

Value-at-Risk (VaR) Real brasileiro e moedas de mercados emergentes e em desenvolvimento

Value-at-Risk (VaR) Brazilian Real and currencies of emerging and developing markets

Marina Andreotti Ogawa¹
Naijela Janaina da Costa¹
Herick Fernando Moraes¹

Resumo: A globalização tem sido responsável pela elevação da exposição de empresas e países a riscos relativos a fatores cambiais. A literatura tem abordado a questão da volatilidade da moeda em países emergentes e desenvolvidos sem um consenso sobre tal dinâmica, bem como são escassos os estudos que estimam e situam o risco do real brasileiro. Dessa forma, o presente estudo teve por objetivo mensurar o risco da taxa de câmbio brasileira, bem como testar a hipótese de que existe uma diferença significativa na volatilidade entre moedas de países emergentes e em desenvolvimento. Por meio do VaR paramétrico ajustado para distribuições de valores extremos, observou-se que o real brasileiro apresentou taxa de câmbio de maior risco. Os resultados também revelam que os pressupostos distribucionais não parecem apresentar nenhum padrão específico quando confrontados países emergentes e desenvolvidos, e também que países emergentes apresentaram menor volatilidade, denotando a preponderância de fatores externos ao mercado cambial na determinação do risco de algumas moedas.

Palavras-chave: Value-at-Risk; Taxa de câmbio; Risk Management; Países desenvolvidos e emergentes.

Abstract: Globalization has been responsible for increasing exposure to risks related to currency factors for companies and countries. The literature has addressed the issue of currency volatility in emerging and developed countries without a consensus on such a dynamic and there are few studies that estimate and place the risk of the Brazilian real. Thus, this study aimed to measure the risk of the Brazilian exchange rate, as well as test the hypothesis that there is a significant difference in volatility between currencies of emerging and developing countries. Through the parametric VaR set to extreme values distributions, it was observed that the Brazilian real presented at greater risk of exchange rate. The results also showed that the distributional assumptions do not seem to have any specific pattern when faced emerging and developed countries and also emerging countries showed less volatility, reflecting the preponderance of factors external to the foreign exchange market in determining the risk of some currencies.

Keywords: Value-at-Risk; Exchange rate; Risk management; Developing and emerging countries.

1 Introdução

O crescimento da importância da gestão de risco reside na volatilidade de variáveis financeiras, dentre elas podem-se destacar taxa de câmbio, taxa de juros, mercado de capitais e preços de *commodities*. Fatores como o fim das taxas de câmbio fixas, as oscilações na taxa de juros, crises financeiras e mudanças bruscas em preços de *commodities* contribuem para o aumento da imprevisibilidade do mercado (Jorion, 1997).

O risco da taxa de câmbio pode ser definido, segundo Madura (1989), como as mudanças inesperadas na taxa de câmbio, acarretando perdas diretas (derivadas

de exposição não *hedgeada*) ou indiretas nos fluxos de caixa (Papaïonnou, 2006).

O gerenciamento do risco da taxa de câmbio está relacionado com as decisões de uma empresa sobre sua exposição a moedas estrangeiras, conforme Allayannis et al. (2001), e para gerenciá-lo é fundamental compreender os tipos de risco que estão associados à taxa de câmbio como: riscos de transação (relativos a risco de fluxo de caixa); riscos de tradução (relativos ao balanço patrimonial); e riscos econômicos (relacionados ao valor presente da empresa). Assim, uma vez compreendidos tais

¹ Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, Rod. Washington Luís, Km 235, CEP 13565-905, São Carlos, SP, Brasil. E-mail: marina.a.ogawa@gmail.com; naijelajanaina@gmail.com; herickmoraes@dep.ufscar.br

Recebido em Jun. 3, 2016 - Aceito em Dez. 28, 2016

Supporte financeiro: Nenhum.

riscos, torna-se importante mensurá-los de modo a conseguir administrar o risco relacionado à taxa de câmbio (Papaionnou, 2006).

Após anos consecutivos de instabilidade econômica e inflação crescente, o Brasil passou por um processo de reforma monetária e cambial em 1994, período no qual o plano real foi instituído e, desde então, o real passou a valer como moeda oficial do Brasil (Batista, 1996). Assim, o real consiste em um regime de câmbio flutuante (mais especificamente, uma flutuação suja), ou seja, um regime que permite a existência de apreciações e depreciações da moeda, levando à volatilidade na taxa de câmbio (Lara, 2005). A volatilidade é um parâmetro de entrada significativo na abordagem de opções, tanto financeiras quanto de ativos reais (Oliveira & Pamplona, 2012).

De acordo com Carvalho & Sicsú (2004), a elevada volatilidade na taxa de câmbio provoca um aumento nas incertezas, reduzindo a previsibilidade dos custos financeiros. Pode-se inferir, dessa maneira, que desvalorizações significativas na moeda local podem beneficiar empresas exportadoras, enquanto geram perdas àquelas que apresentam grande volume de dívidas em moedas estrangeiras.

Com isso, o risco das flutuações na taxa de câmbio têm forte impacto na economia e no desempenho de indústrias exportadoras, sendo importante conhecer e mensurar o risco relacionado ao valor da moeda (Akhtekhane & Mohammadi, 2012). Em adição, a moeda pode ser considerada um ativo financeiro como qualquer outro, sendo sujeita à flutuações de oferta e demanda, bem como a ataques especulativos.

Assim, destacados os fatores acima e a partir da análise da atual conjuntura econômica do Brasil, no qual, somente em 2014, o dólar apresentou uma alta de 13% ante o real, o real segue apresentando forte volatilidade no ano de 2015. A partir disso, nota-se a importância de se mensurar o risco de tal variável financeira (Federowski, 2015). A Figura 1 ilustra a evolução do real frente ao dólar.

Apesar da pluralidade de artigos que fazem o uso do VaR para mensurar o risco de diferentes taxas de câmbio, como Zhan & Tian (2000), Wang et al. (2010), Li et al. (2007), entre outros, existem poucos estudos que investigam o risco da taxa de câmbio do real brasileiro. Além disso, no cenário atual, no qual o país vem enfrentando diversas reformas econômicas e políticas e a moeda vem apresentando forte volatilidade, a mensuração do risco do real adquire caráter de urgência, apresentando, assim, grande importância.

Wang et al. (2010) utiliza EVT (Teoria do Valor Extremo) para estimar as caudas dos retornos da taxa de câmbio do yuan, encontrando elevada aderência à distribuição de Pareto. Apesar do VaR EVT subestimar o risco para a taxa de câmbio proposta, tal abordagem ainda mostra-se superior às formas

tradicionais de cálculo do VaR, como simulação histórica e variância-covariância.

A falta de consenso sobre pressupostos distribucionais e métodos de cômputo do VaR se acentuam mais quando comparadas realidades econômicas distintas, tal como ativos de economias desenvolvidas e ativos de economias emergentes.

De fato, Gençay & Selçuk (2004) ainda afirmam que economias em desenvolvimento são muito mais sujeitas a mudanças no curto prazo e, portanto, as distribuições de probabilidade de seus retornos e parâmetros estimados também se mostram passíveis de mudanças com certa frequência. Ademais, mercados em desenvolvimento estão mais sujeitos a oscilações financeiras.

Kittiakarasakun & Tse (2011) afirmam que, muitas vezes, modelos financeiros não são aplicáveis tanto para países emergentes como para mercados desenvolvidos, a exemplo do G7. Isso poderia ocorrer, pois, muitas vezes, países em desenvolvimento impõem restrições ao livre fluxo de capitais.

A diferença de mercados se reflete nas caudas das distribuições de probabilidade dos retornos que, especialmente para mercados emergentes, apresentam tendência a não normalidade. De fato, Longin (2005) argumenta que as caudas das distribuições são diferentes em mercados emergentes.

Contudo, Kittiakarasakun & Tse (2011) também argumentam que as diferenças entre retornos asiáticos e norte-americanos podem ser mera questão de escala, visto que a ocorrência de eventos extremos na Ásia é tão provável quanto nos Estados Unidos, demonstrando que as caudas do mercado chinês e do mercado norte-americano são semelhantes. Isso denota que um modelo de gestão de risco funcionaria bem para ambas as realidades. Tal fato se verifica, pois o estudo conduzido pelos autores não encontrou diferenças significantes nos riscos medidos pelo VaR.

