

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO

Renan Mitsuo Ueda

**ADMISSÃO E DEMISSÃO: UMA ANÁLISE MULTIVARIADA DE
CURTO E LONGO PRAZO SOB A ÓTICA DO SETOR
ELETROELETRÔNICO BRASILEIRO**

Santa Maria, RS
2019

Renan Mitsuo Ueda

**ADMISSÃO E DEMISSÃO: UMA ANÁLISE MULTIVARIADA DE CURTO E LONGO
PRAZO SOB A ÓTICA DO SETOR ELETROELETRÔNICO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Área de Concentração em Gerência da Produção da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito para obtenção do título de **Mestre em Engenharia de Produção**.

Orientador: Prof. Dr. Adriano Mendonça Souza

Santa Maria, RS
2019

Ueda, Renan Mitsuo

Admissão e demissão: uma análise multivariada de curto e longo prazo sob a ótica do setor eletroeletrônico brasileiro / Renan Mitsuo Ueda.- 2019.

98 p.; 30 cm

Orientador: Adriano Mendonça Souza

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, RS, 2019

1. Análise de Cluster 2. Modelos Autorregressivos Vetoriais 3. Vetor de Correção de Erros 4. Setor Eletroeletrônico 5. Macroeconomia I. Souza, Adriano Mendonça II. Título.

Renan Mitsuo Ueda

**ADMISSÃO E DEMISSÃO: UMA ANÁLISE MULTIVARIADA DE CURTO E LONGO
PRAZO SOB A ÓTICA DO SETOR ELETROELETRÔNICO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Área de Concentração em Gerência da Produção da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito para obtenção do título de **Mestre em Engenharia de Produção**.

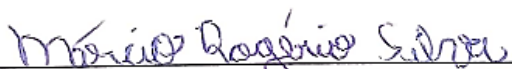
Aprovado em 20 de fevereiro de 2019



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



Wesley Vieira da Silva, Dr. (UFSM)



Márcio Rogério Silva, Dr. (UFGD)

Santa Maria, RS
2019

RESUMO

ADMISSÃO E DEMISSÃO: UMA ANÁLISE MULTIVARIADA DE CURTO E LONGO PRAZO SOB A ÓTICA DO SETOR ELETROELETRÔNICO BRASILEIRO

AUTOR: Renan Mitsuo Ueda
ORIENTADOR: Adriano Mendonça Souza

O objetivo desta pesquisa foi verificar se a análise de *Cluster* seria capaz de classificar e selecionar as variáveis macroeconômicas relacionadas ao setor eletroeletrônico brasileiro em termos de exogeneidade, bem como ajustar um Modelo Autorregressivo Vetorial (VAR) e um vetor de correção de erros (VEC) que apontem a relação de curto e longo prazo entre as variáveis. As séries temporais que fizeram parte deste estudo foram: admissão e demissão no setor eletroeletrônico brasileiro, Produto Interno Bruto, total de importação e exportação brasileira, média mensal da cotação do dólar, índice nacional ao consumidor amplo e sistema de liquidação e custódia. O período amostral compreendeu o mês de maio de 2003 a fevereiro de 2017 para o primeiro artigo, e o mês de maio de 2003 a setembro de 2018 no caso do segundo artigo. As variáveis do setor foram coletadas na plataforma online da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee), e as demais, Ministério do Trabalho e Emprego, Cadastro Geral, Banco Central do Brasil, Rotary Brasil; Ministério da Fazenda, e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ao final do estudo a análise de *Cluster* mostrou-se eficiente na classificação e seleção das variáveis considerando a exogeneidade, sendo corroborada pelo *Granger/Block Exogeneity Causality Test*. Ficou evidente que há uma relação significativa entre as mesmas, indicando que mudanças abruptas nas variáveis macroeconômicas resultará em flutuações no número de empregados da indústria eletroeletrônica brasileira por cerca de dois, no mínimo.

Palavras-chave: Análise de Cluster. Modelos Autorregressivos Vetoriais. Vetor de Correção de Erros. Setor Eletroeletrônico. Macroeconomia.

ABSTRACT

ADMISSION AND DISMISSAL: A MULTIVARIATE SHORT-TERM AND LONG-TERM ANALYSIS UNDER THE OPTICS OF THE BRAZILIAN ELECTRO-ELECTRONIC SECTOR

AUTHOR: Renan Mitsuo Ueda
ADVISOR: Adriano Mendonça Souza

The objective of this research was to verify if the Cluster analysis would be able to classify and select the macroeconomic variables related to the Brazilian electro-electronic sector in exogeneity terms, as well as to adjust a Vector Autoregressive Model (VAR) and a Vector Error Correction (VEC) which point out the short- and long-term relationship between the variables. The time series that were part of this study were: admission and dismissal in the Brazilian electronics industry, Gross Domestic Product, total Brazilian import and export, monthly average dollar quotation, national broad consumer index and settlement and custody system. The sample period comprised May of 2003 to February of 2017 for the first article, and May of 2003 to September of 2018 in the case of the second article. The variables of the sector were collected in the online platform of the Brazilian Association of the Electrical and Electro-electronic Industry (Abinee), and the others, Ministry of Labor and Employment, General Register, Central Bank of Brazil, Rotary Brazil; Ministry of Finance, and the Brazilian Institute of Geography and Statistics. At the end of the study Cluster analysis proved to be efficient in the classification and selection of variables considering exogeneity, being corroborated by the Granger / Block Exogeneity Causality Test. It was evident that there is a significant relationship between them, indicating that abrupt changes in the macroeconomic variables will result in fluctuations in the number of employees of the Brazilian electrical and electronic industry by at least two months.

Keywords: Cluster Analysis. Vector Autoregressive Models. Vector Error Correction. Electro-electronic Sector. Macroeconomics.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABE	<i>Admission in the Brazilian Electro-electronic Sector</i>
ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
AD	Admissão no Setor Eletroeletrônico Brasileiro
ADF	<i>Teste Augmented Dickey e Fuller</i>
AIC	<i>Akaike information criterion</i>
BCB	Banco Central do Brasil
BIC	<i>Bayesian Information Criterion</i>
BNC	<i>Broad National Consumer Index</i>
CAGED	Cadastro Geral de Empregados e Desempregados
CD	<i>Compact Disc</i>
CNM	Confederação Nacional dos Metalúrgicos
CO ₂	Dióxido de carbono
COMEX	Comércio Exterior
COPOM	Comitê de Política Monetária
CV	Coeficiente de Variação
DBE	<i>Dismissal in the Brazilian Electro-electronic Sector</i>
DE	Demissão no Setor Eletroeletrônico Brasileiro
DVAR	<i>Decomposition-based Vector Autoregressive Model</i>
DVD	<i>Digital Video Disc</i>
EUA	Estados Unidos da América
ET	Exportações Totais do Brasil
FDI	<i>Foreign Direct Investment</i>
GDP	<i>Gross Domestic Product</i>
HQ	<i>Hannan-Quinn information criterion</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGP-Di	Índice Geral de Preços-Disponibilidade Interna
IGP-M	Índice Geral de Preços do Mercado
INPC	Índice Nacional de Preços ao Consumidor
IPCA	Índice de Preços ao Consumidor Amplo
IT	Importações Totais do Brasil
KPSS	<i>Teste Kwiatkowski, Phillips, Schmidt and Shin</i>
MCD	Média Mensal da Cotação do Dólar
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MDQ	<i>Monthly Average Dollar Quotation</i>
MS-VAR	<i>Markov Switching Vector Regression Model</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
PEA	População Economicamente Ativa
PIB	Produto Interno Bruto
PP	<i>Teste Phillips e Perron</i>
RN	Redes Neurais
SELIC	Sistema Especial de Liquidação e de Custódia

SL	Sistema Especial de Liquidação e de Custódia
SSC	<i>Special System of Settlement and Custody</i>
SVAR	<i>Structural Vector Autoregressive</i>
TBE	<i>Total Brazilian Exports</i>
TBI	<i>Total Brazilian Imports</i>
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
UK	<i>United Kingdom</i>
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
US	<i>United States</i>
VAR	<i>Vector Autoregression</i>
VEC	<i>Vector Error Correction</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 TEMA DA PESQUISA	9
1.2 JUSTIFICATIVA	9
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA	11
1.4 OBJETIVOS	11
1.4.1 Objetivo Geral	11
1.4.2 Objetivos Específicos	11
1.5 DELIMITAÇÃO DO TEMA	12
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 SETOR ELETROELETRÔNICO	14
2.2 VARIÁVEIS MACROECONÔMICAS	17
2.2.1 Desemprego	18
2.2.2 Produto Interno Bruto	18
2.2.3 Importação e exportação	20
2.2.4 Sistema Especial de Liquidação e Custódia (SELIC)	21
2.2.5 Taxa de Câmbio	22
2.2.6 Inflação	23
2.3 ANÁLISE DE <i>CLUSTER</i>	24
2.4 TESTES DE ESTACIONARIEDADE	26
2.5 TESTE DE CAUSALIDADE DE GRANGER	28
2.6 MODELOS AUTORREGRESSIVOS VETORIAIS (VAR)	29
2.7 TESTE DE COINTEGRAÇÃO	32
2.8 VETOR DE CORREÇÃO DE ERROS (VEC)	33
2.9 FUNÇÃO IMPULSO-RESPOSTA	34
2.10 DECOMPOSIÇÃO DA VARIÂNCIA	36
3 MATERIAIS E MÉTODOS	38
3.1 ESTRUTURA E CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	38
3.2 DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS UTILIZADAS	39
3.3 MÉTODO DE ANÁLISE DOS DADOS	40
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	46
4.1 ARTIGO 1	47
4.2 ARTIGO 2	70
5 DISCUSSÃO	90
6 CONCLUSÃO	91
REFERÊNCIAS	92

1 INTRODUÇÃO

A competitividade entre empresas tem se intensificado nas últimas décadas, expandindo a riqueza nacional, incentivando a força produtiva e impulsionando o avanço tecnológico, por meio da otimização da produção, venda e distribuição, abrangendo as características dos fatores internos e externos da organização. Uma empresa configura-se como competitiva caso consiga adaptar-se às mudanças tecnológicas, econômicas e sociais, e outras variáveis do ambiente externo, através do desenvolvimento de estratégias conforme os padrões de concorrência vigentes no mercado (NIJKAMP; SIEDSCHLAG, 2011; ANTUNES et al., 2009; PORTER, 2009; STONEHOUSE; SNOWDON, 2007).

O maior desafio encontrado pelas empresas é sustentar a competitividade e adaptar-se à constante mudança do cenário mundial. O nível de concorrência cada vez mais acirrada dos últimos anos desafia as organizações a encontrarem estratégias e formas de gerenciamento mais eficazes que garantam sua sobrevivência (TUBINO, 2017).

Neste contexto, encontram-se as indústrias do setor eletroeletrônico brasileiro, que são importantes para o desenvolvimento nacional, interferindo em grande parte nas demais áreas da economia brasileira. Segundo Tavares (2001), a demanda por produtos eletroeletrônicos é impulsionada pelo crescimento da produção dos setores de telecomunicação/informática, exploração petrolífera, indústria automobilística e produção de energia.

O setor eletroeletrônico é dividido em basicamente duas classes: eletrônico e elétrico. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE, 2017), fazem parte do setor eletrônico a fabricação dos seguintes produtos: componentes eletrônicos; equipamentos de comunicação, informática e periféricos; aparelhos de recepção, reprodução, gravação e amplificação de áudio e vídeo; aparelhos e instrumentos de medida, teste e controle, cronômetros e relógios. Por outro lado, o setor elétrico destina-se à produção de geradores, transformadores e motores elétricos; pilhas, baterias e acumuladores elétricos; equipamentos para distribuição e controle de energia elétrica; lâmpadas e outros equipamentos de iluminação; e eletrodomésticos.

De acordo com Paiva e Serra (2014) e a *United Nations Environment Programme* (UNEP, 2009), o volume de produtos eletroeletrônicos produzidos e inseridos no mercado aumentam, tanto em países desenvolvidos quanto nos que encontram-se em processo de crescimento, como é o caso do Brasil.

Estima-se que em 2020 a representação do Produto Interno Bruto do setor eletroeletrônico brasileiro seguirá a tendência de países desenvolvidos, passando de 4,3% para 7% (LCA, 2009). Para Cruz (2018) o setor de eletroeletrônicos cresceu cerca de 14,6% no primeiro semestre de 2018, se comparado com o mesmo período do ano passado. No mês de março de 2017 houve um crescimento de 19,8% em importações e 6,8% no número de exportações de produtos eletroeletrônicos, se comparado com o mesmo período de 2016 (ABINEE, 2018). No mês de março de 2017 haviam 235,7 mil trabalhadores no setor, sendo admitidas 224 pessoas neste mesmo mês. Este setor é considerado a base para uma revolução tecnológica e geração de mão de obra cada vez mais qualificada (CAGED, 2017).

Portanto, devido a relevância do setor para a economia brasileira, pretende-se constatar se a análise de *Cluster* é capaz de classificar e selecionar as variáveis macroeconômicas relacionadas ao setor eletroeletrônico brasileiro pela sua exogeneidade, bem como verificar se os Modelos Autorregressivos Vetoriais (VAR) e os vetores de correção de erros (VEC) são eficientes para apontar a relação dinâmica de curto e longo prazo entre as variáveis demissão/admissão e as variáveis macroeconômicas que mais impactam no objeto de estudo a luz da teoria econômica.

