

## **INTERDEPENDÊNCIA DINÂMICA E TRANSMISSÃO DE VOLATILIDADE DO MERCADO ACIONÁRIO AMERICANO PARA OS RETORNOS ACIONÁRIOS DE ALGUMAS EMPRESAS DA BOVESPA**

### **Dynamic interdependence and transmission of volatility from the American stock market to the stock returns of some companies on BOVESPA**

**Amanda Carla Ramos Pena<sup>1</sup>, Edson Zambon Monte<sup>2</sup>, Cleidir José Furlani<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Mestranda em Economia pela UFES, Av. Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras, Vitória – ES, CEP 29075-910, e-mail: aamandacarla@gmail.com

<sup>1</sup> Doutor em Engenharia Ambiental pela UFES. Professor do Departamento de Economia e Membro do Grupo de Pesquisa em Econometria (GPE), UFES, Av. Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras, Vitória – ES, CEP 29075-910, e-mail: edsonzambon@yahoo.com.br

<sup>1</sup> Mestrando em Ciências Contábeis pela UFES, e-mail: cleidurfurlani@hotmail.com

### **RESUMO**

O principal objetivo deste artigo foi verificar a interdependência dinâmica e a transmissão da volatilidade do mercado de ações dos Estados Unidos para os retornos de algumas empresas da BOVESPA, a saber: Itaú (ITUB4), AMBEV (ABEV3), CEMIG (CMIG4), Cyrela (CYRE3), Petrobras (PETR4) e Vale (VALE3). Além disso, analisou-se o comportamento da variância condicional dos retornos das ações em função de fatores/problemas/turbulências políticos e econômicos, internos à economia brasileira, e mesmo fatores relativos às próprias empresas. As estimativas foram realizadas pela metodologia GARCH/BEKK, considerando o período de janeiro de 2007 a dezembro de 2020. Os resultados revelaram que, em períodos de choques negativos no mercado de ações dos Estados Unidos, existiu um forte aumento da covariância e da correlação condicional entre o retorno do SP&500 e o retorno das ações das empresas consideradas. Além disso, a variância condicional (volatilidade) dos retornos das ações das empresas parece ser afetada por fatores internos à economia brasileira e àqueles relativos às próprias empresas.

**Palavras-chave:** Mercado Financeiro. Volatilidade. Heteroscedasticidade Condicional.

### **ABSTRACT**

The main aim of this paper was to verify the dynamic interdependence and transmission of volatility from the US stock market to the returns of some companies of the BOVESPA, namely: Itaú (ITUB4), AMBEV (ABEV3), CEMIG (CMIG4), Cyrela (CYRE3), Petrobras (PETR4) and Vale (VALE3). Furthermore, the behavior of the conditional variance of stock returns was analyzed as a function of political and economic factors/problems/turbulences, internal to the Brazilian economy, and even factors related to the companies themselves. Estimates were performed using the GARCH/BEKK methodology, considering the period from January 2007 to December 2020. The results revealed that, in periods of negative shocks in the US stock market, there was a strong increase in covariance and conditional correlation between the SP&500 return and the stock return of the companies considered. In addition, the conditional

variance (volatility) of company stock returns seems to be affected by factors internal to the Brazilian economy and those related to the companies themselves.

**Keywords:** Financial Market. Volatility. Conditional Heteroskedasticity.

## INTRODUÇÃO

O colapso do acordo de Bretton Woods, em 1971, inaugurou uma nova fase no sistema financeiro internacional, pois conferia à moeda americana, o dólar, um *status* hegemônico. Segundo Cintra e Prates (2011), o dólar passou a desempenhar, em todo o mundo, o papel de reserva de valor, que antes era conferido ao ouro. A moeda americana como divisa-chave do mundo, possibilitava aos Estados Unidos maior liberdade na gestão de suas políticas monetária, cambial e fiscal. Nesse ínterim, o restante do mundo, em especial países em desenvolvimento, ficaram numa posição de maior vulnerabilidade, pois suas moedas domésticas perderam parte da capacidade de exercer plenamente as funções da moeda: i) meio de pagamento; ii) unidade de conta; e, em especial, iii) reserva de valor.

Para Ferreira e Mattos (2014), a partir dos anos de 1970, o processo de globalização financeira se intensificou, especialmente com a quebra do acordo de Bretton Woods, dada a hegemonia da moeda americana e a liberalização dos mercados financeiros dos países emergentes. Assim, houve um aprofundamento nos fluxos de capital internacional, o que culminou numa maior inter-relação entre os mercados acionários do mundo. De acordo com Fuinhas, Marques e Nogueira (2014), esse cenário também ocasionou uma maior vulnerabilidade externa dos países em desenvolvimento, visto que estes detinham baixa capacidade de resistir aos movimentos das economias centrais.

A globalização, a desregulamentação e os avanços tecnológicos na área financeira transformaram profundamente as estruturas dos mercados acionários em diversos países (BERGMANN; SECURATO; SAVOIA; CONTANI, 2014). Existem evidências suficientes para demonstrar que na ocorrência de colapsos financeiros, a transmissão desses fenômenos é cada vez mais veloz, e que o acesso facilitado pela internet às informações financeiras é responsável por uma parcela significativa maior integração entre mercados (VIDAL, 2011).

Conforme Vital (2011), o desenvolvimento de novas tecnologias de informação e padronização dos mercados financeiros levaram à maior integração desses mercados. Isso ocorreu em função da maior facilidade na diversificação de carteiras de investimentos e dos investimentos em ativos *off-shore*, visto que as barreiras aos investidores internacionais se reduziram consideravelmente. Ocorre que, com a maior integração, quando há um período de crise econômica em algum país, isso transborda para países com os quais há alguma relação, como de investimento, comercial, creditícia, ou uma similaridade de risco. Como será exposto adiante, esse fenômeno de transmissão de uma crise econômica para outros países é conhecido pela literatura econômica como efeito contágio.

Para Rigobon (2018), caracteriza-se por efeito contágio o fenômeno no qual o choque de um país é transmitido para o outro. Já Dungey, Martin, Gonzalez-Hermosillo e Fry (2004) definem como efeitos de choques imprevistos nos mercados de ações durante um período de crise. Como exemplo de efeito contágio, tem-se a crise do *subprime*, que se iniciou nos Estados Unidos, em 2007, e teve seus efeitos transmitidos para toda a economia global durante os anos de 2007 até 2009.

A identificação do fenômeno de efeito contágio pode se dar através da verificação do comportamento da volatilidade de variáveis reais da economia, pois, em cenários como esses, é comum um massivo aumento da variância de variáveis econômicas como, por exemplo, preço dos ativos, taxas de juros e taxa de câmbio (RIGOBON, 2018).

De acordo com Diamandis e Drakos (2010), durante as últimas décadas houve um forte desenvolvimento dos mercados financeiros de países da América Latina, em especial Argentina, Brasil, Chile e México. A liberalização e desregulamentação do mercado financeiro latino-americano caracterizou-se pela implementação de políticas de abertura comercial, financeira e privatização que ocorreram nos anos de 1980 e 1990. Essas medidas abriram as economias latino-americanas para receber massivo fluxo de capital estrangeiro.

No Brasil, o processo de liberalização iniciou-se no início dos anos 1990, quando houve desregulamentação do setor financeiro, com ênfase no segmento bancário, e no aumento do grau de abertura do mercado, proporcionando maior facilidade na captação de recursos (CINTRA, 2011). Tais medidas contribuíram para um aumento do fluxo de capitais e, de acordo Fuinhas, Marques e Nogueira (2014), essa elevação nos fluxos de capitais implica em mais integração e correlação dos mercados financeiros.

Durante crise do *subprime*, por exemplo, houve um aumento generalizado da volatilidade nos mercados acionários mundiais. No Brasil não foi diferente. Houve forte queda no preço de negociação das ações. Para Ferreira e Mattos (2014), esse fenômeno pode ser atribuído à maior volatilidade dos ativos das economias emergentes, que tende a ser maior do que nas economias desenvolvidas, pois, como exposto anteriormente, tais países encontram-se em posição de maior vulnerabilidade externa.