Desse modo, a mensuração do risco tem sido de grande preocupação entre gerentes e órgãos reguladores, sendo o *Value-at-Risk* (VaR) uma das ferramentas mais utilizadas para a mensuração do risco.

Segundo a definição de Jorion (1997), VaR é um método de mensuração de risco que utiliza técnicas



Figura 1. Evolução do real frente ao dólar. Fonte: elaborado pelos autores (2016).

estatísticas padrão, em outras palavras, VaR mede a pior perda esperada ao longo de determinado intervalo de tempo, dentro de determinado nível de confiança.

Assim, observa-se que o VaR configura um método de fácil compreensão capaz de proporcionar benefícios como o fornecimento de informações gerenciais, avaliação de desempenho, bem como de contribuir para decisões de alocação de recursos, configurando, assim, uma das mais importantes ferramentas para a gestão de risco existentes (Jorion, 1997).

A literatura sobre o VaR é bastante extensa e possui trabalhos importantes como os de Chela et al. (2011), Gaglianone et al. (2008), Jorion (2007), Taylor (2005), Glasserman et al. (2000), de modo que existem diversas maneiras de estimar o VaR, dentre elas, os métodos não paramétricos (simulação histórica), paramétricos (método da variância-covariância), simulação (método de Monte Carlo) e os métodos de heterocedasticidade condicional, em especial, os modelos GARCH (Wang et al., 2010). Sendo que o uso do VaR é de interesse, para além das empresas e instituições financeiras. Os órgãos reguladores também têm atentado a sua importância de modo que, a partir de 1988, com o Acordo da Basileia, ocorreram várias iniciativas regulatórias envolvendo o VaR (Jorion, 1997).

Contudo, apesar de não existir um consenso sobre quais distribuições de probabilidade utilizar, e das fragilidades do VaR paramétrico sob pressupostos de normalidade, o VaR paramétrico mostra-se extremamente interessante por sua simplicidade de cálculo e eficácia, quando especificada corretamente a distribuição dos retornos, não devendo, portanto, ser abandonado como alternativa para o cômputo do VaR (Moralles et al., 2013).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como principal objetivo mensurar o risco da taxa de câmbio brasileira, bem como testar a hipótese de que existe uma diferença significativa na volatilidade entre moedas de países emergentes e em desenvolvimento, como afirmado por autores como Kittiakarasakun & Tse (2011), Longin (2005) e Gençay & Selçuk (2004).

Assim, o estudo realizará uma comparação entre o risco de moedas de diferentes países, separados em dois grupos, emergentes e desenvolvidos. O primeiro grupo é composto por: real (BRL); peso argentino (ARG); peso chileno (CLP); novo sol peruano (PEN); peso mexicano (MXN); yuan chinês (CNY); rúpia indiana (INR); e, won sul-coreano (KRW). O segundo grupo é composto por: dólar australiano (AUS); euro (EUR); franco suíço (CHF); libra esterlina (GBP); e iene japonês (JPY). Tal amostragem foi escolhida para comparação do proposto método de cálculo de VaR entre mercados em desenvolvimento, mercados desenvolvidos e mercado asiático. A avaliação do risco foi realizada por meio do VaR paramétrico

via teste de aderência para valores extremos, como apresentado em Moralles et al. (2013).

2 Value-at-Risk

O problema de mensuração e controle de risco financeiro tem motivado pesquisadores e tomadores de decisão a buscarem indicadores capazes de identificar quão arriscada é uma decisão (Ribeiro & Ferreira, 2005).

O *Value-at-Risk* (VaR) é uma das ferramentas mais populares para mensurar o risco utilizada pelo setor financeiro. Ela foi criada na década de 1990, logo após desastres financeiros como o do banco Barings, e pode ser definida como a perda máxima esperada de um portfólio, com um determinado nível de significância α (ou nível de confiança $1-\alpha$) em um dado horizonte de tempo (Moralles et al., 2013; Aragón et al., 2013). Por exemplo, caso tenhamos um VaR diário de R\$ 1 milhão com um nível de confiança de 99%, existe apenas 1% de probabilidade de uma perda ser maior que R\$ 1 milhão em qualquer dia comercial.

Dessa maneira, o VaR oferece a indicação da probabilidade sobre uma potencial mudança no valor de um portfólio resultante da mudança nas condições de mercado em um determinado período de tempo, através da demonstração de quão provável é a medida do VaR ser excedida (Crouhy et al., 2006).

Gaio & Pimenta (2012) ressaltam que o VaR é uma das mais importantes ferramentas de mensuração de risco de mercado e, sem dúvida, a mais utilizada pelas instituições e gestores de risco. Estimando a perda máxima esperada, dentro de um período de tempo e um dado nível de confiança, tem-se o conhecido risco de mercado.

2.1 Regimes cambiais

Conforme Zini (1996), denomina-se de regime cambial, no sentido jurídico, o conjunto de características decorrentes das normas, leis e práticas que regulamentam as transações com divisas estrangeiras na economia. Em termos econômicos, o regime cambial consiste na forma como é determinada a taxa de câmbio de um país, ou seja, se a taxa de câmbio é fixa, flutuante ou assume alguma variação entre essas duas (regimes intermediários).

Quando um país adota um regime cambial espera que ele auxilie na estabilidade econômica, estimule o comércio e os investimentos estrangeiros, dê condições para gestão de políticas fiscal e monetária e, ainda, proteja a economia doméstica das perturbações decorrentes das finanças internacionais (Sambatti & Rissato, 2004).

No regime de câmbio fixo, a taxa de câmbio nominal é fixada e a paridade deve ser mantida por meio da intervenção do Banco Central no mercado

cambial, comprando ou vendendo moeda de acordo com as necessidades de ajustamento desse mercado. Se houver excesso de oferta (demanda) de divisas, o Banco Central intervém no mercado comprando (vendendo) divisas pela taxa fixada. Desse modo, a credibilidade desse sistema depende da capacidade de intervenção do Banco Central, via reservas internacionais disponíveis (Zini, 1996).

Assim, o regime de câmbio fixo tende a proporcionar horizontes mais estáveis à taxa de câmbio, uma vez que auxilia na estabilidade dos preços e expectativas, servindo como referência na tomada de decisões dos agentes e permitindo, por conseguinte, a elevação do comércio e dos investimentos internacionais. Desse modo, pela fixação da taxa de câmbio, o risco de incertezas ocasionadas pela alta variabilidade da taxa de câmbio tende a ser eliminado (Frankel, 1999).

O regime de câmbio flutuante puro é aquele em que o Banco Central não intervém no mercado cambial. A taxa de câmbio é determinada pela oferta e demanda de moeda estrangeira. Desse modo, o Banco Central fica liberado de manter níveis de reservas internacionais elevadas (Zini, 1996; Corden, 2001). No entanto, a configuração desse regime se evidencia mais na teoria do que na prática, pois, normalmente, o que se verifica é certo grau de monitoramento do câmbio na forma de intervenção direta no mercado cambial, por parte do Banco Central, visando assim evitar movimentos de alta volatilidade, no curto prazo, que podem comprometer determinados objetivos de política econômica, vigorando, na prática, um regime de flutuação administrada conhecido como flutuação suja. Nesse caso, o Banco Central não defende uma taxa de câmbio específica, mas intervém no mercado cambial (Corden, 2001).

Em decorrência da grande volatilidade cambial verificada após 1973, juntamente com as dificuldades encontradas para manter a estabilidade monetária em um contexto de liberalização financeira, especialmente na década de 1980, as discussões sobre os regimes cambiais, de acordo com Edwards & Savastano (1999), passaram a incorporar os regimes intermediários, destacando-se, dentre eles: o de bandas cambiais; o de flutuação suja, o de *crawling peg*; o de taxa de

câmbio fixa, mas ajustável; o de *currency board*; e o de dolarização plena. Cada um desses regimes apresenta características que os aproximam mais de um ou de outro regime canônico.

2.2 Conversibilidade

Como decorrência natural da aceitabilidade no âmbito internacional, tem-se característica da conversibilidade da moeda. As moedas, sob o aspecto cambial, classificam-se em: conversíveis e inconversíveis.