1.1 TEMA DA PESQUISA

Análise do inter-relacionamento entre a admissão/demissão no setor eletroeletrônico brasileiro e variáveis macroeconômicas, por meio da metodologia de análise de *Cluster*, Modelos Autorregressivos Vetoriais (VAR) e o Vetor de Correção de Erros (VEC).

1.2 JUSTIFICATIVA

A indústria eletroeletrônica influencia praticamente todos os setores da economia, uma vez que o número de componentes eletrônicos em bens cresce anualmente. Sendo que as inovações tecnológicas de tais componentes possuem um

forte impacto no desenvolvimento da competitividade das organizações, pois este avanço está relacionado com a otimização de sistemas, máquinas, equipamentos, dispositivos e bens de consumo. Portanto, as novas formas de gerenciamento e a flexibilidade dos processos produtivos, bem como o aumento da competitividade, contribuiu para o crescimento do complexo eletroeletrônico brasileiro (CNM, 2012).

O setor é considerado um dos mais dinâmicos da economia nacional, pois segundo a ABINNE (2017) há vários segmentos que o compõe: informática; materiais para instalações elétricas; telecomunicações; eletrodomésticos; equipamentos industriais; motores e geradores, dentre outros. O crescimento da demanda por produtos eletroeletrônicos é impulsionado pelo setor de telecomunicações e informática, indústria petrolífera, energia e automobilística. Por se tratar de um setor importante para a economia nacional (gera emprego e renda), o governo brasileiro constantemente desenvolve políticas específicas para este segmento, uma vez que considera que a longo prazo a indústria eletroeletrônica fortalecerá a economia e aumentará a qualidade de vida da população (TAVARES, 2001).

Segundo Ruiz, Kniess e Teixeira (2014), apesar desta importância para a economia, o setor eletroeletrônico brasileiro possui alguns desafios a serem enfrentados, entre os principais encontram-se a má infraestrutura logística, elevado pagamento de tributos, burocracia, déficit de mão de obra qualificada, bem como a adequação da indústria às legislações internacionais de respeito ao meio ambiente. Para que estes desafios sejam superados, Cruz (2008) acredita que deve-se formular políticas públicas voltadas para a rede educacional, infraestrutura e logística, e gerenciamento ambiental.

Portanto, a presente proposta de pesquisa se justifica pelo fato de que o setor eletroeletrônico configura-se como um importante segmento da economia brasileira, uma vez que, expande a riqueza nacional, incentiva a força produtiva e impulsiona o avanço tecnológico. Além disso, não há estudos aprofundados que utilizam modelos lineares univariados e multivariados que buscam associar e entender o desempenho do setor eletroeletrônico, mais especificamente o número de demissão e admissão, frente às variáveis macroeconômicas, tais como, Produto Interno Bruto, importação e exportação, inflação, taxa Selic e de câmbio.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

De acordo com Cervo, Bervian e Silva (2007), o problema de pesquisa busca a transformação do tema proposto em um problema a ser resolvido, ou seja, o problema configura-se como uma questão envolvendo uma dificuldade que pode ser de caráter teórico ou prático, objetivando o encontro de uma solução. Dessa forma, faz-se uma pergunta a respeito do problema de pesquisa, a mesma deve ser clara, precisa e objetiva. Portanto, os problemas desta pesquisa são:

1) A análise de *Cluster* é capaz de agrupar as variáveis em termos de exogeneidade?

2) Os modelos econométricos de classe VAR são capazes de determinar o inter-relacionamento de curto prazo entre variáveis macroeconômicas e o número de admissão e demissão em um setor?

3) O Vetor de Correção de Erros (VEC) é eficiente na determinação do inter-relacionamento de curto e longo prazo entre variáveis macroeconômicas e o número de demissão?

1.4 OBJETIVOS

Conforme Marconi e Lakatos (2010) para a compreensão dos resultados esperados é importante traçar os objetivos. Sendo assim, os objetivos buscam nortear a pesquisa, bem como garantir que o leitor entenda qual a finalidade do estudo.

1.4.1 Objetivo Geral

Compreender por meio da análise de *Cluster*, modelos autorregressivos vetoriais (VAR) e o vetor de correção de erros (VEC) o inter-relacionamento do número de admissão e demissão do setor eletroeletrônico brasileiro com as variáveis macroeconômicas que as influenciam.

1.4.2 Objetivos Específicos

- a) Realizar a estatística descritiva das variáveis por meio de medidas de tendência central e de dispersão, para resumir, descrever e compreender as mesmas;

- b) Aplicar o método *Cluster* para a seleção de variáveis de comportamento similares;
- c) Estimar os modelos VAR e VEC com o intuito de verificar o inter-relacionamento no curto e longo prazo entre as variáveis, em especial ao número de admissão e demissão do setor eletroeletrônico brasileiro;
- d) Avaliar o impulso resposta entre as variáveis e analisar a influência das variáveis macroeconômicas para explicar o número de admissão e demissão no setor eletroeletrônico brasileiro.

1.5 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O número de observações disponíveis para as séries temporais analisadas configura-se como um limitante para a quantidade de variáveis incluídas nos modelos VAR e VEC. Porém, as variáveis de maior relevância, aquelas que segundo especialistas afetam diretamente o número de admissão e demissão em um país foram as consideradas neste estudo: Produto Interno Bruto, importação e exportação, taxa Selic, taxa de câmbio e inflação.

Outra delimitação foi o período de análise, que no caso do primeiro artigo compreendeu o mês de maio de 2003 a fevereiro de 2017 (166 observações), e para o segundo artigo o mês de maio de 2003 a setembro de 2018 (185 observações), uma vez que, algumas das variáveis analisadas não possuíam uma base de dados anterior ao período da elaboração de cada um dos artigos.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Para facilitar a compreensão, o estudo divide-se em cinco capítulos: introdução; revisão da literatura; materiais e métodos; resultados e discussões; e considerações finais.

Capítulo 1 – Introdução: Nesta primeira parte do estudo é contemplada a introdução: tema da pesquisa; justificativa e importância da pesquisa; problema de pesquisa; objetivos (geral e específico); delimitação do tema e estrutura do trabalho.

Capítulo 2 – Revisão de literatura: Está contido o embasamento teórico sobre o tema estudado. Os assuntos abordados na revisão de literatura são: setor eletroeletrônico; variáveis macroeconômicas (desemprego, Produto Interno Bruto,

importação e exportação, taxa Selic, taxa de câmbio e inflação); metodologia *Cluster*, modelos autorregressivos vetoriais (VAR) e vetor de correção de erros (VEC).

Capítulo 3 – Materiais e métodos: É apresentada a metodologia, onde se contempla os procedimentos e técnicas utilizadas para a análise e processamento dos dados. Dessa forma, realiza-se a classificação da pesquisa, descrição das variáveis utilizadas, bem como os procedimentos de análise dos dados.

Capítulo 4 – Resultados e discussões: É apresentado, comentado e interpretado os resultados da pesquisa após a aplicação da metodologia. Este capítulo foi estruturado na forma de dois artigos, o primeiro com o título “Cluster analysis as pre-treatment for the determination of exogenously at admission and dismissal: a short-term investigation” e o segundo “O efeito na demissão do setor eletroeletrônico brasileiro refletido pelas variáveis macroeconômicas”.

Capítulo 5 – Considerações finais: contém uma síntese dos principais resultados da pesquisa, apontando se as hipóteses levantadas no início do estudo foram confirmadas ou refutadas. Pretende-se verificar se os objetivos propostos foram alcançados, bem como analisar se a abordagem metodológica utilizada neste estudo foi eficiente e condizente com a expectativa e realidade dos resultados.

Ainda, ao final da pesquisa, estão contidas todas as referências utilizadas no estudo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

No presente capítulo, estão apresentados os fundamentos teóricos que embasaram a pesquisa. Portanto, tal revisão abordou o estudo do setor eletroeletrônico, as variáveis macroeconômicas, metodologia *Cluster*, Modelos Autorregressivos Vetoriais (VAR) e o Vetor de Correção de Erros (VEC)

2.1 SETOR ELETROELETRÔNICO

O setor de eletrônicos e elétricos é um conjunto de atividades econômicas abrangente, pois inclui a produção de diversos tipos de bens, desde componentes eletrônicos até equipamentos médicos (CNM, 2012).

A indústria de produtos eletroeletrônicos é dividida por segmentos, sendo mais comum dividi-la em quatro: informática, automação, telecomunicações e bens eletrônico de consumo (áudio e vídeo). Outros autores costumam dividir os bens eletroeletrônicos em três subgrupos: produtos de vídeo – televisões, câmeras fotográficas e filmadoras, aparelhos de videocassetes; áudio – rádios, CD's, aparelhos de som; e outros equipamentos – calculadoras, telefones, instrumentos musicais eletrônicos, forno micro-ondas, dentre outros (RIOS, 2012).

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017) divide o setor em dois grandes grupos: eletrônico e elétrico, sendo que em cada um desses grupos existem as classes de produtos. As classes do grupo eletrônico são: componentes eletrônicos; equipamentos de informática e periféricos; equipamentos de comunicação; aparelhos de recepção, reprodução, gravação e amplificação de áudio e vídeo; aparelhos e instrumentos de medida, teste e controle, cronômetros e relógios. As classes do grupo elétrico são: geradores, transformadores e motores elétricos; pilhas, baterias e acumuladores elétricos; equipamentos para distribuição e controle de energia elétrica, lâmpadas e outros equipamentos de iluminação; eletrodomésticos; equipamentos e aparelhos elétricos não especificados anteriormente.

O Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (2013) segmenta a cadeia produtiva de produto eletroeletrônicos em linhas: verde – notebooks, impressoras, e aparelhos celulares; branca – geladeiras, refrigeradores, fogões, lava-roupas, e ar-condicionado; marrom – televisores, monitores, *Digital Video*

Disc (DVD), videocassetes, e produtos de áudio; azul – batedeiras, liquidificadores, ferros elétricos e furadeiras.

O setor eletroeletrônico configura-se como um dos segmentos de maior importância econômica relacionado à inovações tecnológicas, incremento produtivo, minimização de custos e delimitador dos preços finais de bens e serviços. De acordo com Sá, Bonfim e Teobaldo (2009), desde o início da década de 70, o complexo de produtos elétricos e eletrônicos tornou-se referência para outras empresas no que se refere ao dinamismo industrial. Esta interação entre o complexo eletroeletrônico com indústrias de outros segmentos, agiliza e permite avanços tecnológicos, bem como, aumenta a capacidade de se projetar novos produtos e processos.

O setor eletroeletrônico é de fundamental para os mais diversos setores da economia, uma vez que, há um considerável crescimento de componentes elétricos e eletrônicos em praticamente todos os bens produzidos atualmente. O setor é responsável por garantir a competitividade de uma organização, por meio de inovação em máquinas/equipamentos, produtos, processos e sistemas (ABINEE, 2012).

Segundo a Confederação Nacional dos Metalúrgicos (CNM, 2012), em 1967, apesar da instalação da Zona Franca de Manaus, até 1975 o Brasil não possuía um complexo eletrônico consistente. Em sua maioria, as indústrias instaladas no país eram multinacionais, reduzindo-se a linhas de montagem de componentes e peças importadas. No entanto, o setor elétrico e eletrônico passou por uma interferência política, o que possibilitou por meio de reserva de mercado, o surgimento de indústrias de informática, eletrônicos e telecomunicações no país. Durante toda a década de 80, ainda havia no país limitações em termos tecnológicos, ocorrendo outras particularidades no aproveitamento de reservas de mercado, em especial a restrição à entrada de produtos no Brasil. Com a aceleração da abertura do comércio (importações) e do processo de globalização nos anos 90, um dos setores da economia que mais sofreu com tais mudanças foi o eletroeletrônico brasileiro.

Portanto, conforme Bampi et al. (2009), o setor eletroeletrônico brasileiro apresenta alguns elementos que o caracteriza, sendo eles:

- (i) As tecnologias seguem a tendência e padrões internacionais;
- (ii) A produção de eletroeletrônicos é em sua maioria para atender a necessidade do mercado interno, ou seja, o coeficiente de exportação de bens é baixo, salvo algumas exceções – aparelhos celulares, sub-montagens de eletrônicos para automóveis e moto compressores herméticos (doméstico e industrial);

(iii) Produção de bens eletrônicos sem a agregação de valor – design. Por seguir a tendência do mercado internacional, os produtos brasileiros seguem defasados no tempo, ou seja, as tecnologias desenvolvidas e aplicadas no exterior demoram certo tempo para serem incorporadas aos produtos montados no país;

(iv) Não há marcas nacionais que se destacam na produção em massa em Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), além disso, os produtos, bem como os seus processos produtivos, apresentam baixa taxa de inovação tecnológica local;

(v) Os conteúdos eletrônicos brasileiros em componentes de maior valor agregado (funcionalidade do produto final) são extremamente baixos.

Apesar deste perfil, uma projeção realizada pela LCA Consultores (2009) para a indústria elétrica e eletrônica aponta que em 2020, a representação do PIB da produção de produto eletroeletrônico brasileiro passará de 4,3% para 7% no ano de 2020, acompanhando a tendência dos países desenvolvidos, para esta projeção foram analisados as tendências em termos de tecnologia e as políticas de incentivo de diferentes países. O estudo ressalta a importância do setor, uma vez que, o mesmo é a base para uma revolução tecnológica e a geração de mão de obra qualificada.

