

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
ESPECIALIZAÇÃO EM ESTATÍSTICA E MODELAGEM
QUANTITATIVA**

Claudia Aline de Souza Ramser

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA VAR NO MERCADO DE AÇÕES
INTERNACIONAIS**

Santa Maria, RS
2018

Claudia Aline de Souza Ramser

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA VAR NO MERCADO DE AÇÕES
INTERNACIONAIS**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização Estatística e Modelagem Quantitativa da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Especialista em Estatística e Modelagem Quantitativa**

Orientador: Prof. Dr. Adriano Mendonça Souza

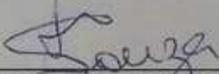
Santa Maria, RS
2018

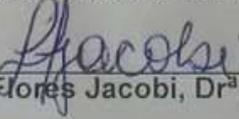
Claudia Aline de Souza Ramser

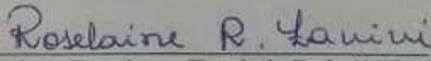
APLICAÇÃO DA METODOLOGIA VAR NO MERCADO DE AÇÕES
INTERNACIONAIS

Monografia apresentada ao Curso de
Especialização Estatística e Modelagem
Quantitativa da Universidade Federal de
Santa Maria (UFSM, RS), como requisito
parcial para obtenção do título de
**Especialista em Estatística e
Modelagem Quantitativa**

Aprovado em 07 de junho de 2018:


Adriano Mendonça Souza, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)


Luciane Flores Jacobi, Dr^a. (UFSM)


Roselaine Ruviano Zanini, Dr^a. (UFSM)

Santa Maria, RS

2018

RESUMO

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA VAR NO MERCADO DE AÇÕES INTERNACIONAIS

AUTOR: Claudia Aline de Souza Ramser

ORIENTADOR: Prof. Dr. Adriano Mendonça Souza

As constantes crises econômicas mundiais ocorridas durante o século XX criaram ciclos de prosperidade, e os países tentaram controlá-los para minimizar os resultados recessivos. Portanto, o objetivo desta pesquisa foi analisar os índices das ações dos países mais desenvolvidos e industrializados do mundo que fazem parte do Grupo 8. Assim, buscou-se analisar como os índices dos mercados de ações dos Estados Unidos, do Japão, da Alemanha, do Canadá, da França, da Itália, do Reino Unido e da Rússia se comportam entre si, no curto prazo. Estimou-se um modelo de vetores autorregressivos VAR (1), isto é, com uma defasagem, identificado pelos critérios de informação *Akaike Information Criterion* ($AIC=30,04844$) e *Bayesian Information Criterion* ($BIC=30,26366$). Os índices foram ordenados em função do seu grau de exogeneidade, classificados na sequência: índice da França (CAD 40), do Japão (NIKKEI), dos Estados Unidos (NASDAQ) e do Reino Unido (FTSE_100). A causalidade de Granger resultou nos índices possuírem uma relação causal e bicausal, o que significa a dependência entre as variáveis no estudo. A partir desse resultado, utiliza-se a função de impulso e resposta somente nas variáveis que possui a relação bicausal, que são: a França, representada pelo índice CAD 40, e a NASDAQ, dos Estados Unidos. Deste modo o teste identificou como um choque na CAD 40 e influenciou o comportamento da Nasdaq, quando ocorreu uma queda abrupta no valor do índice, mas seu comportamento se estabiliza no curto prazo. A decomposição de variância resultou a porcentagem que cada índice possui na formação do outro, o seu grau de autoexplicação ao longo do tempo. Portanto, concluiu-se que, por se tratarem de índices de países desenvolvidos, eles não dependem da economia dos países em estudo, com exceção da França e dos Estados Unidos.

Palavras-chave: Modelo de Vetor Autorregressivo; Causalidade de Granger; Impulso Resposta.

ABSTRACT

APPLICATION OF VAR METHODOLOGY IN THE INTERNATIONAL SHARE MARKET

AUTHOR: Claudia Aline de Souza Ramser
ADVSOR: Prof. Dr. Adriano Mendonça Souza

The constant global economic crises that occurred during the 20th century created cycles of prosperity, and countries tried to control them to minimize recessionary outcomes. Therefore, the objective of this research was to analyze the stock indices of the most developed and industrialized countries of the world that are part of Group 8. Thus, we sought to analyze how stock indices of the United States, Japan, Germany, Canada, France, Italy, the United Kingdom and Russia behave in the short term. We estimated a VAR (1) autoregressive vector model, that is, a lag, identified by the Akaike Information Criterion (AIC = 30.04844) and Bayesian Information Criterion (BIC = 30.26366). The indexes were ranked according to their degree of exogeneity, classified as follows: index of France (CAD 40), Japan (NIKKEI), United States (NASDAQ) and United Kingdom (FTSE_100). Granger's causality resulted in the indices having a causal and bicausal relationship, which means the dependence between the variables in the study. From this result, the impulse and response function is used only in the variables that have the bicausal relationship, which are: France, represented by the CAD 40 index, and the NASDAQ, from the United States. In this way the test identified as a shock in the CAD 40 and influenced the NASDAQ behavior when there was an abrupt fall in the value of the index, but its behavior stabilizes in the short term. The decomposition of variance resulted in the percentage that each index has in the formation of the other, its degree of self-explanation over time. Therefore, it was concluded that, because they are indices of developed countries, they do not depend on the economies of the countries under study, with the exception of France and the United States.

Keywords: Autoregressive Vector Model; Causation of Granger; Impulse Response.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo Conceitual.....	15
Figura 2 – Etapas da Pesquisa	16
Figura 3: Análise VAR.....	27
Figura 4 - Séries de índice das principais ações dos países integrantes do G8 em nível.....	29
Figura 5 – Impulso de resposta na variável de índice de ação da CAD 40, resposta no índice de ação da NASDAQ.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Critérios de Informação Akaike Information Criterion (AIC), Bayesian Information Criterion (BIC).....	30
Tabela 2 - VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests, ordenação das variáveis mais exógenas para menos exógenas.....	30
Tabela 3 – Relação de causalidade Teste de Causalidade de Granger	31
Tabela 4 – Estimação dos parâmetros do modelo VAR representado na ordem da mais exógena para menos exógena	32
Tabela 5 - Decomposição de Variância do índice de ações.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS

<i>ADF</i>	<i>Argumented Dickey-Fuller</i>
<i>AR</i>	<i>Autorregressivo</i>
<i>AIC</i>	<i>Akaike Information Criterion</i>
<i>BIC</i>	<i>Bayesian Information Criterion</i>
<i>CAD 40</i>	<i>Cotation Assistée en Continun</i>
<i>DAX</i>	<i>Deutscher Aktienindex</i>
<i>DF</i>	<i>Dickey-Fuller</i>
<i>FTSE</i>	<i>Financial Times Stock Exchange</i>
<i>KPSS</i>	<i>Kwiatkowski, Phillips, Schmidt and Shin</i>
<i>MOEX</i>	<i>Moscow Exchange</i>
<i>NASDAQ</i>	<i>National Association of Securities Dealers Automated Quotation</i>
<i>NIKKEI</i>	<i>NIKKEI Stock Average</i>
<i>TSX</i>	<i>Toronto Stock Exchange</i>
<i>VAR</i>	<i>Vetor Autorregressivo</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 TEMA DA PESQUISA	12
1.2 JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA DA PESQUISA	12
1.3 OBJETIVOS	13
1.3.1 Objetivo Geral	13
1.3.2 Objetivos Específicos	13
1.4 DELIMITAÇÃO DO TEMA	13
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	13
2 REVISÃO BIBLIOMÉTRICA	15
3 REVISÃO DE LITERATURA	21
3.1 O GRUPO 8	21
3.2 VETOR AUTORREGRESSIVO – VAR	22
3.3 TESTE DE RAÍZES UNITÁRIAS	24
3.4 TESTE DE CAUSALIDADE DE GRANGER	25
3.5 FUNÇÃO RESPOSTA AO IMPULSO	25
3.6 DECOMPOSIÇÃO DE VARIÂNCIA	26
4 MATERIAIS E MÉTODOS	27
5 RESULTADOS	29
6 CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

A partir da segunda metade do século XX, ocorre a expansão do comércio internacional, resultando uma nova relação global das grandes economias. O aumento das negociações do comércio internacional auxiliou o desenvolvimento dos meios de comunicação, modernização dos transportes e desenvolvimento de novas tecnologias, resultando na globalização econômica, de modo que produtos nacionais fossem reconhecidos mundialmente.

Devido a essa ampliação de vínculos comerciais e financeiros entre os países, surgiu a importância de criar um grupo para discutir temas globais, referentes à política, à economia, entre outros assuntos. Assim, no ano de 1975, iniciou uma cúpula em que os líderes das principais potências industriais reuniram-se para tratar de questões universais políticas, as quais as sociedades internacionais enfrentam como um todo. Primeiramente participaram da cúpula seis países: França, Estados Unidos, Grã-Bretanha, Alemanha, Japão e Itália (GERLACH SMETS, 1995). No ano seguinte, em 1976, o grupo recebeu a participação do Canadá, formando o G 7 (SANTIAGO, 2000).

No decorrer dos anos, notou-se a importância de os líderes de países em desenvolvimento participarem das discussões para tratar da realidade econômica mundial. Somente a partir da Cúpula de 1994, a Rússia passou a fazer parte do Grupo (BAKER, 1996), formando-se, assim, o G8.

