t-1$ ser negativo, $I(y_{t-1}) = 0$; então, são os termos $\alpha + \gamma$ que influenciarão a variância. Ainda quando $\gamma \neq 0$, constata-se a assimetria nos dados e $\gamma > 0$, o efeito alavancagem, como explica Aiube (2013, p. 73).

Em Ding, Granger e Engle (1993) encontram-se as bases do modelo Asymmetric Power (APARCH). Conforme apresentado pelos autores, esse modelo é uma versão ampliada do ARCH que leva em consideração outros sete modelos, a saber: o modelo ARCH, de Engle (1982); GARCH, de Bollerslev (1986); GARCH, de Taylor (1986); Schwert (1990), GJR, de Glosten, Jagannathan e Runkle (1993); TARCH, de Zakoian (1994); NARCH, de Higgins e Bera (1992); e o Log-ARCH, de Geweke (1986) e Pantula (1986).

O APARCH é formalmente apresentado

abaixo como no artigo de Ding, Granger e Engle (1993, p. 98):

$$\varepsilon_t = s_t e_t \quad e_t \sim_p N(0,1) \quad (11)$$

$$s_t^\delta = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i (|\varepsilon_{t-i}| - \gamma_i \varepsilon_{t-i})^\delta + \sum_{j=1}^q \beta_j s_{t-i}^\delta \quad (12)$$

onde

$$\alpha_0 > 0, \delta \geq 0$$

$$\alpha_0 \geq 0, i = 1, \dots, p$$

$$-1 < \gamma_i < 1, i = 1, \dots, p$$

$$\beta_j \geq 0, j = 1, \dots, q$$

Ding, Granger e Engle (1993, p. 98) explicam que o modelo estabelece uma transformação Box-Cox do processo de desvio-padrão condicional e os resíduos absolutos assimétricos, e que, ao se fazer uso dessa transformação, é possível que modelos não lineares sejam linearizados. Um exemplo do uso desse modelo pode ser encontrado no trabalho de Barba, Cerreta e Vieira (2010).

METODOLOGIA

A palavra metodologia, segundo Demo (1995, p.11) quer dizer “estudo dos caminhos, dos instrumentos usados para se fazer ciência”. Dessa maneira, o pesquisador deve considerar os diferentes métodos que mais se ajustem ao fenômeno que está sendo estudado. A necessidade de se caracterizar uma pesquisa tem, como uma das causas, a importância de entender a natureza da pesquisa em questão. Assim, nesta seção, serão apresentados os procedimentos metodológicos empregados na pesquisa.

Procedimento de coleta e análise dos dados

A variável de pesquisa é a taxa de câmbio comercial em BRL/USD, obtida através da base de dados do IPEADATA, para

o período amostral de janeiro de 2000 a dezembro de 2012. Com a posse dos dados, é possível computar o retorno da série através da diferenciação do logaritmo neperiano do preço atual em relação ao dia anterior. O programa utilizado para os objetivos desta pesquisa foi o Software Eviews 7.1.

Visando a analisar se o mercado de câmbio é eficiente na sua forma fraca, serão conduzidos os testes abordados a seguir. Para verificar a possível existência de raiz unitária, utilizaram-se os testes Augmented Dickey-Fuller (ADF) e o Phillips-Perron (PP), e estacionaridade, com o teste Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS). A existência de normalidade na série foi verificada através do teste Jarque-Bera a um nível de significância de 95%, sendo a hipótese nula de que os dados seguem a distribuição gaussiana e, a hipótese alternativa, o contrário.

O teste BDS, desenvolvido por Brock, Dechert e Scheinkman (1987), também será aplicado visando a analisar se a variável é independente e identicamente distribuída (IID). Costa e Baydia (2001, p. 76) afirmam que o BDS pode ser utilizado para encontrar ocasiões nas quais as variáveis não são IID, como não estacionariedade, não linearidade e caos determinístico.

O teste Ljung-Box será conduzido para a análise de autocorrelação total (Autocorrelation Function – ACF) e autocorrelação parcial (Partial Autocorrelation Function – PACF) nos resíduos, conhecido como LBQ Test. O teste apresenta como hipótese nula a não existência de autocorrelação e, como hipótese alternativa, o contrário. O teste Breusch-Godfrey (Serial Correlation LM Test) também será utilizado para analisar a autocorrelação.

