

RISCO SISTÊMICO E EFEITO CONTÁGIO À LUZ DO MÉTODO COVAR: UMA ANÁLISE COM AS DEZ EMPRESAS MAIS LÍQUIDAS LISTADAS NA BM&FBOVESPA

ANNA PAOLA FERNANDES FREIRE

Programa Multiinstitucional e Interregional de Pós-Graduação Ciências Contábeis
fernandess.ap@hotmail.com

MÁRCIO ANDRÉ VERAS MACHADO

Universidade Federal da Paraíba - UFPB
mavmachado@hotmail.com

RISCO SISTÊMICO E EFEITO CONTÁGIO À LUZ DO MÉTODO COVAR: UMA ANÁLISE COM AS DEZ EMPRESAS MAIS LÍQUIDAS LISTADAS NA BM&FBOVESPA

RESUMO

O objetivo deste artigo é avaliar as dez empresas mais líquidas inseridas na BM&FBOVESPA, mostrando como a partir das variações nas séries de retornos das ações e de mercado, geram e sofrem externalidades negativas entre si. Outro dado utilizado foi o índice IBOVESPA, no qual representou o mercado. O período da análise compreende de 2001 a 2015. Os principais achados no que concerne ao cálculo do VaR e do $\Delta\text{CoVaR}^{\text{sist}|i}$, foram que os papéis negociados mudam de *ranking* à medida que variam os quantis. Para o VaR observou-se que a R_PETRO3 (Petrobrás), R_BBSA3 (Banco do Brasil) e a R_GGBR4 (Gerdau), predominaram no *ranking*. Já para o $\Delta\text{CoVaR}^{\text{sist}|i}$ a empresa que apresentou a maior contribuição marginal para o valor em risco nos três quantis 1%, 5% e 10% foi a R_PETR4 com -4,50, -2,34 e -1,63, respectivamente. Isto significa que dependendo do ambiente que se considera, mais arriscado ou não, as empresas mostram posturas diferentes frente ao mercado, revelando assim, que não existe um segmento que predomine na contribuição marginal para o valor em risco. Além disso, a empresa mais líquida causa mais efeito no mercado acionário.

Palavras-Chaves: Risco Sistemico; Efeito Contágio; CoVar.

ABSTRACT

The purpose of this paper is, the ten most liquid companies inserted in the BM & FBOVESPA, as changes in the stock and market returns series generate negative externalities and suffer together. For this, he considered the return of the ten most liquid companies listed on the BM & FBOVESPA, which began negotiations from 2001 until early 2015. Other data used was the Ibovespa index, which represented the market. The main findings in relation to the calculation of VaR and $\Delta\text{CoVaR}^{\text{sist}|i}$ both were that the negotiated roles change ranking as the quantile range. For the VaR observed that R_PETRO3 (Petrobras), R_BBSA3 (Bank of Brazil) and the R_GGBR4 (Gerdau), predominated in the rankings. As for the $\Delta\text{CoVaR}^{\text{sist}|i}$ the company with the highest marginal contribution to the value at risk in the three quantile 1%, 5% and 10% was R_PETR4 with -4.50, -2.34 and -1.63, respectively. This means that depending on the environment that is considered more risky or not, companies show different forward positions to the market, revealing that there is a segment that predominates in the marginal contribution to the value at risk. On the other hand, the most liquid company actually causes more effect on the stock market.

Keywords: Systemic Risk; Contagion effect; CoVaR.

INTRODUÇÃO

A crise financeira de 2008, nos EUA, resultante da falência de empresas, especificamente bancos, fez com que o mercado se voltasse para o setor financeiro, a fim de protegê-lo de externalidades negativas frente as outras instituições financeiras, devido às ocorrências adversas para o resto da economia.

“O desenvolvimento do sistema financeiro deve, concomitantemente com seu crescimento, buscar diminuir as probabilidades de crises econômicas globais. Neste sentido, existe a necessidade de uma regulação avançada que possa acompanhar com rapidez as inovações financeiras promovendo de maneira sustentável, do ponto de vista da gestão de riscos, a expansão dos mercados” (ALMEIDA, FRASCAROLLI e CUNHA, 2012, P 578)

Durante momentos de crises financeiras, o sistema financeiro pode ser afetado devido ao aumento de risco, denominado de risco sistêmico. Uma das medidas proposta pela literatura para estudá-lo é o CoVar. Tal medida é uma extensão dos modelos de gerenciamento de risco denominados de *Value at Risk* (VaR), em que o prefixo “Co” significa contágio, co-movimentos ou contribuições do risco criado por uma instituição à (s) outra (s).

No período de crises financeiras, perdas tendem a se espalhar entre as instituições, ameaçando todo o sistema financeiro, seja por falta de créditos, de capital ou mesmo de confiança entre agentes econômicos. O efeito disto pode ser negativo, de forma direta ou indireta. O primeiro é causado pela própria falta de crédito e o segundo por meio do efeito preço via espiral de falta de liquidez. Nesse sentido, medidas que consigam captar risco sistêmico, através do aumento dos movimentos conjuntos durante as crises financeiras, devem ser vistas como instrumentos de supervisão que servem a uma regulamentação macroprudencial.

Assim, a contribuição deste trabalho consiste em avaliar dentre as dez empresas mais líquidas inseridas na BM&FBOVESPA, a contribuição marginal do valor em risco de cada empresa, através das variações nas séries de retornos do preço das ações, bem como identificar qual (s) empresa (s) conduz (em) e sofre (m) externalidades negativas entre si, por meio do efeito contágio.