Deste modo, os países participantes do Grupo 8 (G8) são: Estados Unidos, Japão, Alemanha, Canadá, França, Itália, Reino Unido e Rússia, reunidos com o objetivo de discutir sobre assuntos atuais, tais como: economia, aquecimento global, criação de regras comerciais internacionais e analisar e propor soluções para os grandes problemas sociais mundiais, problemas relacionados à segurança internacional, conflitos e também às questões militares.

O Grupo dos 8 discute diversos pontos, tais como: gestão macroeconômica, o comércio internacional e as relações com os países em desenvolvimento, questões de relações econômicas, energia e terrorismo, que também têm sido uma preocupação recorrente. A partir dessa base inicial, incluiu questões microeconômicas, como emprego e meios de informação, questões como meio ambiente, crime e drogas, entre outras questões de segurança política, que vão

desde direitos humanos até segurança regional e controle de armas (FRATIANNI et al., 2002).

O G8 possui um elevado volume de negociação por ter como participantes os países mais industrializados economicamente, surgindo assim o interesse de estudar o comportamento das principais ações de mercado dos países integrantes. A partir da observação do mercado de capitais desses países, pode-se compreender a capacidade de crescimento da sua economia e sua influência no mercado de ações.

O mercado de ação em estudo dos Estados Unidos é o índice da *NASDAQ*, a qual representa US\$ 7,2 trilhões, sendo esse valor a soma dos valores de mercado das mais de 2.800 empresas listadas na *NASDAQ* (*WORLD FEDERATION OF EXCHANGES*, 2016).

A bolsa *NASDAQ*, criada em 1971, surgiu como alternativa de crescimento para o mercado de capitais norte-americano, pois o mercado necessitava de um sistema ágil, com baixo custo nas operações de compra e venda. Atualmente a *NASDAQ* utiliza tecnologia de ponta para a realização de suas transações. Conhecida como bolsa eletrônica, a *NASDAQ* é diferente de qualquer outra bolsa tradicional, uma vez que não há um espaço físico para a atuação dos corretores (REZENDE e FONSECA, 2013).

O índice de ação da *NIKKEI* representa o mercado financeiro do Japão, chamado *Japan Exchange Group* (*JEG*). São negociadas mais de 2.400 empresas, e é a segunda mais cotada no *ranking* mundial. A bolsa de valores de Tóquio foi fundada em 1878. No ano de 1943, a *JEG* realizou uma fusão com outras dez bolsas de valores japonesas para formar um só índice. Em 1971 o mercado japonês adequou-se ao sistema de anotações em conta para ações e, após dez anos, ao sistema de cores com o qual iniciou a transformação do mercado informático que se conhece atualmente (ARTIS et al., 1995).

A bolsa de valores da Alemanha, chamada de *Frankfurt Wertpapierbörse*, é uma das mais eficientes e principais bolsas do mundo, a origem da bolsa aconteceu no século IX, mas ela não atuou até o ano de 1949, consolidando-se com o fim da Segunda Guerra Mundial. Pertence ao grupo *Deutsche Börse*, detém 90% do volume de negócios do seu país de origem e de uma grande parte da Europa. O principal índice da bolsa é o *DAX*, o sistema pelo qual opera é o *Xetra*, com esse

sistema, o mercado de ações da Alemanha permite maior participação de investidores (TEPLOVA e RODINA, 2016).

O índice de ação *TSX* representa o mercado de ações do Canadá, suas negociações representam um valor de 2 trilhões de dólares. Esse índice possui ativos nacionais e estrangeiros. As negociações mais significativas na bolsa de valores do Canadá pertencem aos setores como de mineração, petróleo e gás (HODGES et al., 1999).

A bolsa de valores da França é representada pelo *CAD 40*, que significa Cotação Assistida Contínua, e o número indica as 40 empresas listadas nele, sendo o principal indicador econômico do mercado francês. Esse índice é calculado a partir dos resultados das 40 empresas francesas de maior desempenho e representatividade no mercado acionário *Euronext Paris* (HODGES et al., 1999).

A Borsa Italiana é a principal bolsa de valores da Itália, localizada em Milão. Fundada após a privatização do câmbio, opera desde 1998 e faz parte do *London Stock Exchange Group*, um dos principais mercados da Europa para bolsas de ações, obrigações e derivativos. A Borsa Italiana organiza o funcionamento dos mercados financeiros italianos para garantir o desenvolvimento de seus mercados, maximizando sua liquidez, transparência e competitividade; seu principal índice é o *FTSE*, que representa as principais marcas Italianas (HANISCH, KEMPA, 2017).

A Bolsa de Valores de Londres, também chamada de *London Stock Exchange (LSE)*, é o principal mercado financeiro do Reino-Unido, é onde as trocas de títulos das companhias britânicas, negociadas em Bolsa, são realizadas. O índice principal é o *Financial Times Stock Exchange (FTSE)*, que une as cem empresas mais cotadas na Bolsa de Valores de Londres, que correspondem a mais de 80% da capitalização financeira total da Bolsa de Valores de Londres (TEPLOVA, RODINA, 2016), nomeadas em função da sua capitalização financeira. A Bolsa de valores de Moscou, chamada *Moscow Exchange (MOEX)*, criada em 2011 por união das duas maiores bolsas de Moscou, a *Moscow Interbank Currency Exchange* e a *Russian Trading System*, foram instituídas nos anos de 1990 como as principais bolsas Russas (MOSCOWEX, 2016). O volume total de negociações nos mercados da Bolsa de Moscou foi de 77,4 trilhões em abril de 2018 (MOSCOW, 2011 – 2018).

Para desenvolver o estudo, a técnica utilizada é o vetor autorregressivo – *VAR*, que é aplicado em estudos de variáveis econômicas em diferentes regiões, setores ou países, considerando-se a mesma nomenclatura das variáveis nos

diferentes lugares (HILL, LEAVER, 1999). A modelagem VAR será descrita no referencial teórico, onde constarão seus conceitos e aplicações.

Com a metodologia VAR verificar-se-á o comportamento das bolsas de valores dos países participantes do G8 que se denominam países democráticos; neste grupo participam os sete países mais industrializados e desenvolvidos economicamente do mundo, mais a Rússia. Assim, destaca-se o nome dos países e os índices em estudo: Estados Unidos – *NASDAQ*, Japão – *NIKKEI*, Alemanha - *DAX*, Canadá – *TSX*, França – *CAD 40*, Itália – *FTSE*, Reino Unido – *FTSE 100* e Rússia – *MOEX*.

1.1 TEMA DA PESQUISA

Estudar as trajetórias conjuntas dos principais índices das bolsas de valores dos países integrantes do G-8 no período de 2009 a 2017.

1.2 JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA DA PESQUISA

A pesquisa se justifica pelo fato de o cenário financeiro em muitos países desenvolvidos e emergentes estar mudando drasticamente.

Também se destaca pelo fato de tratar-se dos países mais industrializados e desenvolvidos economicamente do mundo, é importante estudar o inter-relacionamento dos seus principais índices das bolsas de valores para verificar seu comportamento e a relação entre as variáveis econômicas.

Os índices em estudo apresentam um elevado volume de negociação nessas bolsas de valores, e tem sua formação pelo valor médio em moeda corrente do grupo de ações que participa. Os índices referem-se às ações mais negociadas do mercado do país de origem de um grupo de empresas, é por meio desses índices que é possível comparar os mercados acionários do mundo.

A partir da observação do mercado de capitais dos países do G8, pode-se compreender a capacidade de crescimento da sua economia, a relação entre as variáveis econômicas e, assim, entender, dentre os índices em estudo, como eles influenciam as demais economias.

1.3 OBJETIVOS

Conforme o estudo proposto, definem-se os objetivos a seguir.

1.3.1 Objetivo Geral

Estudar as trajetórias das principais bolsas de valores dos países integrantes do G8 simultaneamente, de modo a captar suas relações de causa e efeito no curto prazo, por meio dos modelos de vetores autorregressivos.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar revisão bibliométrica na *Web of Science*;
- Classificar as variáveis explicativas (endógenas) e as variáveis independentes (exógenas) pelo teste de *block exogeneity*;
- Analisar a trajetória das séries em estudo, quanto um choque estrutural causado pelo impulso resposta;
- Quantificar o quanto uma variável é explicada por ela própria e pelas demais, pela decomposição de variância.

1.4 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Delimita-se por analisar somente os índices dos países mais desenvolvidos economicamente, participantes do G8, e que possuem maior relevância para a economia mundial. Também o período de estudo é delimitado entre os anos de 2009 e 2017.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este estudo está dividido em seis capítulos: introdução, pesquisa bibliométrica, revisão de literatura, materiais e métodos, resultados e conclusão, sendo que em cada capítulo são abordadas as seguintes questões:

Capítulo 1: introdução, objetivos do estudo, justificativa e importância de sua efetivação;

Capítulo 2: revisão bibliométrica

Capítulo 3: revisão de literatura, conceitos das técnicas utilizadas;

Capítulo 4: materiais e métodos, descrevendo a aplicação da técnica VAR;

Capítulo 5: resultados encontrados na pesquisa;

Capítulo 6: conclusão.

