

**CONTRIBUIÇÃO MARGINAL SISTÊMICA DO SETOR FINANCEIRO AO MERCADO ACIONÁRIO DO BRASIL EM CRISES MUNDIAIS: SUBPRIMES, DÍVIDA EUROPEIA E COVID-19<sup>1</sup>****SYSTEMIC MARGINAL CONTRIBUTION OF THE FINANCIAL SECTOR TO THE BRAZILIAN STOCK MARKET IN WORLD CRISES: SUPPLIES, EUROPEAN DEBT AND COVID-19****Aline Moura Costa da Silva**

Doutora em Ciências Contábeis (UnB)  
Universidade Federal Fluminense (UFF)  
[alinemoura@id.uff.br](mailto:alinemoura@id.uff.br)

**Verônica Auxiliadora Gomes Batista**

Graduanda em Ciências Contábeis (UFF)  
Universidade Federal Fluminense (UFF)  
[veronica.gomes212@gmail.com](mailto:veronica.gomes212@gmail.com)

**Yasmin Caroline Santiago dos Santos**

Graduanda em Ciências Contábeis (UFF)  
Universidade Federal Fluminense (UFF)  
[yasmincaroline@id.uff.br](mailto:yasmincaroline@id.uff.br)

**Thayrone Baptista de Freitas**

Graduando em Ciências Contábeis (UFF)  
Universidade Federal Fluminense (UFF)  
[thayronebaptista@id.uff.br](mailto:thayronebaptista@id.uff.br)

**Jássia dos Santos Barbosa**

Graduanda em Ciências Contábeis (UFF)  
Universidade Federal Fluminense (UFF)  
[jassiabarbosa@id.uff.br](mailto:jassiabarbosa@id.uff.br)

**RESUMO**

**Objetivo:** Analisar a contribuição em risco do setor financeiro ao risco do mercado acionário brasileiro, considerando as seguintes crises mundiais: dos *subprimes* (jul/2007-dez/2008); da dívida europeia (mai/2010-dez/2012); e do Covid-19 (dez/2019-mar/2020).

<sup>1</sup> Artigo recebido em: 04/05/2020. Revisado por pares em: 29/01/2021. Reformulado em: 18/01/2021. Recomendado para publicação: 07/04/2021 por Marco Aurélio dos Santos (Editor Adjunto). Publicado em: 31/08/2021. Organização responsável pelo periódico: UFPB

**Fundamento:** Por ser capaz de afetar diversas economias de forma generalizada, o risco sistêmico e o efeito contágio são temas em constante estudo na literatura em finanças. Em adição, o setor financeiro, pela interação com os demais setores econômicos, é considerado um dos setores mais sensíveis da economia.

**Método:** Para alcançar o objetivo proposto neste artigo, foi utilizado o modelo de gerenciamento de risco denominado *Conditional Value at Risk* (CoVaR), de Adrian e Brunnermeier (2016). A amostra contemplou os retornos diários reais dos índices representativos do setor financeiro e do mercado acionário brasileiro, coletados na base de dados Economática, e o período analisado iniciou-se em janeiro de 2007, finalizando-se em março de 2020, com um total de 3.268 observações.

**Resultados:** Os principais resultados sugerem que no período de crises mundiais, exceto na da dívida europeia, a contribuição em risco do setor financeiro ao mercado acionário brasileiro sofreu um aumento se comparado com os períodos de calmaria. Adicionalmente, na crise do Covid-19 tal contribuição de risco foi a maior entre os períodos observados.

**Contribuição:** Os achados podem auxiliar a academia, os investidores, órgãos reguladores e governamentais, em uma melhor compreensão acerca dos efeitos de uma crise mundial sobre o mercado acionário de um país, bem como na identificação da sensibilidade do setor financeiro em períodos de estresse, possibilitando que medidas para a supervisão da crise sejam adotadas.

**Palavras-chave:** Risco sistêmico. Efeito contágio. Setor financeiro. CoVaR. Crises mundiais.

## ABSTRACT

**Objective:** To analyze a risk contribution of the financial sector to the risk of the Brazilian stock market, considering the following global crises: of subprimes (jul/2007-dec/2008); European debt (may/2010-dec/2012; and Covid-19 (dec/2019-mar/2020)..

**Background:** Because it is capable of changing several generalized forms, systemic risk and the contagion effect are subjects that are constantly studied in the finance literature. In addition, the financial sector, because the interaction with other economic sectors, is considered one of the sectors most susceptible by the economy.

**Method:** To achieve the objective proposed in this article, the risk management model called Conditional Value at Risk (CoVaR), by Adrian and Brunnermeier (2016), was used. The sample includes the real daily returns of the representative indices of the financial sector and the Brazilian stock Market, collected by the Economática database, and the analyzed period started in January 2007, ended in March 2020, with a total of 3,268 observations.

**Results:** The main results suggested for the period of world crisis, except for European debt, contribute to the risk of the financial sector to the Brazilian stock market and cause an increase in calm consumption. In addition, in the Covid-19 crisis, the risk contribution was the highest among the observed economies.

**Contribution:** The findings can assist academics, investors, regulators and taxes in better assessing the effects of a global crisis on a country's drive market, as well as identifying the sensitivity of the financial sector in stress studies, making it possible for measures to be adopted for the supervision of the crisis.

**Keywords:** Systemic risk. Contagion effect. Financial sector. CoVaR. World crises.

## 1. INTRODUÇÃO

O setor financeiro, de maneira geral, é considerado um dos setores mais sensíveis da economia. Nesse sistema, os agentes econômicos, ainda que de maneira indireta, interagem entre si, proporcionando a criação de relações de interdependência de maneira que os valores reservados

na poupança de alguns indivíduos estejam associados ao investimento de outros. Assim, nessa lógica, o lucro de um indivíduo é diretamente responsável pelo rendimento do outro (Bernal, Gnaibo, & Guilmin, 2014).

Em face à importância do setor financeiro na economia como um todo, o risco sistêmico proveniente de tal setor tem sido assunto que inspira preocupação na esfera de diversos organismos internacionais e de autoridades responsáveis pela sua supervisão. As pesquisas científicas relacionadas ao assunto têm se esforçado para encontrar características equivalentes e que possam sinalizar, de maneira prévia, a proximidade da crise envolvendo o setor (Browlees et al., 2020).