As moedas conversíveis são aquelas que são livremente aceitas por outros países, sem qualquer restrição e em qualquer mercado, conhecidas como Moedas fortes. Já, as moedas inconversíveis são aquelas que não têm fácil curso internacional ou que não são aceitas por outros países nas transações cambiais. O Quadro 1 demonstra os principais exemplos de moedas conversíveis e inconversíveis.

2.3 Risco cambial

O regime de câmbio fixo era amplamente utilizado até meados dos anos 1980, porém, com o aperfeiçoamento dos mercados, a elevada mobilidade de capitais, esse tipo de regime foi perdendo força e adeptos, sendo que hoje a maioria dos países utiliza regimes de câmbio flutuante (Lara, 2005).

Regime de câmbio fixo é um sistema na qual o Banco Central de um país estabelece um valor fixo para a paridade entre a moeda local e o dólar.

O regime de câmbio flutuante possibilita que a moeda sofra apreciações e depreciações, o que provoca a volatilidade da taxa de câmbio (Lara, 2005). Esse tipo de regime foi introduzido pela primeira vez em 1973 e desde a sua introdução as taxas de câmbio de várias moedas apresentam um comportamento muito mais volátil do que os fatores que regem seu comportamento, como a oferta monetária doméstica e internacional, a renda real, o nível de preços e o balanço de pagamentos internacional (Lintz, 2004). Sendo que esta característica ressalta a importância

Quadro 1. Moedas conversíveis e inconversíveis.

Moedas conversíveis	Moedas inconversíveis
Dólar americano (USD)	Peso chileno (CLP)
Dólar canadense (CAD)	Rúpia indiana (INR)
Dólar australiano (AUS)	Peso argentino (ARG)
Libra esterlina (GBP)	Real (BRL)
Franco suíço (CHF)	Novo sol peruano (PEN)
Iene japonês (JPY)	Peso mexicano (MXN)
Euro (EUR)	Yuan chinês (CNY)
Coroa dinamarquesa (DKK)	Won sul-coreano (KRW)

Fonte: elaborado pelos autores (2016).

de compreender essas flutuações e gerir o risco dessa variável financeira.

O conceito de taxa de câmbio consiste no valor de referência de uma moeda em relação a uma segunda moeda. Logo, uma elevação da taxa de câmbio significa a desvalorização da moeda em questão frente à referência. Sendo o contrário verdadeiro.

Segundo Madura (1989), o risco da taxa de câmbio está relacionado aos efeitos de mudanças não previstas da taxa de câmbio sobre os contratos que envolvem mais de uma moeda, ou seja, sobre as obrigações e direitos deles recorrentes.

De acordo com Jorion (1997), o VaR pode ser utilizado para determinação da exposição de riscos financeiros, como a exposição a moedas, ou seja, risco da taxa de câmbio.

Para tal, pode-se utilizar os três métodos expostos anteriormente, sendo que seus retornos são calculados a partir da diferença entre a cotação diária de uma moeda em relação à outra, sendo utilizado, na maioria das vezes, o dólar como referência (Papaionnou, 2006).

A título de exemplo, trabalhos como o de Papaionnou (2006) calculam o risco da taxa de câmbio para empresas. Wang et al. (2010) estima o risco do yuan chinês através do uso do VaR baseado no valor extremo. O trabalho de Zhan & Tian (2000) mensura o risco no iene japonês. Enquanto Li et al. (2007) propõem um modelo para estimar o VaR de um portfólio de dólares canadenses e iene japonês. Akhtekhane & Mohammadi (2012) calculam o VaR do rial-euro através do método paramétrico e pelo método de simulação histórica (não paramétrico), sendo possível encontrar outros artigos e pesquisas que abordam o tema.

2.4 Volatilidade entre moedas de países emergentes e em desenvolvimento

O Primeiro Mundo representa os países desenvolvidos, com grande potencialidade na área industrial, em política estruturada e elevado Índice de Desenvolvimento Humano, tais como: Noruega, Estados Unidos, Suécia, Japão, Alemanha, França, Itália.

Não se definem regras a respeito da classificação de países desenvolvidos, emergentes e subdesenvolvidos. Ela se baseia em estatísticas de mercado. Os localizados na área central da Ásia, de acordo com as Nações Unidas, não entram em nenhuma dessas classificações. São eles: Cazaquistão, Uzbequistão, Quirguistão, Tadjiquistão e Turcomenistão. A Mongólia também não está inserida nas classes. Esses países estão em outra categoria, a de países em transição. Contudo, eles são relacionados juntamente com os que rumam ao desenvolvimento.

Vale ressaltar sobre o G7 ou Grupo dos Sete que trata-se de um fórum integrado por sete nações que,

juntas, representam metade da economia mundial. É compreendido por Alemanha, Canadá, Estados Unidos, França, Itália, Japão e Reino Unido.

A taxa de câmbio representa um elemento relevante a ser considerado para a trajetória de crescimento em nações desenvolvidas e emergentes, sublinhando os efeitos da volatilidade cambial de regimes cambiais em contextos inflacionários sobre o crescimento desses últimos (Araújo, 2009). O Quadro 2 representa alguns autores que estudaram a taxa de câmbio real e a performance econômica.

A volatilidade implícita das moedas de países desenvolvidos superou a dos mercados emergentes pela primeira vez num ano. A dúvida cada vez maior sobre a capacidade de os bancos centrais gerarem crescimento e inflação no Japão e na Europa e o otimismo de que os países emergentes irão evitar uma desaceleração econômica generalizada afetaram os padrões das taxas de câmbio (África21, 2016).

Os ganhos das moedas devidos ao enfraquecimento do dólar não são bem-vindos em países desenvolvidos que lutam para impulsionar o crescimento econômico mas, por outro lado, são bem recebidos pelos bancos centrais de países de mercados emergentes, que lutam contra fluxos de saída de capitais e depreciações. A perspectiva para os mercados emergentes também melhorou desde que a preocupação com o crescimento da China diminuiu e a recuperação dos preços das *commodities* aumentou a receita de produtores como a África do Sul ou o Brasil (África21, 2016), uma vez que a China adota um câmbio fixo com relação ao dólar americano e, assim como a Rússia, utiliza a âncora cambial.

3 Método de pesquisa

A presente pesquisa possui interesses focados principalmente na mensuração de risco na moeda local (real) para então compará-la com outras moedas, de modo a posicionar a volatilidade do real frente a outras moedas, bem como verificar a hipótese de que economias em desenvolvimento possuem moedas mais voláteis. Este trabalho parte do cálculo do VaR paramétrico ajustado para diferentes distribuições de probabilidade teórica, de acordo com os testes de aderência de Kolmogorov-Smirnov e Anderson-Darling para os valores extremos de Moralles et al. (2013).

O dólar americano (USD) foi a moeda selecionada como moeda referência, uma vez que ela é a moeda mais utilizada em transações internacionais, além de ser utilizada como reserva internacional em todo o mundo. Dado o exposto, foi coletada a série histórica da cotação do real brasileiro (BRL) e de outras 12 moedas, tendo como referência seu valor em relação ao dólar. A amostragem será dividida em dois grupos: países emergentes e países desenvolvidos. O primeiro grupo é composto por: peso argentino (ARG); peso chileno (CLP); novo sol

Quadro 2. Autores que estudaram a taxa de câmbio real e a performance econômica.