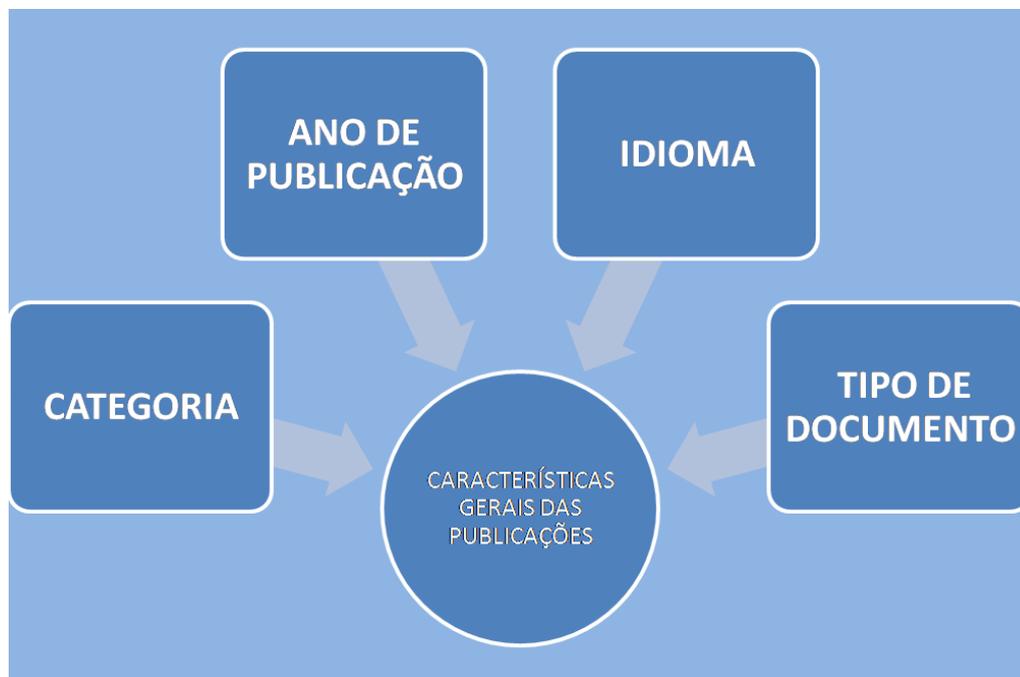
Por fim, expõem-se as referências.

2 REVISÃO BIBLIOMÉTRICA

O sistema financeiro dos países G8 é alvo de atenção, pois são países considerados mais desenvolvidos economicamente, destacando-se pelos negócios realizados mundialmente. Avaliar e entender os principais índices do mercado de ações desses países, analisando as oscilações e seus respectivos impactos, é uma maneira de entender o mercado financeiro mundial. Desse modo, desenvolveu-se uma pesquisa bibliométrica para buscar os trabalhos realizados nos índices de ações dos países integrantes do G8. Assim, o objetivo deste capítulo é realizar uma busca na *Web of Science*, utilizando parâmetros para seleção de artigos científicos por meio de características pré-definidas, buscou-se o termo “VAR AND stock market index”, isto é, vetor autorregressivo e índice de mercado de ações.

A análise bibliométrica realizada na *Web of Science* identificou as categorias de análise dispostas na Figura 1.

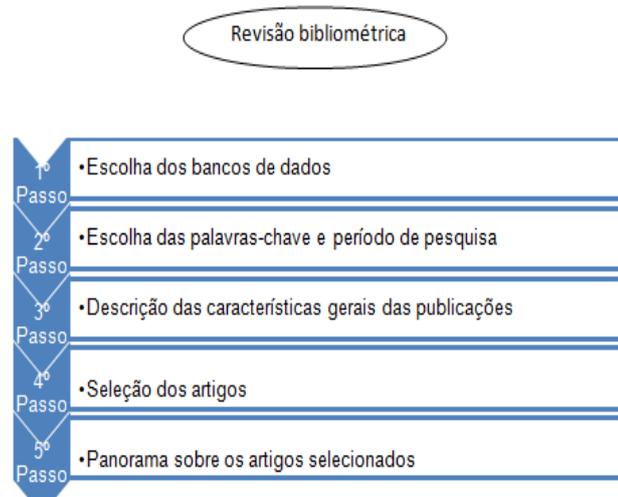
Figura 1 – Modelo Conceitual



Fonte: autor

A definição da busca deu-se pela área temática ou categorias, o ano de publicação, o idioma e o tipo de documento.

Figura 2 – Etapas da Pesquisa



Fonte: autor

Para a realização da revisão bibliométrica, primeiramente escolheu-se o banco de dados disponível na *Web of Science*, com as seguintes palavras de busca (palavras-chave): “vetor autorregressivo” e “índice de mercado de ações”. As publicações escolhidas foram refinadas por: tipos de documento “artigo”, idiomas “inglês”, as categorias “*Economics or Business Finance or Business*”. Os artigos selecionados deverão representar o quartil 1 (Q1) e quartil 2 (Q2), o que significa uma classificação de acordo com o SJR, e divididos em quatro grupos iguais. Assim, cada parte representa 1/4 da amostra. Desse modo, Q1 é o valor aos 25% de topo da amostra ordenada por JIF/SJR (Fator de Impacto *ad-hoc/SCImago Journal Ranking*); Q2 é o valor até o qual se encontra 50% da amostra ordenada por JIF/SJR; quartil 3 (Q3) é valor a partir do qual se encontra 75% da amostra ordenada por JIF/SJR. O quartil aplica-se ao JIF e ao SJR quando as revistas se encontram ordenadas por indicador do mais alto para o mais baixo. Portanto, o quartil compara revistas de áreas temáticas distintas, uma vez que atribui um parâmetro relativo à área temática. Uma revista que está no Q1 da sua área temática pode ser comparada a qualquer outra revista de Q1, mesmo que o JIF ou o SJR sejam totalmente diferentes (Serviços de Informação e Documentação, ISCTE-IUL).

A revisão sistemática resultou na seleção de 16 artigos. A partir dessa seleção, excluíram-se os artigos que participavam dos quartis Q3 e Q4, resultando uma escolha de 7 artigos. A seguir, analisaram-se a técnica e as variáveis utilizadas,

isto é, a utilização da metodologia VAR em índices do mercado de ações, resultando assim em exclusão de cinco artigos, restando dois artigos para sistematizar, representados no Quadro 1.

Quadro 1: Busca sistematizada de artigos

(continua)

Título do Artigo	Autor principal	Número total de autores de artigos	Afiliação do Autor	Journal	Ano	Volume	JCR do Artigo	Quartil Scimago	Fator H do Artigo	Nº de páginas
Oil Price Shocks and the Stock Market: Evidence from Japan	Abhyankar, Abhay;	3	University of Aberdeen	ENERGY JOURNAL	2013	34	1,209	Q1	64	23

Resumo – português	Resultados obtidos	Palavras-chave	Total de citações	Média de citações
<p>Este artigo analisa as variáveis do preço do petróleo, taxa de câmbio e índice do mercado de ações para explicar como eles interagem uns com os outros na economia mexicana. O período examinado inclui dados mensais de janeiro de 1992 a junho de 2017. Implementa-se um Modelo Vetor Autorregressivo (VAR) que inclui os preços do petróleo, a taxa de câmbio nominal, o índice do mercado de ações mexicano e o índice de preços ao consumidor.</p>	<p>Os resultados indicam que a taxa de câmbio tem um efeito negativo e estatisticamente significativo no índice do mercado de ações. Isso indica que uma valorização da taxa de câmbio está relacionada a um aumento no índice do mercado de ações. Verifica-se também que o índice de preços ao consumidor tem um efeito positivo sobre a taxa de câmbio e um efeito negativo sobre o índice do mercado de ações. Os resultados também indicam que os preços do petróleo são estatisticamente significativos em relação à taxa de câmbio, concluindo que um aumento nos preços do petróleo cria uma apreciação da taxa de câmbio. Além disso, as funções impulso-resposta mostram que os efeitos encontrados tendem a desaparecer com o tempo.</p>	<p>Oil price shocks; Japan; Stock market; Japanese Crude Cocktail; Structural VAR</p>	28	4,67

Quadro 1: Busca sistematizada de artigos

(continuação)

Título do Artigo	Autor principal	Número total de autores de artigos	Afiliação do Autor	Journal	Ano	Volume	JCR do Artigo	Quartil Scimago	Fator H do Artigo	Nº de páginas
The relationship between oil prices, the stock market and the exchange rate: Evidence from Mexico	Bermudez Delgado, Nancy Areli;	3	EGADE Business School	NORTH AMERICAN JOURNAL OF ECONOMICS AND FINANCE	2018	45	0,634	Q2	29	9

Resumo – português	Resultados obtidos	Palavras-chave	Total de citações	Média de citações
Em muitos estudos empíricos, estuda-se a relação dinâmica entre variáveis do setor energético (como petróleo, eletricidade, gasolina, carvão, energias renováveis, etc.) e variáveis econômicas (como mercados financeiros, economia real e economia global). Mudanças no preço do petróleo podem afetar mais as variáveis econômicas dos países importadores de petróleo e depois dos países exportadores de petróleo, especialmente dos mercados emergentes. Além disso, mudanças no preço do petróleo e choques podem ser um dispositivo importante para explicar o retorno do índice do mercado acionário. Neste artigo, o índice do mercado de bolsa de valores de Istambul (ISE-100), as taxas de juros, as taxas de câmbio e o preço do petróleo são analisados usando uma abordagem vetorial autorregressiva (VAR) para a Turquia. Os resultados sugerem que existe uma relação dinâmica entre os choques do preço do petróleo, o índice do mercado de ações de Istambul, a taxa de câmbio e a taxa de juros.	Os resultados sugerem que existe uma relação dinâmica entre os choques do preço do petróleo, o índice do mercado de ações de Istambul, a taxa de câmbio e a taxa de juros.	Exchange rate; Oil prices Stock market; Mexico; VAR	0	0

Fonte: autor

Assim, a busca das palavras resultou em dois artigos dos quais concluiu-se que, pela aplicação da metodologia de vetor autorregressivo, capta-se a relação dinâmica entre as variáveis em análise e, assim, pode-se obter o comportamento do cenário mundial econômico analisado, bem como o tempo de atuação do choque no mercado. Não obstante, as ferramentas utilizadas neste estudo servem como um complemento no sentido de se analisar melhor os índices de ações dos países mais desenvolvidos economicamente. O próximo capítulo corresponde à revisão de literatura.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 O GRUPO 8

O G8 é um grupo internacional rígido, do qual as instituições governamentais tradicionais fazem parte, baseadas em um acordo internacional entre os governos. A criação do G8 surgiu da crise do petróleo, na recessão econômica mundial ocorrida no ano de 1973 (HAJNAL, 2016).