Diferentemente de outros trabalhos que utilizaram a abordagem CoVar, este artigo se propõe, primeiramente, em preservar a originalidade dos dados, não utilizando o método de interpolação para o cálculo do retorno das ações, pois acredita-se que com o uso desse método, os dados não apresentam seu comportamento natural e, conseqüentemente, seus efeitos. Isso justifica a análise se limitar a apenas dez empresas, pois conciliar o período de análise delas, sem usar a interpolação é difícil. Outra questão é com relação a matriz de efeito contágio. Caso se trabalhasse com a carteira de ativos do índice IBrX-50, aquela matriz consistiria em 2.500 (50x50) análises, o que torná-la-ia inviável. Além disso, a maioria dos trabalhos que aplica a metodologia do CoVaR analisam apenas as instituições financeiras.

A justificativa para a análise das dez empresas mais líquidas, consiste no fato dessas serem mais negociáveis no mercado acionário. Além disso, um ativo mais líquido incide em menor volatilidade. Isso significa que como o risco é função dessa volatilidade, quanto maior essa, maior o risco e vice-versa. Assim, espera-se que quanto mais líquido for o retorno da ação, menor sua contribuição marginal do risco e, conseqüentemente, menor o efeito contágios dentre as empresas analisadas aqui.

O trabalho está organizado da seguinte forma. A seção 2 apresenta o referencial teórico, no qual contempla aspectos sobre risco sistêmico e a definição básica sobre o modelo CoVar. A Seção 3 descreve o tratamento da base de dados e em seguida apresenta a estimação do modelo CoVar. A seção 4 e 5 contêm os resultados centrais e considerações finais, respectivamente.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CoVaR

Considerada a medida de risco mais comumente utilizada nas instituições financeiras, o VaR teve seu ponto definido com a publicação do *Risk Metrics Technical Document*, pelo J.P. Morgan em 1994. Sua definição consiste em ser a pior probabilidade da ocorrência de uma perda provável em um dado momento do tempo sob as condições normais de funcionamento do mercado, ou seja, é um método de se obter o valor esperado da máxima perda (ou pior perda) dentro de um horizonte de tempo com um intervalo de confiança (JORION, 2007). Isso significa que um gestor tem a capacidade de informar a perda máxima que um investidor pode obter num dia, em valores monetários ou em percentuais, a partir de dois parâmetros: volatilidade no tempo e o nível de confiança

A mensuração e gestão do risco sistêmico são de fundamental importância em muitos negócios. Conforme observado na crise financeira iniciada em 2008 nos EUA, um exemplo interessante é a medição e regulação do risco sistêmico de uma economia ou de um mercado financeiro. Observa-se na literatura uma busca incessante por parte da academia, órgãos reguladores e agentes econômicos, de modo geral, por modelos que sejam capazes de minimizar e gerenciar o risco. Uma das medidas encontradas na literatura para estudar o risco sistêmico é o CoVaR, proposta por Adrian e Brunnermeier (2011).

Originalmente, o CoVaR, leva em consideração que as instituições financeiras estão interligadas. Então, os problemas de solvência de uma podem levar a ocorrências de efeitos em várias outras. Assim, ele tem o desígnio de estimar o VaR do sistema condicional a cada instituição i , isto é, é definido como o VaR do sistema financeiro como um todo condicional a instituição i estar em dificuldade, ou seja, o efeito *spillover* das externalidades que uma instituição em particular impõe ao sistema.

A diferença entre o CoVaR condicional sobre a dificuldade de uma instituição (CoVaR_i) do CoVaR condicional sobre o estado normal das instituições (ΔCoVaR) fornece a contribuição marginal de uma instituição particular (no sentido não causal) para o risco sistêmico como um todo.

$$\Delta\text{CoVaR} = \text{CoVaR}_i - \text{CoVaR} \quad (1)$$

Segundo Adrian e Brunnermeier (2011), pode-se ainda destacar três vantagens da medida CoVar:

- i) Ao considerar duas empresas, A e B, nas quais possuem o mesmo VaR, mas a empresa A tem um ΔCoVaR igual a zero e a empresa B tem um ΔCoVaR diferente de zero. Baseado no cálculo isolado do VaR, ambas as instituições se apresentam com o mesmo risco. Contudo, o ΔCoVaR da empresa B indica que ela contribui mais para o risco sistêmico. Sendo que o risco sistêmico leva um maior prêmio de risco, a empresa B deve ofuscar a empresa A em termos de geração de retornos, já que a empresa A pode ser forçada pelas forças

competitivas a seguir o exemplo da empresa B. A imposição de restrições regulatórias sobre a empresa B diminuiria a tendência da empresa B em gerar riscos sistêmicos.

- ii) A medida ΔCoVaR é bastante geral para permitir o estudo dos transbordamentos de risco sobre o sistema financeiro como um todo. Por exemplo, o $\Delta\text{CoVaR}^{j/i}$ mostra o aumento no risco da empresa j quando a empresa i passa por dificuldades. Vale salientar que $\Delta\text{CoVaR}^{j/i}$ não é necessariamente igual a $\Delta\text{CoVaR}^{i/j}$. Pelo contrário, espera-se que sejam diferentes.
- iii) Sua lógica é facilmente estendida para outras medidas de riscos.

A medida CoVaR pode ser obtida de várias formas: *bootstrap*, regressões de segundo momento, etc.. No entanto, aqui será utilizada regressão quantílica. Esta, de acordo com Konker (2005), é usada quando estimativas dos diferentes quantis (como a mediana) de uma população são desejadas. A previsão da maioria dos modelos de regressão é uma estimativa pontual da média condicional de uma resposta (ou seja, quantidade que está sendo previsto), dado um conjunto de variáveis independentes.