O risco sistêmico pode ser conceituado como sendo o efeito de uma situação de risco em uma instituição financeira incidindo no sistema financeiro de maneira geral, ou seja, é causado por uma instabilidade potencialmente grave que acomete o sistema financeiro e que, dessa forma, é capaz de alcançar os mais fortes personagens do mercado financeiro. Nesse contexto, cabe ressaltar que, em setembro de 2008, com o colapso do *Lehman Brothers* – banco de investimentos dos Estados Unidos da América (EUA) que declarou falência nesse período, houve uma concentração de risco em determinados setores da economia por causa da estreita ligação dos mercados financeiros, como consequência de um processo de globalização econômica. Desse modo, o pedido de falência de determinada instituição bancária pode interferir e provocar uma falência de todos os demais bancos, além de outros setores da economia (Girardi & Ergün, 2013; Ji, Liu, & Fan, 2020).

Segundo Acharya et al. (2017) e Reboredo e Ugolini (2015), risco sistêmico é aquele capaz de afetar diretamente a economia de uma maneira generalizada, sendo complexa sua diminuição, uma vez que interfere a economia de forma geral e, por esse motivo, é também responsável por impactar os preços das ações.

A despeito da dificuldade em atenuar o risco sistêmico, tornou-se essencial quantificá-lo para que seja possível o processo de tomada de decisões, já que o regulamento macro prudencial demanda uma avaliação a respeito da posição de uma instituição financeira específica que pode prejudicar o desempenho de outras instituições, relacionadas ou não. Isso também é fundamental para especificar o quanto de capital determinada instituição financeira necessita acumular, com a finalidade de, eventualmente, cobrir esse tipo de risco (Bao, Wu, & Li, 2020).

Vu (2020) enfatiza que os riscos sistêmicos, normalmente, são indicados por meio de pequenos avisos, de modo que é possível considerar como um sinal, a título de exemplo, as situações em que determinada instituição financeira não possui recursos o suficiente para adimplir a sua obrigação com a outra. Nesse âmbito, muito embora os motivos que justifiquem a existência do risco sistêmico não estejam completamente esclarecidos, Wang et al. (2019) destacam algumas possíveis causas relacionadas a ele, entre elas: o pânico bancário; a crise bancária, que acontece em decorrência da queda nos preços dos ativos; o efeito contágio, além dos efeitos comportamentais provenientes da chamada “*incerteza knightiana*”, sendo essa incerteza relacionada a um evento futuro que incorpora uma determinada situação em que não é, e nem pode ser, previamente conhecida.

No que tange o efeito contágio é sabido que o aumento da integração e interdependência entre as economias do mundo, intensificado pelo processo de globalização, tem exacerbado as relações entre o mercado financeiro de diversos países. Com essa interdependência, os desequilíbrios financeiros ocorridos na economia de um país podem se propagar de maneira inesperada e intensa à economia de outros países, inclusive com características econômicas diferentes, podendo caracterizar uma crise financeira (Perobelli, Vidal, & Securato, 2013).

Durante períodos de crise financeira muitos mercados apresentam comportamentos inesperados, além de movimentos de queda nos preços das ações e baixa liquidez, afetando a negociação de ativos. Esse processo de propagação provoca um efeito conhecido como contágio que, conforme Kaminsky e Reinhart (1999), tem relação com o aparecimento de uma crise no mercado cambial de

um determinado país e, como consequência, aumenta a instabilidade econômica mundial, podendo ocasionar uma crise financeira na economia de outro país.

Para Forbes e Rigobon (2002) a integração preexistente entre as economias dos países tende a se intensificar durante um período de crise financeira, sendo suficiente para desestruturar a transmissão de choques entre dois países. Quando ocorre um aumento anormal na intensidade das relações econômicas é classificado como efeito contágio, ou seja, desequilíbrios ou choques na economia de um determinado país são transmitidos e contagiam a economia de outro país, mesmo que os dois apresentem estruturas econômicas diferentes.

É importante salientar que não há uma definição previamente estabelecida para efeito contágio (Freire, 2016). Contudo, uma habitual é a abordagem feita por Dornbusch, Park e Claessens (2000), consistindo na propagação de perturbações no mercado acionário de um país para outro, em um processo de co-movimento nas taxas de câmbio, ações, títulos e fluxos de capital. Definição a qual se aproxima da apresentada por Forbes e Rigobon (2002), que diferencia o efeito contágio da interdependência, visto que essa ocorre quando o choque provoca um aumento normal ou pouco significativo no co-movimento, e o contágio, por sua vez, apresenta um aumento anormal e brusco no co-movimento.

Em adição, King e Wadhvani (1990) afirmam que para a existência de um efeito contágio, a intuição é que exista uma alteração na força da propagação de choques durante um período de agitação, em relação a um período de tranquilidade. Logo, o efeito acontece quando a transmissão de choques entre as economias nos períodos turbulentos ocorre de maneira brusca em comparação com a transmissão que ocorre em períodos estáveis e sem crise (Freire, 2016).

Importa destacar que a ocorrência do efeito contágio pode influenciar os investidores a reestruturarem seus investimentos em diversos mercados, isto é, ocasionar impactos nas decisões tomadas pelos investidores nas carteiras formadas por ações de diversos países – carteiras diversificadas internacionalmente, uma vez que quedas dos valores dos ativos financeiros de um país afetariam os valores dos ativos de outros países (Dornbusch, Park, & Claessens, 2000). Dessa maneira, uma maior dependência entre os mercados acionários, durante um período de crise ou desequilíbrio financeiro pode diminuir ou anular o efeito de minimização de riscos provenientes da diversificação de carteiras de ativos conforme a Teoria do Portfólio, evidenciada por Markowitz em 1952 (Perobelli, Vidal, & Securato, 2013).

Com base no exposto, tendo em vista a gravidade de uma crise sistêmica provocada por um efeito contágio, há na literatura diversos modelos de gerenciamento de risco sistêmico, entre os quais se destaca o modelo *Conditional Value at Risk* (CoVaR), elaborado, inicialmente em 2008, por Adrian e Brunnermeier, com *paper* final em 2016.