Para a modelagem da série pela família GARCH, serão empregados testes pré-estimação, computando se existe o efeito ARCH, e o teste de White, buscando-se determinar se há heterocedasticidade na série da taxa de câmbio BRL/USD.

Por fim, com base nos testes pós-estimação de ausência de autocorrelação nos resíduos padronizados, nos resíduos padronizados ao quadrado e na significância estatística dos coeficientes é que os modelos serão escolhidos. Em caso de haver mais de um modelo adequado, tem-se como opções o Akaike's Information Criteria (AIC) e Schwarz's Bayesian Information Criteria (SBIC), que minimizam os valores do critério de informação. Brooks (2008, p.233) afirma que, apesar do SBIC ser mais consistente, é ineficiente; e que AIC é inconsistente, mas muitas vezes é mais eficiente; contudo,

afirma também que não há superioridade de um em relação ao outro. Neste artigo, optou-se arbitrariamente pelo SBIC.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Abaixo, tem-se a Figura 2, apresentando os dados da estatística descritiva da taxa de câmbio BRL/USD para o período.

Como se pode visualizar, a série em estudo possui 3.259 observações (frequência diária), com média de R\$ 2,22. A amplitude dos dados percorre de R\$ 1,53 ao máximo de R\$ 3,95. Os dados possuem pouca curtose e assimetria, haja visto que o terceiro e quarto momento de uma distribuição gaussiana são 0 e 3, respectivamente. O teste Jarque-Bera, com hipótese nula de normalidade da série, é rejeitado ao nível de significância de 1%.