Diversos trabalhos analisaram a interdependência entre os mercados internacionais. Como exemplo, Dungey, Martin, Gonzalez-Hermosillo e Fry (2004) investigaram a presença de efeito contágio entre os mercados acionários mundiais na presença de crises financeiras. Luchtenberg e Vu (2015) estudaram a presença de efeito contágio durante a crise do *subprime* com evidências para responder o questionamento da relevância do contágio financeiro durante a crise. Lucey e Muckley (2011) examinaram as oportunidades de diversificação de carteira por meio da análise das interdependências dos mercados financeiros dos Estados Unidos, europeu e asiático. Rigobon (2018) propôs abordagens para o estudo do efeito contágio sendo eles, covariância, estratégias empíricas, correlação, componentes principais, modelo de regressão linear, VAR, ARCH, GARCH, entre outros. Por fim, Khalid e Kawai (2002) ampliaram as pesquisas existentes sobre efeito contágio, investigando a presença de efeito contágio dos colapsos financeiros por meio de indicadores reais da economia.

Em relação ao mercado brasileiro, alguns autores se destacam no estudo das inter-relações no que se refere à volatilidade. Jubert et al. (2008) estudaram os padrões da volatilidade nos índices setoriais do IBOVESPA. Medeiros (2012) analisou a volatilidade de quatro índices setoriais do IBOVESPA a partir do modelo de heteroscedasticidade condicional. Ainda, Ferreira e Matos (2014) buscaram investigar se os choques que ocorreram durante a crise do *subprime*, no mercado financeiro americano, impactaram os índices setoriais do IBOVESPA. Marçal e Pereira (2008) analisaram a existência de contágio na ocorrência de crises financeiras para países emergentes.

Neste contexto, com base em evidências que demonstram que o mercado acionário americano impacta significativamente diversos mercados internacionais, incluindo o brasileiro, especialmente em períodos de turbulências negativas, o foco principal deste trabalho foi verificar a interdependência dinâmica e a transmissão da volatilidade do mercado de ações dos

Estados Unidos (SP&500) para os retornos de algumas empresas da BOVESPA, a saber: Itaú (ITUB4), no setor financeiro; AMBEV (ABEV3), no setor de consumo não cíclico; CEMIG (CMIG4), no setor elétrico; Cyrela (CYRE3), no setor de construção civil; Petrobras (PETR4), no setor de petróleo e gás natural; e Vale (VALE3), no setor de mineração. No mais, analisou-se o comportamento da variância condicional dos retornos das ações em função de fatores/problemas/turbulências políticos e econômicos, internos à economia brasileira, e mesmo fatores relativos às próprias empresas.

Vale destacar que a principal contribuição deste trabalho, em relação aos demais estudos realizados para a economia brasileira, é o estudo direcionado para as empresas dos setores, e não para os índices setoriais. Além disso, o trabalho leva em conta um período mais recente, incluindo o período da pandemia do COVID-19.

Esta pesquisa abrange o período de 2007 a 2020 (dados diários). A metodologia adotada foi o modelo *General Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH), especificamente o método GARCH-BEKK (ENGLE; KRONER, 1995).

O presente trabalho possui a seguinte estrutura: além desta introdução, na seção 2 é exposta uma revisão sobre a literatura teórica, trazendo trabalhos sobre a temática das inter-relações nos mercados financeiros. A seção 3 apresenta a metodologia de estudo, o modelo de heteroscedasticidade condicional GARCH-BEKK, e as variáveis utilizadas. As análises estatísticas e econométricas são apresentadas na seção 4. E, por fim, a seção 5 traz as considerações finais acerca do trabalho.

## REVISÃO DE LITERATURA

Segundo Bellotti e Williams (2010), a liberalização dos sistemas financeiros nacionais foi uma das políticas mais importantes das décadas de 1980 e 2000, visto que existe uma relação positiva entre o nível de desenvolvimento financeiro de um país e sua taxa de crescimento econômico. Os formuladores de políticas econômicas desregulamentaram os sistemas bancários e os mercados de ações. Como resultado deste processo, ocorreu uma maior integração dos mercados financeiros nacionais com mercados financeiros globais. Fuinhas, Marques e Nogueira (2014) argumentam que a intensificação do processo de globalização e a maior diversificação de ativos nos mercados internacionais culminaram no aumento da integração dos mercados financeiros.

A globalização dos mercados financeiros tornou-se uma tendência em todo o mundo. Os mercados acionários domésticos estão se tornando cada vez mais globalizados por causa da maior presença de investidores estrangeiros, do desenvolvimento de tecnologia e da remoção das restrições ao fluxo de capital entre fronteiras na maioria dos países. Neste contexto, a transmissão da volatilidade entre os mercados internacionais é altamente relevante para os investidores, uma vez que eles precisam monitorar e avaliar constantemente as mudanças no mercado de ações, a fim de escolher a diversificação da carteira e os benefícios de compartilhamento de risco (VO; ELLIS, 2018).

Conforme Nasser e Hajilee (2016), os movimentos de integração dos mercados acionários têm um papel central para a pesquisa em finanças e economia internacional. Rigobon (2018) afirma que a literatura financeira tem se dedicado ao estudo sobre qual fator impulsiona os choques nos países e quais são os mecanismos de propagação mais importantes. Mesmo com

fortes evidências de efeito contágio já na crise da Grande Depressão, por exemplo, o estudo do assunto se aprofundou mais a partir dos anos de 1980, em que vários países da América Latina seguiram a mesma tendência ao declarar moratória da dívida pública.

Para Calvi (2010), a integração financeira é um processo pelo qual os mercados financeiros de um país ou região tornam-se mais integrados com os de outros países ou regiões. Esse assunto merece atenção especial, visto que os resultados empíricos indicam que a integração combinada ao desenvolvimento dos mercados financeiros pode, potencialmente, reduzir barreiras e aumentar a eficiência na alocação de capital e, portanto, favorecer o crescimento econômico.

No que se refere ao efeito contágio, este é definido por Khalid e Kawai (2003) como um efeito sistemático sobre a probabilidade de atividade especulativa em mercados financeiros de um país derivar de uma atividade similar de um mercado financeiro de outro país. Sendo que esse efeito pode ser positivo, aumentando os retornos dos ativos, ou de forma contrária, pode trazer perdas significativas, o que é de formuladores de políticas públicas e investidores.

Dornbusch, Park e Claessens (2000) apresentam duas maneiras nas quais o efeito contágio pode ocorrer. A primeira caracteriza-se pela interdependência econômica, que é quando um choque financeiro transborda para as esferas real e financeira. Isto se dá pelas relações macroeconômicas entre as economias mundiais, como relações entre moedas e relações de troca e produção. A segunda via de contágio está ligada ao comportamento individual no processo de decisão dos agentes racionais, sem ligação com a esfera real da economia, mas, que ainda causam crises no mercado.

De acordo com Dornbusch, Park e Claessens (2000), algumas causas para a propagação de choques entre mercados são: interdependência comum, vínculos comerciais e vínculos financeiros. Na interdependência comum, ou contágio baseado em fundamentos, os efeitos dos colapsos financeiros, seja de qual for a esfera, influenciam todo o mercado global, com uma única causa para todos; como, por exemplo, as flutuações nos preços de *commodities*, uma vez que são comercializadas em bolsa e cotadas internacionalmente. Vínculos comerciais também corroboram para a disseminação. Países que possuem fortes relações comerciais podem alastrar choques entre si, pois uma crise dessa ordem pode causar uma queda de importação, gerando um afluxo de capitais e, conseqüentemente, depreciação do câmbio. Neste caso, a estrutura econômica é afetada tanto no mercado de origem, quanto em seus parceiros comerciais, que possuem certa dependência cambial. No caso dos vínculos financeiros, a integração ocorre no mercado acionário bem como no mercado de crédito. Dessa forma, as crises financeiras exercem influência sobre outros mercados por meio das relações de crédito. Os autores apontam que a integração ocasiona o contágio, mas não é, em si, a fonte dos colapsos.