O modelo CoVaR busca identificar a contribuição marginal do valor em risco de uma instituição sobre o risco de outra instituição (Adrian & Brunnermeier, 2016), como, por exemplo, a contribuição do valor em risco do setor financeiro de um determinado país ao risco de seu mercado acionário.

Em face à relevância do tema, a presente pesquisa busca responder a seguinte questão de pesquisa: Como o risco do setor financeiro brasileiro contribuiu, de forma quantitativa, para o risco de seu mercado acionário, por meio do modelo CoVaR, considerando as seguintes crises mundiais: crise financeira de 2008; crise da dívida europeia; e crise do Covid-19?

Esse tipo de análise colabora para que sejam criados mecanismos para a supervisão que servirão para uma regulamentação macro prudencial, como também micro prudencial, sendo que a supervisão macro prudencial concentra os esforços em destinar a atenção no sistema financeiro de maneira generalizada, enquanto que a supervisão micro prudencial possui objetivos específicos, quais sejam: garantir a efetiva solvência e a solidez financeira de das instituições ao longo do tem-

po e, conseqüentemente, a estabilidade do sistema financeiro. Além disso, essa supervisão visa a segurança dos fundos das instituições (Freire, 2016; Acharya et al., 2017).

## 2. ESTUDOS ANTERIORES

Em pesquisas científicas é importante informar estudos que contemplem a metodologia empregada. De tal modo, o presente tópico apresenta estudos que aplicaram o modelo CoVaR em suas análises.

Gong et al. (2019) analisaram como uma empresa financeira individual pode contribuir para o aumento do risco sistêmico por meio de três tipos de medição: CoVaR, *Expected Shortfall* Marginal (MES) e índice de risco sistêmico (SRISK). A estrutura metodológica proposta é aplicada aos bancos, valores mobiliários e companhias de seguros dos mercados financeiros chineses. A amostra contemplou 2.496 observações e o período analisado foi de 26 de setembro de 2007 a 28 de dezembro de 2017. Esse período engloba períodos de tranquilidade e de crise, como a crise dos *sub-primes* dos EUA e a crise da dívida soberana na Grécia. A pesquisa apontou que, principalmente, durante uma crise financeira, o sistema financeiro pode ser afetado por uma empresa individual já que durante esse período é criada uma interconectividade casual mais propensa ao efeito contágio e, conseqüentemente, ao risco sistêmico.

Fang et al. (2017) investigaram as contribuições das ações do Grupo dos 7 (G7) e do grupo Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul (BRICS) para o risco sistêmico no mercado financeiro durante a crise financeira de 2007 a 2009, baseado na Correlação Condicional Dinâmica Assimétrica (ADCC) e no modelo CoVaR, com distribuição *skewed-t*. Foram estudadas 12 economias durante o período da crise e suas respectivas contribuições ao risco sistêmico global, com uma análise realizada em três etapas. Na primeira etapa foi calculado o *Value at Risk* (VaR) para cada economia, estimando o modelo *Exponencial GARCH*. Depois foi estimado um modelo GARCH bivariado com uma correlação com ADCC para detectar os retornos individuais das economias no mercado individual. Na etapa final, foi aplicado o modelo CoVaR para todo o sistema financeiro e período analisados. Como resultado, os autores verificaram que os mercados desenvolvidos contribuíram mais para o risco sistêmico do que os mercados emergentes. Porém, o Brasil, entre todos os mercados, cooperou mais para o risco sistêmico global em momentos de crise, perdendo apenas para os EUA. Adicionalmente, o Japão apresentou o menor nível de risco sistêmico global.

Fernandes, Vêras Machado e Nóbrega Cavalcante (2017), por sua vez, avaliaram as ações mais líquidas da Brasil, Bolsa e Balcão (B3), com o objetivo de demonstrar como as variações nas séries de retornos das ações e do mercado geram e sofrem externalidades negativas entre si, a partir do modelo CoVaR. Foi analisado o período de 1994 a 2015, com empresas que tinham ações listadas na bolsa de valores brasileira. Como metodologia foi utilizado o método de estimação de regressão quantílica para o cálculo do CoVaR. Os resultados obtidos evidenciaram que uma determinada ação pode ter impacto negativo no mercado acionário brasileiro e que, quanto mais líquida for a ação, menor é a sua contribuição marginal de risco.

Liu e Yang (2016) analisaram como a relação entre as carteiras de *carry-trade* e a bolsa de valores poderia ser afetada com o risco sistêmico mediante o modelo CoVaR. Para isso utilizaram os mercados financeiros dos EUA, Europa e Ásia, durante períodos de crise, cobrindo a bolha da Internet (2000-2001), a crise financeira (2007-2009) e a crise da dívida europeia (2010-2012). Nesse estudo foi verificado que o mercado de *carry-trade* contém maior risco sistêmico no mercado de ações dos EUA, enquanto na Europa e Ásia ele é relativamente menor, o que sugere que as carteiras de *carry-trade* sejam afetadas pelo mercado de ações e que esse comportamento seja particularmente grave durante crises financeiras. Adicionalmente, esse contágio sistêmico foi significativo, sobretudo, durante a bolha da internet (2000-2001) e a crise financeira nos EUA (2007-2009).

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Dados

A amostra contempla os retornos diários reais do Índice BM&FBOVESPA Financeiro (IFNC), esse representando o setor financeiro brasileiro, e o retorno real do Índice Bovespa (Ibovespa), retratando o mercado acionário brasileiro. Com isso, os preços diários do IFNC e do Ibovespa, ajustados em relação à inflação (deflacionados) foram transformados em retorno, conforme a Equação 1. Com essa transformação, as séries desses índices apresentaram comportamento estacionário, dispensando, então, a aplicação do teste de estacionariedade nas séries das variáveis. Cabe destacar que os dados foram coletados da base de dados Económica.

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

onde,  $R_t$  é o retorno do IFNC ou do Ibovespa no período  $t$ ;

$P_t$  é o preço deflacionado do IFNC ou Ibovespa no período  $t$ ; e

$P_{t-1}$  é o preço deflacionado do IFNC ou do Ibovespa no período  $t-1$ .