Para investigar se a série objeto de estudo

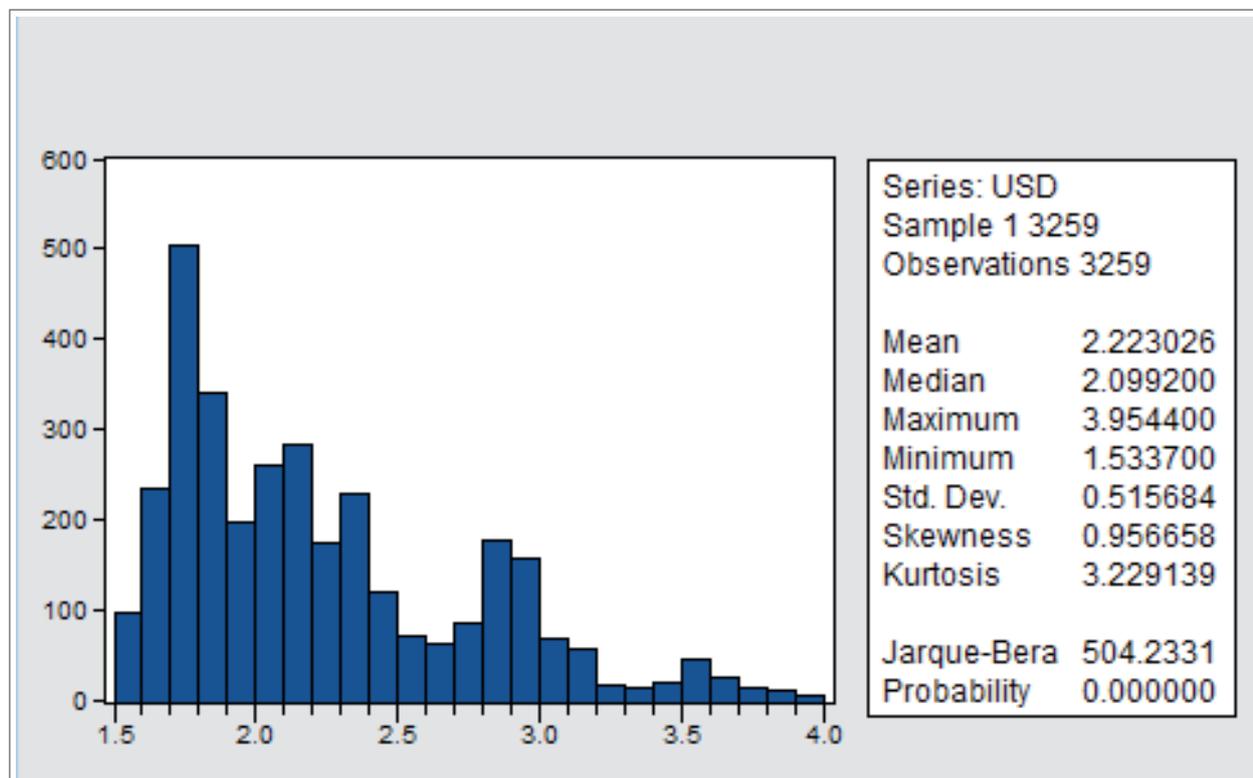


FIGURA 2 – Estatística descritiva da taxa de câmbio BRL/USD

Fonte: Autoria própria, 2013.

deste artigo é considerada eficiente na sua forma fraca, iniciou-se procedendo aos testes de ACF e PACF. Os resultados encontram-se abaixo, na Figura 3, com defasagem até o décimo lag, isto é, entre o tempo t e $t-10$.

O p-valor da Q-Estatística, conforme a Figura 4, a seguir, aponta que a série de retorno da taxa de câmbio é altamente correlacionada, apresentando indícios de rejeição da RWH tipo III, que é a menos restritiva e só considera a ausência de autocorrelação. O teste Breusch-Godfrey (Serial Correlation LM Test) também foi rodado e a estatística LM foi de 2147,383 com p-valor de 0,000 – o que nos permite rejeitar a hipótese nula de não haver autocorrelação. Em seguida, procedeu-se aos testes de estacionariedade e raiz unitária.

O teste ADF aceitou a hipótese nula de que a série da taxa BRL/USD em nível pos-

sui raiz unitária, com a estatística t do teste maior que os valores críticos de 1%, 5% e 10%. O teste PP confirmou os resultados com uma estatística do teste de -1,503593 igualmente superior aos valores críticos. O teste KPSS corrobora com os resultados, uma vez que não se pode aceitar a hipótese nula de estacionariedade. Deve-se destacar que, quando se toma a primeira diferenciação dos dados, a série torna-se estacionária e sem raiz unitária. Dessa forma, a taxa de câmbio é não estacionária em nível e estacionária na primeira diferença.

Apesar de haver a característica de um processo explosivo, com $\phi = 1$, isto quer dizer que os choques não se dissipam ao longo do tempo e, portanto, indicam evidências a favor da eficiência informacional na forma fraca. Contudo, não se pode, somente com base nesse critério, com significância esta-