As ações tratadas nas reuniões das cúpulas são realizadas por meio de acordos intergovernamentais, os acordos são informais e menos burocráticos, facilitando as relações entre os líderes dos países membros, assim proporcionando uma política de coordenação e de cooperação em iniciativas cada vez maiores em diversas áreas temáticas.

Durante os anos de 1975 a 2018, o G8 teve sucesso em questões econômicas, políticas, de segurança, mesmo com sua pequena atuação. Mas com as constantes crises financeiras, o G8 não possui representatividade eficiente, portanto surgiu propostas de reforma, transformando o G8 em G20. Os países que integram o G20 são: Alemanha, Canadá, Estados Unidos, França, Itália, Japão, Reino Unido, Rússia, Brasil, Argentina, México, China, Índia, Austrália, Indonésia, Arábia Saudita, África do Sul, Coreia do Sul, Turquia e União Européia.

Desse modo, já participam informalmente líderes dos países emergentes para complementar as decisões da cúpula do G8. Essa proposta de mudança deixaria de ser informal e é necessária para tornar a instituição mais representativa e democrática, incluindo os países importantes que não são atualmente membros no clube G8.

Portanto, utilizaram-se os índices dos países G8 para analisar se eles possuem uma influência entre si, bem como verificar a trajetória temporal dos índices, sendo importante descrever as bolsas de valores, ações e índices de ações.

As bolsas de valores são instituições administradoras de mercados, onde se compram e se vendem ações. Ações de empresas de capital aberto podem ser públicas ou privadas, também negociam outros instrumentos financeiros, instituições civis sem fins lucrativos. O patrimônio é representado por títulos pertencentes a sociedades corretoras que compõem a bolsa. A negociação na bolsa de valores deve seguir padrões éticos de negociação, como divulgar com agilidade e

intensidade os detalhes das operações executadas. A principal função da bolsa de valor é manter transparente e adequado o local para as negociações de compra e venda de ações entre as sociedades e as corretoras membros (PINHEIRO, 2008).

Por meio dos preços das ações, sabe-se o valor de mercado das empresas cotadas na bolsa. Desse modo, vários negócios podem ser realizados nas negociações das bolsas de valores, os valores dessas transações são captados por meio de índices chamados índices de Bolsa de Valores (FARIAS, 2008).

Os índices de uma bolsa de valores englobam o valor médio em moeda corrente de um grupo de ações, consideradas mais representativas no mercado, a variação do índice representa a tendência da bolsa de alta ou de baixa. Ao final das negociações, compara-se o índice atual com o do dia anterior. Os índices de ações tendem a seguir um movimento em grupo, desvalorizando-se ou valorizando-se conjuntamente.

Por meio dos índices, ocorrem as comparações entre vários mercados acionários do mundo, incidindo no processo decisório de investimentos. Os índices de mercado são referência para a análise do desempenho dos preços de ações, as quais refletem o comportamento do mercado (FONTES, 2006).

3.2 VETOR AUTORREGRESSIVO – VAR

O modelo VAR, proposto por Sims (1980), busca estudar as trajetórias futuras de múltiplas variáveis de um seguimento ao mesmo período de tempo. O modelo de série temporal multivariado é comumente utilizado para estudar as variáveis financeiras, baseado somente na componente autorregressiva.

O modelo VAR na forma reduzida pode ser representado para um modelo VAR (p), ou um modelo VAR de ordem (p), da seguinte forma (ENDERS, 1995):

$$Y_t = A_0 + A_1 Y_{t-1} + \dots + A_n Y_{t-n} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Y_t é o vetor de variáveis endógenas,

A_0 é um vetor de constantes;

A_1, A_2, \dots, A_n são matrizes de coeficientes;

ε_t é um processo de inovações (erro ou ruído branco).

O modelo *VAR* de equações simultâneas admite que as séries em estudo sejam classificadas como exógenas ou endógenas para identificar se as equações fazem parte do sistema. Assim, os modelos permitem verificar as inter-relações entre múltiplas variáveis a partir da restrição de identificação (PEREIRA, 2017).

Existem pré-requisitos para estimar o modelo *VAR*. Primeiramente deve-se verificar a estabilidade das variáveis, por meio de gráficos e dos testes de estacionariedade, nos quais foram utilizados *Dickey-Fuller Aumentado (ADF)* (DICKY, FULLER, 1979) e o teste *Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS)* (KWIATKOWSKI, et al. 1992), com o objetivo de verificar a presença de raízes unitárias.

A etapa subsequente é relacionada diretamente ao *VAR*, que resultará na definição do número de defasagens a ser incorporado a cada variável, definido pelo *lag order criterion*, que deve fornecer o menor valor de *Akaike Information Criterion (AIC)* e *Bayesian Information Criterion (BIC)*.

O Critério de Informação de *AIC* é representado:

$$AIC_p = -2\log(L_p) + 2[(p+1)+1] \quad (2)$$

O Critério de Informação *BIC* é representado:

$$BIC_p = -2\log(L_p) + [(p+1)+1]\log(n) \quad (3)$$

Onde: L_p é a função de máxima verossimilhança do modelo;
 p é o número de variáveis explicativas consideradas no modelo.

O passo seguinte para determinar a relação entre as variáveis, no curto prazo, será pelo teste de causalidade de *Granger*, pois, por meio dele é possível determinar qual a variável é capaz de melhorar a previsão da outra variável e, dessa forma, compreender a transmissão dos efeitos entre as variáveis. Assim, é possível ordenar as variáveis das mais exógenas para as menos exógenas.

A ferramenta utilizada para a realização dessa ordenação é a do teste de *block exogeneity* para organizar a entrada das variáveis no modelo *VAR* da mais

exógena para a menos exógena, sendo essa ordenação importante para a interpretação da resposta ao impulso (CAVALCANTE, 2010).

Após a ordenação das variáveis, estima-se o modelo vetorial autorregressivo (VAR) e, assim, é possível seguir com as demais análises, que são o impulso de resposta, que irá descrever o comportamento das variáveis exógenas quando o valor do índice oscilar por meio da realização de um choque externo nas inovações, e a decomposição de variância, que mostra ao longo do tempo, o que cada variável contribui para a composição das outras variáveis em termos de composição dos índices estudados.

Assim, o VAR é um sistema de equações no qual analisa-se um conjunto de variáveis e resulta em explicar o comportamento de todos os componentes das equações.

3.3 TESTE DE RAÍZES UNITÁRIAS

Para verificar a não estacionariedade de uma série, pode-se analisar o comportamento graficamente, ou, então, aplicar os testes estatísticos de raiz unitária. O teste de raiz unitária mais utilizado é o de *Dickey - Fuller*. Outros detalhes sobre esse teste podem ser vistos em *Dickey e Fuller (1979)*, *Enders (1995)*, *Hamilton (1994)* e *Bueno (2011)*.

Para a série temporal ser de estacionária a média, a variância e a estrutura de autocorrelação não mudam no decorrer do tempo, isto é, desenvolvem-se em torno da média, refletindo um equilíbrio estável (SOUZA, 2016). Essa condição de estacionariedade é necessária para que os parâmetros estimados sejam estáveis e representados ao longo do tempo. Para mais detalhes, *Enders (2004)*.

As hipóteses do teste de *ADF*, $H_0 = I(1)$ vs. $H_1 = I(0)$, onde H_0 suporta a ideia da presença de raiz unitária na série e, portanto, é não estacionária.

Caso o $|t|_{\text{calculado}} > |t|_{\text{crítico}}$ de *Dickey-Fuller*, a série é considerada não estacionária, mas se o $|t|_{\text{calculado}} < |t|_{\text{crítico}}$, rejeita H_0 , a série é estacionária de ordem $I(d)$.

Outro teste utilizado para confirmar a estacionariedade é o *Kwiatkowski, Phillips, Schmidt and Shin – KPSS (1992)*. Para mais detalhes, *Kwiatkowski, Phillips,*

Schmidt e Shin (1992), Bueno (2011), Gujarati (2000) e Charenza e Deadman (1997).

O Teste *KPSS* assume estacionariedade como hipótese nula. As hipóteses do teste a serem testadas são:

$H_0 : Y_t = I(0)$, hipótese nula é de que a variável não possui raiz unitária e, portanto, é $I(0)$, sendo a série classificada como estacionária;

$H_1 : Y_t = I(d)$, assume que o processo é estacionário em torno de um nível, fazendo-se ($\bar{Y} = 0$); $I(d)$, a série é não estacionária.