O período analisado inicia-se em janeiro de 2007 e finaliza-se em março de 2020, contemplando as seguintes crises mundiais: crise dos *subprimes* dos EUA, a crise da dívida europeia e a crise do Covid-19. O período de análise iniciado em janeiro de 2007 justifica-se pelo fato de a crise dos *subprimes* ter ocorrido nesse ano; o término do período amostral justifica-se por ser o período em que tal pesquisa foi realizada.

Com o objetivo de analisar a contribuição de risco do setor financeiro brasileiro ao seu mercado acionário, inicialmente, verificou-se se o período analisado sofreu quebra de estrutura em face às crises supramencionadas, o que auxiliou inclusive para identificar os períodos de calma e de estresse, apresentados na Tabela 1. Essa análise foi realizada por meio do teste Chow de quebra estrutural.

Para a realização do teste de Chow, Brooks (2014) informa que a amostra deve, primeiramente, ser dividida em subperíodos para que os parâmetros desses sejam estimados. Tal subdivisão visa destacar momentos de instabilidade no período analisado oriundo, por exemplo, de crises mundiais, que podem ter provocado mudança estrutural na relação entre o regressando e os regressores. Com isso, através da estatística F, a igualdade dos conjuntos de parâmetros é testada, tendo como hipótese nula ( $H_0$ ) a igualdade dos parâmetros (ausência de quebra estrutural), isto é, os termos de erros nas regressões dos subperíodos são distribuídos normalmente com a mesma variância ( $(u_{1t} \sim N(0, \sigma^2)$  e  $u_{2t} \sim N(0, \sigma^2)$ ).

Em um segundo momento, após o teste de quebra estrutural, calculou-se o  $\Delta\text{CoVaR}$  para os períodos de calma e de estresse, possibilitando verificar como o risco do setor financeiro contribuiu para o risco do mercado acionário brasileiro nesses períodos.

Em face ao exposto, o  $\Delta\text{CoVaR}$  foi calculado conforme a Tabela 1:

Tabela 1 - Períodos em que o  $\Delta\text{CoVaR}$  foi calculado

$\Delta\text{CoVaR}$ calculado	Subperíodos analisados	Momento
$\Delta\text{CoVaR}(1)$	jan/2007 a jun/2007	Calmaria
$\Delta\text{CoVaR}(2)$	jul/2007 a dez/2008	Estresse
$\Delta\text{CoVaR}(3)$	jan/2009 a abr/2010	Calmaria
$\Delta\text{CoVaR}(4)$	mai/2010 a dez/2012	Estresse
$\Delta\text{CoVaR}(5)$	jan/2013 a 27/12/2019	Calmaria

Fonte: Elaboração própria

Com base na Tabela 1, observa-se que a amostra foi subdividida em 6 (seis) períodos, sendo 3 (três) para períodos em que ocorreram crises mundiais (estresse) e 3 (três) sem considerar tais crises (calmaria). É importante salientar que o presente artigo considera as crises mundiais dos *subprimes*, europeia e Covid-19. Logo, as crises internas (locais) não foram objetos de estudo.

### 3.2 Modelo CoVaR e método de estimação

#### 3.2.1 Modelo CoVaR

De acordo com Adrian e Brunnermeier (2016), o modelo CoVaR é uma extensão do VaR, sendo o  $VaR_{iq}$  implicitamente definido como o quantil  $q\%$ , ou seja,

$$Pr Pr (X^i \leq VaR_q^i) = q\% \quad (2)$$

onde,  $X^i$  é o retorno (perda) da instituição  $i$  para o qual  $VaR_q^i$  é estabelecido. Assim, o  $VaR_q^i$  é normalmente um número positivo quando  $q > 50$ , segundo a convenção de sinais comumente utilizada. Portanto, maior risco corresponde a um  $VaR_q^i$  mais alto.

Os mesmos autores evidenciam que o  $CoVaR_q^{j|C(X^i)}$  refere-se ao VaR da instituição  $j$  condicional a algum evento  $C(X^i)$  da instituição  $i$ . Ou seja,  $CoVaR_q^{j|C(X^i)}$  é implicitamente definido como o  $q\%$ -quantil da distribuição de probabilidade condicional.

$$Pr Pr (X^j | C(X^i) \leq CoVaR_q^{j|C(X^i)}) = q\% \quad (3)$$

Adrian e Brunnermeier (2016) denotam que a parte do risco sistêmico de  $j$  que pode ser advinda de  $i$  é dada por:

$$\Delta CoVaR_q^{j|i} = CoVaR_q^{j|X^i=VaR_q^i} - CoVaR_q^{j|X^i=VaR_{50}^i} \quad (4)$$

#### 3.2.2 Método de estimação

Para Adrian e Brunnermeier (2016), as regressões quantílicas são uma maneira numericamente eficiente de estimar o CoVaR. No entanto, é interessante informar que tal regressão não é a única maneira de estimá-lo.

Baseando-se na regressão quantílica, os supramencionados autores informam que o valor previsto de tal regressão é dado por:

$$\hat{X}_q^{j|X^i} = \hat{\alpha}_q^i + \hat{\beta}_q^i X^i \quad (5)$$

onde,  $\hat{X}_q^{j|X^i}$  é o valor previsto para o  $q\%$ -quantil da instituição  $j$  condicionado ao retorno realizado  $X^i$  da instituição  $i$ . A partir da definição do valor em risco, segue-se que:

$$CoVaR_q^{j|X^i} = \hat{X}_q^{j|X^i} \quad (6)$$

Dessa forma,

$$CoVaR_q^{j|i} = VaR_q^{j|X^i=VaR_q^i} = \hat{\alpha}_q^i + \hat{\beta}_q^i VaR_q^i \quad (7)$$

onde,  $VaR^i$  pode ser obtido simplesmente como o  $q\%$ -quantil das perdas da instituição  $i$ . Logo,  $\Delta CoVaR_q^i$  é

$$\Delta CoVaR_q^{j|i} = CoVaR_q^{j|i} - CoVaR_q^{j|VaR_{50}^i} = \hat{\beta}_q^{j|i} (VaR_q^i - VaR_{50}^i) \quad (8)$$

onde,  $\hat{\beta}_q^{j|i}$  é estimado por meio de uma regressão quantílica em que a variável dependente é a variável  $j$  e a variável independente é a variável  $i$ . Assim, considerando o objetivo proposto na presente pesquisa (verificar a contribuição do risco do sistema financeiro ao risco do mercado brasileiro), a variável dependente é o retorno do IBovespa e a variável independente é o retorno do índice representativo do sistema financeiro brasileiro. Como se emprega a regressão quantílica, por convenção, utiliza-se o quantil 5%.