A ABINEE (2017) é uma instituição civil de fins não econômicos/lucrativos e de abrangência nacional que atualmente representa o setor de eletro e eletrônico no país, além de fornecer dados importantes, tais como número de desempregados, produção física de produtos eletroeletrônicos, quantidade de importação e exportação, faturamento do setor, dentre outros.

De acordo com dados disponibilizados pela ABINEE (2017), no ano de 2016, foram vendidos no Brasil 4,5 milhões de desktops e notebooks, 3,9 milhões de tablets e 48,4 milhões de aparelhos celulares. No entanto, a quantidade de produtos eletroeletrônicos importada foi superior ao exportado, as compras no exterior chegaram a US\$ 25,5 bilhões (incluindo os produtos acabados) e as exportações US\$ 5,6 bilhões. Para Ruiz, Kniess e Teixeira (2014), apesar do avanço do setor eletroeletrônico no país, a situação da indústria é complexa, pois no Brasil não há grandes fabricantes de componentes de eletroeletrônicos, sendo necessário optar pela importação destes produtos. Os principais desafios encontrados pelo setor elétrico e eletrônico relaciona-se a má infraestrutura logística, alta carga tributária, burocracia, e falta de mão de obra qualificada, bem como, necessita de adequação às regras internacionais de respeito ao meio ambiente.

2.2 VARIÁVEIS MACROECONÔMICAS

De modo geral, a economia configura-se como sendo uma ciência social que procura estudar a forma como a sociedade/indivíduo utiliza seus recursos produtivos para a geração de bens tangíveis e intangíveis, objetivando a distribuição entre as diversas partes que compõem a sociedade. No entanto, para atender as necessidades humanas, este estudo depende de algumas restrições físicas, relacionada à falta de recursos produtivos ou fatores ligados à produção (VASCONCELLOS, 2015).

A macroeconomia busca compreender a retração e a expansão da economia em geral, ou seja, como o estudo econômico em sua totalidade, englobando desde as variações nos preços de bens e serviços, até a taxa de desemprego. Além disso, busca apresentar políticas a fim de melhorar o desempenho e explicar as variáveis econômicas (KRUGMAN; WELLS, 2014; BLANCHARD, 2011; MANKIW, 2013).

Para Carvalho et al. (2008), a macroeconomia estuda a ação humana sobre as variáveis econômicas agregadas, preocupando-se mais com questões conjunturais de curto prazo, tais como: taxa de juros e câmbio, renda nacional, investimentos, consumo de mercadorias, oscilação dos preços de produtos, taxa de emprego e desemprego, dentre outras variáveis. Sendo assim, nessa mesma linha de considerações, Ribeiro et al. (2010) acreditam que o crescimento econômico sofre a influência de muitas variáveis, portanto, precisam ser analisadas de forma criteriosa.

De acordo com Vasconcellos (2015) as metas de política macroeconômicas estão voltadas para o aumento do número de empregos, estabilidade dos preços de bens e serviços, distribuição de renda de forma socialmente justa e crescimento econômico. A macroeconomia é analisada sob dois aspectos (real e monetária), sendo subdividida e agrupadas em quatro mercados: bens e serviços, trabalho, financeiro (monetário e títulos) e de divisas. Cada mercado possui as variáveis determinantes, por exemplo, o produto nacional e nível geral de preços faz parte do mercado de bens e serviços, correspondendo a parte real da economia.

Para contemplar todos os mercados que compõem a macroeconomia, a seleção das variáveis seguiu a mesma lógica dos critérios propostos por Sangsoongsong et al. (2012): variáveis que causam mudanças (demissão e admissão) no setor eletroeletrônico; variáveis que influenciam na demanda por produtos eletroeletrônicos; variáveis que representam a economia nacional.

2.2.1 Desemprego

Os desempregados pertencem ao grupo da População Economicamente Ativa (PEA), faz parte desta categoria a pessoa que possui potencial/capacidade para trabalhar e estão à procura de alguma ocupação (SACHS; LARRAIN, 1998). Mankiw (2014), afirma que os desempregados pertencem à classe que gostariam de estar exercendo uma atividade, no entanto, não conseguem arrumar um emprego, não contribuindo economicamente para a produção de bens e serviços.

Tanto o crescimento econômico quanto a taxa de desemprego são consideradas variáveis que interferem no estudo do panorama econômico. De acordo com Neves Junior e Paiva (2007), a abertura de postos de trabalho é resultado da produção de um país, isto é, quanto mais significativo for a produção de bens ou serviços, maiores serão as expectativas para o aumento da oferta de trabalho.

Neste sentido, conforme Basílio e Souza (2015), a variável econômica desemprego é uma das mais relevantes para se analisar a capacidade produtiva de um país, pois a mesma se relaciona com outras variáveis importantes, como por exemplo, taxa de inflação e crescimento econômico. Portanto, o aumento do desemprego é considerado um dos maiores problemas para um país, sendo debatido e analisado por diversos especialistas da área.

Para Mendes, Mendes e Carrasco (2013), o aumento dos índices de desemprego aponta o desaquecimento da economia, redução do padrão e qualidade de vida da população, bem como o agravamento de problemas sociais. As causas que provocam o desemprego no país são: baixa qualificação da mão de obra, precariedade do sistema educacional, altos índices de trabalhadores informais, proteção social precária, substituição da mão de obra por máquinas e equipamentos.

Furtado, Souza e Zanini (2015), também citam variáveis que pode influenciar no desemprego, auxiliando na redução da desigualdade social, são eles: ajustes fiscais, salário mínimo, aumento populacional, relações econômicas e políticas, taxa câmbio e relações políticas.

2.2.2 Produto Interno Bruto

Para Czimikoski (2015) o Produto Interno Bruto (PIB), configura-se como o principal medidor do crescimento econômico de uma cidade, estado, país, região ou

nação. A base para o cálculo do PIB são os valores dos bens e serviços produzidos em um local especificado e um período determinado.

Nesta mesma perspectiva, Mankiw (2013) diz que o PIB corresponde ao total de bens e serviços finais produzidos por uma nação ao longo de um determinado período, tanto de bens tangíveis quanto intangíveis que sejam vendidos de forma legal no mercado. Machado e Pontili (2008) acreditam que o fator que influencia diretamente na oscilação do PIB é o consumo privado (gastos para a obtenção de bens e serviços), se houver um aumento do consumo, o valor do PIB se eleva.

De acordo com Ribeiro et al. (2010), por meio do PIB é realizada a mensuração da produção global de bens e serviços de uma nação, integrando a dinâmica de todos os setores econômicos, bem como a renda gerada pelos mesmos. Esta produção global corresponde à soma total do valor adicional bruto gerado pelas atividades econômicas do país, contemplando os mais variados setores.

Atualmente, a estimativa do PIB do Brasil é feita pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), seguindo as normas determinadas pela Organização das Nações Unidas (ONU), tal mensuração possibilita ao governo fazer uso de políticas públicas com a finalidade de garantir o crescimento econômico do país. Conforme Soares e Cavalcanti (2014), uma das formas de se calcular o valor do PIB, é considerando o total do consumo privado, investimentos realizados, gastos governamentais, bem como a balança comercial.

Blanchard (2011) também aponta quais as variáveis que entram no cálculo do PIB: consumo, investimento, gastos do governo, exportações líquidas (exportações e importações – balança líquida) e investimentos em estoques. No consumo está contido o valor dos bens e serviços utilizados pela população. O investimento é o somatório do investimento não residencial e residencial. O valor dos gastos governamentais é a adição do consumo de bens tangíveis e intangíveis do governo federal, estadual e municipal. As exportações líquidas é a diferenciação entre exportações e importações, e o investimento em estoques, a diferença entre a produção e a venda anual.

Conforme Mankiw (2013), o PIB mensura o somatório da renda de todas as pessoas pertencentes ao sistema econômico, ao mesmo tempo que mede o dispêndio total dos bens e serviços produzidos. Uma diminuição no PIB pode sugerir uma recessão, gerando um aumento da taxa de desempregados, redução de lucros e crises financeiras.

A partir da implantação do Plano Real no Brasil, houve uma forte expansão no consumo de bens e serviços. Após o Plano Real, o PIB brasileiro cresceu acentuadamente, em particular no ano de 1994, onde atingiu um crescimento de 5,9%. No entanto, por causa da crise asiática em 1997, crise da Rússia em 1998 e crise brasileira em 1999, entre 1997 a 2000, o cenário econômico mundial apresentava-se instável. Somente em 2004, devido à queda da inflação, ambiente externo favorável e saldo positivo da balança comercial, ocorreu a retomada do crescimento do PIB brasileiro (5,7%). Posteriormente, em 2009, o PIB brasileiro volta a recuar, devido à crise econômica mundial (RIBEIRO et al., 2010).

No entanto, conforme Laporta e Silveira (2017), com base nos dados do IBGE, depois de oito trimestres de quedas consecutivas, a economia do Brasil voltou a crescer. Em relação ao 4º trimestre do ano de 2016, o PIB brasileiro sofreu um aumento de 1,0% no primeiro trimestre de 2017, sendo a produção de R\$ 1,595 trilhão.

2.2.3 Importação e exportação

Há uma relação direta entre as variáveis “PIB” e “exportação”, quando ocorre uma retração nas exportações, o PIB também tende a decrescer (TREMEA, 2011). Sendo assim, pode-se utilizar a exportação como um indicador para a análise da taxa de crescimento do PIB brasileiro. A diminuição das exportações interfere no balanço de pagamentos e, conseqüentemente, no crescimento econômico do país.

Segundo Soares e Cavalcanti (2014), a exportação abrange muito mais que a comercialização de bens no mercado internacional. No Brasil, a exportação configura-se como um fator estratégico, pois contribui para a geração de emprego/renda e obtenção de recurso de outros países e crescimento econômico brasileiro. Os principais produtos exportados pelo Brasil são: petróleo, carne, açúcar e café.

Tremea (2011) afirma que o país exporta produtos com pouco valor agregado, necessitando exportar uma quantidade elevada de mercadorias para que consiga realizar a importação de bens e serviços com alto valor agregado. Para que este cenário mude, o país precisa investir em tecnologia e infraestrutura, em obtenção de subsídios estrangeiros, em abertura e preservação das relações de mercado.

Conforme ComexBrasil (2014), uma organização que possui suas políticas voltadas para a exportação, adquire inúmeras vantagens competitivas, uma vez que, proporciona a diversificação de mercado; aprimoramento de máquinas, equipamentos

e processos; aumento da qualidade dos bens e serviços ofertados; redução dos custos de produção e, conseqüentemente, elevação da lucratividade.

Já em relação à importação, Lopez e Gama (2010) a define como sendo a entrada de mercadorias provenientes de outros países. Assumpção (2007) diz que a importação nada mais é do que uma atividade que permite a entrada de bens e serviços ao território aduaneiro após o cumprimento das normas legais/comerciais exigidas pelo país. Por meio desta operação, há um desenvolvimento socioeconômico para ambos os países (importador e exportador), uma vez que, ocorrem trocas de conhecimento e tecnologias, bem como a ampliação do intercâmbio.

Para Souza et al. (2015), os países realizam a operação de importação com a finalidade de suprir a sua deficiência interna. A importação busca abastecer o mercado interno com insumos e produtos inexistentes em seu território ou que são produzidos na quantidade insuficiente para o atendimento da demanda do país. Conforme Assumpção (2007), os principais bens importados pelo Brasil são para abastecer o setor industrial.

De acordo com Keedi (2011), a abertura para a importação de bens e serviços, proporciona o aumento da quantidade de fornecedores, e, portanto, a diversificação de mercadorias. Esta diversificação é responsável pela queda dos preços dos produtos internos (combate a inflação), uma vez que, ocasiona a concorrência entre fornecedores nacionais e estrangeiros. Além disso, a abertura de um país para a compra de produtos estrangeiros, incentiva o processo de exportação, pois segundo o autor, a relação comercial entre os países é uma “via de mão dupla”.

A diferença entre a exportação e importação, torna-se um indicador econômico, pois se a quantidade exportada por um país for menor que a importação, pode-se afirmar que o seu saldo comercial é negativo, ou seja, o país encontra-se em *déficit* – adquiriu mais bens e serviços do que vendeu. No entanto, caso esta quantidade exportada seja maior que a importação, há um *superávit* na balança comercial – vendeu mais bens e serviços do que adquiriu (SOARES; CAVALCANTI, 2014).

2.2.4 Sistema Especial de Liquidação e Custódia (SELIC)

No mercado financeiro brasileiro, conforme Assaf Neto (2015) e Machado e Pontili (2008), a taxa de juros básica é a Selic, uma vez que, é capaz de influenciar as

demais taxas de juros da economia por meio da liquidação e controle financeiro de compras e vendas de títulos públicos.

Para Carvalho et al. (2015) e Assaf Neto (2015), a fim de controlar o nível inflação do país e a quantidade de empregos, o Banco Central controla a oscilação da taxa Selic. O Banco Central do Brasil - BCB (2017) acredita que a taxa Selic corresponde à taxa média ajustada dos financiamentos diários no Selic voltada para títulos federais.

A taxa Selic estabelecida pelo BCB influencia diretamente na dívida pública, oferta de crédito, inflação, dentre outros indicadores, servindo de base para o mercado financeiro. A responsabilidade por fixar a meta da taxa Selic, bem como acompanhar as condutas da política monetária e analisar o relatório de inflação é do Comitê de Política Monetária (COPOM). Segundo Assaf Neto (2015) e Mendonça, Dezordi e Curado (2005) a criação deste comitê teve por objetivo garantir a transparência no momento de fixação da taxa de juros.