No que tange aos mercados acionários dos BRIC, Brasil, Rússia, Índia e China, Bekiros (2014) focou sua atenção a essas economias, ao desenvolver um estudo para verificar a existência de relações lineares e não lineares entre os mercados dos Estados Unidos, da Europa e do BRIC, utilizando a metodologia de vetor autorregressivo (VAR) e o modelo de heteroscedasticidade condicional GARCH-BEKK. Para o autor, a interdependência entre os mercados pode implicar diretamente na tomada de decisão da diversificação de portfólios de investimento, principalmente quando se trata dos quatro mercados emergentes do Brasil, Rússia, China e Índia, pois eles demonstraram o melhor desempenho da economia mundial nas duas últimas décadas.

Vale dizer que, efeito contágio, ao contrário de "interdependência", transmite a ideia de que há rupturas nos canais de transmissão devido a pânico financeiro e mudanças de

expectativas. Embora não haja consenso sobre o que exatamente é o contágio, vários autores propuseram testes empíricos na tentativa de abordar a questão do contágio (CORSETTI; PERICOLI; SBRACIA, 2005).

Khalid e Kawai (2003) argumentam que o contágio financeiro pode influenciar três importantes mercados: o de câmbio, o acionário e o mercado monetário. Dessa forma, os autores estenderam sua pesquisa incorporando todos os três indicadores de mercado. Khalid e Kawai (2003) expõem que a presença de efeito contágio na esfera monetária está sujeito ao sentimento de incerteza dos agentes financeiros. Em um país onde os fundamentos são fracos, o mercado acionário tenderia a sofrer com colapsos econômicos em outros mercados. Logo, na presença de um ataque especulativo em outro país, há um aumento da exposição de vulnerabilidade no país com fundamentos mais fracos, que ficará mais propenso a ataques semelhantes.

## METODOLOGIA

### MODELO GARCH-BEKK

Como metodologia empírica, adotou-se o modelo GARCH-BEKK (ENGLE; KRONER, 1995). A descrição geral do modelo GARCH multivariado baseou-se em Bauwens, Laurent e Rombouts (2006) e Bueno (2011).

Suponha um vetor estocástico  $\{\mathbf{y}_t\}$  de dimensão  $N \times 1$ , condicionado a um espaço  $\sigma$ , denotado por  $\mathbf{F}_{t-1}$ , com informações passadas até o tempo  $t - 1$ . Tomando-se um vetor  $\boldsymbol{\theta}$  finito de parâmetros, tem-se

$$\mathbf{y}_t = \boldsymbol{\mu}_t(\boldsymbol{\theta}) + \boldsymbol{\varepsilon}_t, \quad (1)$$

sendo  $\boldsymbol{\mu}_t(\boldsymbol{\theta})$  um vetor de médias condicionais, e

$$\boldsymbol{\varepsilon}_t = \boldsymbol{\Sigma}_t^{\frac{1}{2}}(\boldsymbol{\theta})\mathbf{z}_t, \quad (2)$$

em que  $\boldsymbol{\Sigma}_t^{\frac{1}{2}}(\boldsymbol{\theta})$  é uma matriz de dimensão  $N \times N$  definida positiva e, o vetor  $\mathbf{z}_t$ , de dimensão  $N \times 1$ , um ruído branco,

$$E(\mathbf{z}_t) = \mathbf{0}, \quad (3)$$

$$Var(\mathbf{z}_t) = \mathbf{I}_N, \quad (4)$$

em que  $\mathbf{I}_N$  é uma matriz identidade de ordem  $N$ .

A matriz de matriz de covariância condicional  $\boldsymbol{\Sigma}_t^{\frac{1}{2}}$  é representada por

$$Var(\mathbf{y}_t | \mathbf{F}_{t-1}) = Var_{t-1}(\mathbf{y}_t) = Var_{t-1}(\boldsymbol{\varepsilon}_t),$$

$$Var(\mathbf{y}_t | \mathbf{F}_{t-1}) = \boldsymbol{\Sigma}_t^{\frac{1}{2}} Var_{t-1}(\mathbf{z}_t) (\boldsymbol{\Sigma}_t^{\frac{1}{2}})',$$

$$\text{Var}(\mathbf{y}_t | \mathbf{F}_{t-1}) = \boldsymbol{\Sigma}_t. \quad (5)$$

Assim,  $\boldsymbol{\Sigma}_t^{\frac{1}{2}}$  é uma matriz de dimensão  $N \times N$  definida positiva, tal que  $\boldsymbol{\Sigma}_t$  é a matriz de covariância condicional de  $\mathbf{y}_t$ . O vetor de média condicional ( $\boldsymbol{\mu}_t$ ) e a matriz de variância condicional ( $\boldsymbol{\Sigma}_t$ ) dependem do vetor  $\boldsymbol{\theta}$  de parâmetros desconhecidos. Se  $E(\boldsymbol{\varepsilon}_t \boldsymbol{\varepsilon}_t' | \mathbf{F}_{t-1}) = \boldsymbol{\Sigma}_\varepsilon > \mathbf{0}$ , o processo dado na Equação (1) torna-se um processo multivariado com covariância invariável no tempo.

Bollerslev (1986) propôs um dos primeiros modelos GARCH multivariados, denominado de *Full Vech*. Neste caso, a matriz de variância-covariância  $\boldsymbol{\Sigma}_t$  é mensurada com informações passadas, até o momento  $t - 1$ , geradas pelo processo  $\mathbf{F}_{t-1}$  parametricamente. O vetor  $\boldsymbol{\varepsilon}_t$  segue um processo GARCH multivariado, considerando a especificação *Full Vech*, se:

$$\boldsymbol{\varepsilon}_t | \mathbf{F}_{t-1} \sim N(0, \boldsymbol{\Sigma}_t), \quad (6)$$

$$\text{vech}(\boldsymbol{\Sigma}_t) = \mathbf{C} + \sum_{i=1}^q \mathbf{A}_i \text{vech}(\boldsymbol{\varepsilon}_{t-i} \boldsymbol{\varepsilon}_{t-i}') + \sum_{j=1}^p \mathbf{B}_j \text{vech}(\boldsymbol{\Sigma}_{t-j}), \quad (7)$$

em que  $\text{vech}(\cdot)$  é um operador que empilha os elementos da posição triangular inferior das matrizes  $N \times N$  em um vetor de dimensões  $\frac{N(N+1)}{2} \times 1$ ;  $\boldsymbol{\varepsilon}_{t-i}$ , os erros de médias condicionais, com  $i$  defasagens;  $\mathbf{A}_i$  e  $\mathbf{B}_j$ , com  $i = 1, \dots, q$  e  $j = 1, \dots, p$ , são matrizes de coeficientes de ordem  $\frac{N(N+1)}{2} \times \frac{N(N+1)}{2}$ ;  $\mathbf{C}$  é um vetor coluna de ordem  $\frac{N(N+1)}{2} \times 1$  de componentes da variância/covariância invariantes no tempo; e,  $\boldsymbol{\Sigma}_t$  uma matriz  $N \times N$  de variância e covariância condicional.

O modelo *Full Vech* é geral, tendo como uma de suas vantagens à análise da dependência cruzada (dinâmica) entre as séries com volatilidade. Entretanto, o modelo possui algumas desvantagens, tais como: i) o grande número de parâmetros a serem estimados; e, ii) imposição de fortes restrições à matriz  $\boldsymbol{\Sigma}_t$  para que ela seja definida positiva.