Cabe ressaltar que a estimação do modelo e os testes para a validação dos resultados foram realizados por meio do *software* estatístico *RStudio*.

#### 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Inicialmente realizou-se o teste Chow de quebra estrutural, a fim de verificar se os valores dos parâmetros do modelo se mantiveram iguais durante o período de tempo analisado. Com isso, dividiu-se a amostra em subperíodos, visando destacar as seguintes crises: a) Crise dos *subprimes* de 2008 (julho/2007-2008); b) Crise da dívida europeia (maio/2010-2012); e c) Crise do Covid-19 (dezembro/2019-março/2020). Após, foi aplicado o Teste F e seus resultados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Teste Chow de quebra estrutural

Crises Consideradas para a realização do Teste F	Valor calculado	GL	K
Subprimes, Dívida europeia e Covid-19	908,1673	1087	3
Subprimes	678,3781	371	1
Dívida europeia	3520,6465	662	1
Covid-19	1599,8912	57	1

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do *RStudio*.

Com base nos resultados apresentados na Tabela 2 e, ainda, considerando os valores críticos utilizados para a análise ( $\infty=2,6$ ;  $200=2,65$ ;  $60=4$ ;  $40=4,08$ ), é possível observar que houve quebra estrutural no período considerado em função das crises mundiais identificadas.

Em seguida, foram calculados os  $\Delta CoVaR$ , tendo seus resultados exibidos na Tabela 3.

Tabela 3 – Valor de cada  $\Delta\text{CoVaR}$ 

$\Delta\text{CoVaR}$ calculado	Períodos utilizado	Momento	$\Delta\text{CoVaR}$
$\Delta\text{CoVaR}(1)$	jan/2007 a jun/2007	Calmaria	-2,7277
$\Delta\text{CoVaR}(2)$	jul/2007 a dez/2008	Crise de 2008	-4,2874
$\Delta\text{CoVaR}(3)$	jan/2009 a abr/2010	Calmaria	-2,7299
$\Delta\text{CoVaR}(4)$	mai/2010 a dez/2012	Crise da dívida europeia	-1,8781
$\Delta\text{CoVaR}(5)$	jan/2013 a 27/12/2019	Calmaria	-1,9365
$\Delta\text{CoVaR}(6)$	30/12/2019 a mar/2020	Crise do Covid-19	-10,5383

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do RStudio.

Com base nos resultados demonstrados na Tabela 3, é possível verificar que no período em que ocorreu a crise financeira de 2008, o  $\Delta\text{CoVaR}$  apresentou um aumento em relação ao período de calmaria antecedente ( $\Delta\text{CoVaR}(1) = -2,7277$  (calmaria) e  $\Delta\text{CoVaR}(2) = -4,2874$  (crise financeira de 2008)). Isso significa que a contribuição de risco do setor financeiro brasileiro ao seu mercado acionário sofreu um aumento de 57% durante a crise dos *subprimes* dos EUA, em relação ao período analisado de pré-crise.

Conforme supramencionado, a crise financeira de 2008, impulsionada pela falência do Banco de investimento *Lehman Brothers*, provocou de forma sucessiva a quebra de outras instituições, culminando numa crise identificada como crise dos *subprimes*. Com o intuito de ultrapassar essa crise, o governo brasileiro implementou medidas para minimizar e proteger os seus efeitos no país, abrangendo as áreas fiscal, monetária, creditícia e cambial (Krugman, 2010). Entre tais medidas, houve a disponibilização, em novembro de 2008, de crédito no valor de R\$ 2 bilhões com o intuito de estimular o consumo em diversos setores, incluindo o setor de materiais de construção. Além disso, outra medida adotada pelo governo foi o aumento da oferta de crédito para o setor de automóveis, bem como a isenção do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), para os veículos com motor 1.0, e do Imposto sobre Operações Financeiras (IOF), a fim de incentivar o financiamento de motocicletas (Helleiner, 2010).

No período pós-crise financeira a contribuição em risco do setor financeiro ao mercado analisado diminuiu ( $\Delta\text{CoVaR}(3) = -2,7299$ ), chegando muito próximo ao valor que antecedia a crise. Esse decréscimo na contribuição em risco do setor financeiro ao mercado analisado, no período posterior a crise dos *subprimes*, possivelmente, pode ter relação com a adoção dos métodos propostos pelo Acordo de Basileia, em conjunto com o aprimoramento dos sistemas de controle de riscos. Nesse contexto, é importante salientar que em 1999 o Comitê da Basileia divulgou uma proposta de revisão do Acordo de Capital de 1988, o qual define critérios/regras para uma melhor segurança e preservação da solidez do sistema bancário mundial. Essa revisão culminou no denominado Novo Acordo de Capital da Basileia, Novo Acordo ou Basileia II, publicado em 2005.

No Brasil, a implementação desse Novo Acordo foi feita de maneira gradativa, visto que o cronograma de implantação das medidas, convencionado pelo Banco Central, compreendeu o período de 2006 a 2011 (Carvalho & Caldas, 2006).

Em julho de 2008, muitas medidas foram colocadas em prática, tais como: exigência de alocação de capital para cobertura do risco operacional e dos riscos de mercado de juros pós-fixados, *commodities* e ações; redução do percentual de alocação de capital para operações de varejo de 100% para 75%; aumento da alocação de capital para linhas em que o banco não pode suspender o crédito unilateralmente; a denominação do capital mínimo exigido dos bancos para cobrir perdas inesperadas (de Patrimônio Líquido Exigido para Patrimônio de Referência Exigido), consideran-

do seis tipos de risco: operacional, variação de ações, taxas de juros e preços de mercadoria e *commodities*, exposição em ouro, moeda estrangeira e variação cambial (Camargo, 2009).