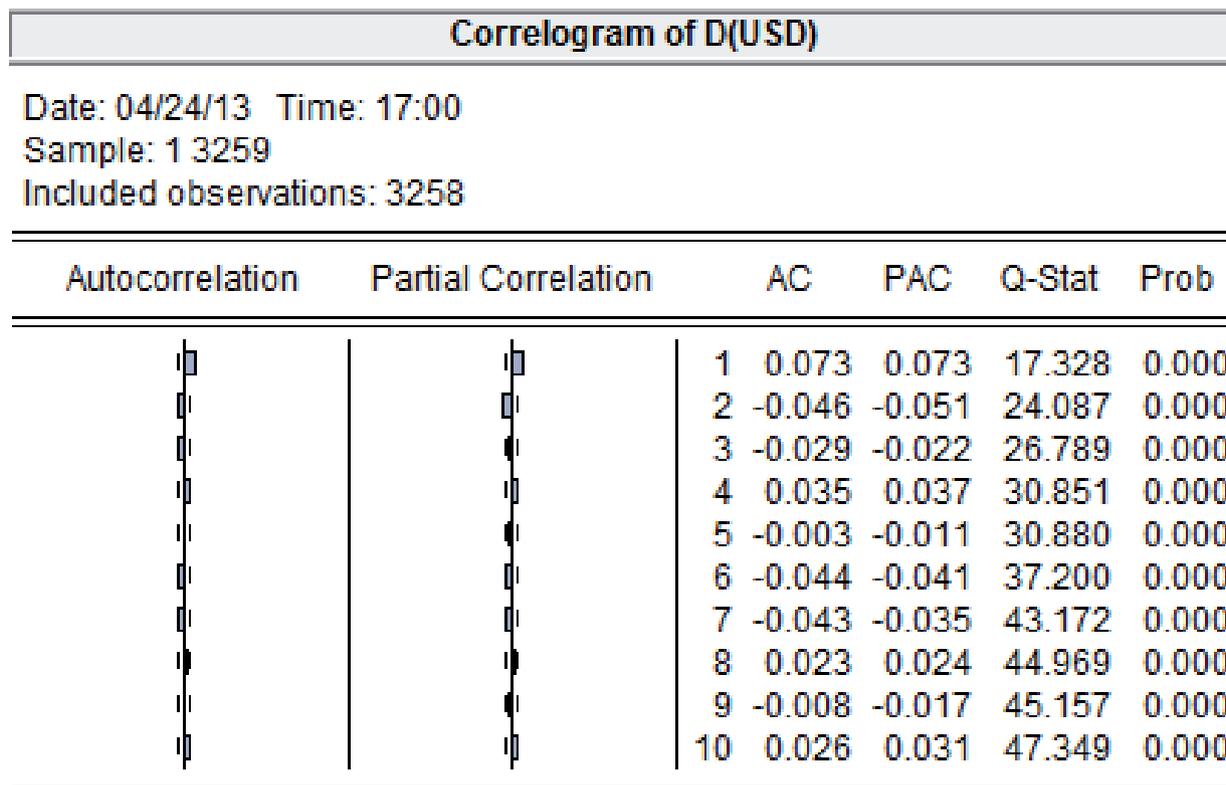


FIGURA 3 – Correlograma da série de câmbio BRL/USD

Fonte: Autoria própria, 2013.

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on USD		
Null Hypothesis: USD has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 2 (Automatic based on SIC, MAXLAG=28)		
		t-Statistic Prob.*
<hr/>		
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-1.492054 0.5378
Test critical values:	1% level	-3.432170
	5% level	-2.862230
	10% level	-2.567181
<hr/>		
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.		

FIGURA 4 – Teste ADF para a série da taxa de câmbio BRL/USD

Fonte: Aatoria própria, 2013.

tística, fazer tal afirmação (LAURINI, 2002).
 Procedeu-se, então, ao teste BDS, cuja performance analisa se a série é independente

e identicamente distribuída (IID) e, assim, se há dependência não linear na série. O *output* do teste encontra-se na Figura 5, a seguir:

BDS Test for USD				
Date: 04/24/13 Time: 21:08				
Sample: 1 3259				
Included observations: 3259				
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
Dimension	BDS Statistic	Std. Error	z-Statistic	Prob.
2	0.201582	0.001304	154.5961	0.0000
3	0.343239	0.002070	165.7780	0.0000
4	0.442351	0.002463	179.5963	0.0000
5	0.511396	0.002564	199.4244	0.0000
6	0.559213	0.002470	226.3873	0.0000
<hr/>				
Raw epsilon	0.747935			
Pairs within epsilon	7485221.	V-Statistic	0.704751	
Triples within epsilon	1.85E+10	V-Statistic	0.533888	

FIGURA 5 – Teste BDS na taxa de câmbio BRL/USD

Fonte: Aatoria própria, 2013.

Dessa forma, o teste rejeita a hipótese nula de que os incrementos na série sejam do tipo IID, com uma probabilidade inferior a 1%. Tal fato já era esperado, de alguma forma, haja visto que a Q-Estatística indica a presença de correlação total e parcial nos dados. Assim, os testes foram unânimes em rejeitar a hipótese de eficiência fraca no mercado da taxa de câmbio.

Ainda, buscou-se verificar se há heterocedasticidade na taxa de câmbio pelo teste do efeito ARCH e de White. O objetivo é que, havendo uma variância inconstante, modelos da família GARCH devem ser utilizados para modelar a volatilidade presente. Os resultados estão apresentados na Figura 6, que se encontra logo abaixo:

Como se pode verificar, a série apresen-

ta o efeito ARCH, como também rejeita a hipótese de homocedasticidade, implicando que há uma estrutura na variância dos dados que não pode ser capturada pelos modelos tradicionais de cômputo da volatilidade. Porém, como se observou pela estatística descritiva, os dados possuem certa assimetria e, sendo assim, serão considerados modelos que distinguem os choques positivos dos negativos.