Autor(es)/População de estudo/Amostra	Objetivos/Resultados encontrados
Damiani (2008)/26 países, 13 emergentes e 13 desenvolvidos (1971-2006)	Este trabalho teve por objetivo discutir a relação do câmbio com o crescimento econômico em países emergentes em comparação com países desenvolvidos. Os resultados empíricos nele encontrados sustentam a importância da taxa de câmbio como elemento relevante a ser considerado para trajetórias de crescimento, para países ricos e emergentes, sublinhando os efeitos da volatilidade cambial de regimes cambiais em contextos inflacionários sobre o crescimento desses últimos. No artigo são apresentados os resultados gerados por um painel dinâmico que testou a relação do crescimento econômico com a volatilidade cambial e a escolha do regime cambial de 26 países. Os resultados dos emergentes sugerem uma maior vulnerabilidade à volatilidade cambial, assim como uma maior relevância do regime cambial adotado. Já para os desenvolvidos apenas a escolha dos regimes é relevante; porém de uma forma consideravelmente mais atenuada.
Araújo (2009)/90 países emergentes (1980-2007)	O autor investigou a relação entre crescimento econômico e volatilidade da taxa de câmbio em países emergentes e em desenvolvimento. Estimou-se um modelo que relaciona o crescimento econômico a volatilidade do câmbio em um painel de dados. As estimativas indicaram um impacto negativo e altamente significativo da volatilidade cambial sobre o crescimento econômico, confirmando a predição teórica de que a instabilidade cambial tem efeitos negativos para a economia real. As estimativas mostraram que a volatilidade cambial tem efeito negativo e significativo sobre o crescimento econômico no conjunto de países estudados, sugerindo que esses obteriam benefício de políticas que contribuíssem para maior estabilidade de suas taxas cambiais.
Schnabl (2007)/41 países da periferia da União Monetária Européia (1994-2005)	O autor estudou taxa de câmbio real e performance econômica e, como resultado, as estimativas revelaram uma relação inversa e estatisticamente significativa entre volatilidade da taxa de câmbio e crescimento econômico nos países em desenvolvimento com abertura financeira. Para o grupo de países industrializados europeus não pertencentes à União Monetária, os benefícios de taxas estáveis de câmbio pareceram mais fracos. Isto pode dever-se ao fato de que mercados de capitais mais desenvolvidos tornam-se menos vulnerável à variação cambial.
Aghion et al. (2009)/83 países (1960-2001)	Os resultados empíricos indicaram que a volatilidade do câmbio real tem impacto negativo no crescimento da produtividade de longo prazo, sendo que o efeito depende criticamente do nível de desenvolvimento financeiro. Os resultados se mostraram robustos para a janela de tempo, medidas alternativas de desenvolvimento financeiro e volatilidade da taxa de câmbio e valores discrepantes.
Kittiakararakun & Tse (2011)/Retorno dos índices acionários da Ásia (1989-2009)	Os autores analisaram se os retornos de ações nos mercados asiáticos são caracterizados por variância infinita ou por uma grande variação, o que tem uma implicação importante para a aplicabilidade de muitos modelos financeiros em dados de mercado asiático. Foi aplicado o método de <i>Value-at-Risk</i> utilizando-se dados asiáticos e norte-americanos e não foi encontrada nenhuma diferença significativa no desempenho. Também foi aplicada a Teoria de Valores Extremos (TVE) para caracterizar as distribuições de retorno dos índices acionários. Os autores analisaram que os mercados de ação asiáticos são mais voláteis do que os mercados desenvolvidos, mas as ocorrências de mudanças extremas de preços são tão prováveis nos mercados asiáticos como em mercados desenvolvidos.
Bekaert & Harvey (2000)/17 países (1977-1996)	Este trabalho teve por objetivo identificar quebras nos fluxos de capital próprio de 17 países. Dentre esses, 16 apresentaram interrupção associada a um aumento dos fluxos líquidos de capital. Em alguns países, parece que os fluxos de títulos precederam os fluxos de capital. Analisou-se que os retornos esperados diminuem após quebras significativas nos fluxos de capital. Além disso, o risco diminui, pelo menos como medido pela classificação do país, e as correlações dos retornos de capital com o mercado mundial é maior. Analisou-se que o aumento dos fluxos de capitais está associado a um menor custo de capital, maior correlação com os retornos do mercado mundial, menor concentração de ativos, menor inflação, maior tamanho do mercado em relação ao PIB, mais comércio e, ligeiramente, a maior crescimento econômico per capita.

Fonte: elaborado pelos autores (2016).

peruano (PEN); peso mexicano (MXN); yuan chinês (CNY); rúpia indiana (INR); e won sul-coreano (KRW). O segundo grupo é composto por: dólar australiano (AUS); euro (EUR); franco suíço (CHF); libra esterlina (GBP); e iene japonês (JPY). Tal amostragem foi escolhida para comparação do

proposto método de cálculo de VaR entre mercados em desenvolvimento, mercados desenvolvidos e mercado asiático.

Para a realização do experimento foi coletada a cotação diária das moedas ilustradas no Quadro 3 mais a cotação da moeda brasileira entre os anos

Quadro 3. Taxas de câmbio utilizadas.

Grupo 1 - Emergentes	Grupo 2 - Desenvolvidos
ARG/USD	EUR/USD
CLP/USD	CHF/USD
MXN/USD	GBP/USD
PEN/USD	AUS/USD
CNY/USD	JPY/USD
INR/USD	
KRW/USD	
BRL/USD	

Fonte: elaborado pelos autores (2016).

de 2008 até o dia 9 de novembro de 2015, através do site do Banco Central do Brasil. A escolha desse horizonte de tempo busca englobar o período de crises financeiras a partir de 2008 e a volatilidade atual da moeda brasileira.

Então, a partir do valor de fechamento diário de cada moeda frente ao real, foram calculados os retornos diários através da Equação 1.

$$R_t = \ln r_t - \ln r_{t-1} \quad (1)$$

em que R_t corresponde ao retorno diário, $\ln r_t$ representa o valor do ativo no dia t , e $\ln r_{t-1}$ corresponde ao valor no dia $t-1$. Como para distribuições não se admitem valores negativos, a Equação 1 foi calculada em termos logaritmos com o objetivo de manter a proporcionalidade percentual, porém utilizando termos em valores positivos (Morales et al., 2013), como ilustrado na Equação 2.

$$R_p = e^{R_t} \quad (2)$$

sendo R_p os retornos expressos em termos exponenciais a partir de dos retornos R_t obtidos na Equação 1. Feito isso, a distribuição de probabilidade acumulada empírica das diversas moedas será montada, representando o retorno das mesmas. Para melhor parametrizar a distribuição empírica, bem como capturar os valores extremos da cauda esquerda, e consequentemente obter um VaR que melhor represente a realidade, se aplicará a teoria do valor extremo (EVT), que reduz a importância dos valores centrais e da cauda direita e melhor se adequa à distribuição da cauda esquerda, sendo importante para melhor prever os movimentos relacionados aos valores extremos que consistem no método desenvolvido por Morales et al. (2013).

Dessa maneira será construída uma segunda série para cada moeda, sendo que essa nova série será composta pelos 10% menores retornos encontrados durante o período estudado. Com isso, este trabalho visa aplicar a teoria do valor extremo (EVT) de modo a não superestimar ou subestimar a exposição ao risco. Sendo que, ao se trabalhar com os valores extremos obtém-se uma distribuição probabilística

que melhor adere a cauda esquerda, o que resultará em um VaR mais realístico.

Posteriormente, essas distribuições serão comparadas com outras distribuições teóricas para então se realizar o teste de aderência Kolmogorov-Smirnov e o teste de aderência de Anderson-Darling, que apontarão o grau de concordância entre a distribuição amostral e a teórica (Morales et al., 2013). Os testes de aderência Kolmogorov-Smirnov e o de Anderson-Darling foram realizados a partir de uma rotina desenvolvida pelo EasyFit 5.6.

Assim, a distribuição φ_i a ser utilizada no cálculo do VaR será baseada na Equação 3.

$$KS = \max_x |F_n(x) - F(x)| \quad (3)$$

se $KS \leq K_{1-\alpha}$, em que $K_{1-\alpha}$ são valores críticos a uma significância α , e, adicionalmente, φ_i é especificada pela Equação 4,

$$A^2 = \frac{-\left\{ \sum_{i=1}^n (2i-1) [\ln(\varphi_i) + \ln(1 - \varphi_{n+1-i})] \right\}}{n} - n \quad (4)$$

em que φ_i é uma dada distribuição de probabilidade, se $A^2 \leq A_{1-\alpha}$, em que $A_{1-\alpha}$ são valores críticos a uma significância α para uma distribuição φ_i .

Uma vez obtidas as distribuições que melhor representam a série estudada, realizou-se o cálculo do VaR diário, obtido a partir do mesmo *software*, ao nível de significância de 50% para a série composta dos 10% menores valores, de modo a obter um nível de significância de 5% para a série inteira.