Após testar a presença de raízes unitárias, deve-se realizar o teste de causalidade de Granger com o intuito de verificar a direção de causalidade entre as variáveis.

3.4 TESTE DE CAUSALIDADE DE GRANGER

O teste de Causalidade de *Granger* identifica séries temporais multivariadas; se Y precede X , ou X precede Y , ou se Y e X incidem simultaneamente. Essa é a particularidade do teste de causalidade de Granger, que não se propõe a identificar uma relação de causalidade no seu sentido de endogeneidade, mas sim uma precedência para se realizar previsões (MADDALA, 1992).

O teste de causalidade de Granger tem o propósito de verificar as relações entre os índices em estudo, de modo que uma série estacionária X causa, no sentido de Granger, outra série estacionária Y (GUJARATI, 2000).

Identificada a relação de causalidade, as variáveis são ordenadas na modelagem VAR com o intuito de causar uma correta interpretação das respostas aos impulsos.

3.5 FUNÇÃO RESPOSTA AO IMPULSO

Na estimação do modelo VAR, utiliza-se a Função Impulso Resposta para analisar o comportamento de cada variável, após um choque. Este choque refere-se ao aumento ou queda no valor de cada índice das ações em estudo, assim será possível verificar a influência de cada variável na formação do índice da outra.

A simulação de choques sobre as equações causa o conceito de uma inovação afetar uma das séries e, assim, permite analisar os seus efeitos de curto prazo sobre as demais variáveis do sistema. A análise da Função Impulso Resposta representa o horizonte temporal da decorrência dos choques das demais variáveis no modelo VAR sob uma variável particular (ENDERS, 1995).

A função de impulso resposta é calculada por um valor aproximado dos coeficientes, considerando um intervalo de confiança que será calculado usando experimentos de Monte Carlo (BUENO, 2008).

3.6 DECOMPOSIÇÃO DE VARIÂNCIA

A decomposição de variância calcula o percentual do erro da variância quando ocorrem choques em uma determinada variável contra as demais variáveis do sistema. Quando os choques da variável X não explicarem a variância do erro de previsão da variável y , conclui-se que a sequência y é exógena; ocorrendo o contrário, a sequência será endógena (ENDERS, 1995).

A decomposição da variância dos erros resulta o comportamento dinâmico das variáveis do sistema ao longo do tempo, isto é, apresenta, em termos percentuais, o efeito que um choque não antecipado sobre determinada variável tem sobre ela própria e sobre as demais variáveis integrantes do sistema (MARGARIDO *et al.*, 2002).

Assim, quando ocorre um choque no resíduo de um dos índices de ações na equação, se não resultar um efeito na variância de erro de previsões dos outros índices, significa que essa ação é independente ou exógena.

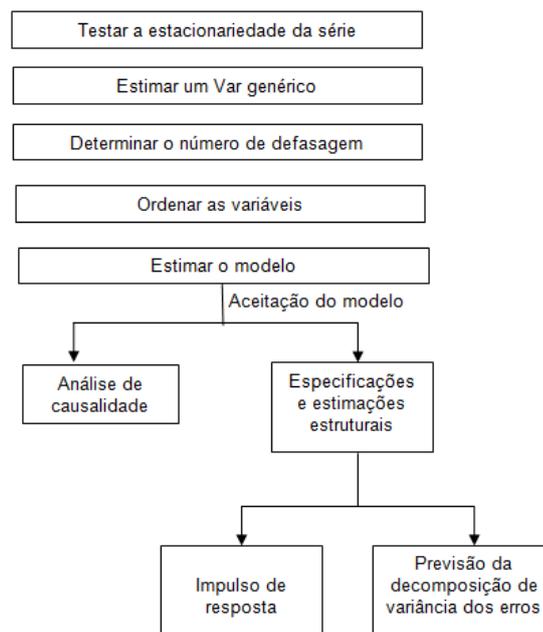
4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o estudo, utilizaram-se os índices das principais bolsas de valores dos países participantes do G8: Estados Unidos, índice de ação da *NASDAQ*, Japão – *NIKKEI*, Alemanha - *DAX*, Canadá – *TSX*, França – *CAD 40*, Itália – *FTSE*, Reino Unido – *FTSE 100* e Rússia – *MOEX*. Os índices são referentes ao período amostral de 2009 a 2017, correspondendo a 2.675 observações diárias de cada variável.

Os dados foram coletados do Site *Investing.com*, disponível na página <<http://br.investing.com/indices///>>, sendo uma fonte de informações disponíveis para consulta via *web*, relacionadas aos mercados financeiros.

Para estimar um modelo VAR, devem-se seguir as seguintes etapas:

Figura 3: Análise VAR



Fonte: Lutkepohl (2005), adaptado pela autora

1) Testar a estacionariedade da série, por meio da análise gráfica, seguindo os testes de raízes unitárias, *Dickey-Fuller Aumentado (ADF)* e o teste *Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS)*, com o objetivo de confirmar a existência de raízes unitárias;

2) Escolher o número de defasagem, utilizando o *lag order criteria*, e analisar qual o número de *lag* necessário para estimar o modelo *VAR*. Essa escolha se dá pelos menores valores dos critérios *Akaike Information Criterion (AIC)*, *Bayesian Information Criterion (BIC)*, representados nas equações (2) e (3);

3) Identificar as variáveis endógenas e exógenas: pelo teste de *block exogeneity*, a ordem de entrada das variáveis no modelo *VAR* da mais exógena para a menos exógena;

4) Realizar o teste de causalidade de Granger, com a finalidade de verificar as correlações entre os índices em estudo, verificando se *X* causa, no sentido de Granger, outra série estacionária *Y*;

5) Estimar os modelos vetoriais autorregressivos (*VAR*) para analisar relações dos índices no curto prazo;

6) Realizar o impulso de resposta para analisar a trajetória das séries, após o choque e, assim, verificar o comportamento da série;

7) Realizar a decomposição de variância para quantificar o quanto cada variável é explicada por ela e pelas demais.

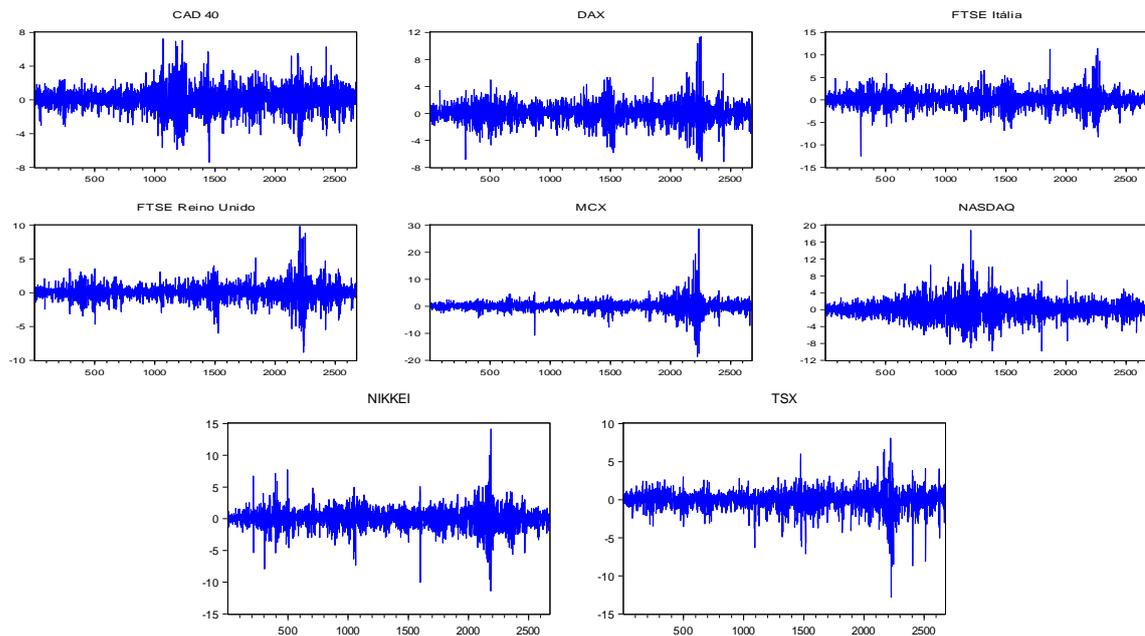
O que se deseja identificar com esse estudo no curto prazo é qual ou quais dos índices dos países que compõem o G8 influenciam os demais índices. Também se procura investigar quando há uma alteração em um índice realizada por algum fator externo, como será o seu comportamento no curto prazo e a sua relação com as demais variáveis.

Além dessa análise, procura-se verificar qual a contribuição dos demais índices em um país específico. Dessa forma, será possível compreender a relação econômica desses países, por meio de seus índices mais representativos no curto prazo.

5 RESULTADOS

Para aplicação do modelo de Vetor Autorregressivo – VAR, realizou-se uma análise para constatar a estacionariedade da série e utilizou-se a visualização gráfica das séries para verificar o comportamento, conforme Figura 4.

Figura 4 - Séries de índice das principais ações dos países integrantes do G8 em nível



Fonte: autor

Observa-se, na Figura 4, que as séries apresentaram um comportamento estacionário, pois oscilaram em torno de um valor constante. Pelos testes de raiz unitária ADF e KPSS, as variáveis do índice de ações são classificadas da seguinte forma: $CAD40 - I(0)$, $DAX - I(0)$, $FTSE - I(0)$, $FTSE 100 - I(0)$, $MOEX - I(0)$, $NASDAQ - I(0)$, $NIKKEI - I(0)$ e $TSX - I(0)$, dessa forma as variáveis foram utilizadas em nível para a estimação do modelo VAR.