Dessa forma, fez-se uso de modelos da família GARCH para modelar esse comportamento. Foram testados diferentes tipos de modelos EGARCH, TARCH e APARCH, com diferentes defasagens, combinados com termos ARIMA, inclusive com diferenciação a partir das primeiras diferenciações, na estrutura da média. Os mo-

Heteroskedasticity Test: ARCH			
F-statistic	179.2421	Prob. F(5,3244)	0.0000
Obs*R-squared	703.5111	Prob. Chi-Square(5)	0.0000
Test Equation:			
Dependent Variable: WGT_RESID^2			
Method: Least Squares			
Date: 04/25/13 Time: 12:06			
Sample (adjusted): 10 3259			
Included observations: 3250 after adjustments			
Heteroskedasticity Test: White			
F-statistic	488033.2	Prob. F(134,3120)	0.0000
Obs*R-squared	3254.845	Prob. Chi-Square(134)	0.0000
Scaled explained SS	5.26E+14	Prob. Chi-Square(134)	0.0000

FIGURA 6 – Teste do Efeito ARCH e White na taxa de câmbio BRL/USD

Fonte: Elaboração própria, 2013.

delos que mais se ajustaram ao comportamento presente na taxa de câmbio estão dispostos no Quadro I, a seguir:

Quadro I

No quadro acima, não foi listado nenhum modelo TARARCH, isto porque o critério para seleção de um modelo deve se basear na observação se a autocorrelação serial nos dados foi corrigida, na significância dos coeficientes e na estatística Durbin-Watson. Dessa maneira, tais modelos apresentaram estatística DW de 2,410 acima do nível de estabilidade e não limpam a ACF e PACF e, portanto, não se mostrou um modelo adequado para a análise dos dados. Já o modelo APARCH apresentou proble-

mas de autocorrelação nos resíduos, para uma janela de 36 defasagens, já com detecção de problemas no primeiro *lag*. Para a 5ª defasagem, obteve-se uma Q-Estatística de 531,71 com p-valor de 0,000, indicando que a autocorrelação não foi corrigida, entretanto, com valores da estatística DW dentro dos limites estabelecidos.

Como resultado, dentre aqueles que satisfazem as restrições, obteve-se um modelo apenas modelado na equação da média e dois modelos da classe EGARCH. Como, neste artigo, optou-se por escolher o critério de informação SBIC, que penaliza a inserção de termos no modelo, o ARIMA (1,2,3) + EGARCH (3,2), com a distribui-

QUADRO 1 – Resumo dos modelos identificados para taxa de câmbio BRL/USD

Variável / Modelo	ARIMA (1,1,0) *	ARIMA (2,1,1) –	ARIMA (1,2,3)
		EGARCH (2,2)**	EGARCH (3,2)**
Equação da Média			
C	2.275900	0.686555	0.666201
D(USD(-1))***	0.063764		
D(LOG(USD))		0.499208	0.768543
D(LOG(USD(-1))***)			0.498985
D(LOG(USD(-2))***)			0.230169
AR(1)	0.998767*	1.044127	0.998089
AR(2)		-0.046803	
MA(1)		0.999078	1.159598
MA(2)			1.135469
MA(3)			0.974179
Equação da Variância			
K		-1.495982	-1.867816
α_1		0.295993	0.314318
α_2		0.155497	0.140822
α_3			0.103268
γ_1		0.210883	0.160596
β_1		0.238628	0.411938
β_2		0.658568	0.474686
R-Quadrado	0.997673	0.999470	0.999885
R-Quadrado Ajustado	0.997673	0.999469	0.999885
DW	1.976349	1.992620	1.892023
AIC	-4.548422	-8.292746	-9.816409
SBIC	-4.542812	-8.272177	-9.788354

* Variável preço em nível.