A regressão quantílica pode ser vista como uma analogia natural em análise de regressão, a fim de usar diferentes medidas de tendência central e dispersão estatística para obter uma análise mais abrangente e mais robusta. Outra vantagem da regressão quantílica é o fato de que qualquer quantil pode ser estimado. Vale ressaltar que o VaR_q^i é implicitamente definido como o q quantil, conforme Jorion (2007):

$$\Pr(X^i \leq \text{VaR}_q^i) = q \quad (2)$$

Onde, X^i é a variável da instituição i pelo qual o VaR_q^i é definido. $\text{CoVaR}_q^{j/i}$ é o VaR da instituição j (ou sistema financeiro) condicional a algum evento $C(X^i)$ da instituição i . Isto é, $\text{CoVaR}_q^{j/i}$ é implicitamente definida pelo quantil q da distribuição de probabilidade condicional dada por:

$$\Pr[X^i \leq \text{CoVaR}_q^{j/i} / C(X^i)] = q \quad (3)$$

A contribuição da instituição i para a j então é:

$$\Delta\text{CoVaR}_q^{j/i} = \text{CoVaR}_q^{j/X^i=\text{VaR}_q^i} - \text{CoVaR}_q^{j/X^i=\text{mediana}} \quad (4)$$

Ao admitir primeiramente o sistema financeiro como todo, se retira o subscrito j . Nessa situação, o ΔCoVaR_q^i representa a diferença entre o VaR do sistema financeiro condicional a um abalo de uma instituição em particular. Sendo assim, a medida permite estudar os efeitos transbordamentos entre o sistema financeiro, como mostra a figura 1.

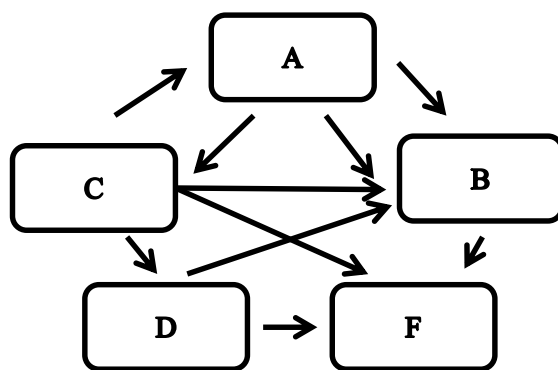


Figura 1 - Relação entre instituições no mercado financeiro brasileiro
 Fonte: Elaboração Própria, 2015

2.2 Estudos anteriores

Apesar do CoVaR ser uma medida de risco sistêmico relativamente recente na literatura de finanças, alguns trabalhos que utilizaram essa metodologia são destacados aqui. Vale ressaltar que as evidências empíricas mostraram que o CoVaR é uma boa medida de risco, no sentido de identificar quais as empresas sofrem com o efeito contágio e quais causam tais efeitos contágios.

Arias, Mendoza e Reyna (2010), aplicou a metodologia do CoVaR, para o mercado colombiano, com a justificativa de que na Colômbia, a exposição ao risco de mercado, tem aumentado significativamente desde 2009 e, a co-dependência de risco entre os agentes não havia sido analisada sob a perspectiva deste risco. Os resultados sugeriram que a co-dependência do risco aumenta durante períodos de turbulências. Este é um resultado geral que pode ser observado entre os bancos comerciais, fundos de pensão, e entre diferentes tipos de instituições financeiras. Desta forma, as entidades que têm uma maior contribuição para o risco de mercado sistêmico devem ser cuidadosamente monitorizadas para evitar externalidades negativas causadas por maiores correlações.

O trabalho de Almeida, Frascarolli e Cunha (2012), avaliou como um *distress* nas séries de retornos de empresas brasileiras e dos principais indicadores do mercado financeiro doméstico (Ibovespa) e internacional (Dow Jones) interagem entre si, na tentativa de captar *spillover effects*. Os referidos autores estimaram risco sistêmico, o efeito contágio e o *stress test*. Sua amostra constituiu de dezesseis empresas listadas na BM&FBOVESPA, referente ao quadrimestre de maio a agosto de 2011. Para representar o mercado acionário brasileiro considerou-se o índice IBOVESPA e para o mercado internacional o índice DJIA. O período em análise consistiu de 1995 a 2011. Os principais resultados apontaram a inexistência de correlação entre as medidas de risco dadas pelo VaR e pelo CoVaR. Já o risco sistêmico sinalizou os papéis que causam mais externalidades negativas para o mercado financeiro brasileiro. Por fim, através do *stress test* verificaram que um *distress* nos retornos do Ibovespa possui mais *spillover effects* sobre os papéis das empresas que atuam na BM&FBOVESPA do que um *distress* nos retornos do mercado internacional. Por último, a matriz de efeito contágio, na qual revela as inter-relações entre os retornos dos papéis das empresas evidenciam indícios setoriais para avaliação e gestão de risco.

O trabalho de Tristão e Portugal (2013), teve como objetivo avaliar a contribuição dos bancos no mercado financeiro brasileiro ao risco sistêmico através do método CoVaR. Para isso, trabalharam com uma amostra que engloba o período de janeiro de 1987 até junho de 2012. No entanto, os autores dividiram a amostra em duas partes: 1T1987 a 2T1994, e a outra de 3T1994 a 2T2012. Isto por que com a implantação do Plano Real, houve uma estabilização na inflação doméstica. A estimação foi por com um modelo estático e com um modelo dinâmico, assim espera-se avaliar, por um lado, o comportamento da contribuição sistêmica dos bancos no Brasil, e por outro, como variáveis comumente conhecidas como indicadores de risco realmente se comportam em relação ao risco sistêmico gerado. Dentre os indicadores avaliados os dois escolhidos foram: VIX, mais especificamente CBOE *Volatility Index*, é uma medida das expectativas do mercado de volatilidade calculado com base nos preços de opções de compra e de venda de ações que compõe o S&P 500 e Retorno semanal do Ibovespa. Os resultados indicaram que existe divergência nos patamares de risco entre os períodos de baixa (propensos a maiores níveis de risco sistêmico) e alta estabilidade monetária; (b) a relação entre tamanho e risco gerado pelas instituições financeiras é não linear; e (c) assim como visto em trabalhos aplicados a outros países, o VaR nem sempre acompanha a contribuição de um banco ao risco sistêmico.