Camargo (2009) ainda informa que, diferente da situação observada em outros países, no 1º semestre de 2008 o grau de participação dos bancos nacionais no ativo total do sistema bancário brasileiro era superior à participação dos bancos com controle estrangeiro, condição que contribuiu para que o país minimizasse o efeito da crise internacional iniciada em 2007. Os autores Pinheiro, Savóia e Securato (2015) corroboram esse entendimento ao informar que houve a presença dos grandes bancos de varejo e, nos últimos cinco anos, foi ampliada a participação dos bancos públicos federais. Com isso, a crise financeira internacional de 2008 pouco afetou a capacidade desse sistema. Os bancos brasileiros, em sua maioria, estavam adequados ao seu capital regulatório e mantinham exposições a riscos dentro de parâmetros aceitáveis, apoiando as visões de que o capital regulatório e a supervisão dos reguladores estavam intrinsecamente relacionados à estabilidade do setor bancário.

Outra medida que pode ter colaborado para essa baixa de contribuição de risco foi a adoção do depósito compulsório para conduzir a política monetária do país. Como afirmado por Mazzucchi e Meurer (2013), a utilização de depósitos compulsórios pode ser útil em períodos de turbulência nos mercados financeiros, em que o canal de juros de transmissão da política monetária não opera como em tempos normais, de calma. Com a restrição de financiamento externo e a contração do crédito interno, a liberação de recursos por meio da redução da alíquota de depósitos compulsórios pode ser utilizada com o objetivo de estabilizar a operação do sistema financeiro, em especial o mercado de crédito. Tais medidas possivelmente explicam a manutenção dos níveis de crédito no Brasil, como também em outros países como Colômbia e Peru, durante o período de 2009, em que a crise dos *subprimes* ainda provocava efeitos.

Ressalta-se, ainda, que durante o período em que ocorreu a crise da dívida europeia, o valor do  $\Delta\text{CoVaR}$  diminuiu ( $\Delta\text{CoVaR}(4) = -1,8781$ ), sendo inclusive o mais baixo entre os analisados na presente pesquisa. Ou seja, foi o período aqui avaliado em que o risco do setor financeiro brasileiro menos contribuiu para o risco do seu mercado acionário. Em adição, o período pós-crise da dívida europeia apresentou um aumento em torno de 3% no  $\Delta\text{CoVaR}$  ( $\Delta\text{CoVaR}(5) = -1,9365$ ), em relação ao anterior.

Uma possível explicação para o resultado acima, em especial para a baixa contribuição de risco do sistema financeiro ao mercado acionário brasileiro durante a crise da dívida europeia, está no Acordo de Basileia III, em 2010, fruto de uma revisão do Acordo de Capital Basileia II. Entre as mudanças realizadas, destacam-se: a incorporação do conceito de capital contracíclico, como medida de redução da possibilidade de alavancagem das instituições bancárias; e o conceito de capital de conservação, que é o capital adicional para minimizar possíveis perdas. Dessa maneira, aumentaram-se a quantidade e a qualidade do capital, segundo Pinheiro, Savóia e Securato (2015).

A despeito de o acordo da Basileia III ter vigorado no Brasil, de forma efetiva, no ano de 2013, Pinheiro, Savóia e Securato (2015, p. 348) informam que algumas medidas propostas no novo acordo já estavam parcialmente sendo adotadas no país e apenas precisavam ser ajustadas. Em março de 2013, o Banco Central do Brasil (BACEN) publicou as Resoluções CMN nº 4.192 e 4.193 as quais dispõem, respectivamente, sobre o patrimônio de referência e sobre a apuração dos requerimentos mínimos de capital. No que tange o Acordo de Basileia III, as normas apresentam diferenças relacionadas às regras de transição, visto que o BACEN já adotava um fator de risco de 11% que se ajustaria aos parâmetros do Comitê de Supervisão Bancária de Basileia. Em relação aos instrumentos que compõem o capital, o BACEN estabeleceu regras semelhantes às desse comitê.

Além das mudanças citadas anteriormente, o Acordo de Basileia III estabeleceu dois índices de liquidez que devem ser desempenhados pelos bancos internacionalmente ativos: o índice de cobertura de liquidez (*liquidity coverage ratio* – LCR), que considera questões de liquidez de curto

prazo; e o índice de financiamento líquido estável (*net stable funding ratio* – NSFR), o qual abrange as mesmas questões, mas em períodos longos. A liquidez bancária é importante em períodos de crise financeira, pois mediante seu monitoramento, através de índices, é possível antecipar os riscos sistêmicos (Cardoso et al., 2019). Sendo assim, a adoção dos índices de liquidez exprime uma das possíveis explicações para o resultado apresentado no presente estudo

No que se refere ao período que abrange a crise do Covid-19, o  $\Delta\text{CoVaR}$  foi o maior entre os analisados ( $\Delta\text{CoVaR}(6) = -10,5383$ ), com um aumento percentual de 145% em relação ao verificado na crise financeira de 2008. Logo, a crise do Covid 19, entre as aqui analisadas, foi a que evidenciou a maior contribuição em risco do sistema financeiro ao risco do mercado acionário brasileiro.

Em consonância com o informado anteriormente, a crise gerada pela pandemia do Covid-19 foi causada pelo coronavírus da síndrome respiratória aguda severa 2 (SARS-CoV-2). Tal vírus que teve inicialmente epidemia registrada na cidade de Wuhan, na China, se espalhou por diversos países da Europa e para as nações dos demais continentes, chegando à América do Sul e, conseqüentemente, ao Brasil (Pandey & Welley, 2020).

Em relação ao resultado aqui apresentado, uma possível explicação está no fato de a crise provocada pelo Covid-19 ser considerada uma pandemia de incerteza mundial, por afetar todo o comércio internacional e, por conseguinte, a economia, como observado por Conti (2020) ao informar que a incerteza mundial acometida por tal pandemia é muitas vezes maior do que a incerteza de pandemias passadas, o que possivelmente trará implicações para praticamente todos os setores econômicos, em diferentes níveis. Nesse contexto, um risco econômico grave é o de destruição das cadeias produtivas, que pode vir a provocar o desabastecimento de produtos essenciais ainda durante a pandemia, tornando a recuperação econômica ainda mais lenta. Esse risco é agravado pela queda geral do comércio internacional e por decisões recentes relacionadas à proibição de exportações de diversos produtos.