Nesses termos, o modelo apresentado para o cálculo do VaR será o da Equação 5.

$$VaR(x) = \varphi_i^{-1}(p | \mu, \sigma, \xi) = [x : \varphi(x | \mu, \sigma, \xi)] \quad (5)$$

em que p é o nível de significância empregado para o cálculo do VaR; μ, σ, ξ são, respectivamente, parâmetros de média, desvio-padrão, e formato da distribuição φ_i via métodos numéricos iterativos; $\varphi_i^{-1}(x)$ é a *inverse cumulative density function* da distribuição de probabilidade a ser especificada pelos *goodness-of-fit tests*.

Por fim, para validar o método de cálculo do VaR, foi realizado o *backtesting* [teste de Kupiec (1995)], o qual calcula o intervalo para aceitação do VaR dada pela razão de verossimilhança de uma distribuição de Bernoulli da Equação 6.

$$L = -2 \ln[(1-p)^{T-N} p^N] + 2 \ln[(1-(N/T))^{T-N} (N/T)^N] \quad (6)$$

cujo limite de intervalo é dado pela Equação 7.

$$2 \ln(L) - 2 \ln(L_0) \sim \chi_{(1)}^2 \quad (7)$$

Dessa forma, o intervalo criado pelo teste de Kupiec torna possível avaliar se o VaR estimado

está sob controle, isto é, verificar se ele não está subestimado ou superestimado.

4 Resultados

Em relação à evolução da cotação do real frente ao dólar ao fim de cada mês, entre janeiro de 2008 e novembro de 2015, afirma-se que a moeda sofreu forte desvalorização no período recente, sendo que o real apresentou uma desvalorização de 49,4% nos últimos 12 meses, atingindo sua cotação máxima de R\$ 4,21 durante o período estudado em 29 de setembro de 2015. Além disso, a moeda mostrou-se bastante volátil entre 2008 e 2009. É importante ressaltar que tanto em 2008 quanto em 2009 o Brasil

passou por crises econômicas, sendo que hoje o país está passando por uma forte recessão econômica, o que justifica a volatilidade apresentada pela moeda nos períodos destacados.

Nos gráficos ilustrados na Figura 2 estão representadas as cotações ao fim de cada mês de cada um dos países latino-americanos – Argentina, Chile, México e Peru. Na Figura 3 foi realizada a mesma observação para as moedas da União Europeia, Suíça, Reino Unido e Austrália. E, por fim, na Figura 4 é possível observar o comportamento das moedas do Japão, Coréia do Sul, China e Índia.

Nota-se que para a grande maioria das moedas houve flutuações mais acentuadas nos períodos de crise, principalmente no segundo semestre 2008 e

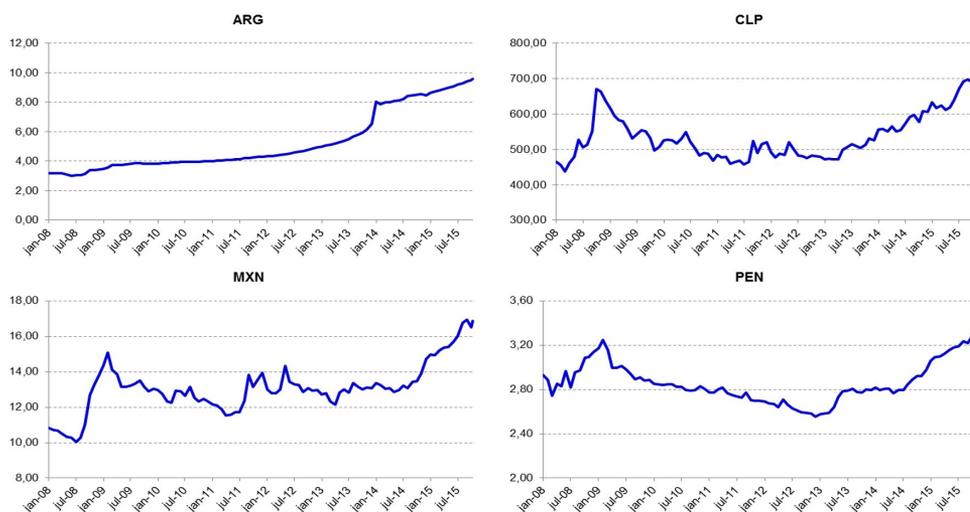


Figura 2. Evolução da taxa de câmbio de países latino-americanos. Fonte: elaborado pelos autores (2016).

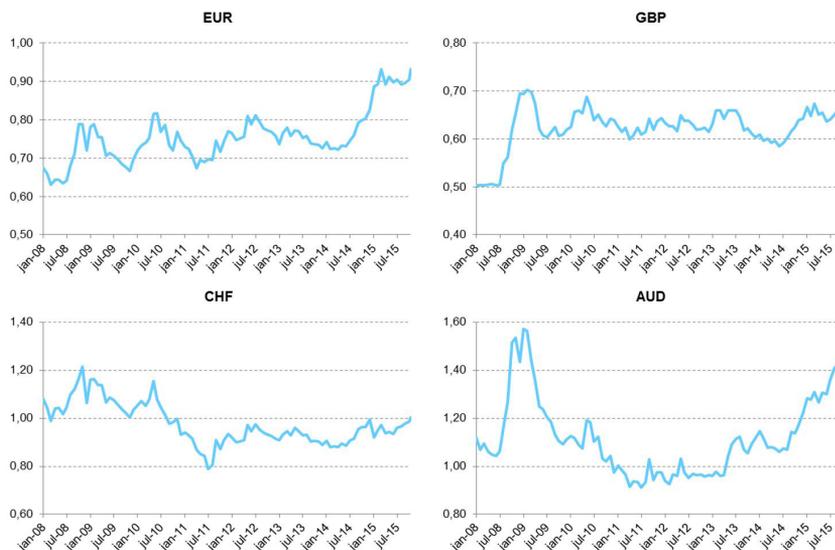


Figura 3. Evolução da taxa de câmbio, moedas da União Europeia, Suíça, Reino Unido e Austrália. Fonte: elaborado pelos autores (2016).

no início de 2009, quando observam-se picos de volatilidade mais acentuados. É possível observar também que, para datas mais recentes, os gráficos voltam a mostrar uma volatilidade mais acentuada em comparação com períodos anteriores, ainda que seja menos acentuada que aquela verificada entre 2008 e 2009.

Diante desta volatilidade apresentada em todas as moedas estudadas, pode-se ressaltar, novamente, a necessidade e importância de se mensurar e conhecer os riscos que envolvem as taxas de câmbio.

Uma vez obtidos os retornos para cada moeda, realizou-se o teste de aderência para os 10% menores valores de cada distribuição, de modo a se obter a

distribuição de probabilidade que melhor retratasse a cauda esquerda de cada série.

Os resultados obtidos pelo teste de aderência realizado pelo *software* EasyFit 5.6 estão ilustrados nos Quadros 4 e 5.

A partir do Quadro 4, nota-se que para os diferentes tipos de teste foram obtidas distribuições diferentes para a mesma série, com exceção do peso chileno, do dólar canadense e da rúpia indiana, para as quais ambos os testes resultaram na aderência de uma mesma distribuição – *General Extreme Value* (GEV). Além disso, é notório que moedas do mesmo grupo apresentaram comportamentos relativamente semelhantes, sendo que as semelhanças são mais

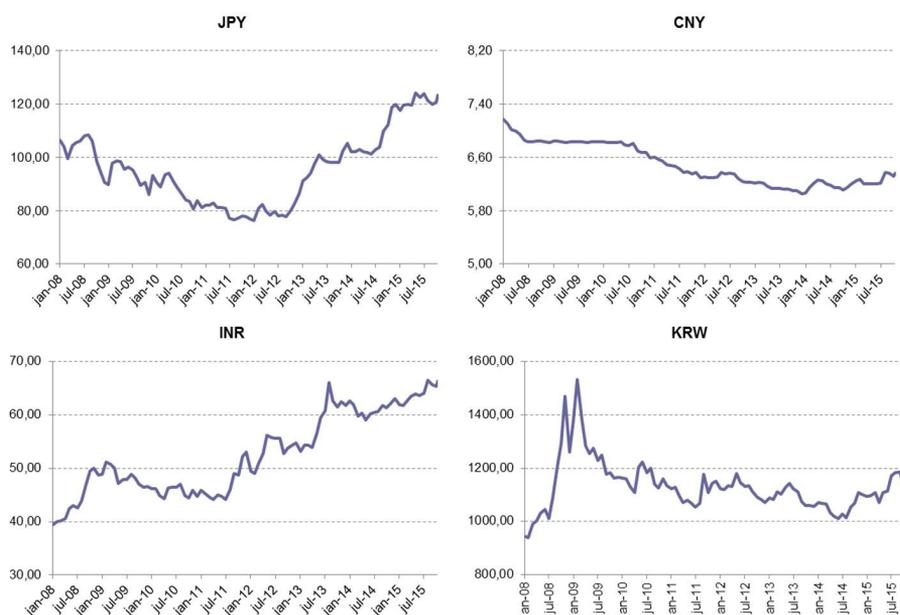


Figura 4. Evolução da taxa de câmbio, moedas do Japão, Coréia do Sul, China e Índia. Fonte: elaborado pelos autores (2016).