O artigo de Araújo e Leão (2013), em linhas gerais, também teve por objetivo avaliar a aplicação da métrica CoVaR ao sistema bancário brasileiro. Sua amostra constituiu-se de 23 empresas que compreenderam, em junho de 2012, 71% do ativo contábil total consolidado bancário brasileiro, incluindo instituições financeiras que fazem parte de conglomerados estrangeiros. Neste, é considerado apenas o valor de mercado da instituição líder. O período analisado foi de 01/01/2006 a 27/7/2012. Os resultados evidenciaram que: i) o VaR é uma medida insuficiente para capturar o risco sistêmico de uma instituição, porém instituições maiores que apresentaram menor risco individual, ofereceram os maiores riscos sistêmicos; iii) algumas instituições pequenas também estão entre as que oferecem maiores riscos sistêmicos; iv) uma unidade a mais de risco individual para as instituições maiores está relacionada a um maior risco sistêmico do que uma unidade a mais de risco individual em uma instituição pequena; v) em média, o risco sistêmico é menor para as IFs públicas do que para as privadas. Além disso, as assertivas ii e iv indicam que instituições com maior risco individual possuem em média menores contribuições marginais ao risco sistêmico.

O artigo de Bernardi, Gayraud e Petrella (2013) analisou os efeitos de interdependência de eventos extremos, proporcionando uma ferramenta de estimativa para avaliar o risco CoVaR. A abordagem baseia-se em um quadro de regressão quantílica Bayesiana, no qual foi proposto um algoritmo de cadeia de Markov de Monte Carlo, explorando a representação da distribuição assimétrica de Laplace como uma mistura de localização escala das normais. Além disso, uma vez que as medidas de risco são geralmente avaliadas em dados de séries temporais os retornos normalmente mudam com o tempo. Assim, o modelo CoVaR foi estendido para explicar a dinâmica do comportamento na cauda. A análise compreendeu as empresas dos EUA, de capital aberto, que pertencem a diferentes setores (bens de consumo, energia, industriais, tecnologias e utilitários) e que compõe o índice *Standard and Poor's* (S&P500). Os dados são baseados em observações semanais e foram analisados no período entre 02 de janeiro de 2004 a 28 de dezembro de 2012, cobrindo a recente crise financeira global iniciada nos EUA, em 2008. Os resultados dos referidos autores mostraram que o modelo e a abordagem proposta é capaz de estimar acentuadamente quantis marginais e condicionais, fornecendo uma caracterização mais realista e informativa da cauda

com co-movimentos extremos. Em particular, a versão dinâmica do modelo que proposto supera o tempo invariante da ação específica, quando a análise é baseada em dados de séries temporais.

3. METODOLOGIA

3.1 Tratamento da base de dados

A princípio, seriam considerados para análise os 10 primeiros papéis mais líquidos negociados na BM&FBOVESPA, atualizados no dia 12 de janeiro de 2015. A escolha dessas empresas é justificada pela própria liquidez que elas apresentam, o que permitiu um maior número de observações (total aqui de 3.441). Preocupação essa, também evidenciada no artigo de Almeida, Frascarolli e Cunha (2012). No entanto, nem todas as 10 primeiras empresas foram estudadas, já que o período de análise delas não era necessariamente o mesmo. Critério esse fundamental.

O período de estudo compreende fevereiro de 2001 a janeiro de 2015, onde foram considerados dados diários do preço das ações. Como a ideia inicial era trabalhar as 10 primeiras empresas mais líquidas do mercado, mas, por motivos de ausência de dados isso não foi permitido, esse período justifica-se por não querer se distanciar muito do *ranking* de empresas mais líquidas negociadas na bolsa, conservando paralelo a isso a qualidade dos dados, isto é, sem precisar aplicar o método de interpolação. O quadro 1 mostra a listagem das empresas analisadas com seu respectivo *ranking* original:

Ranking	Empresa	Código	Setor
1°	Petrobras	PETR4	Petróleo e Gás
2°	Vale	VALE5	Mineração
3°	ItauUnibanco	ITUB4	Finanças e Seguros
4°	Bradesco	BBDC4	Finanças e Seguros
5°	Petrobras	PETR3	Petróleo e Gás
6°	Itausa	ITSA4	Outros (Bancos)
10°	Vale	VALE3	Mineração
11°	Brasil	BBAS3	Finanças e Seguros
18°	Gerdau	GGBR4	Siderurgia & Metalurgia
19°	Cemig	CMIG4	Energia Elétrica

Quadro 1 - Empresas listadas na BM&FBOVESPA, de acordo com seu ranking de liquidez.
Fonte: Elaboração Própria, a partir de informações do Economática.

Além do preço das empresas, foi utilizado para representar o mercado o índice IBOVESPA. Os preços de todas as papéis analisados foram os ajustados e, tanto esses quanto o índice IBOVESPA foram transformados em retornos diários, por meio da seguinte equação 5:

$$\ln = \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right) * 100 \quad (5)$$

Vale ressaltar que a equação 5 é comumente utilizada em dados financeiros e tal procedimento foi necessário para evitar o problema de não estacionariedade na série.

Para a aplicação da regressão quantílica, é preciso determinar o quantil para o cálculo do Var. Os tradicionais são: 1%, 5%, 10%. Quanto menor o quantil, mais

critério é o estudo, tornando-o mais robusto, em resposta aos *Outliers*. A justificativa para o uso da regressão quantílica se deve ao fato de que, ao contrário do modelo de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), no qual considera a média condicional, a regressão quantílica analisa a média para cada quantil estabelecido. Para este estudo, a análise do Var e do Covar foram feitas com 1%, 5% e 10%. Para a matriz contágio, optou-se, por convenção, trabalhar com um quantil de 5%, apenas.