Segundo Muniz, Moreira e Cajueiro (2012) e Mendonça, Dezordi e Curado (2005), a fixação da taxa Selic é de fundamental importância, pois a mesma influencia/controla o nível de preços, atividades econômicas e demais taxas no mercado. Objetivando o cumprimento de metas inflacionárias, a taxa de juros sofre alterações pelo Banco Central do Brasil, corroborando-se como sendo um mecanismo monetário do governo com a finalidade de conter a inflação.

Sendo assim, para Machado e Pontili (2008) e Carvalho e Silva (2008), ao elevar a taxa de juros, ocorre uma redução da demanda por bens/serviços de um país e investimentos, conseqüentemente, há uma queda dos preços dos produtos, bem como dos índices de inflação.

2.2.5 Taxa de Câmbio

No comércio internacional utilizam-se vários tipos de moedas nas relações entre países, sendo assim, é preciso que haja uma conversão de uma moeda em outra, a mesma ocorre por meio da taxa de câmbio. Portanto, a taxa de câmbio corresponde o valor em termos monetários que um país concorda em negociar a sua moeda – emitir ou adquirir moeda estrangeira. Há basicamente dois tipos de taxas de câmbio praticadas no mercado financeiro, a fixa e flutuante. A taxa de câmbio fixa, ocorre quando a mesma é associada a um padrão fixo, por exemplo, dólar, ouro, e

outras moedas de outros países. Porém, este tipo de taxa cambial, possui um risco maior ao governo, pois em fases de desequilíbrio econômico, a fim de manter a cotação da moeda nacional, o mesmo precisa despender alta quantidade de reservas cambiais (ASSAF NETO, 2015).

A taxa de câmbio flutuante faz com que os países possuam uma maior liberdade na fixação das suas políticas monetárias, permitindo que os mesmos sejam mais ágeis em períodos de instabilidade econômica (CARVALHO et al., 2015). Ainda, neste tipo de câmbio, as taxas buscam acompanhar as mudanças econômicas, e equilibrar a oferta/demanda da moeda no mercado. Cabe ressaltar que este tipo de política econômica cambial deve estar alinhado com o conjunto de políticas macroeconômicas adotadas pelo país.

A partir de 1990 a taxa de câmbio adotada pelo Brasil foi a flutuante, nesta política cambial, corretoras e bancos determinam diariamente a fixação do preço do dólar no mercado (ZINI JÚNIOR, 1993). Portanto, a variável utilizada no estudo para representar a taxa de câmbio foi a média mensal da cotação do dólar.

2.2.6 Inflação

De acordo com Carvalho e Silva (2008), Cardoso (2007) e Moreira (2006) a partir da década de 1980 o estudo do comportamento da inflação passou a ter notoriedade, devido a aceleração da expansão do crédito. O plano real implantado no Brasil em 1994 conseguiu combater a inflação. Em 1999, o país adotou um regime de metas inflacionárias, para a obtenção da estabilidade dos preços, onde controla-se a taxa de juros. Na medida em que se nota uma tendência de aumento da inflação, eleva-se a taxa de juros, e vice-versa.

Ainda, segundo Rossetti e Lopes (2005) configura-se como sendo inflação, se esse aumento/redução persistente e generalizado no valor dos preços atingir todos os fatores de produção, bens e serviços da economia. Portanto, para o acompanhamento da evolução generalizada dos preços, ocorre o cálculo e elaboração de índices.

Conforme Assaf Neto (2015), os principais índices de preços na economia do Brasil são: Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC); Índice Geral de Preços-Disponibilidade Interna (IGP-Di); Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M); Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA). A variável utilizada no estudo para representar a inflação foi o IPCA.

Estas variáveis macroeconômicas apresentadas anteriormente, serão agrupadas por meio da análise de *Cluster*, objetivando a realização da junção das mesmas em grupos de objetos com características mais homogênea, isto é, que possuem mais similaridade entre si.

2.3 ANÁLISE DE *CLUSTER*

A análise de agrupamento consiste em reunir indivíduos em *Clusters*, onde os objetos que fazem parte do mesmo grupo apresentam características mais semelhantes se comparado ao outro grupo, isto é, são mais homogêneos (HAIR et al., 2010; TAN; STEINBACH; KUMAR, 2005).

A análise consiste em classificar um conjunto de dados (indivíduos, variáveis ou objetos) em grupos similares (ALQUIST; BREUNIG, 2011). Conforme Burns e Burns (2008) é definida como um conjunto de observações homogêneas, a qual busca-se classificar as unidades em grupos com características semelhantes.

Para Aldenderfer e Blashfield (1984) o agrupamento dos dados por meio do *Cluster* pode ser utilizado para os seguintes objetivos: classificar e tipografar um grupo, gerar hipóteses por meio da análise dos dados, pesquisar esquemas conceituais sobre o grupo analisado e investigar se a maneira como outros métodos classificaram os dados é realmente a mais adequada.

Conforme Figueiredo Filho et al. (2014) e Aldenderfer e Blashfield (1984), por se tratar de cálculos complexos, antigamente o estudo de agrupamento era restrito a um grupo seleto de pesquisadores. No entanto, o avanço tecnológico e computacional auxiliou a realização da análise de *Cluster*, principalmente no cálculo das distâncias entre variáveis, passando a ser difundida em diversas áreas do conhecimento: psicologia, sociologia, antropologia, biologia, dentre outros. Por exemplo, Gusberti e Dewes (2017) aplicaram a análise de *Cluster* na área da educação, Beckstead (2002), Burgel et al. (2010) e Gallo, Miller e Fender (2012) na saúde, e Sacco et al. (2012) na psiquiatria.

Conforme Beckstead (2002) as etapas seguidas para a realização de uma análise de *Cluster* são: escolher os indivíduos, variáveis ou objetos a serem analisados; apontar um conjunto de variáveis (recursos) que medirão os grupos; realizar o cálculo de distância entre as entidades; agrupar as variáveis de acordo com os cálculos anteriores (distância); elaborar gráficos para auxiliar a interpretação; e

validar o agrupamento por meio das informações das variáveis que não farão parte do *Cluster* em questão. Uma outra sequência para a análise de *Cluster* é proposta por Figueiredo Filho et al. (2014): selecionar e tratar os dados; determinar as variáveis; apontar qual a medida de similaridade que será adotada; definir o método *Cluster* utilizado; determinar o número de grupo; e validar os resultados.

Cabe ressaltar que segundo Bartlett (1947) e Figueiredo Filho et al. (2014) a literatura não apresenta uma restrição para a quantidade mínima da amostra, no entanto, a mesma precisa garantir a representação dos pequenos grupos formados, ou seja, quanto maior a quantidade de variáveis analisadas, maior deve ser o número de casos observados.

Hair et al. (2010) destacam a importância de verificar a presença de *outliers* nas variáveis, uma vez que a análise de *Cluster* é sensível às observações atípicas. Ainda, conforme Bussab, Miazaki e Andrade (1990), caso seja complicada a compreensão da homogeneidade do grupo, devido a dificuldade de se trabalhar com dados brutos, torna-se necessária a padronização das variáveis antes da realização da análise de *Cluster*.

As variáveis selecionadas para a realização da análise de *Cluster* devem caracterizar os objetos que serão estudados, ou seja, será verificado detalhadamente as variáveis que farão parte da análise, podendo ser por meio de pesquisa do referencial teórico sobre o tema. A etapa de verificar a semelhança/dissemelhança corresponde à mensuração da distância, associação ou correlação entre os objetos que serão agrupados. A medida mais utilizada para a análise de *Cluster* é a distância euclidiana. Após ter escolhida a medida de distância, é feita a seleção da metodologia/ algoritmo para a determinação da criação e quantidade de *Clusters* a serem formados. Os métodos para esta determinação são: hierárquico; não hierárquico e combinação de agrupamento (TABACHNICK; FIDELL, 2013).

Neste sentido, Beckstead (2002) diz que os métodos hierárquicos realizam o agrupamento de dados semelhantes quando não se conhece previamente a quantidade de grupos de casos (homogêneos) presentes no estudo, além disso, torna-se possível o aparecimento de subclasses nos *Clusters* formados. Os grupos são determinados empiricamente utilizando os dados disponíveis, sendo agrupados conforme o grau de proximidade mútua, também conhecido como distância e semelhança. Há várias formas de se calcular esta distância, no entanto, o objetivo

principal é maximizar a homogeneidade interna do grupo e a heterogeneidade entre os *Clusters*.

Para Hair et al. (2010) e Bartlett (1947) as técnicas hierárquicas permitem a realização da análise de *Cluster* sem o conhecimento antecipado da quantidade de grupos que serão formados. Há vários métodos de ligação, tais como: vizinho mais próximo (distância mais curta entre os grupos); mais distante (distância mais longa entre os grupos); ligação média (distância mais média entre os grupos); centróide (distância entre os centros – média da observação); e Ward (baseado na análise da variância).

Já o agrupamento não hierárquico, parte do pressuposto que deve-se determinar primeiramente o número de *Cluster*, e em seguida alocar os objetos analisados aos *Clusters*. A especificação prévia da quantidade de *Clusters* é estabelecida pelo pesquisador ou de modo sistemático/aleatório, enquanto que a alocação dos objetos ao *Cluster* é realizada de acordo com suas características semelhantes aos dos *Clusters* definidos.

A junção de métodos hierárquicos com os não hierárquicos recebe o nome de agrupamento combinado. A princípio, utiliza-se uma técnica hierárquica a fim de determinar apropriadamente a quantidade de *clusters*, posteriormente, as observações são atribuídas a cada um dos *Clusters* por técnicas não hierárquicas (BARTLETT, 1947).

Nesta pesquisa será utilizado o método hierárquico, pois não se tem o conhecimento prévio sobre a quantidade de grupos que serão formados após a aplicação da análise de *Cluster*. Os métodos de ligação que farão parte da pesquisa serão: vizinho mais próximo, centróide e Ward's. Após a realização da análise de *Cluster* fez-se os testes de estacionariedade, pois para a estimação do modelo VAR, todas as variáveis devem ser estacionárias em nível ou após a aplicação de diferenças.

2.4 TESTES DE ESTACIONARIEDADE

Para se estimar o modelo VAR, torna-se necessário a verificação da estacionariedade das séries. Conforme Sa-Ngasoongsong; Bukkapatnam et al. (2012), para a verificação da estacionariedade de uma série são realizados testes de raízes unitárias. Uma série configura-se como sendo estacionária caso oscile em torno

de uma média ao longo do tempo. Portanto, de acordo com Morettin (2011), para que uma série seja estacionária, a mesma deve encontrar-se em equilíbrio estatístico, ou seja, que atenda os seguintes requisitos: média, variância e covariância constantes ao longo do tempo. Esse pressuposto de estacionariedade deve ser atendido para possibilitar a modelagem de um vetor autorregressivo que explique todas as variáveis analisadas.

Os testes mais conhecidos de raízes unitárias e que, portanto serão utilizados na pesquisa são: Augmented Dickey e Fuller – ADF (DICKEY; FULLER, 1981; SAID; DICKEY, 1984); Teste Kwiatkowski, Phillips, Schmidt and Shin – KPSS (KWIATKOWSKI et al., 1992); e Phillips e Perron – PP (PHILLIPS; PERRON, 1988). Caso os testes citados anteriormente apontem a presença de raiz unitária a série é considerada não estacionária.

No teste ADF para que a série seja estacionária a hipótese $H_0: \gamma = 0$ deve ser rejeitada, ou seja, $|\tau|^{\text{calculado}} > |\tau|^{\text{crítico}}$. Caso contrário, se $|\tau|^{\text{calculado}} < |\tau|^{\text{crítico}}$, aceita-se a hipótese a H_0 , isto é, a série apresenta raiz unitária, configurando-se como não estacionária.

O teste ADF considera sempre os resíduos como sendo ruído branco, portanto, não considerando todas as defasagens necessárias. Sendo assim, outro teste que pode ser utilizado para a confirmação da estacionariedade é o Kwiatkowski, Phillips, Schmidt and Shin – KPSS (KWIATKOWSKI et al., 1992), uma vez que possui a hipótese nula inversa aos dos testes ADF e PP, onde $H_0: \gamma = 0$ deve ser aceita para que a série seja estacionária.

No sentido de verificar a estacionariedade de uma série, outro teste muito utilizado é o Phillips e Perron – PP (PHILLIPS; PERRON, 1988), pois ao contrário do teste ADF e KPSS, o mesmo não pressupõe que o resíduo tenha um ruído branco. Este teste analisa se há uma quebra estrutural na série (alterações no intercepto ou na inclinação da série), caso tenha, a mesma é não estacionária. A análise do teste PP é a mesma feita para o teste ADF, isto é, a série é estacionária caso a hipótese H_0 seja rejeitada, ou seja, $|\tau|^{\text{calculado}} > |\tau|^{\text{crítico}}$. Caso contrário, se $|\tau|^{\text{calculado}} < |\tau|^{\text{crítico}}$, aceita-se a hipótese H_0 , a série apresenta raiz unitária, configurando-se como não estacionária.

Neste sentido, de acordo com Santos (2009), se as séries temporais analisadas forem não estacionárias, faz-se necessária a aplicação de diferenças nas séries até

torná-las estacionárias. Além disso, para a aplicação do teste de causalidade de Granger pressupõe-se que as séries sejam estacionárias em nível ou após a realização do processo de diferenciação. O teste de causalidade de Granger objetiva tornar o modelo mais parcimonioso, retirando-se do modelo as variáveis que não apresentam causalidade com as demais.