Quadro 4. Resultado do teste de aderência.

		Testes de aderência	
		Kolmogorov-Smirnov	Anderson-Darling
Grupo 1	ARG/USD	Gen. Extreme Value	Johnson SB
	CLP/USD	Gen. Extreme Value	Gen. Extreme Value
	MXN/USD	Gen. Extreme Value	Power Function
	PEN/USD	Gen. Extreme Value	Log-Pearson 3
	JPY/USD	Power Function	Power Function
Grupo 2	EUR/USD	Gen. Extreme Value	Kumaraswamy
	GBP/USD	Power Function	Dagum
	CHF/USD	Dagum	Weibull (3P)
	CAD/USD	Gen. Extreme Value	Gen. Extreme Value
	CNY/USD	Gen. Extreme Value	Power Function
	INR/USD	Gen. Extreme Value	Gen. Extreme Value
	KRW/USD	Gen. Extreme Value	Kumaraswamy

Fonte: elaborado pelos autores (2016).

Quadro 5. Frequência dos resultados do teste de aderência.

		Testes de aderência	
		Kolmogorov-Smirnov	Anderson-Darling
Distribuição	Gen. Extreme Value	10	3
	Power Function	2	3
	Dagum	1	2
	Kumaraswamy	0	2
	Johnson SB	0	1
	Log-Pearson 3	0	1
	Weibull (3P)	0	1

Fonte: elaborado pelos autores (2016).

recorrentes na comparação entre moedas do mesmo grupo do que entre moedas de grupos diferentes.

O Quadro 5 mostra que a distribuição de probabilidade que mais descreve as séries dos retornos de diferentes taxas de câmbio para o teste de Kolmogorov-Smirnov consiste na distribuição geral de valores extremos (*General Extreme Value* – GEV), aparecendo 10 vezes, enquanto que para o teste de Anderson-Darling ambas as funções GEV e a função potência (*power function*) apareceram três vezes.

A partir das distribuições obtidas bem como dos parâmetros de cada distribuição, foi possível calcular o VaR do real e das outras moedas.

O VaR diário médio do real é igual a -1,45%, isto é, em um dia comercial há apenas 5% de probabilidade da perda do real ser maior que 1,45%. O VaR médio foi obtido através da média entre o VaR calculado pelo teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov e o obtido através do teste de Anderson-Darling. Os resultados obtidos podem ser observados no Quadro 6.

Antes de analisar os resultados observados, realizou-se o *backtesting*, de modo a se verificar se o método proposto para o cálculo de VaR apresentou valores de VaR aceitáveis. Os resultados obtidos na etapa de *backtesting* podem ser observados no Quadro 7. E pode-se observar que o método proposto apresentou resultados aceitáveis, dentro do intervalo de confiança. Houve apenas uma observação fora da região aceitável, o VaR calculado por Anderson-Darling para o won sul-coreano. Ou seja, no geral, o método proposto – cálculo do VaR pelo método paramétrico através de teste de aderência para valores extremos – aponta valores de VaR que não superestimam e nem subestimando o risco.

O Quadro 8 ilustra os resultados em ordem decrescente em termos absolutos para cada tipo de teste, enquanto o Quadro 9 expõe os valores de VaR médios em ordem decrescente.

A partir dos quadros anteriores, observa-se que o real apresentou o maior risco entre todas as moedas estudadas, sendo que somente o dólar australiano superou o risco do real no teste de Kolmogorov-Smirnov. Além disso, é possível notar que as moedas dos países emergentes apresentam menor risco, sendo

que apresentaram um VaR médio de -0,78% e uma mediana de -0,78%.

Porém, o baixo valor do VaR médio do grupo pode ser explicado pelo fato de a moeda argentina apresentar um risco muito pequeno, com um VaR de -0,16%, que pode ser justificado pela presença de um governo de caráter intervencionista, que não permite que a moeda flutue livremente no mercado. Esse fato pode ser observado também na Figura 2, na qual se nota que, apesar de a moeda ter se desvalorizado ao longo do tempo, essa consistiu em uma desvalorização regular e constante. Ao se incluir o real na média do grupo emergente, o VaR sobe para -0,78% (Quadro 10).

Em termos absolutos, o grupo dos desenvolvidos apresentou um VaR médio igual a -1,15%, 37% acima do VaR do grupo dos emergentes. Vale ressaltar que o baixo risco observado na moeda chinesa reside no fato da presença de um governo forte e intervencionista, o que, somado ao fato de o país possuir elevadas reservas internacionais, permite que controle a variação cambial da moeda de acordo com suas políticas internas.

Assim, o grupo 2 (desenvolvidos) demonstrou ser o grupo com uma taxa de câmbio mais arriscada. Como pode ser observado no Quadro 10.

Diante do exposto, pode-se inferir que a moeda brasileira apresenta comportamento divergente das moedas estudadas, sendo que seu risco se aproximou mais do do dólar australiano, cujo VaR é 1,22% menor que o VaR do real (Quadro 11). O elevado risco apresentado pela moeda brasileira pode ser explicado pela atual crise política e econômica por que o país vem passando, sendo uma crise quase que exclusiva do país, por isso a volatilidade do período está muito acima das demais, o que eleva o seu risco.

A semelhança entre o VaR observado em algumas moedas, como no caso das moedas europeias, pode estar relacionada ao fato de a taxa de câmbio das mesmas estar exposta aos mesmos fatores de risco, o que pode ser explicado por economias semelhantes, políticas cruzadas e mesma região geográfica. Por fim, é possível inferir que o real (BRL) é a moeda de maior risco referente ao dólar entre o portfólio de moedas estudadas, enquanto o dólar australiano (AUS) é aquele

Quadro 6. VaR por grupo de moeda.

		Kolmogorov-Smirnov %	Anderson-Darling %	VaR médio %
Grupo 1	BRL	-1,41	-1,50	-1,45
	ARG	-0,16	-0,16	-0,16
	CLP	-1,08	-1,08	-1,08
	MXN	-1,04	-1,12	-1,08
	PEN	-0,47	-0,48	-0,47
	CNY	-0,17	-0,18	-0,17
	INR	-0,75	-0,75	-0,75
	KRW	-0,99	-1,16	-1,07
	Média	-0,76	-0,80	-0,78
Mediana	-0,76	-0,80	-0,78	
Grupo 2	EUR	-1,07	-1,10	-1,08
	GBP	-0,95	-0,98	-0,97
	CHF	-1,15	-1,24	-1,19
	AUS	-1,43	-1,45	-1,44
	JPY	-1,08	-1,08	-1,08
	Média	-1,14	-1,17	-1,15
	Mediana	-1,08	-1,10	-1,08

Fonte: elaborado pelos autores (2016).

Quadro 7. Backtesting.

Moeda	Tamanho da amostra	Intervalo de confiança	Número de superações		
			Kolmogorov-Smirnov	Anderson-Darling	VaR médio
BRL	2048	81<T<125	99	90	94
ARG	2048	81<T<125	103	99	102
CLP	2048	81<T<125	111	111	111
MXN	2048	81<T<125	108	90	100
PEN	2048	81<T<125	101	101	101
EUR	2048	81<T<125	107	103	105
GBP	2048	81<T<125	104	98	102
CHF	2048	81<T<125	105	89	96
AUS	2048	81<T<125	94	92	93
JPY	2048	81<T<125	98	98	98
CNY	2048	81<T<125	103	97	100
INR	2048	81<T<125	101	101	101
KRW	2048	81<T<125	104	77	90

Fonte: elaborado pelos autores (2016).