No próximo momento, ajustou-se um VAR genérico para determinar o número de defasagens, utilizou-se o *Lag Length Criterial*. A Tabela 1 indica o número de lags avaliados pelos critérios AIC e BIC.

Tabela 1 - Critérios de Informação Akaike Information Criterion (AIC), Bayesian Information Criterion (BIC).

<i>Lag</i>	AIC	BIC
1	3.012.235	30.26366*
2	3.007.481	3.035.743
3	3.005.543	3.047.937
4	30.04844*	3.061.368
5	3.005.378	3.076.034
6	3.006.044	3.090.831

* indicates lag order selected by the criterion

BIC: Schwarz information criterion

AIC: Akaike information criterion

Fonte: autor

Analisando a Tabela 1, os valores destacados indicaram os melhores valores encontrados, $AIC = 30.04844$ foi obtido com 4 *lag* e $BIC = 30.26366$ para a utilização de 1 *lag*. Desse modo, para o modelo ser mais parcimonioso, envolve-se o mínimo de parâmetros desejável a ser estimado, que explique bem o comportamento das variáveis resposta, optou-se, então, por utilizar 1 *lag na modelagem*.

Definido o número de *lags*, devem-se ordenar as variáveis, de acordo com o grau de exogeneidade, por meio do teste de *Block Exogeneity*, Tabela 2.

Tabela 2 - VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests, ordenação das variáveis mais exógenas para menos exógenas

Variáveis	Qui-quadrado	p-valor
DAX	14,82969	0,0001
MOEX	8,820346	0,003
TSX	6,483000	0,0109
FTSE	4,512152	0,0337
CAD40	4,19723	0,0405
NIKKEI	3,976075	0,0462
NASDAQ	2,015986	0,1557
FTSE100	1,54599	0,2137

Fonte: autor

A ordenação das variáveis pode ser realizada pela análise do *p-valor* ou pela estatística do Qui-quadrado. Assim, analisou-se o Qui-quadrado das variáveis, em que se ordenou do maior para o menor valor, da mais exógena para a menos exógena. As variáveis exógenas são as primeiras a entrar no modelo e estão

ilustradas na Tabela 2. Dessa forma, a ordem para estimar o modelo VAR dos índices das ações é a seguinte: *DAX, MOEX, TSX, FTSE, CAD 40, NIKKEI, NASDAQ, FTSE 100*.

Seguindo a análise, utilizou-se o Teste de Causalidade de *Granger* para verificar os índices de ações que influenciam os outros índices, conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Relação de causalidade Teste de Causalidade de Granger

Hipótese nula	Obs	F-Statistic	p-valor
DAX não causa Granger TSX	2674	114.211	0.0007
FTSE não causa Granger DAX	2674	140.328	0.2363
DAX não causa Granger FTSE	2674	522.980	6×10^{-13}
CAD_40 não causa Granger DAX	2674	243.911	0.1185
NIKKEI não causa Granger DAX	2674	462.227	0.0316
DAX não causa Granger NIKKEI	2674	438.145	0.0364
NASDAQ não causa Granger DAX	2674	0.52012	0.4709
DAX não causa Granger NASDAQ	2674	259.178	0.1075
FTSE_100 não causa Granger DAX	2674	196.215	0.1614
DAX não causa Granger FTSE_100	2674	137.002	0.2419
TSX não causa Granger MOEX	2674	974.328	0.0018
MOEX não causa Granger TSX	2674	118.607	0.2762
FTSE não causa Granger MOEX	2674	0.46979	0.4931
MOEX não causa Granger FTSE	2674	0.89193	0.3450
CAD_40 não causa Granger MOEX	2674	334.232	0.0676
MOEX não causa Granger CAD_40	2674	189.312	0.1690
MOEX não causa Granger NIKKEI	2674	646.090	0.0111
FTSE_100 não causa Granger MOEX	2674	0.75833	0.3839
MOEX não causa Granger FTSE_100	2674	112.886	0.0008
TSX não causa Granger CAD_40	2674	142.449	0.2328
FTSE_100 não causa Granger TSX	2674	0.77521	0.3787
CAD_40 não causa Granger FTSE	2674	104.268	0.3073
FTSE não causa Granger NIKKEI	2674	689.233	0.0087
FTSE_100 não causa Granger FTSE	2674	180.666	0.1790
NASDAQ não causa Granger CAD_40	2674	166.209	0.1974
CAD_40 não causa Granger NASDAQ	2674	478.792	0.0287
FTSE_100 não causa Granger CAD_40	2674	113.666	0.2865
NASDAQ não causa Granger NIKKEI	2674	160.570	0.2052
NIKKEI não causa Granger FTSE_100	2674	108.842	0.2969

Fonte: autor

Analisou-se o *p-valor* das variáveis, e a tabela 3 apresenta somente as variáveis com *p-valor significativo*. Esses valores são todos abaixo de 5%, portanto, na Tabela 3, constam somente as variáveis que sofreram causalidade de Granger significativa.

Pode-se observar, na Tabela 3, que alguns índices das ações sofrem uma influência bicausal, isto é, influencia um índice e é influenciado por ele, como ocorreu uma influência causal, onde o índice influencia, mas não é influenciado. Após realizar os testes necessários, estima-se o modelo VAR, Tabela 4.

Tabela 4 – Estimação dos parâmetros do modelo VAR representado na ordem da mais exógena para menos exógena

	CAD_40	NIKKEI	NASDAQ	FTSE_100
CAD_40 _{t-1}	0.016454 (0.01942) [0.84735]	-0.011598 (0.02176) [-0.53301]	-0.063599 (0.03054) [-2.08253]	0.009664 (0.01705) [0.56693]
NIKKEI _{t-1}	0.009931 (0.01726) [0.57528]	-0.052779 (0.01934) [-2.72831]	0.007302 (0.02715) [0.26893]	-0.017156 (0.01515) [-1.13213]
NASDAQ _{t-1}	0.016198 (0.01232) [1.31431]	-0.017359 (0.01381) [-1.25698]	-0.049163 (0.01938) [-2.53654]	-0.002425 (0.01082) [-0.22417]
FTSE 100 _{t-1}	-0.022015 (0.02205) [-0.99833]	-0.008672 (0.02471) [-0.35095]	-0.018017 (0.03468) [-0.51952]	-0.032679 (0.01936) [-1.68826]
DAX	-0.011143 (0.01906) [-0.58457]	0.062930 (0.02136) [2.94628]	0.009594 (0.02998) [0.32002]	0.035293 (0.01673) [2.10932]
MOEX	0.018323 (0.01340) [1.36754]	-0.006065 (0.01501) [-0.40395]	0.007423 (0.02107) [0.35227]	0.029660 (0.01176) [2.52186]
TSX	0.000641 (0.02048) [0.03132]	0.018625 (0.02295) [0.81165]	-0.012018 (0.03221) [-0.37318]	-0.004187 (0.01798) [-0.23292]
FTSE	0.006654 (0.01597) [0.41661]	0.016812 (0.01790) [0.93938]	-0.004852 (0.02512) [-0.19318]	-0.033148 (0.01402) [-2.36437]

O resultado entre os parênteses é o erro padrão, e os valores dentro dos colchetes é a estatística *t-calc*, que deve ser maior que 1,96 para ser significativo.

Fonte: autor

Analisando o modelo VAR, nota-se que existe forte inter-relação entre as variáveis e seus valores defasados. Embora algumas variáveis não sejam significativas em todas as equações, simultaneamente elas aparecem como significativas nas outras equações. Assim, representa-se a equação do modelo VAR, na equação 4.