2.5 TESTE DE CAUSALIDADE DE GRANGER

Desenvolvido por Clive William John Granger (1986), o teste pressupõe que as séries sejam estacionárias em nível ou com a aplicação de diferenças, tendo por finalidade de tornar o modelo mais parcimonioso por meio da retirada de séries que não tenham causalidade com as outras variáveis analisadas. Portanto, o teste de causalidade de Granger, busca verificar se há relação entre as séries que farão parte do modelo, caso não haja, isto é, o valor do coeficiente for aproximadamente igual a 0, a série poderá ser retirada, pois a presença da mesma não contribuirá para a melhoria do modelo. As equações para o teste de causalidade de Granger são apresentadas a seguir:

$$\Delta X_t = \alpha_x + \sum_{i=1}^k \beta_{x,i} \Delta X_{t-i} + \sum_{i=1}^k \gamma_{x,i} \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_{x,t} \quad (1)$$

$$\Delta Y_t = \alpha_y + \sum_{i=1}^k \beta_{y,i} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1}^k \gamma_{y,i} \Delta X_{t-i} + \varepsilon_{y,t} \quad (2)$$

Onde ΔX_t e ΔY_t correspondem à aplicação da primeira diferença nas séries; α , β , e γ os coeficientes da regressão e ε_t o erro aleatório. Ainda, conforme Granger (1986), as relações de causalidade podem ser: causalidade unilateral de ΔY_t para ΔX_t ; causalidade unilateral de ΔX_t para ΔY_t ; bicausal / simultâneo; e sem causalidade.

Desta forma, a causalidade unilateral de ΔY_t para ΔX_t ; ocorre no momento em que os coeficientes defasados calculados para a variável na equação (1) são concomitantemente diferentes de 0 (zero), ou seja, $\sum_{i=1}^k \gamma_{x,i} \neq 0$. Ainda, os coeficientes calculados na equação (2) para o valor de ΔX_t devem ser 0 (zero), isto é, $\sum_{i=1}^k \gamma_{y,i} = 0$.

Já para o caso da causalidade unilateral de ΔX_t para ΔY_t ; ocorre se os coeficientes calculados na equação (1) para o valor de ΔY_t assume o valor 0 (zero), $\sum_{i=1}^k \gamma_{x,i} = 0$. Além disso, os coeficientes calculados na equação (2) para o valor de ΔX_t devem ser concomitantemente diferentes de 0 (zero), $\sum_{i=1}^k \gamma_{y,i} \neq 0$.

Porém, se ambos os coeficientes defasados na equação (1) e (2) forem 0 (zero) ($\sum_{i=1}^k \gamma_{x,i} = 0$ e $\sum_{i=1}^k \gamma_{y,i} = 0$) a relação entre as mesmas será de bicausalidade ou simultaneidade. No entanto, caso os coeficientes calculados para ΔX_t e ΔY_t sejam conjuntamente diferente de zero, ou seja, $\sum_{i=1}^k \gamma_{x,i} \neq 0$ e $\sum_{i=1}^k \gamma_{y,i} \neq 0$, pode-se afirmar que não há causalidade entre as variáveis.

De modo geral, caso haja causalidade da variável ΔX_t para ΔY_t , afirma-se que, alterações na variável ΔX_t ocasionará mudanças na série temporal de ΔY_t . De forma análoga, se houver causalidade da variável ΔY_t para ΔX_t , mudanças em ΔY_t afetarão a ΔX_t . Porém, se a relação for de bicausalidade ou simultaneidade, mudanças em ΔX_t causam alterações em ΔY_t , e vice-versa. Ainda, se no teste for comprovado a não causalidade, pode-se dizer que mudanças em ΔX_t não causam alterações em ΔY_t , nem ΔY_t em ΔX_t .

Após a verificação da estacionariedade das séries (em nível ou após a aplicação de diferenciação) e causalidade de Granger, torna-se possível a estimação de um modelo autorregressivo vetorial (VAR) que aponte o inter-relacionamento entre as variáveis analisadas.

2.6 MODELOS AUTORREGRESSIVOS VETORIAIS (VAR)

Para Sa-Ngasoongsong et al. (2012) e Hill, Judge e Griffiths (2010) o modelo *Vector Autoregression* (VAR) é considerado uma extensão natural dos modelos univariados *Autoregression*, configurando-se como uma ferramenta capaz de prever os valores de duas ou mais séries econômicas por meio da estimação de modelos que contenham equações simultâneas, ou seja, que inter-relacionam as variáveis estudadas.

O modelo VAR foi desenvolvido por Sims (1980) e tem por objetivo investigar sem distinção entre variáveis exógenas e endógenas se há relações entre as variáveis analisadas. A evolução de cada variável endógena do sistema, pode ser explicada por meio da própria defasagem e de todas as outras variáveis.

Vários estudos já foram desenvolvidos utilizando o VAR, por exemplo, Aydin e Cavdar (2015) realizaram uma análise para comparar os modelos de previsão de Redes Neurais (RN) e VAR. Netšunajev e Glass (2017) verificaram a influência da incerteza do mercado na oscilação do desemprego na área do Euro e EUA, aplicando o modelo VAR Estrutural (SVAR). Xu e Lin (2016) também utilizaram o VAR, a fim de identificar as causas da emissão de Dióxido de carbono (CO₂) na China.

Um VAR de ordem p , denotado por VAR (p), pode ser representado em sua forma matricial (SA-NGASOONGSONG et al., 2012):

$$\begin{bmatrix} y_{1t} \\ y_{2t} \\ \vdots \\ y_{nt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ c_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} A_{11}^{(1)} & A_{12}^{(1)} & \cdots & A_{1n}^{(1)} \\ A_{21}^{(1)} & A_{22}^{(1)} & \cdots & A_{2n}^{(1)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{n1}^{(1)} & A_{n2}^{(1)} & \cdots & A_{nn}^{(1)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{1t-1} \\ y_{2t-1} \\ \vdots \\ y_{nt-1} \end{bmatrix} + \cdots + \begin{bmatrix} A_{11}^{(p)} & A_{12}^{(p)} & \cdots & A_{1n}^{(p)} \\ A_{21}^{(p)} & A_{22}^{(p)} & \cdots & A_{2n}^{(p)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{n1}^{(p)} & A_{n2}^{(p)} & \cdots & A_{nn}^{(p)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{1t-p} \\ y_{2t-p} \\ \vdots \\ y_{nt-p} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \\ \vdots \\ \varepsilon_{nt} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Onde C_i representa as constantes, sendo $i = 1, 2, \dots, n$. Os $A_{ij}^{(s)}$ são os coeficientes autorregressivos, onde $i, j = 1, 2, \dots, n$ e $s = 1, 2, \dots, p$. $y_t = (y_{1t}, \dots, y_{nt})$, em que $t = 1, 2, \dots$ denota um vetor de série temporal n -dimensional. Os ruídos brancos são representados por ε_{it} , para $i = 1, 2, \dots, n$. Sendo assim, segundo Enders (2014) e Vartanian (2012), a equação do modelo VAR de ordem p é dada da seguinte forma:

$$y_t = C_i + A_{11}^{(1)} \cdot y_{t-1} + \dots + A_{ij}^{(s)} \cdot y_{t-p} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

As perturbações aleatórias nas variáveis podem ser capturadas e avaliadas por este modelo.

Os critérios *Akaike information criterion* – AIC (AKAIKE, 1974), *Bayesian Information Criterion* – BIC (SCHWARZ, 1978) e *Hannan-Quinn information criterion* – HQ (HANNAN; QUINN, 1979), são utilizados para estimar a ordem (p) do modelo VAR. Tais critérios determinam o melhor modelo para representar as variáveis analisadas, além de definir o número de defasagens que farão parte do modelo. O modelo que obtiver a menor resposta a estes critérios será o selecionado, desta forma as equações dos critérios AIC, BIC e HQ são apresentadas nas equações 5, 6 e 7, respectivamente:

$$\text{AIC}(\hat{p}) = \ln \left| \sum (p) \right| + \frac{2}{T} pn^2 \quad (5)$$

$$\text{BIC}(\hat{p}) = \ln \left| \sum (p) \right| + \frac{\ln T}{T} pn^2 \quad (6)$$

$$\text{HQ}(\hat{p}) = \ln \left| \sum (p) \right| + \frac{\ln(\ln T)}{T} 2pn^2 \quad (7)$$

Além disso, é avaliado se as defasagens que serão incluídas no modelo possuem significância conjunta, para isto, utiliza-se o teste Wald, onde aponta a melhor ordem de defasagem que consiga capturar as relações entre todas as variáveis que fazem parte do modelo. A quantidade ideal de defasagens a ser escolhida, dependerá do tamanho da amostra. Para uma amostra de poucas observações, recomenda-se a utilização do critério AIC, no entanto, se houver uma amostra com muitas observações o critério BIC apresenta-se como um melhor critério penalizador (SOBRAL; BARRETO, 2011).

O modelo VAR parte do pressuposto de que as séries apresentam um comportamento estacionário, podendo ser em nível ou após a aplicação de diferenças na série original, este pressuposto garante a compreensão das relações de curto prazo entre o conjunto de variáveis analisado. Ainda, pode-se realizar a avaliação do impacto após a aplicação de um choque estrutural na série. É possível verificar o comportamento da série considerando mudanças em termos de desvios padrões imputados nas inovações ou resíduos, denominados de choques. Por meio da função impulso-resposta, tais choques expressam o comportamento das séries endógenas do modelo após ser submetido a choques provenientes das variáveis residuais (MAYORGA et al., 2007).

Caso o objetivo seja a realização da estimação de um vetor de correção de erros (VEC), torna-se necessário a aplicação do teste de cointegração, a qual tem como premissa analisar se existe uma equação de cointegração que aponte o equilíbrio de longo prazo entre as séries temporais do estudo.

2.7 TESTE DE COINTEGRAÇÃO

A combinação linear estacionária pode ser descrita por meio de uma equação de cointegração que aponte o equilíbrio de longo prazo entre as séries temporais analisadas (ENGLE; GRANGER, 1987). Para realizar a verificação da presença de relações de cointegração entre variáveis, pode-se utilizar os testes de cointegração de Johansen (1988). Conforme Senna e Souza (2016) os testes de cointegração de Johansen são baseados em um VAR estimado, onde há dois tipos de teste estatístico para verificar a quantidade de relações de cointegração das séries: *rank test* e o *maximum eigenvalue test*.

Se comprovada pelos testes a existência de cointegração entre as séries temporais, o VEC pode ser utilizado para a estimação da equação de cointegração, pois um termo de correção de erro será incluído ao modelo (ENGLE; GRANGER, 1987; SENNA; SOUZA, 2016). Para a aplicação da cointegração em séries temporais, as variáveis não-estacionárias precisam possuir a mesma ordem de integração I(d) e conter um comportamento estocástico semelhante, a fim de se realizar a compreensão da relação de equilíbrio a longo prazo entre as mesmas (ENDERS, 2014).

Sendo assim, o método de teste de cointegração de Johansen considera um VAR de ordem p que por transformação diferencial (Δy_t), tem-se:

$$\Delta y_t = \Pi y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta y_{t-i} + Bx_t + \epsilon_t \quad (8)$$

Onde:

$$\Pi = \sum_{i=1}^p A_i - I \quad e \quad \Gamma_i = - \sum_{j=i+1}^p A_j \quad (9)$$

Na qual y_t representa um k vetor das variáveis endógenas, x_t é o d vetor de variáveis exógenas, ϵ_t é um vetor de inovações (ruído branco). Além disso, Δy_{t-i} representa um vetor de variáveis I(0). Logo, Δy_t configura-se como sendo um processo estacionário se $\Gamma_i y_{t-1}$ for um vetor que corresponda a variáveis I(0). Caso

isso ocorra, pode-se dizer que existe cointegração entre as variáveis. Existe r relações de cointegração no caso dos coeficientes da matriz Π atender a seguinte condição: $0 < r < k$. Nesta situação, há $k \times r$ matrizes α e β , cada uma com r (número de relação de cointegração), sendo que $\Pi = \alpha\beta'$ e $\beta'y_t$ é $I(0)$. No VEC o α representam os parâmetros de ajuste.

A presença de cointegração entre as séries temporais depende da matriz de coeficientes Π , para esta comprovação utiliza-se o *trace test*, dada pela seguinte equação:

$$J_{trace} = -T \sum_{i=r+1}^k \log(1 - \lambda_i) \quad (10)$$

Onde λ_i corresponde a maior correlação canônica e T representa o tamanho da amostra. A hipótese nula testada pelo trace test é a de que $r < n$ vetores de cointegração, para a verificação dos valores críticos para tal teste, recomenda-se a consulta do trabalho de Johansen e Juselius (1990).

2.8 VETOR DE CORREÇÃO DE ERROS (VEC)

O modelo vetorial de correção de erros (VEC) representa um VAR restrito, utilizado quando as séries temporais são não estacionárias e possuem uma relação de cointegração. O modelo VEC corresponde a incorporação de termos de correção de erro no modelo VAR. Desta forma, considerando duas variáveis cointegradas e nenhum termo de defasagem, a equação da cointegração é dada da seguinte forma:

$$y_{2,t} = \beta y_{1,t} \quad (11)$$

Neste caso, o modelo VEC é apresentado como sendo:

$$\Delta y_{1,t} = \alpha_1 (y_{2,t-1} - \beta y_{1,t-1}) + \epsilon_{1,t} \quad (12)$$

$$\Delta y_{2,t} = \alpha_2 (y_{2,t-1} - \beta y_{1,t-1}) + \epsilon_{2,t} \quad (13)$$

A variável do lado direito da equação corresponde ao termo de correção do erro e o coeficiente α_i representa a rapidez do ajuste da i -ésima variável endógena para a obtenção do equilíbrio. O objetivo é avaliar se os valores defasados da variável Δy_1 auxiliam na explicação das mudanças ocorridas na variável Δy_2 , mesmo se as mudanças ocorridas em Δy_1 forem consideradas ínfimas, neste caso há pelo menos um tipo de causalidade entre as variáveis (unidirecional ou bidirecional).