3.2 Método de estimação

O uso de regressões quantílica é intuitivo. Considere o valor previsto de uma instituição financeira i para o q^{th} quantil é:

$$X_{q\text{Sistema},i} = \alpha_q + \beta_{qi}X_i \quad (6)$$

Onde, $X_{q\text{Sistema},i}$ é o valor previsto para um quantil condicional particular da instituição i . A definição de VaR é:

$$\text{VaR}_{q\text{ Sistema}, i} = X_{q\text{Sistema},i} \quad (7)$$

Isto é, o valor previsto, utilizando a regressão quantílica do sistema com a relação à instituição i , da exatamente o VaR do sistema financeiro condicional a X_i . Desde que VaR_q dado X_i é justamente o quantil condicional. Utilizando um valor previsto particular de $X_i = \text{VaR}_i$ gera-se nossa medida CoVaR (para o evento condicional [$X_i = \text{VaR}_{qi}$]). Formalmente, a medida CoVaR é dada por:

$$\text{CoVaR}_{q\text{sistema}/X_i=\text{VaR}_q} = \text{VaR}_{q\text{sistema}/\text{VaR}_{qi}} = \alpha_q + \beta_{qi} \text{VaR}_{qi} \quad (8)$$

A medida de CoVaR_{qi} é dada por:

$$\Delta\text{CoVaR}_{q\text{sistema}/i} = \beta_{qi}(\text{VaR}_{qi} - \text{VaR}_{50\%i}) \quad (9)$$

Adicionalmente, para a análise da matriz de efeito contágio, uma forma de evidenciar as inter-relações das empresas do mercado financeiro é através da matriz de contágio, que, segundo Cardoso (2012), permite identificar tanto as empresas que contribuem para o risco de outras empresas, quanto as que mais são “contagiadas” por outras.

A matriz está organizada da seguinte forma: nas linhas o efeito contágio da empresa i pela empresa j e nas colunas como a empresa i é contagiada pela empresa j . Isso permite, segundo Almeida, Frascaroli e Cunha (2012), verificar quais papéis das empresas que mais contribuem marginalmente para um *distress* nos retornos dos demais, bem como apontar quais os retornos dos papéis são mais afetados pelos demais. O quadro 2 ilustra a matriz de contágio.

Empresa	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	...	Empresa n	Total
Empresa 1	...	ΔCoVaR_{12}	ΔCoVaR_{13}	...	ΔCoVaR_{16}	X1
Empresa 2	ΔCoVaR_{21}	...	ΔCoVaR_{23}	...	ΔCoVaR_{26}	X2
Empresa 3	ΔCoVaR_{31}	ΔCoVaR_{32}	ΔCoVaR_{36}	X3
...
Empresa 6	ΔCoVaR_{61}	ΔCoVaR_{62}	ΔCoVaR_{63}	ΔCoVaR_{6n}	...	X6

Total	Y1	Y2	Y3	...	YK	XK
--------------	-----------	-----------	-----------	------------	-----------	-----------

Quadro 2 - Matriz genérica de efeito contágio

Fonte: Elaboração Própria, a partir do trabalho de Cavalcanti, Frascarolli e Cunha (2012).

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Tabela 1 - Estatística descritiva dos retornos diários das empresas analisadas, no período de 2001 a 2015.

Segmento	Variáveis	Média	Desv. Padrão	Mínimo	Máximo
Petróleo e Gás	R_PETR4	0,0255	2,3958	-1,4804	1,3246
Mineração	R_VALE5	0,0627	2,2245	-1,6443	1,2566
Finanças e Seguros	R_ITUB4	0,0669	2,3312	-1,2942	2,1004
Finanças e Seguros	R_BBDC4	0,0705	2,2558	-1,2212	1,9989
Petróleo e Gás	R_PETR3	0,0209	2,4941	-1,4911	1,4113
Outros (bancos)	R_ITSA4	0,0791	2,2674	-1,2279	2,2432
Mineração	R_VALE3	0,0654	2,3239	-2,0552	1,3556
Finanças e Seguros	R_BBAS3	0,0851	2,7102	-1,6683	1,8826
Siderur & Metalur	R_GGBR4	0,0654	2,6428	-1,6135	1,6887
Energia Elétrica	R_CMIG4	0,0657	2,3856	-2,1958	1,0943

Fonte: Elaboração Própria, a partir de dados extraídos do Economática.

A estatística descritiva vista na tabela 1 tem o intuito apenas de sumarizar um conjunto de dados, limitando-se aqui as empresas em análise.

Tabela 2 - Ranking do VaR dos papéis mais negociados na BM&FBOVESPA, para os quantis 1%, 5% e 10%.

Ranking das empresas para o VaR					
Empresas Q 1%		Empresas Q 5%		Empresas Q 10%	
R_PETR3	-7,09	R_BBAS3	-4,16	R_BBAS3	-2,99
R_GGBR4	-6,89	R_GGBR4	-3,96	R_GGBR4	-2,97
R_BBAS3	-6,88	R_CMIG4	-3,96	R_PETR3	-2,78
R_PETR4	-6,83	R_PETR3	-3,93	R_CMIG4	-2,70
R_VALE3	-5,87	R_PETR4	-3,75	R_PETR4	-2,69
R_CMIG4	-5,83	R_VALE5	-3,52	R_VALE3	-2,65
R_BBDC4	-5,79	R_VALE3	-3,48	R_ITUB4	-2,56
R_ITUB4	-5,72	R_BBDC4	-3,45	R_ITSA4	-2,50
R_VALE5	-5,60	R_ITUB4	-3,43	R_BBDC4	-2,50
R_ITSA4	-5,42	R_ITSA4	-3,43	R_VALE5	-2,48

Fonte: Elaboração Própria.

A tabela 2 mostra os valores obtidos no cálculo do VaR (risco individual), a partir do retorno do preço das ações, para cada papel negociado, nos três quantis e de forma ranqueada. Observa-se, como já era esperado, na medida em que a um relaxamento dos quantis, o VaR diminui, tornando o papel da empresa menos arriscado. Isso ocorre porque a regressão quantílica leva em consideração os valores da cauda esquerda de uma distribuição normal, então quanto menor o quantil considerado, mais criterioso é o estudo e, portanto, mais precisa a análise.