Ademais, entre as crises aqui analisadas, a gerada pela Covid-19 é a única relacionada a uma questão de saúde. Segundo a Comissão de Macroeconomia e Saúde (2001) uma força de trabalho saudável é importante para atrair investimento estrangeiro direto (IED). Alsan, Bloom e Canning (2006) afirmam que há várias razões pelas quais a saúde da população pode ser importante para atrair IDE. Evidências têm mostrado que a saúde é um componente integral do capital humano que aumenta a produtividade do trabalhador e estimula o crescimento econômico. Logo, é provável que altos níveis de capital humano na força de trabalho, em igualdade de condições, tornem um país mais atraente para investidores estrangeiros, mas, por outro lado, as altas taxas de absenteísmo ou rotatividade de trabalhadores devido à morbidade e mortalidade podem aumentar os custos de produção e impedir o IDE. Uma grande carga de doenças infecciosas também pode reduzir os fluxos de IDE para um determinado local se os investidores temerem por sua própria saúde ou a de seus funcionários.

Corroborando as más expectativas relacionadas à incerteza da pandemia gerada pelo Covid-19, Pandey e Welley (2020) afirmam que tal pandemia praticamente paralisou a economia mundial, com milhões de pessoas em quarentena ou distanciamento social, e as cadeias de suprimento globais, passando por um verdadeiro estado de caos.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo objetivou analisar a contribuição em risco do setor financeiro ao risco do mercado acionário brasileiro, mediante o modelo CoVaR, considerando as seguintes crises mundiais: dos *subprimes* de 2008, da dívida europeia e do Covid-19.

Com base nos resultados apresentados verificou-se que, exceto na crise da dívida europeia ( $\Delta\text{CoVaR}(4) = -1,8781$ ), nas demais crises o  $\Delta\text{CoVaR}$  sofreu um aumento se comparado com os pe-

ríodos de calma (períodos sem crise mundial). Com relação ao resultado encontrado durante a crise da dívida europeia, possivelmente, esse se deu em consequência de algumas medidas adotadas no Brasil e no mundo, como a atualização do Acordo de Basileia.

Ademais, observou-se que a crise do Covid-19, entre as analisadas, foi a que apresentou maior  $\Delta\text{CoVaR}$  ( $\Delta\text{CoVaR}(6) = -10,5383$ ), superando inclusive a crise dos *subprimes* ( $\Delta\text{CoVaR}(3) = -2,7299$ ). Provavelmente esse resultado é justificado pelo fato dessa crise ser classificada como uma pandemia, sem rápida solução, a qual, praticamente, paralisou a economia mundial. Vale ressaltar que o presente estudo foi elaborado durante o período inicial da crise Covid-19 no Brasil. Logo, as estimativas da contribuição de risco para tal crise podem ser ainda maiores.

Os achados encontrados nesta pesquisa podem auxiliar a academia, assim como os investidores, órgãos reguladores e governamentais, para uma melhor compreensão acerca dos efeitos de uma crise mundial sobre o mercado acionário brasileiro, além da identificação da sensibilidade do setor financeiro em períodos de estresse. Esses resultados possibilitam que medidas sejam adotadas para a supervisão da crise.

É importante informar que a presente pesquisa se limitou à análise do mercado acionário brasileiro, mediante o índice Bovespa, bem como às crises mundiais apresentadas no período analisado.

Por fim, em face à importância do tema risco sistêmico e efeito contágio, considerando ainda a sensibilidade do setor financeiro para a economia como um todo, é recomendado para pesquisas futuras que este estudo seja reaplicado em outros países, a fim de que seja realizada uma comparação dos resultados obtidos. Além disso, para o Brasil, é possível reaplicar o presente trabalho com a utilização de outros índices de mercado, como o índice Brasil (IBrX) ou o Índice Brasil 50 (IBrX-50), assim como a análise em diferentes quantis.

## REFERÊNCIAS

- Acharya, V. V., Pedersen, L. H., Philippon, T., Richardson, M. (2017). Measuring Systemic Risk. *The Review of Financial Studies*, 30 (1), p. 2-47. Doi: <https://doi.org/10.1093/rfs/hhw088>.
- Adrian, T., Brunnermeier, M. K. (2016). CoVaR. *The American Economic Review*, 106 (7), p.1705-1741.
- Almeida, A. T. C., Frascaroli, B. F., Cunha, D. R. (2012). Medidas de risco e matriz de contágio: uma aplicação do CoVaR para o mercado financeiro brasileiro. *Revista Brasileira de Finanças*, Rio de Janeiro, 10 (4), p. 551- 584. Doi: 10.12660/rbfin.v10n4.2012.3954.
- Alsan, M., Bloom, D. E., Canning, D. (2006). The Effect of Population Health on Foreign Direct Investment Inflows to Low- and Middle-Income Countries. *World Development*, 34 (4), p. 613–630. Doi: 10.1016/j.worlddev.2005.09.006.
- Bao, C., Wu, D., Li, J. (2020). Measuring Systemic Importance of Banks Considering Risk Interactions: An ANOVA-Like Decomposition Method. *Journal of Management Science and Engineering*, 3, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmse.2019.12.001>.
- Bernal, O., Gnabo, J. Y., Guilmin, G. (2014). Assessing the contribution of banks, insurance and other financial services to systemic risk. *Journal of Banking & Finance*, 47, p. 270-287. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2014.05.030>.
- Brooks, C. *Introductory Econometrics for Finance*, 3ª edition, Cambridge: Cambridge University Press, 2014.
- Browlees, C., Chabot, B., Ghysels, E., Kurz, C. (2020). Back to the Future: Backtesting Systemic Risk Measures during Historical Bank Runs and the Great Depression. *Journal of Banking & Finance*, 113. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2020.105736>.
- Camargo, Patrícia Olga. (2009). *A evolução recente do setor bancário no Brasil*. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 322p. Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/109128/ISBN9788579830396.pdf?sequence=2>.