Portanto, o modelo VEC é capaz de captar o comportamento de curto e longo prazo das variáveis analisadas. Ainda, objetivando a facilitar a compreensão dos parâmetros do VEC, recomenda-se a aplicação da função impulso resposta, bem como o método de decomposição da variância (SIMS, 1980).

2.9 FUNÇÃO IMPULSO-RESPOSTA

Após a estimação do VAR (p), torna-se necessário a caracterização da estrutura dinâmica do modelo. Neste sentido, a função impulso resposta analisa esta dinâmica entre as variáveis, ou seja, verifica o comportamento das variáveis endógenas depois da aplicação de um choque em qualquer uma das variáveis. Este choque corresponde ao acréscimo de um desvio padrão aplicado à variável de inovação de uma das séries do modelo. A variável é considerada exógena se após a aplicação do choque não houver mudanças nas previsões de variância do resíduo das demais variáveis, pois, trata-se de uma variável independente (FARIAS, 2008).

Conforme Brooks (2014), além da função impulso resposta verificar os efeitos (positivos ou negativos) em uma variável após o choque em outra, a função também avalia o tempo de resposta a este choque, isto é, quanto tempo será preciso para que o efeito do choque na série se estabilize. Sendo assim, caso o modelo tenha n variáveis, a quantidade de choques possíveis será de n^2 .

Cabe ressaltar que quando se aplica um choque na i ésima variável, seus efeitos são transmitidos a toda variável endógena do modelo, apresentando o efeito atual e futuro da mesma. Para a identificação de um modelo, Sims (1980) propõe um sistema recursivo, fazendo com que alguns coeficientes assumam valor igual a zero. De modo geral, para determinar quais coeficientes assumirão valores iguais a zero, faz-se um estudo econômico sobre as variáveis em questão. Bueno (2012), apresenta um modelo bivariado, com $a_{12} = 0$, onde a função impulso resposta tem por base um modelo VAR, conforme as equações a seguir:

$$y_t = a_{10} + b_{11}y_{t-1} + b_{12}z_{t-1} + \varepsilon_{yt} \quad (14)$$

$$z_t = a_{20} + a_{21}y_{t-1} + b_{21}y_{t-1} + b_{22}z_{t-1} + \varepsilon_{zt} \quad (15)$$

Caso $a_{12} = 0$, então as equações anteriores serão representadas matricialmente da seguinte forma:

$$\begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -a_{12} & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a_{10} \\ a_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -a_{12} & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} y_{t-1} \\ z_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -a_{12} & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \sigma_y & 0 \\ 0 & \sigma_z \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \varepsilon_{yt} \\ \varepsilon_{zt} \end{bmatrix} \quad (16)$$

Além disso, os erros podem ser demonstrados através da matriz:

$$\begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_y \varepsilon_{yt} \\ \sigma_z \varepsilon_{zt} - a_{21} \sigma_y \varepsilon_{yt} \end{bmatrix} \quad (17)$$

Portanto:

$$Var(e_1) = \sigma_y^2 \quad (18)$$

$$Var(e_2) = \sigma_z^2 + a_{21}^2 \sigma_y^2 \quad (19)$$

$$Cov(e_1, e_2) = -a_{21} \sigma_y^2 \quad (20)$$

Os parâmetros estruturais do modelo são encontrados por meio das equações (18), (19) e (20) e das equações a seguir: $\phi_{10} = a_{10}$; $\phi_{20} = a_{20} - a_{10}a_{21}$; $\phi_{11} = b_{11}$; $\phi_{12} = b_{12}$; $\phi_{21} = -a_{21}b_{11} - b_{21}$; e $\phi_{22} = -a_{21}b_{12} - b_{22}$.

Pode-se realizar uma generalização desta metodologia proposta por Sims (1980) para um vetor contendo n variáveis endógenas, para isso, utiliza-se a decomposição de Cholesky, que corresponde a um modo triangular de decomposição dos resíduos. Tal método permite a imposição de restrições, objetivando a realização das análises da relação entre as variáveis. Portanto, partindo-se do exemplo de um modelo VAR (1) bivariado, observa-se que:

$$X_t = \bar{X} + \sum_{i=0}^{\infty} \frac{\Phi_1^i}{1 - a_{12}a_{21}} \begin{bmatrix} 1 & a_{12} \\ -a_{21} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_y \epsilon_{yt-i} \\ \sigma_z \epsilon_{zt-i} \end{bmatrix} \quad (21)$$

Sendo a matriz Ψ_i definida por:

$$\Psi_i = \frac{\Phi_1^i}{1 - a_{12}a_{21}} \begin{bmatrix} 1 & -a_{12} \\ -a_{21} & 1 \end{bmatrix} \quad (22)$$

Tem-se:

$$X_t = \bar{X} + \sum_{i=0}^{\infty} \Psi_i \epsilon_t \quad (23)$$

$$X_t = \bar{X} + \sum_{i=0}^{\infty} \begin{bmatrix} \psi_{i,11} & \psi_{i,12} \\ \psi_{i,21} & \psi_{i,22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_y \epsilon_{yt-i} \\ \sigma_z \epsilon_{zt-i} \end{bmatrix} \quad (24)$$

Os multiplicadores de impacto de um choque nas variáveis endógenas, estão representados pelos elementos da matriz Ψ_i , dessa forma, pode-se gerar o gráfico da função impulso resposta. Portanto, segundo Farias (2008) a função impulso resposta mostra como um choque em qualquer uma das variáveis filtra-se pelo modelo, conseguindo interferir nas variáveis endógenas.

A função impulso resposta capacita a caracterização nítida da estrutura dinâmica do VAR estimado, porém uma outra forma para a compreensão desta dinâmica é por meio da decomposição da variância, que mensura a parcela relativa que cada choque causa nas variáveis endógenas do modelo.

2.10 DECOMPOSIÇÃO DA VARIÂNCIA

Farias (2008) afirma que, por meio do método da decomposição da variância, pode-se também avaliar os resultados provenientes do modelo. Tal método propõe analisar qual a porcentagem do erro da previsão é proveniente das variáveis endógenas ao longo do tempo.

Segundo Bueno (2012), considerando um VAR (1) com duas variáveis endógenas (y e z), tem-se:

$$X_{t+h} = \bar{X} + \sum_{i=0}^{\infty} \Psi_i \epsilon_{t+h-i} \quad (25)$$

Calculando o erro de previsão por meio da equação a seguir:

$$X_{t+h} - E_t(X_{t+h}) = \sum_{i=0}^{h-1} \Psi_i \epsilon_{t+h-i} \quad (26)$$

Detalhando somente y_{t+h} :

$$y_{t+h} - E_t(y_{t+h}) = \psi_{0,11}\epsilon_{yt+h} + \dots + \psi_{h-1,12}\epsilon_{zt+1} \quad (27)$$

Portanto:

$$\sigma_y^2(h) = \sigma_y^2(\psi_{0,11}^2 + \psi_{1,11}^2 + \dots + \psi_{h-1,11}^2) + \sigma_z^2(\psi_{0,12}^2 + \psi_{1,12}^2 + \dots + \psi_{h-1,12}^2) \quad (28)$$

Torna-se então possível realizar a decomposição da variância do erro de previsão com base no diversos elementos. Para um modelo bivariado, decompõe-se a variância em duas partes que correspondem a cada período de tempo e divide-se as duas partes por $\sigma_y^2(h)$, logo:

$$1 = \frac{\sigma_y^2(\psi_{0,11}^2 + \psi_{1,11}^2 + \dots + \psi_{h-1,11}^2)}{\sigma_y^2(h)} + \frac{\sigma_z^2(\psi_{0,12}^2 + \psi_{1,12}^2 + \dots + \psi_{h-1,12}^2)}{\sigma_y^2(h)} \quad (29)$$

Neste sentido, para Margarido, Turolla e Fernandes (2002) e Mortatti, Miranda e Bacchi (2011), a decomposição da variância dos erros de previsão configura-se como sendo outro modo para a verificação do comportamento e inter-relacionamento entre as variáveis do modelo VAR. Portanto, o objetivo da decomposição de variância é mensurar a parcela relativa que cada choque causa nas variáveis endógenas do modelo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo é apresentada a metodologia empregada, bem como os procedimentos utilizados, a fim de satisfazer os objetivos da pesquisa. Ainda, conforme Prodanov e Freitas (2013) a pesquisa classifica-se quanto à sua natureza, abordagem do problema, objetivos e procedimentos. Sendo assim, esta pesquisa é classificada como sendo aplicada (natureza), quantitativa (abordagem), exploratória (objetivos) e bibliográfica (procedimentos).

3.1 ESTRUTURA E CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa possui uma natureza aplicada, que conforme Gil (2010) se relaciona com as pesquisas destinadas para a aquisição de conhecimentos através da aplicação dos conceitos teóricos em uma situação específica. Quanto à abordagem, o estudo é classificado como uma pesquisa quantitativa. A pesquisa quantitativa corresponde à mensuração do objetivo em estudo, ou seja, transforma as informações em números para a análise dos mesmos (BICUDO, 2006; RAMOS; RAMOS; BUSNELLO, 2003).

Além disso, quanto aos seus objetivos, a pesquisa é exploratória, uma vez que, de acordo com Gil (2010), tal pesquisa tem por objetivo explicitar e gerar hipóteses sobre o problema analisado. Ainda, segundo o autor, um dos procedimentos utilizados para a realização da pesquisa exploratória é a pesquisa bibliográfica, onde se busca explicar um problema através de referenciais teóricos de materiais impressos (livros, revistas, jornais, teses, dissertações e anais de eventos científicos), materiais disponíveis na internet ou novos formatos (fitas magnéticas, CDs, discos, dentre outros) (MARTINS; LINTZ, 2011).

A pesquisa foi estruturada na forma de dois artigos, o resumo de cada um deles é apresentado a seguir:

Artigo I – Correspondeu a aplicação da análise de *Cluster* com variáveis macroeconômicas (Produto Interno Bruto, importação e exportação, taxa Selic, taxa de câmbio e inflação) e do setor eletroeletrônico brasileiro (admissão e demissão). O objetivo do uso dessa metodologia é agrupar e selecionar as variáveis que possuem homogeneidade entre si e que podem apresentar comportamento similar, além disso,

buscou-se identificar uma classificação em termos de exogeneidade aos grupos formados. Este artigo também abordou a aplicação da metodologia VAR, onde as variáveis que farão parte do modelo serão aquelas selecionadas pela análise de Cluster. O objetivo foi compreender a relação de curto prazo entre as variáveis macroeconômicas que influenciam na admissão e demissão do setor eletroeletrônico brasileiro. Para isso, além da estimação do modelo VAR, pretendeu-se embasar os resultados da função impulso respostas e decomposição da variância por meio de estudos e leituras relacionadas à macroeconomia.

Artigo II – Fizeram parte deste estudo as variáveis que atenderam aos pressupostos exigidos para a aplicação da metodologia VEC, isto é, serem cointegradas e apresentar a mesma ordem de integração. Sendo assim, as variáveis que fizeram parte do segundo artigo foram: demissão no setor eletroeletrônico brasileiro, Produto Interno Bruto, exportações totais do Brasil, média mensal da cotação do dólar e o índice nacional ao consumidor amplo. O objetivo foi investigar a relação de curto e longo prazo entre o número de demissões no setor frente as variáveis macroeconômicas. Para auxiliar na compressão da dinâmica da indústria eletroeletrônica, utilizou-se a função impulso resposta e a decomposição da variância. Posteriormente, os resultados foram discutidos sob a luz da teoria econômica.

3.2 DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS UTILIZADAS

Os dados do setor eletroeletrônico foram coletados na plataforma online da ABINEE (www.abinee.org.br), representante da indústria de eletroeletrônicos no país, que busca assegurar o desenvolvimento competitivo deste setor. Esta associação apresenta dados mensais e relatórios anuais do panorama econômico do setor eletroeletrônico. As definições de todas as variáveis relevantes utilizadas no estudo, são apresentadas na Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 – Descrição das variáveis

VARIÁVEIS	DEFINIÇÃO	UNIDADE DE MEDIDA
AD	Admissão no setor eletroeletrônico brasileiro	Número de pessoas
DE	Demissão no setor eletroeletrônico brasileiro	Número de pessoas
PIB	Produto interno bruto	Milhões de reais
IT	Importações Totais do Brasil	Milhões de dólares

Quadro 1 – Descrição das variáveis

(conclusão)

ET	Exportação Totais do Brasil	Milhões de Dólares
MCD	Média mensal da cotação do dólar	Dólares
SL	Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (SELIC)	Percentual
IPCA	Índice de Preços ao Consumidor Amplo	Indicador

Fonte: Autor.