$$\begin{aligned} \text{DAX} = & 0.0063 \cdot \text{DAX}_{(t-1)} + 0.0033 \cdot \text{MOEX}_{(t-1)} + 0.00222290424888 \cdot \text{TSX}_{(t-1)} - 0.0187 \cdot \text{FTSE}_{(t-1)} \\ & - 0.0322 \cdot \text{CAD}_{40(t-1)} + 0.0392 \cdot \text{NIKKEI}_{(t-1)} - 0.0096 \cdot \text{NASDAQ}_{(t-1)} + 0.0331 \cdot \text{FTSE}_{100(t-1)} + 0.0320 \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \text{MOEX} = & 0.0126 \cdot \text{DAX}_{(t-1)} + 0.0148 \cdot \text{MOEX}_{(t-1)} + 0.0932 \cdot \text{TSX}_{(t-1)} + 0.0156 \cdot \text{FTSE}_{(t-1)} \\ & - 0.0521 \cdot \text{CAD}_{40(t-1)} - 0.0093 \cdot \text{NIKKEI}_{(t-1)} - 0.0000 \cdot \text{NASDAQ}_{(t-1)} + 0.0296 \cdot \text{FTSE}_{100(t-1)} + 0.0331 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TSX} = & -0.0590 \cdot \text{DAX}_{(t-1)} + 0.0136 \cdot \text{MOEX}_{(t-1)} + 0.1906 \cdot \text{TSX}_{(t-1)} + 0.0046 \cdot \text{FTSE}_{(t-1)} \\ & + 0.0005 \cdot \text{CAD}_{40(t-1)} - 0.0030 \cdot \text{NIKKEI}_{(t-1)} - 0.0022 \cdot \text{NASDAQ}_{(t-1)} - 0.0167 \cdot \text{FTSE}_{100(t-1)} - 0.0304 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{FTSE} = & 0.1659 \cdot \text{DAX}_{(t-1)} - 0.0154 \cdot \text{MOEX}_{(t-1)} + 0.0239 \cdot \text{TSX}_{(t-1)} - 0.0349 \cdot \text{FTSE}_{(t-1)} \\ & - 0.0213 \cdot \text{CAD}_{40(t-1)} - 0.0155 \cdot \text{NIKKEI}_{(t-1)} + 0.0075 \cdot \text{NASDAQ}_{(t-1)} + 0.0298 \cdot \text{FTSE}_{100(t-1)} - 0.0143 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CAD}_{40} = & -0.0032 \cdot \text{DAX}_{(t-1)} + 0.0201 \cdot \text{MOEX}_{(t-1)} - 0.0267 \cdot \text{TSX}_{(t-1)} - 0.0099 \cdot \text{FTSE}_{(t-1)} \\ & + 0.0139 \cdot \text{CAD}_{40(t-1)} + 0.0097 \cdot \text{NIKKEI}_{(t-1)} + 0.0153 \cdot \text{NASDAQ}_{(t-1)} - 0.0241 \cdot \text{FTSE}_{100(t-1)} + 0.0457 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NIKKEI} = & 0.0490 \cdot \text{DAX}_{(t-1)} - 0.0372 \cdot \text{MOEX}_{(t-1)} - 0.0012 \cdot \text{TSX}_{(t-1)} - 0.0508 \cdot \text{FTSE}_{(t-1)} \\ & - 0.0117 \cdot \text{CAD}_{40(t-1)} - 0.0522 \cdot \text{NIKKEI}_{(t-1)} - 0.0182 \cdot \text{NASDAQ}_{(t-1)} - 0.0089 \cdot \text{FTSE}_{100(t-1)} + 0.02038 \end{aligned}$$

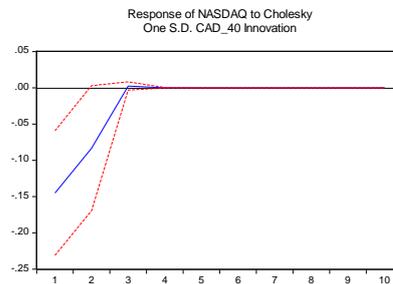
$$\begin{aligned} \text{NASDAQ} = & 0.0470 \cdot \text{DAX}_{(t-1)} - 0.0070 \cdot \text{MOEX}_{(t-1)} - 0.0140 \cdot \text{TSX}_{(t-1)} - 0.0040 \cdot \text{FTSE}_{(t-1)} \\ & - 0.0652 \cdot \text{CAD}_{40(t-1)} + 0.0047 \cdot \text{NIKKEI}_{(t-1)} - 0.0507 \cdot \text{NASDAQ}_{(t-1)} - 0.0199 \cdot \text{FTSE}_{100(t-1)} + 0.0770 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{FTSE}_{100} = & -0.0189 \cdot \text{DAX}_{(t-1)} + 0.0395 \cdot \text{MOEX}_{(t-1)} - 0.0095 \cdot \text{TSX}_{(t-1)} + 0.0095 \cdot \text{FTSE}_{(t-1)} + 0.0057 \cdot \text{CAD}_{40(t-1)} \\ & - 0.0147 \cdot \text{NIKKEI}_{(t-1)} - 0.0034 \cdot \text{NASDAQ}_{(t-1)} - 0.0335 \cdot \text{FTSE}_{100(t-1)} + 0.0142 \end{aligned}$$

Na estimação do modelo VAR, a variável *CAD 40* influencia a *NASDAQ*; a *DAX* influencia a *NIKKEI* e *FTSE 100*; a *MOEX* influencia a *FTSE 100*; e o índice *FTSE* influencia o *FTSE 100*, concluiu-se que as variáveis significativas do modelo, influenciam o sistema, por ser o maior parâmetro na equação e significativa.

Seguindo, analisa-se o comportamento do impulso de resposta, técnica utilizada para verificar o que acontece quando ocorre uma influência externa ou interna no índice das ações, sendo realizada por meio de um choque de dois desvios padrões na variável em evidência, Figura 5. Utilizou-se o impulso de respostas somente nas variáveis significativas, resultantes do teste de causalidade de Granger, as quais são *CAD 40* da França e *NASDAQ* dos Estados Unidos, pois foram as variáveis que tiveram influência bicausal e são endógenas.

Figura 5 – Impulso de resposta na variável de índice de ação da CAD 40, resposta no índice de ação da NASDAQ



Fonte: autor

Analisando a Figura 5, verifica-se que um choque de desvio padrão aplicado no índice de ação da CAD 40 transmite influência na variável de índice da ação NASDAQ. Assim, no primeiro mês, o índice tem uma queda brusca, mas estabiliza-se no curto prazo. O impulso de resposta só pode ser testado nas variáveis endógenas, portanto, verificou-se o impulso de resposta nas variáveis endógenas, e o índice de ação da CAD 40 foi o único que recebeu e transferiu influência para a formação do índice de ação da NASDAQ.

Tabela 5 - Decomposição de Variância do índice de ações

(continua)

Decomposição de Variância CAD 40					
Período	Erro padrão	CAD_40	NIKKEI	NASDAQ	FTSE_100
1	1.413.686	1.000.000	0.000000	0.000000	0.000000
2	1.414.668	9.988.141	0.014091	0.067372	0.037128
3	1.414.670	9.988.130	0.014094	0.067475	0.037128
4	1.414.670	9.988.130	0.014094	0.067475	0.037128
5	1.414.670	9.988.130	0.014094	0.067475	0.037128
6	1.414.670	9.988.130	0.014094	0.067475	0.037128
7	1.414.670	9.988.130	0.014094	0.067475	0.037128
8	1.414.670	9.988.130	0.014094	0.067475	0.037128
9	1.414.670	9.988.130	0.014094	0.067475	0.037128
10	1.414.670	9.988.130	0.014094	0.067475	0.037128
Decomposição de Variância NIKKEI					
Período	Erro padrão	CAD_40	NIKKEI	NASDAQ	FTSE_100
1	1.584.108	0.003271	9.999.673	0.000000	0.000000
2	1.586.814	0.010675	9.992.680	0.057949	0.004579
3	1.586.825	0.010807	9.992.607	0.058437	0.004683
4	1.586.825	0.010808	9.992.607	0.058439	0.004684
5	1.586.825	0.010808	9.992.607	0.058439	0.004684
6	1.586.825	0.010808	9.992.607	0.058439	0.004684
7	1.586.825	0.010808	9.992.607	0.058439	0.004684
8	1.586.825	0.010808	9.992.607	0.058439	0.004684
9	1.586.825	0.010808	9.992.607	0.058439	0.004684
10	1.586.825	0.010808	9.992.607	0.058439	0.004684

Tabela 5 - Decomposição de Variância do índice de ações

(continuação)

Decomposição de Variância NASDAQ					
Período	Erro padrão	CAD_40	NIKKEI	NASDAQ	FTSE_100
1	2.223.285	0.426300	0.013952	9.955.975	0.000000
2	2.227.645	0.564772	0.017889	9.940.731	0.010029
3	2.227.652	0.564893	0.017963	9.940.687	0.010273
4	2.227.652	0.564893	0.017963	9.940.687	0.010274
5	2.227.652	0.564893	0.017963	9.940.687	0.010274
6	2.227.652	0.564893	0.017963	9.940.687	0.010274
7	2.227.652	0.564893	0.017963	9.940.687	0.010274
8	2.227.652	0.564893	0.017963	9.940.687	0.010274
9	2.227.652	0.564893	0.017963	9.940.687	0.010274
10	2.227.652	0.564893	0.017963	9.940.687	0.010274
Decomposição de Variância FTSE_100					
Período	Erro padrão	CAD_40	NIKKEI	NASDAQ	FTSE_100
1	1.240.942	0.061228	0.295994	0.082809	9.955.997
2	1.241.929	0.072369	0.335746	0.083828	9.950.806
3	1.241.932	0.072371	0.336105	0.083957	9.950.757
4	1.241.933	0.072371	0.336106	0.083958	9.950.757
5	1.241.933	0.072371	0.336106	0.083958	9.950.757
6	1.241.933	0.072371	0.336106	0.083958	9.950.757
7	1.241.933	0.072371	0.336106	0.083958	9.950.757
8	1.241.933	0.072371	0.336106	0.083958	9.950.757
9	1.241.933	0.072371	0.336106	0.083958	9.950.757
10	1.241.933	0.072371	0.336106	0.083958	9.950.757

Ordem de Cholesky: CAD_40 NIKKEI NASDAQ FTSE_100

Fonte: autor

Analisando-se a Decomposição de Variância ilustrada na Tabela 5, verifica-se que as variáveis influenciam a formação do preço do índice em evidência. A relação entre esses países é de curto prazo, pois o modelo estimado usado foi com 1 *lag*, ou seja, a influência não ultrapassa mais que um dia.

A análise de decomposição de variância resultou a porcentagem com que cada variável participa na formação dos demais índices, num horizonte de 10 meses. A partir desses resultados, apresenta-se a conclusão no próximo capítulo.

6 CONCLUSÃO

O estudo desenvolveu uma análise multivariada em um conjunto de séries temporais, na qual realizou-se uma análise conjunta das variáveis, partindo do pressuposto básico da modelagem VAR de as séries serem estacionárias. A partir dessa verificação, identificou-se o comportamento das variáveis, que são estacionária de ordem $I(1)$.