Para garantir que a matriz  $\boldsymbol{\Sigma}_t$  seja positiva definida e reduzir o número de parâmetros estimados, Engle e Kroner (1995) propuseram uma formulação alternativa, conhecida na literatura como modelo BEKK. A especificação do modelo GARCH-BEKK é dada por:

$$\boldsymbol{\Sigma}_t = \mathbf{C}'\mathbf{C} + \sum_{i=1}^q \mathbf{A}'_i \boldsymbol{\varepsilon}_{t-i} \boldsymbol{\varepsilon}_{t-i}' \mathbf{A}_i + \sum_{j=1}^p \mathbf{B}'_j \boldsymbol{\Sigma}_{t-j} \mathbf{B}_j, \quad (8)$$

em que  $\boldsymbol{\Sigma}_t$  é uma matriz definida positiva de covariância  $N \times N$ , em relação as informações no tempo  $t - 1$ ;  $\boldsymbol{\varepsilon}_t$  é o vetor de inovações;  $\mathbf{C}$  é uma matriz triangular superior;  $\mathbf{A}_i$  e  $\mathbf{B}_j$  são matrizes de parâmetros de dimensão  $N \times N$ . A decomposição de  $\mathbf{C}$  em  $\mathbf{C}'\mathbf{C}$  garante que  $\boldsymbol{\Sigma}_t$  seja positiva definida. O modelo BEKK é um caso especial do modelo *Full Vech* (ENGLE; KRONER, 1995).

## DADOS E VARIÁVEIS

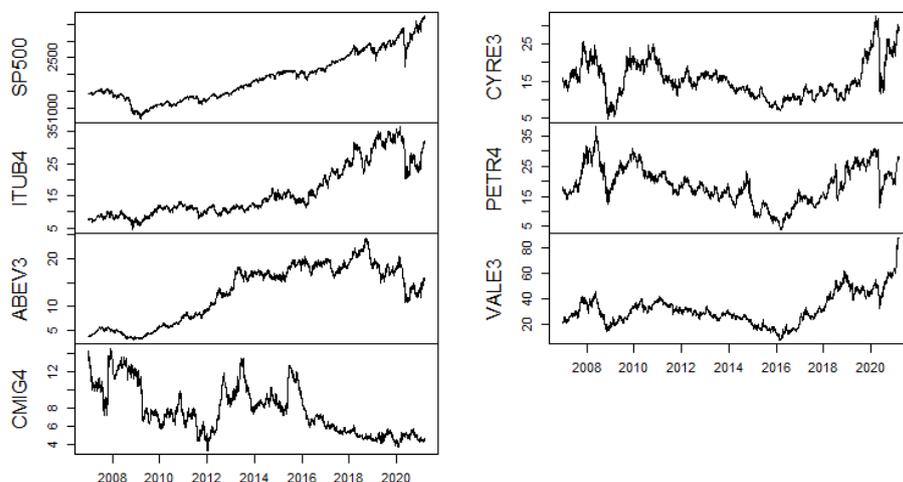
Os dados utilizados nesta pesquisa são do tipo séries temporais e abrangem o período de janeiro de 2007 a dezembro de 2020, com frequência diária. As variáveis foram coletadas da BM&FBOVESPA, do *Yahoo!Finance* e do *Investing.com*. O índice financeiro S&P500 (SPX) representa as ações de 500 empresas dos Estados Unidos com melhores indicadores de tamanho de mercado, liquidez e representação na indústria. Em relação ao mercado acionário

brasileiro, foram consideradas, nas análises, as empresas com maior representatividade em termos de participação em cada setor do índice IBOVESPA, sendo elas: Itaú (ITUB4), no setor financeiro; AMBEV (ABEV3), no setor de consumo não cíclico; CEMIG (CMIG4), no setor elétrico; Cyrela (CYRE3), no setor de construção civil; Petrobras (PETR4), no setor de petróleo e gás natural; e, Vale (VALE3), no setor de mineração.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta a evolução de cada série de dados (variáveis em nível) ao longo do período de análise. É possível observar que tanto o índice da bolsa americana quanto as ações das empresas brasileiras demonstraram grande volatilidade no período da crise que começou em meados de 2007, nos Estados Unidos (crise do *subprime*), e afetou várias economias mundiais em termos de crescimento econômico, emprego, etc., bem como o mercado financeiro. Os efeitos da crise do *subprime* foram observados principalmente nos anos de 2008 e 2009. Após este período, o S&P500 apresentou uma tendência de alta. Em relação aos preços das ações das empresas brasileira, observa-se que, devido às turbulências políticas e econômicas internas à economia brasileira, houve grandes oscilações nos preços. Pode-se observar, também, que em 2020 houve grande volatilidade devido à pandemia do COVID-19, que desencadeou uma forte desvalorização dos ativos. Isso ocorreu pela necessidade de fechamento das atividades econômicas, o que gerou uma queda significativa nas bolsas mundiais.

Figura 1: Evolução das cotações entre janeiro de 2007 e dezembro de 2020



Fonte: elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Uma das primeiras etapas na análise de séries temporais é verificar se elas são estacionárias. Caso não sejam, algum procedimento deve ser aplicado para torná-las estacionárias (em geral, a primeira diferença é aplicada, uma vez que a maioria das séries econômicas é  $I(1)$ , ou seja, integradas de primeira ordem). Deve-se enfatizar que todos os procedimentos econométricos foram realizados com as variáveis expressas em logaritmos naturais. Neste trabalho, foram adotados os seguintes testes de raiz unitária: Dickey-Fuller

Aumentado – ADF (DICKY; FULLER, 1981); Phillips-Perron – PP (PHILLIPS; PERRON, 1988); e Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin – KPSS (KWIATKOWSKI ET AL., 1992). Os testes revelaram que todas as séries foram não estacionárias em nível. Ressalta-se que, aplicada à primeira diferença nas séries em logaritmos naturais [ $r_t = \ln(y_t) - \ln(y_{t-1})$ ], onde  $y_t$  é o vetor de índices diários], elas tornaram-se estacionárias.

A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas dos retornos diários dos índices ( $r_t$ ). Pode-se verificar que as distribuições parecem ser assimétricas, uma vez que existem estimativas positivas e negativas de assimetria. Todas as séries de retornos possuem caudas pesadas e mostram um forte desvio da normalidade (os coeficientes de assimetria e curtose são todos diferentes daqueles da distribuição normal padrão, que são 0 e 3, respectivamente). Além disso, o teste de Jarque-Bera (JB) rejeitou a hipótese nula de normalidade ao nível de significância de 5%. De acordo com Mandelbrot (1963) e Fama (1965), o excesso de curtose e a não normalidade são fatos estilizados no que se refere à retornos financeiros.

Tabela 1: Estatísticas descritivas dos retornos diários

	DLSP500	DLITUB4	DLABEV3	DLCMIG4	DLCYRE3	DLPETR4	DLVALE3
Média	0,000287	0,00041	0,000421	-0,00033	0,000201	0,000135	0,000405
Mediana	0,00071	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000555	0,000297
Máximo	0,109572	0,208901	0,138951	0,235354	0,288828	0,200671	0,193653
Mínimo	-0,12765	-0,12856	-0,17222	-0,16427	-0,28303	-0,35237	-0,28142
Desvio-Padrão	0,013224	0,023051	0,018392	0,026124	0,032068	0,029985	0,028644
Assimetria	-0,56696	0,33898	-0,25099	0,732513	-0,38232	-0,66824	-0,22989
Curtose	12,92284	5,630195	7,220027	8,990274	8,367398	10,04555	7,171353
Jarque-Bera	23693,0	4529,1	7376,2	11683	9940,8	14460	7271,9
Valor-p	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001

Fonte: elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Nota: “DL” denota a aplicação da primeira diferença no logaritmo do índice das empresas.