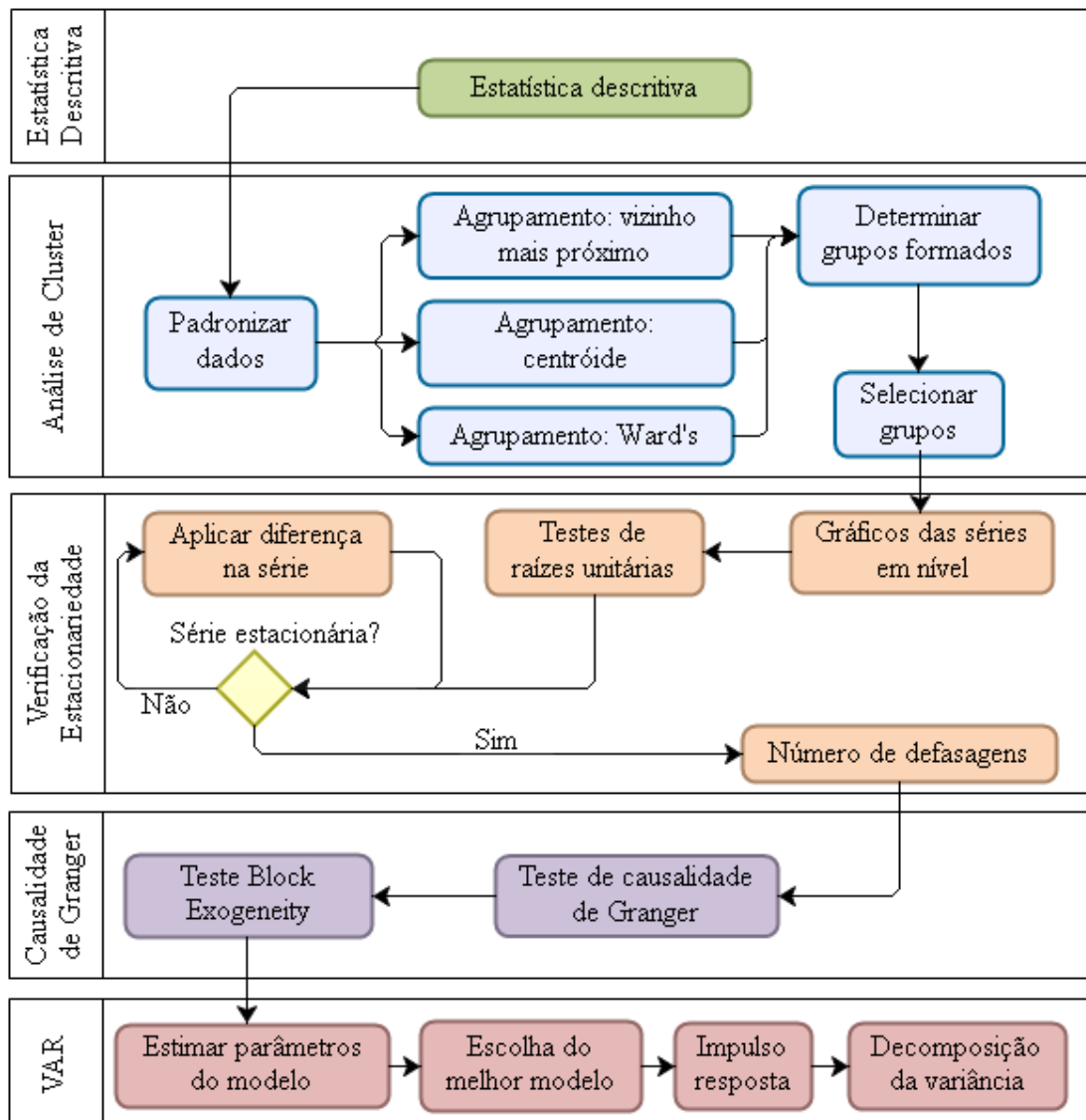
As séries históricas destas variáveis foram coletadas no site do Ministério do Trabalho e Emprego, Cadastro Geral; Banco Central do Brasil; Rotary Brasil; Ministério da Fazenda; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; e ABINNE.

Estas variáveis econômicas foram selecionadas para compor a pesquisa, uma vez que, de acordo com a literatura, interferem nos resultados do setor eletroeletrônico brasileiro. Para a elaboração do primeiro artigo considerou-se o período amostral correspondente ao mês de maio de 2003 a fevereiro de 2017 (166 observações), e para o segundo artigo o mês de maio de 2003 a setembro de 2018 (185 observações). Os períodos de análise de cada um dos artigos são diferentes, pois algumas das variáveis analisadas não possuíam uma base de dados anterior ao período da elaboração dos artigos.

3.3 MÉTODO DE ANÁLISE DOS DADOS

O fluxograma (Figura 1) corresponde as etapas que foram seguidas para a elaboração do primeiro artigo:

Figura 1 – Fluxograma da pesquisa para a elaboração do primeiro artigo



Fonte: Autor.

De acordo com a Figura 1, a análise dos dados para a elaboração do primeiro artigo foi dividida basicamente em 5 etapas: estatística descritiva, análise de *Cluster*, verificação da estacionariedade, causalidade de Granger e VAR. A seguir, para uma melhor compreensão, cada uma destas etapas é explicada detalhadamente:

Etapa 1 – Estatística descritiva: Foi realizada uma estatística descritiva, a fim de resumir, descrever e compreender a distribuição das variáveis analisadas. As medidas de tendência central (média e mediana) e as medidas de dispersão (valores

mínimos e máximos, desvio padrão e coeficiente de variação – CV) foram as utilizadas.

Etapa 2 – Análise de cluster: aplicou-se o método de análise de *Cluster*, objetivando agrupar e selecionar as variáveis que possuem homogeneidade entre si e que podem apresentar o mesmo comportamento. Os métodos de ligação que fizeram parte da pesquisa foram: vizinho mais próximo, centróide e Ward's. Também buscou-se identificar uma classificação em termos de exogeneidade, o que auxiliou na composição do modelo VAR.

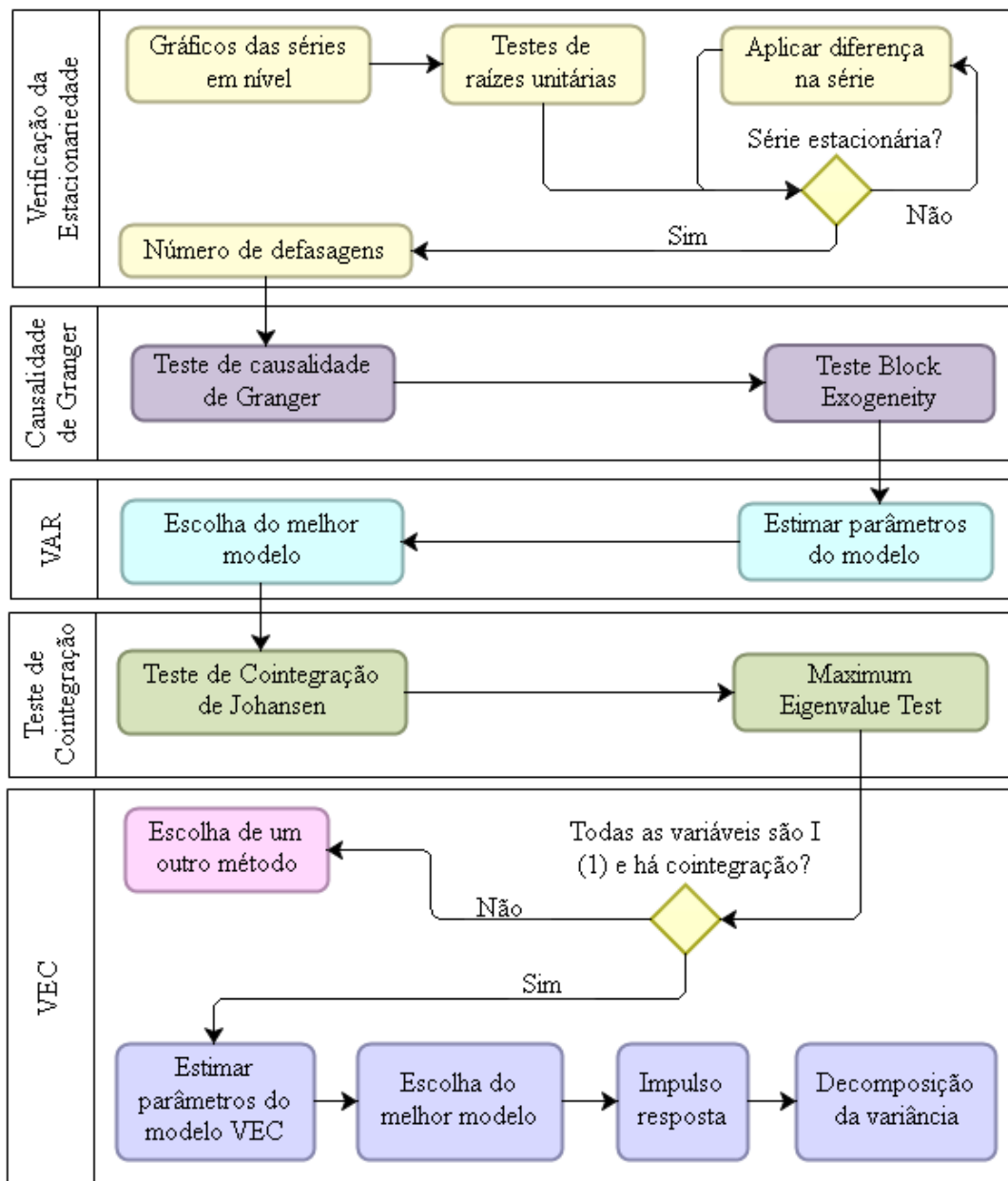
Etapa 3 – Verificação da estacionariedade: Primeiramente, foi realizada uma inspeção visual por meio dos gráficos das séries originais. Aplicou-se também os testes de raízes unitárias, para confirmar a estacionariedade das séries, uma vez que para a modelagem do VAR as séries precisam ser estacionárias. Os testes utilizados para a verificação da estacionariedade foram: *Phillips-Perron* (PP), *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) e *Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin* (KPSS). Para as séries que não eram estacionárias em nível, iniciou-se o processo de diferenciação nas mesmas até torná-las estacionárias. Posteriormente foi definido o melhor número de defasagens através dos critérios *Akaike Information Criterion* (AIC) e *Bayesian Information Criterion* (BIC), este número de defasagens é importante, pois é uma informação essencial durante a estimação do modelo VAR.

Etapa 4 – Causalidade de Granger: A fim de verificar a influência de uma variável sobre a outra aplicou-se o teste de causalidade de Granger. Além disso, a aplicação de outro teste, conhecido como *block exogeneity*, permitiu a determinação das variáveis exógenas do modelo, assim como a ordenação das variáveis das mais exógenas para as menos exógenas.

Etapa 5 – VAR: Finalmente, estimou-se os parâmetros do modelo e ajustou-se o modelo VAR mais adequado para as variáveis em questão, objetivando apontar a relação de curto prazo entre as mesmas, bem como, analisar e determinar o tempo necessário para que as variáveis após sofrerem um choque externo retornem à uma situação de estabilidade novamente (função impulso resposta). Posteriormente, foi realizada a decomposição da variância, com a finalidade de avaliar os resultados provenientes do modelo, verificando qual a porcentagem do erro da previsão é proveniente das variáveis endógenas ao longo do tempo.

A Figura 2 corresponde as etapas que foram realizadas para a elaboração do segundo artigo:

Figura 2 – Fluxograma da pesquisa para a elaboração do segundo artigo



Fonte: Autor.

De acordo com a Figura 2, a análise dos dados para a elaboração do segundo artigo foi dividida basicamente em 5 etapas: verificação da estacionariedade, causalidade de Granger, VAR, teste de cointegração e VEC. Cada uma destas 5 etapas é explicada detalhadamente a seguir:

Etapa 1 – Verificação da estacionariedade: Nesta etapa foi realizada uma inspeção visual dos gráficos das séries originais, e posteriormente, a estacionariedade

foi verificada por meio dos testes de raízes unitárias: *Phillips-Perron* (PP), *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) e *Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin* (KPSS). O objetivo foi verificar se todas as séries eram estacionárias em primeira diferença, uma vez que o VEC pressupõe que todas as variáveis devem possuir a mesma ordem de integração $I(d)$, além disso, a modelagem do VAR requer que as séries sejam estacionárias. Para a definição do melhor número de defasagens, que corresponde a uma informação necessária para a estimação do modelo VAR, utilizou-se os critérios AIC e BIC.

Etapa 2 – Causalidade de Granger: aplicou-se o teste de causalidade de Granger com o objetivo de verificar a influência de uma variável sobre a outra. Um outro teste, o *block exogeneity*, foi realizado para auxiliar na classificação das variáveis em termos de exogeneidade.

Etapa 3 – VAR: A fim de apontar o inter-relacionamento de curto prazo entre as variáveis que compõem o estudo, estimou-se os parâmetros do modelo e um modelo VAR foi ajustado. Além disso, cabe ressaltar que o VAR precisou ser ajustado pois o teste de cointegração de Johansen é baseado em um VAR estimado.

Etapa 4 – Teste de cointegração: A verificação de cointegração entre as variáveis foi realizada por meio do teste de cointegração de Johansen e do *maximum eigenvalue test*. O objetivo destes testes é analisar se existe uma equação de cointegração que aponte o equilíbrio de longo prazo entre as séries temporais do estudo. Para a aplicação do VEC, as variáveis não-estacionárias precisam possuir a mesma ordem de integração $I(d)$ e serem cointegradas.