** Log da variável preço em nível.

*** Os termos foram diferenciados na respectiva variável defasada.

Todos os coeficientes foram significativos ao nível de 1%.

ção normal do termo de erro, foi o escolhido. Ressalta-se que o mesmo possui termos de diferenciação a partir da primeira e segunda defasagem, tornando-se um modelo robusto. Tal estimação foi necessária devido ao efeito de memória longa presente na série.

Nesse modelo, pode-se perceber que houve uma alta persistência nos choques. Isto quer dizer que um choque sofrido no momento t demora a ser dissipado. Os termos assimétricos são todos significativos e positivos, indicando que o investidor diferencia o sinal do choque sofrido e como o mesmo irá repercutir na variância condicional, pois efeitos negativos tendem a elevar a volatilidade condicional. Abaixo, na Figura 7, encontra-se o correlograma do quadrado dos resíduos, para mostrar que o modelo especificado foi eficiente em corrigir a autocorrelação detectada inicialmente.

Dessa forma, pode-se verificar como mais um indício que o modelo ARIMA (1,2,3) + EGARCH (3,2), com a distribuição normal do termo de erro, capturou a presença de assimetria na série e volatilidade heterocedástica, conseguindo modelar a taxa de câmbio BRL/USD.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa avaliou a eficiência de mercado aplicada ao câmbio. Tal eficiência é definida formalmente e estruturada, em três níveis, por Fama (1970): as formas fraca, semiforte e forte. A HME é uma concepção subjacente à Moderna Teoria de Finanças, em que os investidores buscam maximizar sua riqueza e são vistos como racionais.

Assim, procurou-se estudar a existência da forma fraca de eficiência no mercado cambial, focando na taxa BRL/USD. Os resultados indicaram que a série da taxa de câmbio estudada não é informacionalmente fraca, tendo sido considerados os tipos de hipótese de passeio aleatório (Random Walk Hypothesis – RWH) I, II e III, apresentados em Campbell, Lo e Mackinlay (1997). Por meio de uma abordagem econométrica, foi identificado um modelo ARIMA (1,2,3) + EGARCH(3,2) com a distribuição normal do termo de erro para modelagem da estrutura de volatilidade presente na série dos dados, os quais apresentaram uma alta persistência, indicando que os choques demoram a ser dissipados.

Os resultados apontam que, no mercado de câmbio, ainda persistem deficiências,

Correlogram of Standardized Residuals Squared							KPSS Unit Root Test on D(RESID01)	
Date: 04/24/13 Time: 16:11 Sample: 5 3259 Included observations: 3255 Q-statistic probabilities adjusted for 4 ARMA term(s)							Null Hypothesis: D(RESID01) is stationary Exogenous: Constant Bandwidth: 111 (Newey-West using Bartlett kernel)	
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	LM-Stat.		
		1	0.008	0.008	0.2102	Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic		
		2	0.001	0.001	0.2132	Asymptotic critical values*:		
		3	0.019	0.019	1.3689	1% level		
		4	-0.007	-0.007	1.5351	5% level		
		5	-0.005	-0.004	1.6029	10% level		
		6	0.007	0.007	1.7799	0.018588		
		7	0.005	0.006	1.8753	0.739000		
		8	0.001	0.001	1.8799	0.463000		
		9	0.010	0.009	2.1828	0.347000		
		10	0.011	0.010	2.5558	*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)		
Residual variance (no correction)							6.49E-06	
HAC corrected variance (Bartlett kernel)							6.23E-08	

FIGURA 7 – Correlograma dos Resíduos Padronizados ao Quadrado e Teste KPSS

Fonte: Autoria própria, 2013.

de maneira que certas operações podem apresentar alguma forma de viés frente a uma situação de eficiência de mercado. Isso pode permitir a atuação de agentes voltados para a estruturação de operações de arbitragem, visto que foi possível a estruturação de modelos quantitativos destinados a parametrizar os movimentos do câmbio.

Como sugestões para trabalhos futuros, pode-se fazer uso de diferentes distribuições do termo de erro, para verificar como impactam na escolha do modelo, e se utilizar da abordagem não paramétrica, como os modelos com mudança de regime markoviano e dados em frequência diferente daquela empregada neste artigo.