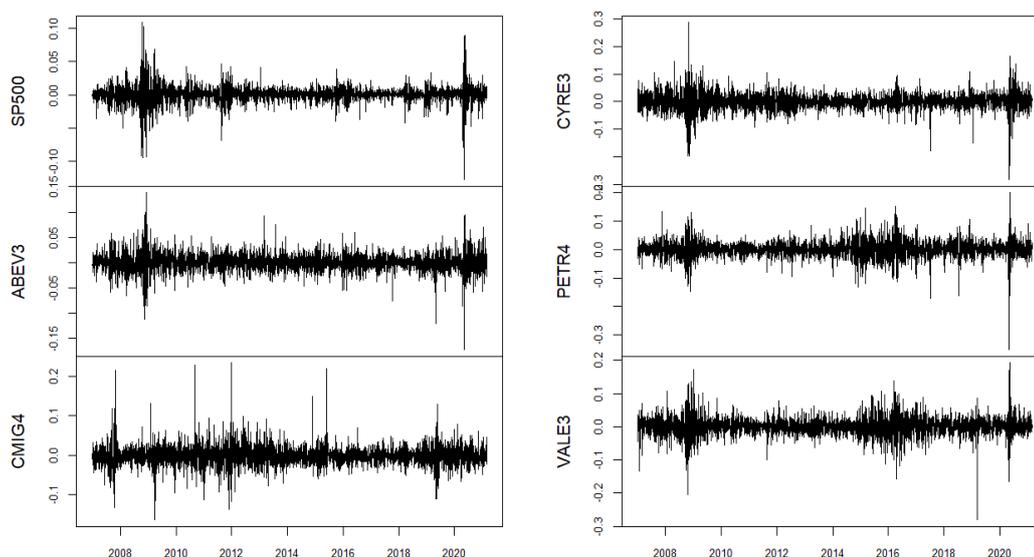
A Figura 2 demonstra evolução dos retornos diários das séries no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2020. Observa-se que houve grande volatilidade em todas as séries no período da crise do *subprime*. Além disso, nota-se que os retornos das ações da Petrobras (DLPETR4) apresentaram grandes volatilidades após 2014, provavelmente devido a “Operação Lava Jato”, que investigou um forte esquema de corrupção na empresa. No mais, os retornos das ações da Vale oscilaram muito após o ano de 2015, o que pode ser decorrência dos desastres ambientais ocorridos com a empresa, ou com empresas ligadas à Vale. Além destes eventos, a crise do COVID-19 elevou bastante a volatilidade dos retornos para o período de março e abril de 2020.

Ressalta-se que seis modelos GARCH-BEKK bivariados foram estimados, considerando ordens  $p = q = 1$ . As seguintes variáveis foram incluídas em cada modelo: Modelo 1: DLSP500 e DLITUB4; Modelo 2: DLSP500 e DLABEV3; Modelo 3: DLSP500 e DLCMIG4; Modelo 4: DLSP500 e DLCYRE4; Modelo 5: DLSP500 e DLPETR4; e, Modelo 6: DLSP500 e DLVALE3.

Além disso, antes de estimar os modelos bivariados GARCH-BEKK, foi necessário filtrar as séries para remover a correlação serial. Para isso, um modelo vetorial autorregressivo (VAR) foi estimado para cada modelo bivariado. As defasagens dos modelos VAR foram determinadas usando o critério de informação de Akaike (AIC) e verificando a presença de

correlação temporal por meio dos testes Multiplicador Portmanteau e Breusch-Godfrey Lagrange. No mais, nas séries filtradas (resíduos dos modelos VAR), a presença de heteroscedasticidade condicional foi verificada pelo teste ARCH-LM (ENGLE, 1982). Por fim, modelos *GARCH – BEKK(1,1)* foram estimados para verificar as inter-relações entre o S&P 500 e as ações das empresas analisadas. Além das correlações e covariâncias condicionais, foram estimadas as variâncias condicionais.

Figura 2: Retornos diários dos índices acionários entre janeiro de 2007 e dezembro de 2020



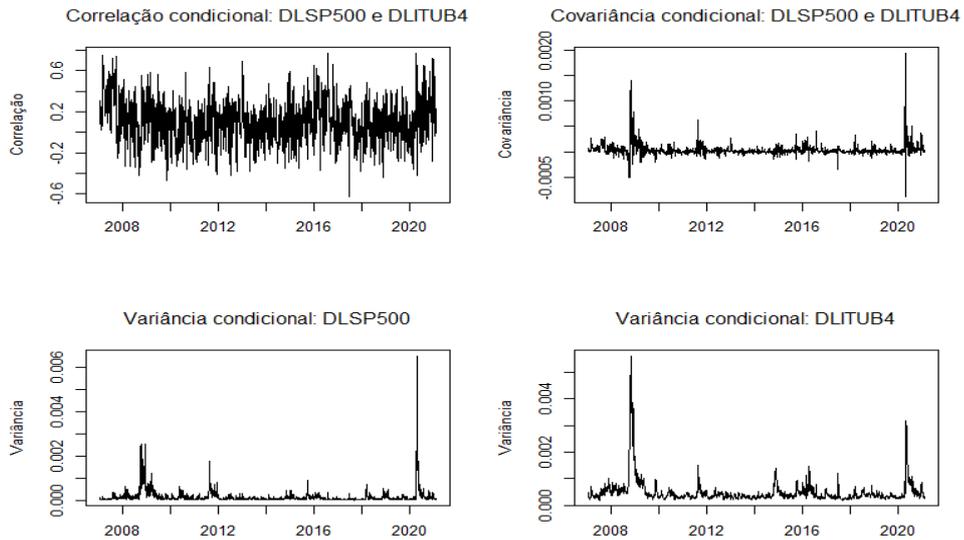
Fonte: elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

A Figura 3 demonstra as estimativas condicionais para correlação, covariância e variância, considerando as variáveis DLSP500 e DLITUB4. Ressalta-se que, em 2008, durante a crise do *subprime*, houve a fusão entre Itaú e Unibanco, sendo que essa operação retardou por um breve período os impactos da crise na empresa. Ainda assim, houve elevação da covariância condicional entre DLSP500 e DLITUB4 no período mencionado, e da variância condicional da série DLITUB4.

No período de 2011 e 2012, houve uma preocupação em relação ao aumento do teto da dívida americana. Nesse cenário, caso o teto da dívida não fosse ampliado, os Estados Unidos estariam numa situação fiscal delicada. A volatilidade do período reflete a reação dos investidores em relação a essa preocupação de calote da dívida, que poderia conduzir a uma crise global.

Nos anos de 2016 e 2017, a explicação para pontuais aumentos da variância condicional do Itaú se devem ao período conturbado que a política brasileira vivenciava com o impeachment da Presidente Dilma Rousseff, em 2016, e em seguida o episódio que ficou conhecido no mercado financeiro como *Joesley Day*. No dia 17 de maio de 2017 houve vazamento de áudios de conversas entre Joesley Batista e Wesley Batista com o então Presidente Michel Temer. As repercussões desse evento se arrastaram por alguns meses, impactando a variância condicional de diversos ativos do IBOVESPA. Por fim, no ano de 2020, especialmente no primeiro trimestre, a crise do COVID-19 afetou de maneira generalizada os mercados globais. Logo, as ações do Itaú seguiram essa tendência de grande desvalorização e significativa volatilidade.