Outra análise geral que pode ser feita é que os papéis negociados mudam de *ranking* à medida que variam os quantis. Isso significa que, dependendo do ambiente que se considera mais arriscado ou não, as empresas mostram posturas diferentes frente ao seu próprio risco. Levando em consideração os três quantis e o *ranking* dos retornos das três primeiras empresas, observa-se que a R_PETRO3 (Petrobrás), R_BBSA3 (Banco do Brasil) e a R_GGBR4 (Gerdau) predominam no *ranking*. A R_PETRO3 perde posição apenas para outra empresa estatal, do setor de energia elétrica, a CMIG4 (Cemig), quando o quantil considerado foi de 5%¹.

No quantil de 1%, verifica-se que o papel negociado que apresentou maior risco individual foi o R_PETR3, do segmento de Petróleo e Gás, com um VaR de -7,09 e o menor risco individual foi o R_ITASA4, do segmento Bancos, com um VaR de -5,42, apresentando assim uma variação percentual entre elas de 30,81%, o maior entre os três quantis.

No quantil de 5%, verifica-se que o papel que apresentou o maior risco individual foi o R_BBSA3, com um VaR de -4,16 e o menor risco individual foi também o R_ITASA4, com um VaR de -3,43. Outro que proporcionou um Var de -3,43 foi o R_ITUB4, todos do segmento bancos, apresentando uma variação percentual de 21,28%.

Quando levado em consideração um quantil de 10%, verifica-se que o papel que apresentou maior risco individual foi o R_BBSA3, do segmento bancos, com uma VaR de -2,99 e o menor risco individual foi o R_VALE5, do segmento mineração, com um Var de -2,48, apresentando assim uma variação percentual de 20,56%.

Tabela 3 - Resultado do Risco Sistemico (ΔCoVaR) dos papéis mais negociados na BM&FBOVESPA, para os quantis 1%, 5% e 10%.

Ranking das empresas para o ($\Delta\text{CoVaR}^{\text{sist}i}$)					
Empresas Q 1%		Empresas Q 5%		Empresas Q 10%	
R_PETR4	-4,50	R_PETR4	-2,34	R_PETR4	-1,63
R_BBDC4	-4,24	R_PETR3	-2,27	R_CMIG4	-1,63
R_CMIG4	-4,04	R_ITUB4	-2,17	R_VALE3	-1,55
R_BBAS3	-3,65	R_CMIG4	-2,13	R_BBAS3	-1,55
R_VALE3	-3,65	R_BBDC4	-2,12	R_PETR3	-1,52
R_ITUB4	-3,61	R_GGBR4	-2,10	R_ITUB4	-1,52
R_GGBR4	-3,59	R_ITSA4	-2,09	R_BBDC4	-1,48
R_VALE5	-3,46	R_VALE5	-2,06	R_ITSA4	-1,40
R_PETR3	-3,37	R_BBAS3	-1,94	R_GGBR4	-1,38
R_ITSA4	-3,16	R_VALE3	-1,84	R_VALE5	-1,38

Fonte: Elaboração Própria.

Não obstante, a tabela 3 exhibe os valores obtidos no cálculo do $\Delta\text{CoVaR}^{\text{sist}i}$ (risco sistêmico), a partir do retorno do preço das ações, para cada papel negociado, nos três quantis e de forma ranqueada, como foi organizado também na tabela 2. O objetivo aqui é mostrar quais as ações mais danosas, no que tange à rentabilidade em risco do sistema.

De forma geral, pode-se observar que os papéis negociados aqui também mudam de *ranking*, à medida que variam os quantis. Isso revela que não existe um segmento que predomine na contribuição marginal para o valor em risco do mercado.

¹ Esse resultado da Petrobras pode não mais serem concretos, devido aos escândalos sobre corrupção, apresentado pela mídia,

A empresa que apresentou a maior contribuição marginal para o valor em risco nos três quantis 1%, 5% e 10% foi a R_PETR4 com -4,50, -2,34 e -1,63, respectivamente. Tal resultado corrobora os achados de Cavalcanti, Frascarolli e Regis (2012), no qual apresentaram um resultado para essa ação de -2,75. Outra análise geral que se pode obter ainda sobre a R_PETR4 é que, pelo *ranking* inicialmente apresentado no quadro 1, tal empresa, de fato, culminava para esse resultado, pois é considerada a empresa mais líquida da BM&FBOVESPA. Além do mais, com base nessa informação, a empresa nos últimos anos vem passando por crises constantes de corrupção, o que acaba afetando a confiança dos investidores e mercado como um todo.

Para um quantil de 1%, o papel que apresentou maior contribuição marginal para o valor em risco do mercado foi o R_PETR4 (como já mencionado), do segmento Petróleo e Gás, com um $\Delta\text{CoVaR}^{\text{st}i\text{j}}$ de -4,50 e o que apresentou o menor foi o R_ITASA4, do segmento Bancos, com -3,16. Com tais resultados, a variação percentual ficou em 42,41%.

No quantil de 5%, verifica-se que o papel que apresentou contribuição marginal para o valor em risco foi o R_PETR4 com um $\Delta\text{CoVaR}^{\text{st}i\text{j}}$ de -2,34 e o menor foi o R_VALE3, do segmento de Mineração, com um VaR de -1,84. Desta feita, a variação percentual foi de 27,17%.

Por fim, para um quantil de 10%, constata-se que o papel que apresentou a maior contribuição marginal para o valor em risco foi o R_PETR4 com um $\Delta\text{CoVaR}^{\text{st}i\text{j}}$ de 1,63, seguindo da R_CMING4, segmento de energia Elétrica, que apresentou o mesmo valor. Já o que apresentou o menor valor em risco foi o R_VALE3 com -1,38. Observa-se que esse último valor também foi corroborado com o R_GGBR4, do segmento de Siderurgia e Metalurgia. Desta feita, a variação percentual foi de 18,11%.