Quadro 8. VaR em ordem crescente por teste de aderência.

	Anderson-Darling %		Kolmogorov-Smirnov %
BRL	-1,50	AUS	-1,43
AUS	-1,45	BRL	-1,41
CHF	-1,24	CHF	-1,15
KRW	-1,16	CLP	-1,08
MXN	-1,12	JPY	-1,08
EUR	-1,10	EUR	-1,07
CLP	-1,08	MXN	-1,04
JPY	-1,08	KRW	-0,99
GBP	-0,98	GBP	-0,95
INR	-0,75	INR	0,75
PEN	-0,48	PEN	-0,47
CNY	-0,18	CNY	-0,17
ARG	-0,16	ARG	-0,16

Fonte: elaborado pelos autores (2016).

Quadro 9. VaR médio em ordem decrescente.

	Kolmogorov-Smirnov %	Anderson-Darling %	VaR médio %
BRL	-1,41	-1,50	-1,45
AUS	-1,43	-1,45	-1,44
CHF	-1,15	-1,24	-1,19
EUR	-1,07	-1,10	-1,08
CLP	-1,08	-1,08	-1,08
JPY	-1,08	-1,08	-1,08
MXN	-1,04	-1,12	-1,08
KRW	-0,99	-1,16	-1,07
GBP	-0,95	-0,98	-0,97
INR	-0,75	-0,75	-0,75
PEN	-0,47	-0,48	-0,47
CNY	-0,17	-0,18	-0,17
ARG	-0,16	-0,16	-0,16

Fonte: elaborado pelos autores (2016).

Quadro 10. VaR médio.

	Média %	Mediana %
Grupo 1	-0,68	-0,72
Grupo 2	-1,15	-1,08
Grupo 1 + BRL	-0,78	-0,78

Fonte: elaborado pelos autores (2016).

Quadro 11. Variação do VaR com relação ao VaR do real.

	VaR médio em termos absolutos %	Variação em relação ao real %
BRL	1,45	0,00
AUS	1,44	-1,22
CHF	1,19	-17,94
EUR	1,08	-25,59
CLP	1,08	-25,69
JPY	1,08	-25,69
MXN	1,08	-26,01
KRW	1,07	-26,28
GBP	0,97	-33,58
INR	0,75	-48,24
PEN	0,47	-67,58
CNY	0,17	-88,03
ARG	0,16	-89,23

Fonte: elaborado pelos autores (2016).

que apresenta um risco semelhante à moeda brasileira. O peso argentino (ARG) se mostrou como a moeda menos arriscada no período estudado, seguida do yuan chinês (CNY). Foi possível observar, também, que houve relativa semelhança no comportamento entre as moedas de um mesmo grupo, sendo que o grupo formado pelos países desenvolvidos foi aquele que apresentou o maior risco entre os outros grupos, contradizendo a expectativa de que países desenvolvidos apresentam moedas mais estáveis que as de países em desenvolvimento.

5 Conclusões

A taxa de câmbio consiste em uma variável fundamental no processo de desenvolvimento econômico. Ela compõe um dos pilares da economia brasileira. Dado sua importância, o foco deste trabalho foi compreender a volatilidade da moeda brasileira em comparação com moedas de outros países, de modo a estabelecer uma relação entre elas através do cálculo do *Value-at-Risk* (VaR).

As moedas estudadas foram divididas em dois grupos: moedas de países emergentes e moedas de países desenvolvidos. O primeiro grupo foi composto

por: real (BRL); peso argentino (ARG); peso chileno (CLP); novo sol peruano (PEN); peso mexicano (MXN); yuan chinês (CNY); rúpia indiana (INR); e won sul-coreano (KRW). O segundo grupo foi composto por: dólar australiano (AUS); euro (EUR); franco suíço (CHF); libra esterlina (GBP); e iene japonês (JPY). Tal amostragem foi escolhida para comparação do método de cálculo de VaR proposto entre mercados em desenvolvimento, mercados desenvolvidos e mercado asiático.

Ressalta-se também, que as moedas dos países desenvolvidos são moedas conversíveis, ou seja, são moedas que são livremente aceitas por outros países, sem qualquer restrição, e em qualquer mercado, já as moedas dos países emergentes são moedas inconversíveis, isto é, são aquelas moedas que não têm fácil curso internacional ou que não são aceitas por outros países nas transações cambiais. Assim, esse aspecto também foi considerado como parâmetro de classificação dos dois grupos.

Para tal, calculou-se o VaR de cada moeda pelo método paramétrico, aplicando-se a teoria do valor extremo (EVT) de modo a melhor representar os valores extremos e realizando-se os testes de aderência de Kolmogorov-Smirnov e de Anderson-Darling para refletir de maneira mais fiel a distribuição real histórica, resultando em um método de cálculo que se mostrou eficaz, uma vez que os resultados obtidos encontram-se dentro do intervalo de confiança proposto pelo *backtesting*, exceto por uma amostra.

A partir dos resultados obtidos foi possível concluir que o VaR médio diário do real referente ao dólar foi de -1,45%, um risco 65% maior que a média dos valores obtidos para as outras 12 moedas estudadas. Ou seja, o VaR obtido implica que existe apenas 5% de probabilidade de o real incorrer em uma perda acima de 1,45% em um dia comercial.

Observou-se também que o grupo 1 (emergentes) apresentou um VaR médio de -0,78%, consistindo no grupo de menor risco, ou seja, as moedas dos países emergentes apresentam menor risco em relação ao dólar americano, entre os grupos estudados. É importante destacar que o peso argentino apresentou o menor VaR, igual a -0,16%, sendo, dessa maneira, a moeda menos arriscada. Já o grupo 2 (desenvolvidos) apresentou um VaR médio de -1,15% e provou ser o grupo com as taxas de câmbio mais arriscadas.

Os resultados mostraram que economias em estágio semelhante e em nível de maturidade próximo apresentam um comportamento da taxa de câmbio semelhante, por isso os resultados obtidos para moedas do mesmo grupo estiveram dentro de uma mesma faixa de valores. Os resultados demonstraram que o peso argentino (ARG) se mostrou como a moeda menos arriscada no período estudado, seguida pelo yuan chinês (CNY), novo sol peruano (PEN) e rúpia indiana (INR).

Assim, os achados do presente estudo estão em relativo acordo com o encontrado por Schnabl (2007), que verificou uma relação inversa entre volatilidade da taxa de câmbio e crescimento econômico nos países em desenvolvimento com abertura financeira. Também os resultados apresentados contradizem Damiani (2008), o qual afirma que países emergentes possuem maior vulnerabilidade à volatilidade cambial, dado que os menores VaR calculados pertencem a modas de nações emergentes. E, seguindo o mesmo raciocínio, os achados do presente estudo contradizem Araújo (2009), o qual afirma que volatilidade cambial tem efeito negativo e significativo sobre o crescimento econômico.

Portanto, em linhas gerais, a volatilidade das moedas e sua relação com o desenvolvimento parecem refletir muito mais o nível de intervenção governamental sobre o valor das moedas do que fatores de mercado descritos anteriormente. Assim, uma moda com câmbio totalmente flutuante, apesar de mais volátil, aponta para a eficiência dos mecanismos reguladores de um câmbio com baixa intervenção. Com relação à previsibilidade dos métodos de VaR, Kittiakarasakun & Tse (2011) e Gençay & Selçuk (2004) afirmam que, muitas vezes, modelos financeiros não são aplicáveis tanto para países emergentes como para mercados desenvolvidos, bem como a diferença dos mercados se reflete nas caudas das distribuições de probabilidade dos retornos. Contudo, os resultados apresentados revelam grande incidência da distribuição de valores extremos generalizada (GEV) pelo teste de Kolmogorov-Smirnov; e um padrão indistinto pelo teste de Anderson-Darling. Assim, em termos do cômputo do VaR, os pressupostos distribucionais não parecem possuir nenhum padrão específico quando confrontados países emergentes e desenvolvidos, de modo que não é possível afirmar que as moedas dos países em desenvolvimento são de fato mais voláteis.