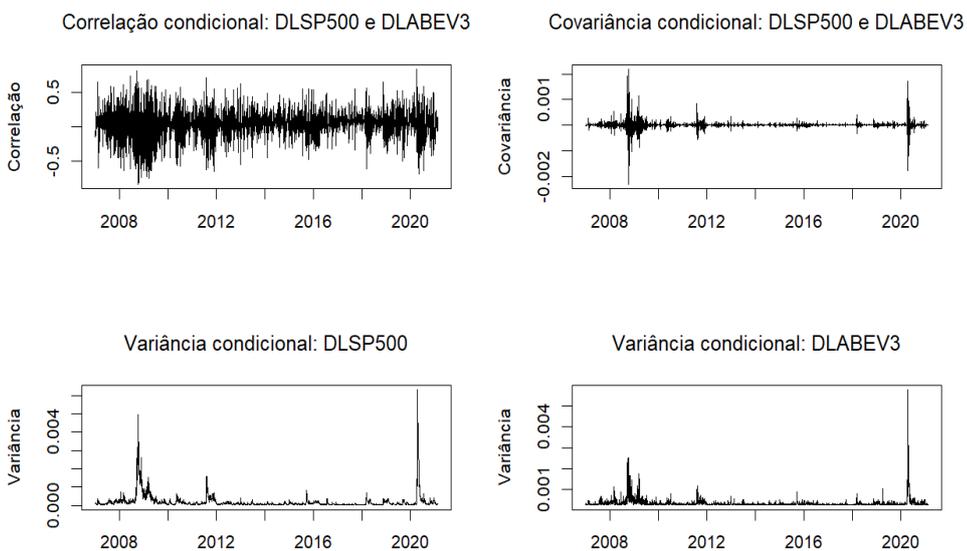
Figura 3: Correlação, covariância e variância estimadas: DLSP500 e DLITUB4



Fonte: elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

A Figura 4 demonstra as estimativas condicionais para correlação, covariância e variância considerando as variáveis DLSP500 e DLABEV3. Durante o período da crise do *subprime* a covariância condicional entre as variáveis DLSP500 e DLABEV3 oscilou muito, com altas e baixas. A partir do final de 2009, as ações apresentaram forte valorização. Em virtude da incerteza a respeito da desaceleração da economia chinesa, o valor das *commodities* baixou, tornando as empresas de comércio não-cíclico, como a AmBev, mais atrativas.

Figura 4: Correlação, covariância e variância estimadas: DLSP500 e DLABEV3

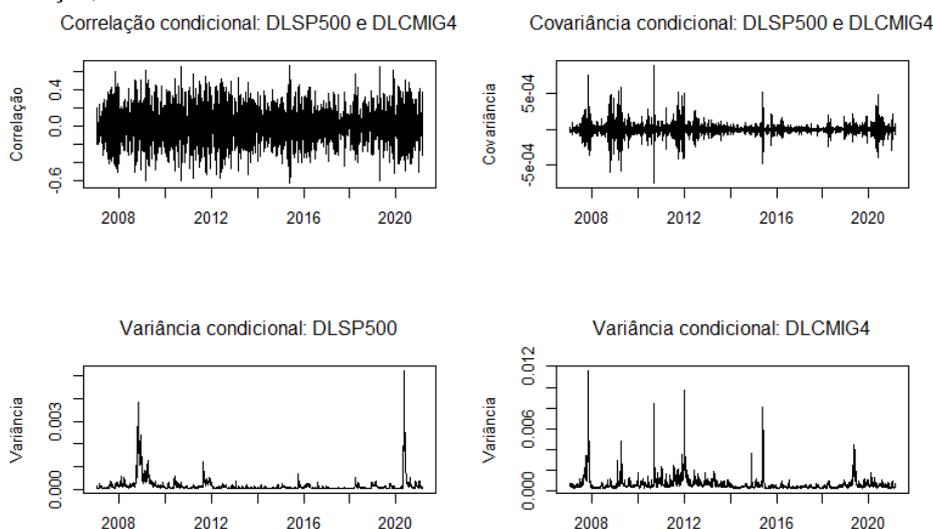


Fonte: elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

No período entre 2011 e 2012, a covariância condicional das duas variáveis aumentou, em função da incerteza quanto ao aumento do teto da dívida pública americana, que poderia impactar em menor liquidez nos mercados globais. Em 2020, a volatilidade aumentou de maneira significativa entre as variáveis, em função da pandemia do novo coronavírus (COVID-19), que desacelerou a economia global.

Como pode ser observado na Figura 5, a covariância condicional entre as variáveis DLSP500 e DLCMIG4 se intensificou no período da crise do *subprime*. Para Castro e Brandão (2008) as consequências de uma crise financeira não se limitam ao setor financeiro, mas se alastram na economia real de maneira mais perversa e mais difícil de prever. Neste caso, como houve desaceleração da economia, ocorreu um efeito multiplicador negativo que culminou em menor consumo de energia elétrica.

Figura 5: Correlação, covariância e variância estimadas: DLSP500 e DLCMIG4



Fonte: elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

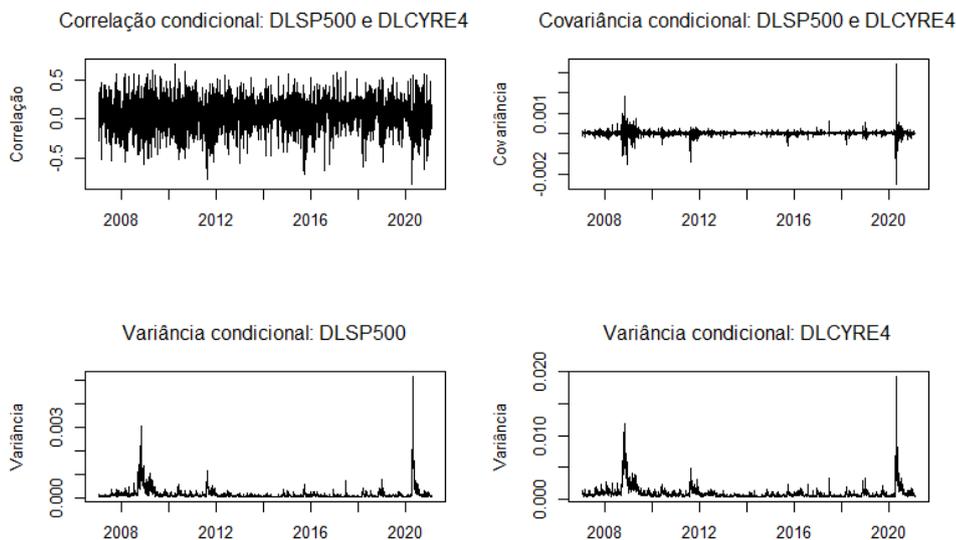
No ano de 2009, o aumento da volatilidade se deu, também, em função da aquisição da empresa TERNÁ, que atualmente é denominada de Transmissora Aliança de Energia Elétrica S.A. (“TAESA”), por parte da Cemig. Neste mesmo ano, a Moody’s chegou a rebaixar a classificação de *rating* da empresa, alegando que estratégia de aquisição da TERNÁ aumentaria a alavancagem da Cemig e reduziria a liquidez.

No período da crise da dívida americana, em 2011, também foi identificada volatilidade dos retornos das ações da Cemig, que no cenário global pode ser explicado pela crise da dívida americana, mas, no contexto doméstico, destaca-se que algumas medidas regulatórias ameaçavam a lucratividade das empresas do setor elétrico, o que ocasionou muita volatilidade. Em 2016, observa-se o aumento da volatilidade. Isso ocorreu em função de uma grave crise hídrica, que consequentemente impactou a geração de energia do Brasil. Outro agravante foi o período de instabilidade política pelo qual passava o país, com o iminente impeachment da presidente Dilma Rousseff.

Na Figura 6, pode-se verificar as estimativas condicionais para correlação, covariância e variância considerando as variáveis DLSP500 e DLCYRE3. Nota-se que a crise ocorrida na economia americana no ano de 2008 impactou todos os mercados financeiros, gerando um cenário com baixo nível de confiança do investidor e contraiu a oferta de crédito. Dessa forma,

a volatilidade do retorno da Cyrela para o período se elevou em função da crise do *subprime*. Outro ponto que contribuiu para a elevação da covariância condicional foi a crise da dívida americana e as incertezas macroeconômicas da Zona do Euro. Em seguida, com efeitos mais profundos em termos de volatilidade, tem-se a crise do COVID-19, que abalou toda a economia mundial em função da grave crise financeira e sanitária.