Tabela 4 - Matriz de efeito contágio entre as dez empresas mais líquida da BM&BOVESPA.

	R_PETR4	R_VALE5	R_ITUB4	R_BBDC4	R_PETR3	R_ITSA4	R_VALE3	R_BBAS3	R_GGBR4	R_CMING4
R_PETR4	1	-2,98	-3,18	-3,19	-1,04	-3,26	-3,13	-3,43	-3,19	-3,50
R_VALE5	-2,84	1	-3,04	-3,11	-2,93	-3,04	-1,24	-3,16	-2,81	-3,38
R_ITUB4	-2,89	-3,00	1	-2,05	-2,90	-1,68	-2,98	-2,80	-2,91	-3,03
R_BBDC4	-2,80	-2,91	-1,98	1	-2,85	-2,22	-2,97	-2,76	-2,79	-3,01
R_PETR3	-1,04	-3,22	-3,35	-3,32	1	-3,39	-3,17	-3,50	-3,29	-3,57
R_ITSA4	-2,77	-2,91	-1,66	-2,10	-2,76	1	-3,02	-2,73	-2,88	-2,97
R_VALE3	-3,04	-1,20	-3,17	-3,30	-2,99	-3,13	1	-3,26	-2,90	-3,45
R_BBAS3	-3,67	-3,92	-3,33	-3,32	-3,77	-3,25	-3,8	1	-3,73	-3,76
R_GGBR4	-3,47	-3,28	-3,34	-3,40	-3,42	-3,48	-3,27	-3,52	1	-3,66
R_CMING4	-3,29	-3,52	-3,26	-3,29	-3,36	-3,30	-3,51	-3,38	-3,40	1

Fonte: Elaboração Própria.

A tabela 4 mostra uma análise dinâmica entre as empresas, ao mensurar o dano para o valor em risco do papel de uma dada empresa *i*, vindo da pior perda ocorrida com o papel da empresa *j*. Nesse caso, as empresas organizadas nas linhas foram as variáveis independentes, enquanto que nas colunas estão as variáveis dependentes. Isso significa que as variáveis das linhas estão afetando as variáveis da coluna.

Como na matriz estão contidos diversos setores da economia, optou-se por analisar, a partir da classificação do Economática, o segmento de Finanças e Seguros, que abrange a maioria dos papéis: ITUB4 (ItaUnibanco), BBDC4 (Bradesco), BBAS3

(Banco do Brasil), o segmento Petróleo e Gás que abrangem os papéis: PETR4 e PETR3, ambas referente às empresas Petrobras e a R_VALE5 (Vale do Rio Doce) já que apresentou maior contribuição marginal de risco dentro da matriz de efeito contágio.

De acordo com as estimações, pode-se verificar que o R_ITUB4, quando comparado apenas com empresas do seu mesmo segmento, gera uma maior contribuição marginal de risco para os demais papéis, com um impacto de -3,33 sobre o R_BBAS3 e de -1,98 sobre o R_BBDC4. Quando a análise se inverte, tem-se que o impacto que o R_BBDC4 causa no R_ITUB4 é de -2,05 e no R_BBAS3 é de -2,80. Já entre R_BBAS3 e R_BBDC4 o contágio é maior por parte da R_BBDC4 com a R_BBAS3 com um valor de -3,30. Enquanto que o inverso se tem -2,76. Essa diferença permite a identificação da empresa que mais sofre os efeitos do risco de mercado, sinalizando, portanto, qual resposta de contágio é dominante. A figura 2 ilustra esse exemplo.

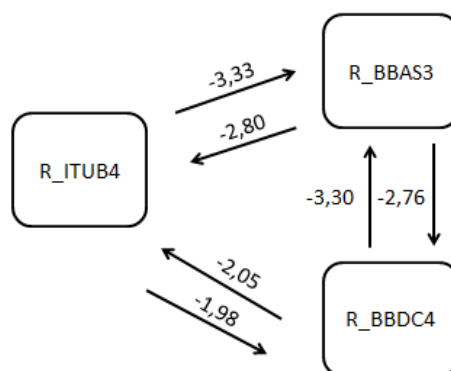


Figura2 - Efeito contágio das empresas do segmento de Finanças e Seguros, a partir do Ranking de liquidez das empresas listadas na Economática.

Fonte: Elaboração Própria.

Já a análise que pode ser feita entre os papéis referente à empresa Petrobrás (R_PETR3 e R_PETR4) é com relação aos demais papéis existentes na matriz, pois apenas a análise entre a R_PETR3 e R_PETR4 não gera impactos significativos. Tanto é que o valor do contágio entre elas foi o mesmo, ou seja, a contribuição marginal de risco foi de -1,04.

De acordo com a tabela 3, o R_PETR4 tem um maior efeito sobre o R_BBAS3, apresentando uma contribuição marginal de -3,67, enquanto que o menor efeito recai sobre o R_PETR3 com -1,04. O R_PETR3 também tem um maior efeito contágio sobre o R_BBAS3 com -3,77. Isto pode evidenciar o poder econômico que a Petrobras tem diante da economia, ao encontrar-se num momento de *distress*.

O papel da empresa Vale do Rio Doce, o R_VALE5, foi o que apresentou dentro na de efeito matriz contágio a maior contribuição marginal de risco no mercado com -3,92 sobre o R_BBS3. É um resultado interessante, pois a Vale é a segunda empresa mais líquida da BM&FIBOVESPA.

Outra análise interessante que se pode mostrar (figura 3) é com relação aos papéis da Petrobras e da Vale do Rio Doce, por serem a primeira e segunda empresa mais líquidas do mercado brasileiro, respectivamente. Observa-se pela figura 3 que, em alguns momentos, a Petrobras se sobrepõe a Vale, em termos de contribuição marginal do risco no mercado, e em outros a Vale se sobrepõe a Petrobrás. Entretanto, o maior valor observado foi do R_VALE5 com a R_PETRO3 com -3,22. Assim, a vale

gera mais contágio em cima da Petrobrás do que o inverso, já que o inverso foi de -2,93. O menor valor apresentado foi do R_PETRO4 com o R_VALE5, -2,84.