REFERÊNCIAS

- AIUBE, F. A. L. **Modelos quantitativos em Finanças com enfoque em commodities**. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- BACEN. Disponível em: <http://www.bcb.gov.br/pre/bc_atende/port/mercCam.asp#1>. Acesso em: 22 abr. 2013.
- BACEN. Mercado de Câmbio. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/?merccamfaq>>. Acesso em: 10 abr. 2013.
- BACHELIER, L. **Théorie de la Spéculation**. Annales Scientifiques de l'Ecole Normale Supérieure, 3^e Série, Tome 17, p. 21-86. Paris: Gauthier-Villars, 1900. Disponível em: <http://archive.numdam.org/ARCHIVE/ASENS/ASENS_1900_3_17_/ASENS_1900_3_17__21_0/ASENS_1900_3_17__21_0.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2013.
- BAESSO, R. S.; COSCARELLI, B. B.; AMARAL, F. V. A.; SILVA, R. A.; AMARAL, H. F. Teste da hipótese de eficiência do mercado no Brasil: uma aplicação de filtros ótimos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 32., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPAD, 2008.
- BARBA, F. G. de; CERETTA, P. S.; VIELRA, K. M. Modelagem da volatilidade em períodos de crise: análise das distribuições alternativas nos BRIC e EUA. In: SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO - SEMEAD, 13., 2010, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SEMEAD, 2010.
- BOLLERSLEV, T. Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. **Journal of Econometrics**, [S. l.], v. 31, p. 307-327, 1986.
- BONE, R. B.; RIBEIRO, E. P. Eficiência Fraca, Efeito Dia-da-Semana e Efeito Feriado no Mercado Acionário Brasileiro: uma Análise Empírica Sistemática e Robusta. **Revista de Administração Contemporânea**, [S. l.], v. 6, n. 1, 2002.
- BROOKS, C. **Introductory Econometrics for Finance**. São Paulo: Cambridge University Press, 2008.
- CAMPBELL, J. Y.; LO, A. W.; MACKINLAY, A. C. **The Econometrics of Financial Markets**. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1997.
- CARRER, C. O.; CREPALDI, A. F. Estudo sobre a eficiência de mercado de bolsa de valores São Paulo e no câmbio dólar/real. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO, 30., 2010, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ENEGEP, 2010.
- CERETTA, P. S. Comportamento das variações de preço nos mercados de ações da América Latina. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 25., 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: ENANPAD, 2001.
- CHARLES, A.; DARNÉ, O. Variance-ratio tests of random walk: An overview. **Journal of Economics Surveys**, [S. l.], v. 23, n. 3, p. 503-527, 2009.
- COSTA, P. H. S.; BAIDYA, T. K. N. Propriedades estatísticas das séries de retorno das principais ações brasileiras. **Pesquisa Operacional**, [S. l.], v. 21, n. 1, p. 61-87, 2001.
- CZECH, K. A.; WASZKOWSKI, A. Foreign exchange market efficiency: Empirical results for the USD/EUR market. **Financial Internet Quarterly**, [S. l.], v. 8, n. 3, 2012. Disponível em: <http://www.e-finanse.com/arttykuly_eng/223.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2013.
- DEMO, P. **Metodologia científica em Ciências Sociais**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1995.
- DING, Z.; GRANGER, C. W. J.; ENGLE, R. F. A long memory property of stock market returns and a new model. **Journal of Empirical Finance**, [S. l.], v. 1, p. 83-106, 1993.
- ENGLE, R. F. Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of variance of United Kingdom inflation. **Econometrica**, [S. l.], v. 50, n. 4, p. 987-1007, 1982.
- FAMA, E. The behavior of stock market prices. **Journal of Business**, [S. l.], v. 38, n. 1, p. 34-105, 1965.
- FAMA, E. Efficient Capital Markets: A review of theory and empirical work. **The Journal of Finance**, [S. l.], v. 25, n. 2, p. 383-417, 1970.
- FAMA, E. Efficient capital markets: II. **The Journal of Finance**, [S. l.], v. 46, n. 5, p. 1575-1617, 1991.
- GEWEKE, J. Modelling the persistence of conditional variances: A comment. **Econometric Reviews**, [S. l.], v. 5, p. 57-61, 1986.
- GLOSTEN, L. R.; JAGANNATHAN, R.; RUNKLE, D. E. On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. **Journal of Finance**, [S. l.], v. 48, n. 5, p. 1779-1801, 1993.
- HARRISON, B.; PATON, D. Do fat tails matter in GARCH estimation: testing market efficiency in two transition economies. **Economic Issues**, [S. l.], v. 12, part 2, 2007.
- HIGGINS, M.; BERA, A. A class of nonlinear ARCH models. **International Economic Review**, [S. l.], v. 33, n. 1, p. 137-158, 1992.
- HODRICK, R.; HANSEN, L. P. Fo-