Figura 6: Correlação, covariância e variância estimadas: DLSP500 e DLCYRE3



Fonte: elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

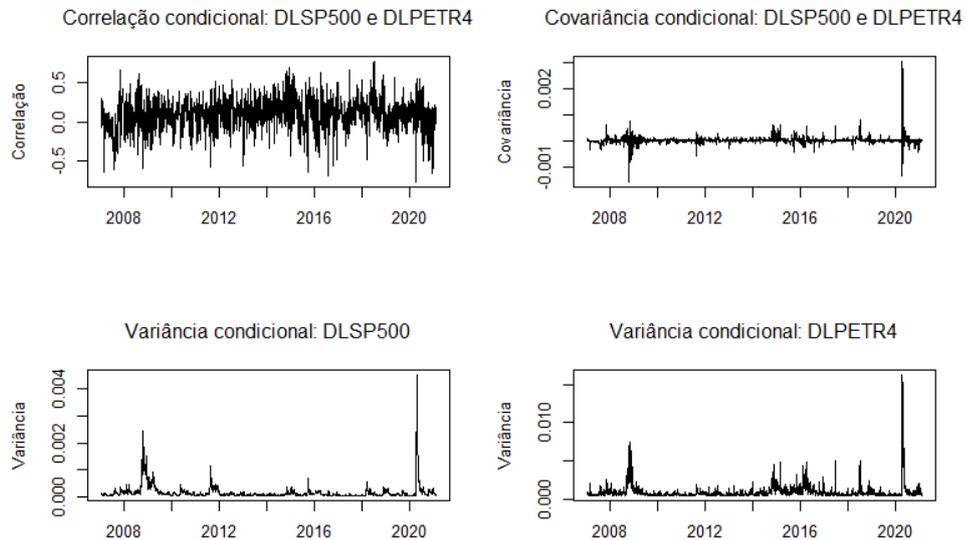
A Figura 7 demonstra as estimativas condicionais para correlação, covariância e variância considerando as variáveis DLSP500 e DLPETR4. No caso da Petrobras, a volatilidade e as quedas substanciais nos preços do petróleo, derivados e gás natural podem afetar o lucro da empresa negativamente. A crise financeira global de 2008 levou à queda do preço dessas *commodities* fazendo com que o preço da ação oscilasse muito nesse período. Conforme pode ser observado, a covariância condicional entre DLSP500 e DLPETR4 aumentou significativamente durante a crise do *subprime*.

Além disso, após o ano de 2012, houve um aumento considerável da volatilidade (variância condicional) das ações da Petrobras. Ocorre que, no ano de 2012, iniciou-se uma investigação para apurar a compra da Refinaria Pasadena, no Texas. Investigava-se o alto valor pago na compra da referida Refinaria, indicando que poderiam haver os crimes de superfaturamento e evasão de divisas. Em seguida houve outro escândalo envolvendo a empresa, no caso da refinaria de Abreu e Lima, com custos de construção inflados, que inicialmente foram estimados em 2,5 milhões no ano de 2005, e ao final da obra era de aproximadamente 20 milhões. Tais escândalos motivaram o início da maior investigação de lavagem de dinheiro e corrupção da história do Brasil. A operação, denominada como “Lava-Jato”, investigou pagamentos de propina para grandes empreiteiras em contratos superfaturados. Como consequência dessa sucessão de escândalos envolvendo a estatal, em fevereiro de 2015 a agência de *rating* Moody’s rebaixou a classificação de risco da empresa, aumentando ainda mais a confiança dos seus investidores.

Vale dizer que, no início de 2020, as ações da Petrobras custavam em torno de R\$ 30,00. Porém, com a pandemia do novo coronavírus e a guerra comercial entre Arábia Saudita e

Rússia, as ações da empresa chegaram a ser cotadas por R\$ 11,00. Isso se deve ao recuo na demanda mundial por petróleo frente a uma oferta abundante da *commodity*, o que afetou diretamente o preço das ações da empresa, explicando, dessa forma, a elevada volatilidade do período.

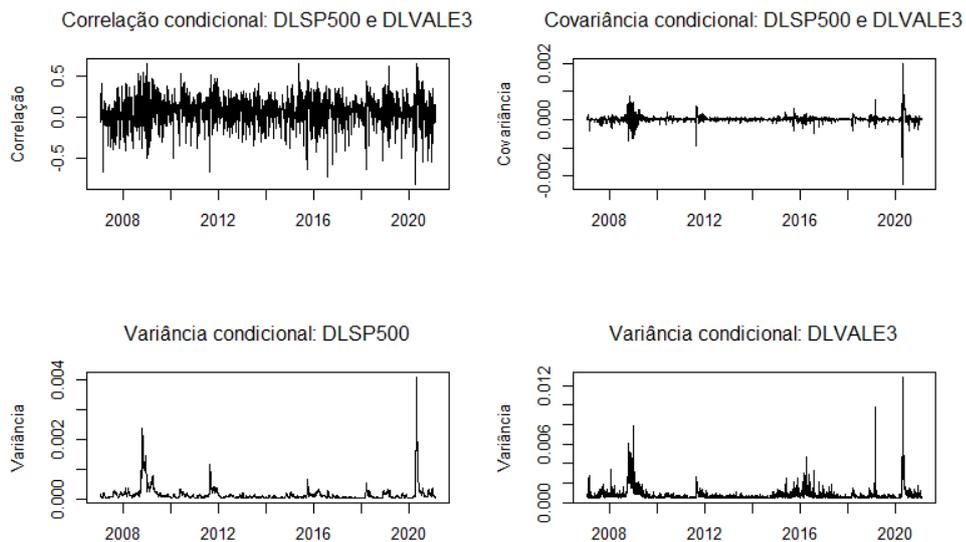
Figura 7: Correlação, covariância e variância estimadas: DLSP500 e DLPETR4



Fonte: elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

A Figura 8 mostra as estimativas condicionais para correlação, covariância e variância considerando as variáveis DLSP500 e DLVALE3. Em 2009, houve aumento da covariância condicional na crise do *subprime*. Nesse período, o lucro da Vale caiu 52% em relação ao ano anterior, ainda sob os reflexos da crise financeira global. Dessa forma, a volatilidade da ação foi maior no período, sofrendo as consequências da queda do preço do minério de ferro no mercado mundial.

Figura 8: Correlação, covariância e variância estimadas: DLSP500 e DLVALE3



Fonte: elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

No ano de 2015, ocorreu uma grande elevação na volatilidade (variância condicional). Isso ocorreu pois, no dia 05 de novembro de 2015, houve o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, deixando 19 mortos. No mesmo dia, as ações da empresa apresentaram queda de 2,6% e no pregão seguinte de 7,5%. Quatro anos depois, em janeiro de 2019, outra barragem se rompeu e, novamente, a variância condicional se elevou. Dessa vez, o acidente ocorreu na cidade de Brumadinho, Minas Gerais, e deixou mais 250 mortos e 11 desaparecidos. Na ocasião o impacto negativo nas ações da empresa pesou mais que em Mariana; houve queda de mais de 20% no preço das ações e, ainda, maior desconfiança dos investidores com relação à companhia.

Apesar de o preço do minério ter variado menos em relação às outras *commodities*, as ações da Vale também oscilaram bastante nos momentos mais incertos a respeito da pandemia do COVID-19. No momento mais crítico nos mercados financeiros, as ações da empresa chegaram a desvalorizar 25% (dia 23 de março de 2020).

## CONCLUSÃO

O objetivo principal deste trabalho foi verificar a interdependência dinâmica e a transmissão da volatilidade do mercado de ações dos Estados Unidos (S&P500) para os retornos de algumas empresas da BOVESPA, a saber: Itaú (ITUB4), AMBEV (ABEV3), CEMIG (CMIG4), Cyrela (CYRE3), Petrobras (PETR4) e Vale (VALE3). No mais, analisou-se o comportamento da variância condicional dos retornos das ações em função de fatores/problemas/turbulências políticos e econômicos, internos à economia brasileira, e mesmo fatores relativos às próprias empresas. Adotou-se a metodologia GARCH-BEKK, considerando o período de 2007 a 2020.