- Cardoso, V. R. S, Campos, L. A., Dantas, J. A., Medeiros, O. R. (2019). Fatores relacionados à liquidez estrutural dos bancos no Brasil. *Revista Cont. Fin.*, São Paulo , 30 (80), p. 252-267. Doi: 10.1590/1808-057x201806350.
- Carvalho, D.B., Caldas, M. P. (2006). *Basileia II: Abordagem Prática para Acompanhamento de Risco Operacional em Instituições Financeiras*. Resenha BM&F, São Paulo. Disponível em: [http://www.febraban.org.br/Arquivo/Servicos/Imprensa/Artigo\\_BasileiaII.pdf](http://www.febraban.org.br/Arquivo/Servicos/Imprensa/Artigo_BasileiaII.pdf).
- Comissão de Macroeconomia e Saúde (Commission on Macroeconomics and Health) (2001). *Macroeconomics and health: Investing in health for economic development*. Geneva: World Health Organization.
- Conti, V. T. (2020). Crise tripla do Covid 19: um olhar econômico sobre políticas públicas de combate à epidemia. Working Paper. . Disponível em: <http://thomasvconti.com.br/wp-content/uploads/2020/04/Conti-Thomas-V.-2020-04-06.-Crise-Tripla-do-Covid-19-olhar-econ%C3%B4mico-sobre-as-pol%C3%ADticas-p%C3%ABlicas-de-combate-%C3%A0-pandemia.-Texto-para-discuss%C3%A3o.-Vers%C3%A3o-1.1.pdf>.
- Dornbusch, R., Park, Y. C., Claessens, S. M. (2000). Contagion: Understanding How It Spreads. *The World Bank Research Observer*, 15 (2), p. 177-97. Disponível em: <http://wbro.oxfordjournals.org>.
- Fang, L, Chen, B., Yu, H, Qian, Y. (2018). Identifying systemic important markets from a global perspective: Using the ADCC  $\Delta$ CoVaR approach with skewed-t distribution. *Finance Research Letters*, 24, p.137–144. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.frl.2017.08.002>.
- Fernandes, A. P., Veras Machado, M. A., Nóbrega Cavalcante, P. R. (2017). Risco sistêmico e efeito contágio à luz do método CoVaR: uma análise com as ações mais líquidas listadas na BM&FBovespa. *Gestão & Regionalidade*, 33 (99), p. 109-127. Doi: 10.13037/gr.vol33n99.4165.
- Forbes, K. J., Rigobon, R. (2002). No Contagion, Only Interdependence: Measuring Stock Market Comovements. *The Journal of Finance*, 57(5), p. 2223–2261.
- Freire, A. P. F. (2016). Efeito Contágio: Reflexões Sobre Seu Conceito à Luz dos Canais de Transmissão. In: *Congresso USP International Conference in Accounting*, 16., 2016, São Paulo. Anais São Paulo USP. Disponível em: <https://congressousp.fipecafi.org/anais/artigos162016/203.pdf>.
- Girardi, G., Ergün, A. T. (2013). Systemic risk measurement: Multivariate GARCH estimation of CoVaR. *Journal of Banking & Finance*, 37 (8), p.3169-3180. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2013.02.027>.
- Gong, X-L, Liu, X. H., Xiong, X., Zhang, W. (2019). Financial systemic risk measurement based on causal network connectedness analysis. *International Review of Economics and Finance*, 64, p. 290–307. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.iref.2019.07.004>.
- Helleiner, E. (2010). A Bretton Woods moment? The 2007–2008 crisis and the future of global finance. *International Affairs*, 86 (3), p. 619-636. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1468-2346.2010.00901.x>.
- Ji, Q., Liu, B. Y., Fan, Y. (2019). Risk dependence of CoVaR and structural change between oil prices and exchange rates: A time-varying copula model. *Energy Economics*, 77, p. 80-92. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.07.012>.
- Kaminsky, G. L, Reinhart. C. (1999). The twin crises: the causes of banking and balance-of-Payments problem. 1996. *The American Economic Review*, 89 (3), p.473-500. Disponível em: [https://www.macroconomics.tu-berlin.de/fileadmin/fg124/financal\\_crises/literature/Kaminsky\\_\\_Reinhart\\_\\_1999\\_.pdf](https://www.macroconomics.tu-berlin.de/fileadmin/fg124/financal_crises/literature/Kaminsky__Reinhart__1999_.pdf).

- King, M., Wadhvani, S. Transmission of Volatility between Stock Markets. *Review of Financial Studies*, 3 (1), p. 5-33, 1990.
- Krugman, P. (2010). A crise de 2008 e a economia da depressão. *Revista de Economia Política*, 30 (1), 180-182. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rep/v30n1/v30n1a12.pdf>.
- Liu, C. L., Yang, H. F. (2017). Systemic risk in carry-trade portfolios. *Finance Research Letters*, 20, p. 40–46. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.frl.2016.09.007>.
- Mazzucco, B. L. C., Meurer, R. (2013). Mudanças nos compulsórios e as ações dos bancos brasileiros. *Revista Brasileira de Finanças*, 11 (3), p. 399-420. Disponível em: <http://www.spell.org.br/documentos/ver/16146/mudancas-nos-compulsorios-e-as-acoed-dos-bancos-brasileiros>.
- Pandey, A., Welley, D. D. (2020). O que é pior para a economia: coronavírus ou crise global de 2008? *Revista Uol*. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2020/03/18/o-que-e-pior-para-a-economia-coronavirus-ou-crise-global-de-2008.htm?cmpid=copiaecola>.
- Perobelli, F. F. C., Vidal, T. L., Securato, J. R. (2013). Avaliando o Efeito Contágio entre Economias durante Crises Financeiras. *Estudos Econômicos*, 43 (3), pp. 557- 594. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0101-41612013000300005>.
- Pinheiro, F., Savóia, J., Securato, J. (2015). Basileia III: Impacto para os Bancos no Brasil. *Revista Contabilidade & Finanças*, 26 (69), p. 345-361. Doi: <https://doi.org/10.1590/1808-057x201500720>.
- Reboredo, J. C., Ugolini, A. (2015). Systemic risk in European sovereign debt markets: A CoVaR-copula approach. *Journal of International Money and Finance*, 51, p. 214-244. Doi: 10.1016/j.jimonfin.2014.12.002.
- Vu, A. N. (2020). On the impact of quantitative easing on credit standards and systemic risk: The Japanese experience. *Economics Letters*, 186. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2019.07.005>.
- Wang, J. N., Hsu, Y. T., Lee, J. M., Chen, C. C. (2019). Measuring Systemic Risk: Capital Shortfall and CSRISK. *International Review of Finances*. Doi: <https://doi.org/10.1111/irfi.12269>.