- ward exchange rates as optimal predictors of future spot rates: An econometric analysis. **Journal of Political Economy**, [S. l.], v. 88, n. 5, p. 829-853, 1980.
- LAURINI, M. P. **Medidas de persistência a choques e eficiência de mercado para a taxa de câmbio R\$/US\$**. 2002. 125 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002.
- MANDELBROT, B. The variation of certain speculative prices. **The Journal of Business**, [S. l.], v. 36, n. 4, p. 394-419, 1963.
- MANDELBROT, B. Forecasts of future prices, unbiased markets, and "martingale" models. **The Journal of Business**, [S. l.], v. 39, p. 242-255, 1966.
- MEDEIROS, O. R.; MATSUMOTO, A. S. Emissões públicas de ações, volatilidade e *insider information* na Bovespa. **Revista de Contabilidade e Finanças**, [S. l.], n. 40, p. 25-36, 2006.
- MIGUEL, P. P. **Paridade de juros, fluxo de capitais e eficiência de mercado de câmbio no Brasil: Evidência dos anos 90**. 1999. 221 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de séries temporais**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.
- UGNAINI, A.; SILVA, W. V.; SOUZA, A.; CORSO, J. M. Análise da eficiência de mercado e performance de fundos de investimentos imobiliários negociados na Bovespa. **Revista Capital Científico**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 65-86, 2008.
- MUSSA, A.; TROVÃO, R.; SANTOS, J. O.; FAMÁ, R. A estratégia de momento de Jegadeesh e Titman e suas implicações para a hipótese de eficiência do mercado acionário brasileiro. In: SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO - SEMEAD, 10., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SEMEAD, 2007.
- NELSON, D. B. Conditional Heteroskedasticity in asset returns: a new approach. **Econometrica**, [S. l.], v. 59, n. 2, p. 347-370, 1991.
- OLMO, J.; PILBEAM, K. Uncovered interest parity and the efficiency of the foreign exchange market: A re-examination of the evidence. **International Journal of Finance and Economics**, [S. l.], v. 16, p. 189-204, 2011.
- PANTULA, S. G. Modelling the persistence of conditional variances: A comment. **Econometric Reviews**, [S. l.], v. 5, p. 71-73, 1986.
- RODRIGUES, M. A.; MARTINES FILHO, J. G. **Eficiência nos mercados futuros agropecuários brasileiros**. In: II Conferência em Gestão de Risco e Comercialização de Commodities, São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/CGRCC/download/Eficiencia-nos-mercados-futuros-agropecuarios-brasileiros.pdf>>. Acesso em: 07 abr. 2013.
- SAMUELSON, P. A. Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly. **Industrial Management Review**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 41-49, 1965.
- SOUZA FILHO, E. L. A. **Eficiência no mercado de câmbio no Brasil sob o regime flutuante**. 2006. 54f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Instituto de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.
- TAVARES, R. M. S.; MORENO, R. Alterações de *ratings* de países emergentes e efeitos no IBX. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 31., 2007, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ENANPAD, 2007.
- TAYLOR, S. J. **Modelling Financial Time Series**. Chichester: John Wiley & Sons, 1986.
- TSAY, R. S. **Analysis of Financial Time Series**. 3. ed. [S. l.]: John Wiley Publication, 2010.
- ZAKOIAN, J. M. Threshold heteroskedastic models. **Journal of Economic Dynamics and Control**, [S. l.], v. 18, n. 5, p. 931-955, 1994.