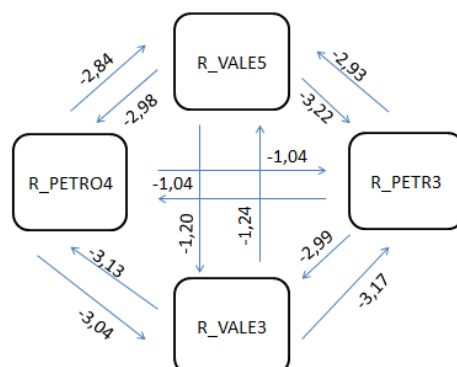


Figura 3 - Efeito contágio entre as duas empresas mais líquidas listadas na BM&FBOVESPA.
Fonte: Elaboração Própria.

5. CONCLUSÃO

Apesar dos estudos sobre risco sistêmico já estarem bastante inseridos nas pesquisas acadêmicas em Finanças, a medida CoVar desenvolvida por Adrian e Brunnermeier (2011) é considerada relativamente recente tanto na literatura internacional, quanto na literatura nacional, principalmente.

Em se tratando dessas evidências para a amostra das dez empresas mais líquidas inseridas na BM&FBOVESPA, os resultados indicaram principalmente que:

- i) Dependendo do ambiente que se considera, mais arriscado ou não, as empresas mostram posturas diferentes frente ao mercado (visto isto ao modificar o quantil);
- ii) Não existe um segmento que predomine na contribuição marginal para o valor em risco do mercado;
- iii) A empresa que apresentou a maior contribuição marginal para o valor em risco nos três quantis 1%, 5% e 10% foi a R_PETRO4 com -4,50, -2,34 e -1,63, respectivamente;
- iv) O R_ITUB4, quando comparado apenas com empresas do seu mesmo segmento, gera uma maior contribuição marginal de risco para os demais papéis, com um impacto de -3,33 em cima do R_BBAS3 e de -1,98 sobre o R_BBDC4;
- v) O papel da empresa Vale do Rio Doce, o R_VALE5 foi o que apresentou dentro na matriz de efeito contágio, a maior contribuição marginal de risco no mercado com -3,92 sobre o R_BBS3. É um resultado interessante, pois a Vale é a segunda empresa mais líquida da BM&FIBOVESPA;
- vi) O VaR, frente ao método CoVaR, não se mostrou eficiente.

Tais considerações tornam-se importantes, pois ao identificar os papéis que exercem maiores riscos sistêmicos sobre o mercado acionário, permitem-se a adoção de mecanismos de proteção e monitoramento de risco, isto é, de medidas macroprudenciais. É o caso, por exemplo, da Petrobrás que passa por denúncias de corrupção e que pelos resultados mostrados aqui indicam que isso afeta o mercado como um todo, devido a sua representatividade. Mesmo ela não sendo a empresa que apresentou maior contribuição marginal de risco na matriz de efeito contágio, foi a

empresa que mais se manteve nas primeiras posições de risco, independente do quantil considerado.

Por fim, cabem ressaltar que os resultados aqui apresentados se limitam as ações analisadas. Por isso não podem ser generalizados, pois representam apenas um recorte da realidade em questão, apesar de tais limitações não invalidarem o estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADRIAN, T.; e BRUNNEMEIER, M.; K. CoVaR. NBER Working Paper, 17454, 1–43, 2011.

ALMEIDA, A. T. C.; FRASCAROLLI, B. F.; CUNHA, D.R. **Medidas de Risco e Matriz de Contágio: Uma Aplicação do CoVaR para o Mercado Financeiro Brasileiro.** *Revista Brasileira de Finanças*. Rio de Janeiro, vol. 10, núm. 4, p. 551-584, 2012.

ARAÚJO, G.S.; LEÃO, S. **Risco sistêmico no mercado acionário brasileiro: Uma abordagem pelo método CoVaR.** *Trabalhos para discussão. Banco Central do Brasil*. n 307, p. 1 – 21, 2013.

ARIAS, M.; MENDOZA, J.C.; REYNA, D.P. Applying CoVaR to Measure Systemic Market Risk: the Colombian Case. *Anais de Conferência IFC: initiatives to address data gaps revealed the financial crisis*. Vol 34, p 351 – 364, 2010. Disponível em: <<https://www.bis.org/ifc/publ/ifcb34w.pdf>>. Acesso em: 30 dez. 2014.

BERNARDI, M.; GAYRAUDI, G.; PETRELLA, L. Bayesian inference for CoVaR. arXiv.org. Vol 1, p 1- 39, 2013. Disponível em:<<http://arxiv.org/pdf/1306.2834v3.pdf>>. Acesso em: 03 jan, 2014.

BM&FBOVESPA. **Dados Históricos.** São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/Indices/download/IBovespa.pdf>>. Acesso em: 30 dez. 2014

CARDOSO, V.M.M. **Indicadores de quantificação de risco sistêmico: Aplicação do Δ COVAR aos bancos Portugueses.** Trabalho final de Mestrado. Mestrado em Finanças. Instituto Superior de economia e gestão. Universidade Técnica de Lisboa. Ano, 2012.

JORION, P. **Value at risk – the new benchmark for managing financial risk.** 3^o Edition. Mcgraw-Hill Company, New York, 2007.

KONKER, R. **Quantile Regression.** Cambridge University Press. New York, 2005.

MORGAN, J.P./REUTERS. **RiskMetrics Technical Document.** New York, Dez, 1996.

TRISTÃO, D.S.; PORTUGAL, M.S. **CoVaR como medida de contribuição ao risco sistêmico, aplicado às instituições do sistema financeiro brasileiro.** 13^o Encontro Brasileiro de Finanças. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/ppge/pcientifica/2013_16.pdf>. Acesso em jun. 2015.