Após a utilização do teste para a escolha do *lag*, foi possível indentificar uma defasagem, pois é a melhor maneira para caracterizar as relações do sistema, essa escolha ocorreu pelo melhor *AIC* e *BIC*.

Outro teste utilizado no VAR é o *block exogeneity* para definir a exogenidade das séries, assim ordenou-se as variáveis para estimar o modelo. Desse modo, o modelo VAR estimado identificou as equações significativas também como a inter-relação entre a Cad 40 e a NASDAQ. Confirmando com o teste de causalidade de *Granger* que, resultou a relação entre os índices – *DAX - TSX; CAD 40 – DAX; MOEX – NIKKEI; TSX – CAD 40; FTSE – TSX; CAD 40 – FTSE; FTSE – NIKKEI; FTSE 100 – FTSE; FTSE 100 - CAD_40; NASDAQ – NIKKEI; NIKKEI – FTSE 100*, ocorre uma relação causal e, com os índices *FTSE – DAX; NIKKEI- DAX; NASDAQ - DAX , FTSE 100 – DAX; TSX – MOEX; FTSE – MOEX; CAD 40 – MOEX; FTSE 100 – MOEX; NASDAQ – CAD 40*, bicausal.

A partir dos testes, concluiu-se que foi possível observar o impulso de resposta somente nas variáveis menos exógenas, que resultou em curto prazo, quando ocorreu uma mudança na variável CAD 40. Essa alteração afetou o índice da NASDAQ, as demais variáveis sofreram influência delas mesmas, mas os choques são transitórios, e as variáveis entraram em equilíbrio com o passar do tempo, no máximo, três períodos.

Contudo, a análise da decomposição da variância do erro de previsão indicou uma crescente participação das ações a partir do segundo período, ao longo do tempo em análise. Conclui-se também que não há uma influência bidirecional nos mercados economicamente desenvolvidos, pois não houve efeitos contemporâneos refletidos na função impulso resposta, pois as variáveis foram consideradas exógenas para comporem o modelo VAR(1), considerando os índices de ações dos países integrantes do G8.

Deixa-se como sugestão para estudos futuros, a realização de um modelo que capte as relações de volatilidade entre esses índices estudados e um estudo mais amplo, considerando países desenvolvidos economicamente e países emergentes.

REFERÊNCIAS

ABHYANKAR. A.; XU B. WANG J. Oil Price Shocks and the Stock Market: Evidence from Japan. **The Energy Journal**. Vol. 34, n. 2 (2013), pp. 199-222 . Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/41970486>>. Acesso em: 05 junho 2018.

ARTIS, M. J., et al. **Classical Business Cycles for G-7 and European Countries**. Discussion Paper Series, No. 1137. London: Centre for Economic Policy Research, 1995.

BAKER, A. "The Historical Development of the G-7: An Incoherent and Disjointed Response to Global Interdependence?" G7RU Working Paper No. 2. **Jordanstown**: School of Public Policy, Economics and Law, University of Ulster, 1996.

BUENO, R. L. S. **Econometria de Séries Temporais**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

CAVALCANTI, M. A. F. H. Identificação de modelos VAR e causalidade de Granger: uma nota de advertência. **Economia Aplicada**, n. Uhlig 2005, p. 251–260, 2010.

CHARENZA, W. W.; DEADMAN, D. **New directions in econometric practice general to specific modelling, cointegration and vector autoregression**. 2. ed. 1997.

DELGADO. N. A. B.; DELGADO. E. B.; SAUCEDO E. The relationship between oil prices, the stock market and the exchange rate: Evidence from Mexico. **The North American Journal of Economics and Finance**. Volume 45, 2018, Pages 266-275, ISSN 1062-9408, <https://doi.org/10.1016/j.najef.2018.03.006>. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1062940817303790>>. Acesso em: 05 junho 2018.

DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root. **Journal of the American Statistical Association**, v. 74, n. 366, p. 427–431, 1979.

ENDERS, W. Applied econometric time series. Wiley series in probability and mathematical statistics. In: **John Wiley and Sons**. New York /USA: 1995.

ENDERS, W. Supplementary Manual To Accompany Applied Econometric Time Series (3rd edition) Prepared by. **Components**, p. 1–63, 2004.

FARIAS, H. P. **Função Resposta a Impulso e Decomposição da Variância do Erro de Previsão Aplicados às principais Bolsas de Valores**. Lavras , Minas Gerais (2008).

FRATIANNI, M., et al. *Governing Global Finance: New Challenges, G7 and IMF Contributions*. Global Finance Series. Aldershot, UK: **Ashgate Publishing**, 2002.

GERLACH, S., SMETS F. Monetary Transmission Mechanism: Evidence from the G-7 Countries. Discussion Paper Series, No. 1219. **London: Centre for Economic Policy Research**, 1995.

GUJARATI, D.N. **Econometria Básica**. 3. ed.. São Paulo: Makron Books, 2000.

HAJNAL, P. With a contribution by Sian Meikle. **The G7/G8 System: Evolution, Role and Documentation**. The G8 and Global Governance Series. Aldershot, UK: Ashgate Publishing, 1999.

HAMILTON, J. D. Time Series Analysis, **Princeton University Press**, 1994.

HANISCH, M., KEMPA, B. The international transmission channels of US supply and demand shocks: Evidence from a non-stationary dynamic factor model for the G7 countries, The North American **Journal of Economics and Finance**, Volume 42, 2017, Pages 70-88, ISSN 1062-9408, <https://doi.org/10.1016/j.najef.2017.07.001>. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1062940817300335>>. Acesso em: 05 abril 2018.

HILL, J.; LEAVER, J. D. Effect of stage of growth at harvest and level of urea application on chemical changes during storage of whole-crop wheat. **Animal Feed Science and Technology**, v. 77, n. 3–4, p. 281–301, 1999.

HODGES et al. G8 Summits and Compliance" in *The G8's Role in the New Millennium* **Economics Faculty Research and Publications Business Administration, College of Published version**. Aldershot: Ashgate, 1999, 75-92. Disponível em: <<http://www.ashgate.com/isbn/9781840147742>>. Acesso em: 24 abril 2018.

KWIATKOWSKI, D. et al. Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root. **Journal of Econometrics**, v. 54, n. 1–3, p. 159–178, 1992.

MADDALA, G. S. **Introduction to econometric**. 2. ed. New Jersey: 1992.

MARGARIDO, M.A. **Transmissão de preços internacionais de suco de laranja para preços ao nível de produtor de laranja no Estado de São Paulo**. Instituto de Economia Agrícola. Coleção Estudos Agrícolas 6. São Paulo-SP. 1998.

MOSCOWEX. **Moscow Stock Exchange**. Disponível em: <<http://moex.com/en/>>. Acessado em 21/04/2018.

MOSCOWEX. **Moscow Exchange Trading Volumes in April 2018**. Disponível em: <<https://www.moex.com/n19492/?nt=201>>. Acessado em 21/04/2018.

PEREIRA et al. **EFEITOS DA POLÍTICA DE SALÁRIO MÍNIMO SOBRE O MERCADO DE TRABALHO METROPOLITANO: UMA ANÁLISE EMPÍRICA A PARTIR DE VETORES AUTOREGRESSIVOS (VAR) - (2003-2015)**. Rev. econ. contemp. [online]. 2017, vol.21, n.1, e172113. Epub Aug 31, 2017. ISSN 1415-9848. <http://dx.doi.org/10.1590/198055272113>.

PINHEIRO, J. L. **Mercado de Capitais: Fundamentos e Técnicas**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

REZENDE, A. C. B., FONSECA, M. A. R. **ANÁLISE QUANTITATIVA DE DESEMPENHO DOS ÍNDICES DOW JONES E NASDAQ NOS PERÍODOS PRÉ E PÓS-CRISE FINANCEIRA DE 2008**. Universidade Federal Do Rio De Janeiro Instituto De Economia Mba Em Finanças E Gestão De Risco Trabalho De Conclusão De Curso. Rio De Janeiro Agosto De 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/.../11990/1/GovernancaCorporativaDeterminante.pdf>> Acesso em: 28 abril 2018.

SANTIAGO, E. G8, o grupo dos 8 países. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/idade/exclusivo/perguntas_respostas/reunioes_g8/index.shtml> Acesso em 10 jun. 2018.

SIMS, C. Macroeconomics and reality. *Econometrica*, **Illinois**, v. 48, n. 1, p. 1-48, jan. 1980.

SERVIÇOS DE INFORMAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO, ISCTE-IUL. Disponível em: <<https://www.iscte-iul.pt/contents/estudantes/biblioteca/apoio-publicacao-difusao-cientifica/1134/publicacao>>. Acesso em:

SOUZA, F. M. **Modelos de Previsão: aplicação à energia elétrica – ARIMA – ARCH – AI e ACP**. 1. ed. Curitiba: 2016.

TEPLOVA, T. V.; RODINA V. A., Does stock exchange consolidation improve market liquidity? A study of stock exchange acquisition in Russia, **Research in International Business and Finance**, Volume 37, 2016, Pages 375-390, ISSN 0275-5319, doi.org/10.1016/j.ribaf.2016.01.016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0275531916300162>>. Acesso em: 24 abril 2018.

WORLD FEDERATION OF EXCHANGES. **Annual Statistics Guide**. Disponível em: <<https://www.world-exchanges.org/home/index.php/statistics/annual-statistics#ASG>>. Acesso em: 05 abril 2018.