Referências

- África21. (2016). *Volatilidade de moedas deixa países emergentes e afeta desenvolvidos*. Recuperado em 26 de maio de 2016, de <http://www.africa21online.com/artigo.php?a=20772&e=Economia>
- Aghion, P., Bacchetta, P., Ranciere, R., & Rogoff, K. (2009). Exchange rate volatility and productivity growth: the role of financial development. *Journal of Monetary Economics*, 56(4), 494-513. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmoneco.2009.03.015>.
- Akhtekhane, S. S., & Mohammadi, P. (2012). Measuring exchange rate fluctuations risk using value-at-risk. *Journal of Applied Finance & Banking*, 2(3), 65-79.
- Allayannis, G., Ihrig, J., & Weston, J. (2001). Exchange rate hedging: financials vs. operational strategies. *American Economic Review Papers and Proceedings*, 91(2), 391-395.

- Aragón, C. S., Pamplona, E., & Vidal Medina, J. R. (2013). Identificação de investimentos em eficiência energética e sua avaliação de risco. *Gestão & Produção*, 20(3), 525-536. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2013000300003>.
- Araújo, E. (2009). Volatilidade cambial e crescimento econômico em economias em desenvolvimento e emergentes. In *Anais do II Encontro Internacional da Associação Keynesiana Brasileira* (pp. 1-19). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Recuperado em 26 de maio de 2016, de <http://www.ppge.ufrgs.br/akb/encontros/2009/39.pdf>
- Batista, P. N., Jr. (1996). O plano real à luz da experiência mexicana e argentina. *Estudos Avançados*, 10(28), 129-197., <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40141996000300007>.
- Bekaert, G., & Harvey, C. R. (2000). *Capital flows and the behavior of emerging market equity returns* (Fuqua School of Business Working Paper, No. 9807, pp. 159-194). Chicago: University of Chicago Press. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.103120>.
- Carvalho, F. J. C. C., & Sicsú, J. (2004). Controvérsias recentes sobre controle de capitais. *Revista de Economia Política*, 24(2), 163-184.
- Chela, J. L., Abrahão, J. C., & Kamogawa, L. F. O. (2011). Modelos ortogonais para estimativa multivariada de VaR (Value at Risk) para risco de mercado: um estudo de caso comparativo. *Revista de Economia do Mackenzie*, 9(1), 70-92.
- Corden, W. M. (2001). Regimes e políticas cambiais: uma visão geral. *Revista de Economia Política*, 21(3), 83.
- Crouhy, M., Galai, C., & Mark, R. (2006). *The essentials of risk management* (2nd ed.). Nova York: McGraw Hill.
- Damiani, D. N. (2008). *Os efeitos da taxa de câmbio no crescimento econômico: uma comparação entre países emergentes e países desenvolvidos* (Dissertação de mestrado). Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Departamento de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Edwards, S., & Savastano, M. A. (1999). *Exchange rates in emerging economies: what do we know? What do we need to know?* (NBER Working Paper, No. 7228, 74 p.). Cambridge: National Bureau of Economic Research.
- Federowski, B. (2015). *Dólar sobe 13% ante real em 2014, apesar de BC; pressão deve continuar em 2015*. Recuperado em 25 de maio de 2016, de <http://br.reuters.com/article/topNews/idBRKBN0K81GZ20141230>
- Frankel, J. (1999). *No single currency regime is right for all countries or at all times* (NBER Working Paper, No. 7338). Cambridge: National Bureau of Economic Research.
- Gaglianone, W. P., Lima, L. R., & Linton, O. (2008). *Evaluating Value-at-Risk models via quantile regressions*. (Working Paper Series, No. 161, pp. 1-56). Recuperado em 25 de maio de 2016, de <https://www.bcb.gov.br/pec/wps/ingl/wps161.pdf>
- Gaio, L. E., & Pimenta, T., Jr. (2012). Value-at-Risk da Carteira do Ibovespa: uma análise com o uso de modelos de memória longa. *Gestão & Produção*, 19(04), 779-792. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2012000400009>.
- Gençay, R., & Selçuk, F. (2004). Extreme value theory and Value-at-Risk: relative performance in emerging markets. *International Journal of Forecasting*, 20(2), 287-303. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijforecast.2003.09.005>.
- Glasserman, P., Heidelberger, P., & Shahabuddin, P. (2000). Variance reduction techniques for estimating Value-at-Risk. *Management Science*, 46(10), 1349-1364. <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.46.10.1349.12274>.
- Jorion, P. (1997). *Value-at-risk: a nova fonte de referência para o controle do risco de mercado*. São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros.
- Jorion, P. (2007). *Value-at-Risk: the new benchmark for managing financial risk* (3rd ed.). New York: McGraw Hill.
- Kittiakarasakun, J., & Tse, Y. (2011). Modeling the fat tails in Asian stock markets. *International Review of Economics & Finance*, 20(3), 430-440. <http://dx.doi.org/10.1016/j.iref.2010.11.013>.
- Kupiec, P. H. (1995). Techniques for verifying the accuracy of risk management models. *Journal of Derivatives*, 3(2), 73-84. <http://dx.doi.org/10.3905/jod.1995.407942>.
- Lara, L. R. (2005). *Regimes Cambiais Alternativos para o Caso Brasileiro* (pp. 1-16). Curitiba: PET-Economia. Recuperado em 26 de maio de 2016, de http://www.pet-economia.ufpr.br/banco_de_arquivos/00013_RegimesCambiais.pdf
- Li, S. P., Wang, H. L., & Li, D. (2007). External dependence model of foreign Exchange rate. *Journal of System Engineering*, 27, 82-86.
- Lintz, A. C. (2004). *Dinâmica de bolhas especulativas e finanças comportamentais: um estudo de caso aplicado ao mercado de câmbio brasileiro* (Tese de doutorado). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Longin, F. (2005). The choice of the distribution of asset returns: How extreme value theory can help? *Journal of Banking & Finance*, 29(4), 1017-1035. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbankfin.2004.08.011>.
- Madura, J. (1989). *International Financial Management* (2nd ed.). St. Paul, Minnesota: West Publishing Company.
- Morales, H. F., Rebelatto, D. A. N., & Sartoris, A. (2013). Parametric VaR with goodness-of-fit based on EDF statistics for extreme returns. *Mathematical and Computer Modelling*, 58(9-10), 1648-1658. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mcm.2013.07.002>.
- Oliveira, R. J., & Pamplona, E. O. (2012). A volatilidade de projetos industriais para uso em análise de risco de investimentos. *Gestão & Produção*, 19(2), 337-345. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2012000200008>.

- Papaionnou, M. G. (2006). *Exchange rate risk measurement and management: issues and approaches for firms* (IMF Working Paper, No. 255, 20 p.). Washington: International Monetary Fund. <http://dx.doi.org/10.5089/9781451865158.001>.
- Ribeiro, C. O., & Ferreira, L. A. S. (2005). Uma contribuição ao problema de composição de carteiras de mínimo valor em risco. *Gestão & Produção*, 12(2), 295-304. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2005000200012>.
- Sambatti, A. P., & Rissato, D. (2004). Uma discussão sobre a escolha de Regimes Cambiais no Brasil a partir do Plano Real. In *Anais do III Seminário do Centro de Ciências Sociais Aplicadas*. Cascavel: UNIOESTE.
- Schnabl, G. (2007). *Exchange rate volatility and growth in small open economies at the Meu periphery* (European Central Bank Working Papers, No. 773, 47 p.). Frankfurt: European Central Bank.
- Taylor, J. W. (2005). Generating volatility forecasts from Value at Risk estimates. *Management Science*, 51(5), 712-725. <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.1040.0355>.
- Wang, Z., Wu, W., Chen, C., & Zhou, Y. (2010). The Exchange rate risk of chinese yuan: using AaR and ES based on extreme value theory. *Journal of Applied Statistics*, 37(2), 265-282. <http://dx.doi.org/10.1080/02664760902846114>.
- Zhan, Y. R., & Tian, H. W. (2000). The application of extreme value theory on computing value-at-risk of Exchange rates. *Journal of System Engineering*, 15, 44-53.
- Zini, A. A., Jr. (1996). Política cambial com liberdade ao câmbio. In R. Baumann (Org.). *O Brasil e a Economia Global* (pp. 109-131). Rio de Janeiro: Campus/SOBEET.