Os resultados revelaram que houve efeitos do índice americano sobre volatilidade dos retornos das empresas em estudo. Contatou-se que em determinados períodos de crise, como as crises do *subprime*, do limite da dívida americana e a mais recente, do coronavírus (COVID-19), houve uma intensificação da covariância condicional e da correlação condicional entre o retorno do índice da bolsa americana (S&P500) e os retornos de todas as empresas analisadas. Além disso, verificou-se que houve grande elevação da variância condicional das empresas Petrobras (PETR4), Vale (VALE3), Cemig (CMIG4) e Itaú (ITUB4) devido à ocorrência de turbulências e problemas internos à economia brasileira, tais como: operação “Lava-Jato”; desastres ambientais; crise hídrica; impeachment da presidente Dilma Rousseff; entre outros.

Esses resultados têm implicações importantes nas decisões futuras dos agentes econômicos (políticos e investidores), contribuindo para uma melhor compreensão do comportamento do mercado acionário brasileiro em relação ao mercado acionário americano e das turbulências internas à economia brasileira, sejam políticas ou econômicas. Os agentes públicos podem adotar como base para a formulação de políticas públicas. Investidores para auxiliar na gestão de suas carteiras de investimentos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

ACKERMAN, K. B. The changing role of warehousing. **Warehousing Forum**, v.8, n.12, p.1-15, 1993.

BAUWENS, L.; LAURENT, S.; ROMBOUTS, J. V. K. Multivariate GARCH models: a survey. **Journal of Applied Econometrics**, v.21, n.1, p.79-109, 2006.

BUENO, R. L. S. **Econometria de Séries Temporais**. 1.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

BELLOTTI, X. A.; WILLIAMS, J. Volatility transmission and changes in stock market interdependence in the European community. **European Review of Economics and Finance**, v.3, p. 203-231, 2004.

BEKIROU, S.D. Contagion, decoupling and the spillover effects of the US financial crisis: Evidence from the BRIC markets. **International Review of Financial Analysis**, v.33, p.58-69, 2014.

BERGMANN, D.; SECURATO, J. R.; SAVOIA, J. R. F.; CONTANI, E. A. R. U. S. subprime financial crisis contagion on BRIC and European Union stock markets. **Revista de Administração**, v.50, p.229-240, 2015.

BOLLERSLEV, T. Modelling the persistence of conditional variances. **Econometric Reviews**, v. 31, n. 3, pp. 307-327 1986.

CALVI, R. Assessing financial integration: a comparison between Europe and East Asia. European Economy - **Economic Papers 2008 – 2015**, 423, Directorate General Economic and Financial Affairs (DG ECFIN), European Commission. 2010. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/p/euf/ecopap/0423.html>>. Acesso em: 21 out. 2020.

CASTRO, N. J.; BRANDÃO, R. A crise econômico-financeira e os impactos no setor elétrico brasileiro. **Grupo de Estudos do Setor Elétrico – UFRJ**. Disponível em: <[http://www.nuca.ie.ufrj.br/gesel/artigos/081107\\_CastroBrandao\\_CriseImpactosSEB.pdf](http://www.nuca.ie.ufrj.br/gesel/artigos/081107_CastroBrandao_CriseImpactosSEB.pdf)>. Acesso em: 7 de abril de 2021.

CINTRA, M. A. M.; PRATES, D. M. **Os países em desenvolvimento durante a crise global**. Crise Financeira Global, Ipea. 2011.

CORSETTI, G.; PERICOLI, M.; SBRACIA, M. Some contagion, some interdependence: more pitfalls in tests of financial contagion. **Journal of International Money and Finance**, v.24, p.1177-1199. 2005.

DIAMANDIS, P. F.; DRAKOS, A. A. Financial liberalization, exchange rates and stock prices: exogenous shocks in four Latin America countries. **Journal of Policy Modeling**, v.33, p.381-394, 2010.

DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. **Econometrica**, v. 49, n. 4, p. 1057-1073, 1981.

DORNBUSCH, R.; PARK, Y. C.; CLAESSENS, S. Contagion: understanding how it spreads. **World Bank Research Observer**, v.15, n. 2, p.177-197, 2000.

DUNGEY, M; MARTIN, V. L.; GONZALEZ-HERMOSILLO, B.; FRY, R. A. Empirical modelling of contagion: a review of methodologies. **Econometric Society**, Australian Meetings 243, 2004. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/p/ecm/ausm04/243.html>>. Acesso em: 17 out. 2020.

ENGLE, R. F. Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. **Econometrica**, v. 50, p. 987-1007, 1982.

ENGLE, R. F.; KRONER, K. F. Multivariate simultaneous generalized ARCH. **Econometric Theory**, v.11, p.122-150, 1995.

FAMA, E. The behaviour of stock prices. **Journal of Business**, v. 38, n. 1, p. 34-105, 1965.

FERREIRA, M. D; MATTOS, B. L. The contagion effect of the subprime crisis in the Brazilian stock market. **ICOAE - International Conference on Applied Economics**. 2014.

FUINHAS, J. A.; MARQUES, A. C.; NOGUEIRA, D. C. **Integration of the indexes SP500, FTSE100, PSI20, HSI and IBOVESPA: a VAR approach**. 2014. Disponível em: <<http://EconPapers.repec.org/RePEc:pra:mprapa:62092>>. Acesso em: 25 out. 2020.

JUBERT, R. W. et al. Um estudo do padrão de volatilidade dos principais índices financeiros do Bovespa: uma aplicação de modelos ARCH. **Revista UnB Contábil**, v.11, p. 221-239, 2008.

KHALID, A.; KAWAI, M. Was financial market contagion the source of economic crisis in Asia? Evidence using a multivariate VAR model. **Journal of Asian Economics**, v.14, p.131-156, 2003.

KWIATKOWSKI, D.; PHILLIPS, P. C. B.; SCHMIDT, P.; SHIN, Y. Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of unit root. **Journal of Econometrics**, v. 54, n. 1, p. 159-178, 1992.

LUCEY, B. M.; MUCKLEY, C. Robust global stock market interdependencies. **International Review of Financial Analysis**, v.20, p. 215-224, 2011.

LUCHTENBERG, K. F.; VU, V. Q. The 2008 financial crisis: Stock market contagion and its determinants. **Research in International Business and Finance**, v.33, p. 178-203, 2015.

MANDELBROT, B. The variation of certain speculative prices. **The Journal of Business**, v. 36, p. 394-419, 1963.

MARÇAL, E. F.; PEREIRA, P. L. V. Testing the hypothesis of contagion using multivariate volatility models. **Brazilian Review of Econometrics**, v.28, p.191-216, 2008.

MEDEIROS, LUIZ G. C. **Análise quantitativa da volatilidade dos índices setoriais da BOVESPA através de modelos GARCH univariados**. 2012. 77 f. Monografia (Graduação em Economia) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

NASSER, O. M. A.; HAJILEE, M. Integration of emerging stock markets with global stock markets. **Research in International Business and Finance**, v.36, p.1-12, 2016.

PHILLIPS, P. C. B.; PERRON, P. Testing for unit roots in time series regression. **Biometrika**, v. 75, n. 3, p. 335-346, 1988.

RIGOBON, R., **Contagion, spillover and interdependence**. European Central Bank. Working paper, n. 1975. 2018.

VO, X. V.; ELLIS, C. International financial integration: stock return linkages and volatility transmission between Vietnam and advanced countries. **Emerging Markets Review**, v.36, p.19-27, 2018.

VIDAL, T. L. **Crisis financeiras: efeito contágio ou interdependência entre os países? Evidências utilizando uma abordagem multivariada**. 2011. Dissertação (Mestrado em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

VU, V. Q.; LUCHTENBERG, K. F. The 2008 financial crisis: stock market contagion and its determinants. **Research in International Business and Finance**, v.33, p. 178-203, 2015.