Etapa 5 – VEC: Por fim, após a verificação dos dois pressupostos para a utilização do modelo VEC, isto é, as variáveis possuírem a mesma ordem de integração (verificado na etapa 1) e serem cointegradas (verificado na etapa 4), estimou-se os parâmetros do VEC e determinou-se o melhor modelo. O modelo VEC foi utilizado para analisar o comportamento de curto e longo prazo das variáveis analisadas. Cabe ressaltar que um modelo VAR genérico precisou ser estimado na etapa 3, pois o modelo VEC corresponde a incorporação de termos de correção de erro no modelo VAR.

Para auxiliar na compreensão dos parâmetros do VEC, aplicou-se a função impulso resposta e o método de decomposição da variância. A função impulso resposta apontou a relação de curto e longo prazo entre as variáveis da pesquisa, bem como, o tempo necessário para que as variáveis após sofrerem um choque externo retornem novamente a uma situação de estabilidade. Por outro lado, o uso da

decomposição da variância, objetivou avaliar os resultados provenientes do modelo em termos de porcentagem do erro da previsão das variáveis endógenas ao longo do tempo.

Estas etapas foram seguidas a fim de atingir o objetivo geral e os objetivos específicos da pesquisa. No final da aplicação desta metodologia, pretendeu-se compreender por meio da análise de *Cluster*, da metodologia VAR e VEC, qual o inter-relacionamento de curto e longo prazo da admissão e demissão no setor eletroeletrônico brasileiro frente às variáveis macroeconômicas: Produto Interno Bruto, importação e exportação, inflação, taxa Selic e de câmbio.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Buscou-se compreender por meio da utilização da análise de *Cluster*, VAR e VEC, o inter-relacionamento do número de admissão e demissão do setor eletroeletrônico brasileiro frente às variáveis macroeconômicas. O objetivo foi verificar se a metodologia de análise de *Cluster* é capaz de agrupar as variáveis em termos de exogeneidade, e se a estimação dos modelos VAR e VEC são eficientes para apontar o inter-relacionamento no curto e longo prazo entre as variáveis pré-selecionadas pela metodologia de análise de *Cluster*.

Posteriormente, foi avaliada a função impulso resposta e a decomposição da variância entre as variáveis, investigando se os mesmos são capazes de apontar a influência das variáveis macroeconômicas (Produto Interno Bruto, importação e exportação, inflação, taxa Selic e de câmbio) sobre o número de admissão e demissão do setor eletroeletrônico brasileiro.

Os resultados serão apresentados por meio de dois artigos, o primeiro artigo (item 4.1) recebeu o título de: “Cluster analysis as pre-treatment for the determination of exogenously at admission and dismissal: a short-term investigation”. Este artigo destina-se a aplicação da análise de *Cluster* utilizando variáveis macroeconômicas e as do setor eletroeletrônico brasileiro, com o objetivo de agrupar e selecionar as variáveis que possuem homogeneidade entre si e que apresentam comportamento similar – identificar uma classificação em termos de exogeneidade aos grupos formados. Esta suposição foi corroborada por meio do teste de Causalidade de Granger / *Block Exogeneity Test*.

O segundo artigo (item 4.2), sob o título “O efeito na demissão do setor eletroeletrônico brasileiro refletido pelas variáveis macroeconômicas” teve como objetivo a aplicação dos modelos VEC, juntamente com a função impulso resposta e decomposição da variância, a fim de buscar compreender a dinâmica de curto e longo prazo das variáveis pertencentes ao estudo.

O setor eletroeletrônico é um importante segmento da economia brasileira e não há estudos aprofundados que utilizam modelos multivariados com o objetivo de compreender o desempenho do mesmo, mais especificamente na flutuação do número de demissão e admissão frente às variáveis macroeconômicas.

CLUSTER ANALYSIS AS PRE-TREATMENT FOR THE DETERMINATION OF EXOGENOUSLY AT ADMISSION AND DISMISSAL: A SHORT-TERM INVESTIGATION*

UEDA Renan · SOUZA Adriano

DOI:

Received: x x 20xx / Revised: x x 20xx

©The Editorial Office of JSSC & Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

Abstract In Brazil, the industries of the electro-electronic sector which are important for the national development, interfere in other areas of the economy, since it contributes to the generation of employment and income. At this moment, it is important to study macroeconomic variables that influence the performance of this sector, especially in the number of admission and dismissal, to understand the Brazilian unemployment. Thus, the aim of this research is to verify if the Cluster analysis is able to classify and select the macroeconomic variables related to the Brazilian electro-electronic sector due to its exogenously. In addition, we intend to adjust a Vector Autoregressive Model (VAR) that is able to show the short-term relationship between the variables, being the understanding of the dynamics between them by means of the analysis of the impulse response function and the variance decomposition. The variables that took part in the study were admission and dismissal in the Brazilian electro-electronic sector, gross domestic product, total imports and exports of Brazil, monthly average of dollar quotation, special settlement and custody system, and broad national consumer index. In this study, the variables were divided into two Clusters, this method proved to be efficient to classify and select the variables in terms of exogeneity. The BIC criterion was used to determine the order of the model, with 1 lag chosen among all variables, therefore the adjusted model was VAR (1). Through the impulse response function, the stability of the admission and dismissal of the sector after an abrupt change in the macroeconomic variables is still affected by about two months after this disturbance. The conclusion was that there is a significant relationship between macroeconomic variables and the number of people admitted and dismissed in the sector, indicating that abrupt changes in the macroeconomic variables will result in fluctuations in the number of employees in Brazilian electrical and electronic industry.

Keywords Cluster Analysis, Electronic and Electrical Sector, Econometric Models, Macroeconomics.

Address

E-mail: renan.mitsuo@hotmail.com and amsouza.sm@gmail.com

*This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.

◇ *This paper was recommended for publication by Editor .*

1 Introduction

The level of competition has been increasing fastly, which challenges the organizations to find more effective strategies and forms of management to ensure their survival (Stonehouse and Snowdon [1]). The industries of Brazilian electric-electronic sector are inserted in this context of competitiveness, being this sector important for the national development, interfering in other Brazilian economics areas. The demand for electrical and electronic products is boosted by the growth of production in the telecommunication/information technology, oil exploration, automotive and energy industries.

Electronics sector is an important segment economically, since it is related to technological innovations, productive increase, minimization of costs and delimitation of the final prices of goods and services. According to Sá, Bonfim and Teobaldo [2], since the beginning of the 70s, the complex of electrical and electronic products became a reference for other companies in terms of industrial dynamism. This interaction between the electronics, industries and other segments accelerates and allows technological advances, increasing the capacity to design new products and processes. The electronics industry is responsible for ensuring the competitiveness of an organization, through innovation in machines / equipment, products, processes and systems.

A projection by the LCA [3] for the electric and electronic industry indicates that, in 2020, the Gross Domestic Product (GDP) representation of Brazilian electric-electronic product production will increase from 4.3% to 7%, following the trend of developed countries. The volume of production of electrical and electronic goods in Brazil increased by 5.5% in March 2017, when compared to the same period of the previous year. This increase in the production of electrical and electronic products was higher than the general industry (1.1%) and manufacturing (0.2%).

The increase in production in this sector is mainly due to the 17% expansion of the electronics industry, where the biggest highlight was in electronic components, which increase 49.4% in the last year. In March 2017 there was a 6.8% increase in the number of exports and a 19.8% increase in imports of consumer electronics products, compared to the same period last year (ABINEE [4]). According to data from the General Register of Employees and Unemployed (CAGED [5]), in March 2017, 224 people were admitted in the electronics and electronics industry, accounting for a total of 235.700 workers in the sector. The sector is the basis for a technological revolution and the generation of skilled labor.

For Ruiz, Kniess and Teixeira [6], despite the industry's advance in the country, the situation of the industry is complex, because in Brazil there are no major manufacturers of electronics components, and it is necessary to opt for the importation of products. The main challenges faced by the electronics industry are: precarious logistics infrastructure, high tax burden, lack of skilled labor, and compliance with international environmental rules. However, despite the difficulties, the electronics sector is an important segment of the Brazilian economy, since it expands the national wealth, stimulates the productive force and boosts the technological advance, however further studies are necessary in order to understand the dynamics of this segment with macroeconomic variables influencing it.

To help in understanding the dynamics of the electronics industry, mathematical and econo-

metric models are used, capable of capturing the interrelationship between macroeconomic and sector variables. Among the models are Cluster Analysis and vector autoregressive models (VAR). According to Alquist and Breuning [7], Cluster analysis can be used to classify and type a group, to generate hypotheses by analyzing the data.

According to Figueiredo Filho, et al. [8] technological and computational advancement helped to perform Cluster analysis, becoming widespread in several areas of knowledge. Gusberti and Dewes [9] applied cluster analysis in the area of education, Burgel et al. [10] and Gallo, Miller and Fender [11] in health, and Sacco, et al. [12] in psychiatry. However, there are no in-depth studies that use Cluster analysis to associate and understand the performance of the electronics sector, specifically the number of dismissal and admission, against macroeconomic variables.

As well as Cluster analysis many studies have already been developed using the VAR. Nguyen [13] used VAR to verify the interrelationship among export, import, foreign direct investment (FDI) and economic growth. Netunajev and Glass [14] verified the influence of market uncertainty on unemployment fluctuation in the Euro and US area, applying the Structural VAR (SVAR) model. Wei, Tian and Xiao [15] in their study also used SVAR, however using information theory criteria. Xu and Lin [16] used the VAR in order to identify the causes of the emission of carbon dioxide (CO₂) in China. Xie, et al. [17] propose a new approach, the VAR-based decomposition model (DVAR) to examine the predictability of the UK stock market. Xie, Fan and Wang [18] investigate the relationships between DVAR Model and the Japanese Candlestick indicators through simulations, theoretical explanations and empirical studies. Zhang, Zhang and Cheng [19] use another model from the VAR, the Markov switching vector regression model (MS-VAR), to prove the co-movement of foreign trade in different countries or areas. Senna and Souza [20], used the VAR to evaluate the relationship of government expenditures on social assistance programs with Brazilian macroeconomic variables.

For Sa-Ngasoongsong, et al. [21] the vector autoregressive models (VAR) are considered a natural extension of the univariate autoregressive models, being configured as a tool capable of predicting the values of two or more economic series through the estimation of models that contain simultaneous equations. The evolution of each endogenous variable of the system can be explained by means of its own lag and all other variables (Sims [22]).

No study was found on the use of the two tools together, Cluster Analysis and VAR. Firstly, it is sought to verify if the Cluster analysis is able to classify and select the macroeconomic variables related to the Brazilian electro-electronic sector due to their exogeneity, and later, it is intended to verify if the Vector Autoregressive Models (VAR) are efficient to point the relation among the variables of the study.

The objective of this research is to analyze the short-term dynamics behavior vector autoregressive models of admission and dismissal, using cluster analysis as a pre-treatment to classify variables endogeneity, observing the macroeconomic variables that most impact the object of study in the light of economic theory.

2 Data

The selection of the variables for the research followed the same logic of the criteria proposed by Sa-ngasoongsong, et al [21]: variables that cause changes (dismissal and admission) in the electro-electronic sector; variables that influence the demand for electrical and electronic products; variables that represent the national economy (import, export, gross domestic product, among others).

Table 1 Definition of the variables used in the study

Variables	Definition	Measures
ABE	Admission in the Brazilian Electro-electronic Sector	Number of people
DBE	Dismissal in the Brazilian Electro-electronic Sector	Number of people
GDP	Gross Domestic Product	Millions of reais
TBI	Total Brazilian Imports	Millions of dollars
TBE	Total Brazilian Exports	Millions of dollars
MDQ	Monthly Average Dollar Quotation	Dollars
SSC	Special System of Settlement and Custody	Percentage
BNC	Broad National Consumer Index	Indicator

The sampling period corresponds from March 2003 to February 2017, composed by 166 monthly observations. The data of the electronics sector were collected online at ABINEE platform [4], which is the representative of the electronics sector in Brazil, and seeks to ensure the competitive development of this sector. Other online databases were also accessed to obtain the historical series of macroeconomic variables: Ministry of Labor and Employment, General Register; Brazilian Central Bank; Rotary Brazil; Ministry of Finance; and the Brazilian Institute of Geography and Statistics.

The ABE variable corresponds to the number of people that were hired in the formal labor market in the Brazilian electronics sector, and DBE reflects the number of workers dismissed formally in the sector. Gross Domestic Product (GDP) represents the total of goods and services produced by Brazil in a certain period, in millions of reais. TBE is configured as the total Brazilian export in millions of dollars, in other words, the total of goods that Brazil traded abroad. On the other hand, the TBI variable, total imports, represents the entry of goods from other countries.

Special System of Settlement and Custody (SSC) is a basic interest rate capable of influencing the other interest rates of the economy through settlement and financial control of purchases and sales of public securities, showed as a percentage. The Monthly Average Dollar Quotation (MDQ) was chosen to represent the exchange rate - the value in monetary terms that a country agrees to trade its currency. Finally, the Broad National Consumer price index (BNC) was the variable selected to reflect Brazilian inflation, since it indicates the persistent and generalized

increase / reduction in the price value that affects all factors of production, goods and services in the economy.

3 Research Ideas and Methodology

Eight variables, including six macroeconomic variables (GDP, TBE, TBI, MDQ, SSC and BNC), each containing 166 monthly observations - March 2003 to February 2017 were included in this study. The steps followed for the development of the research are presented below in Figure 1.

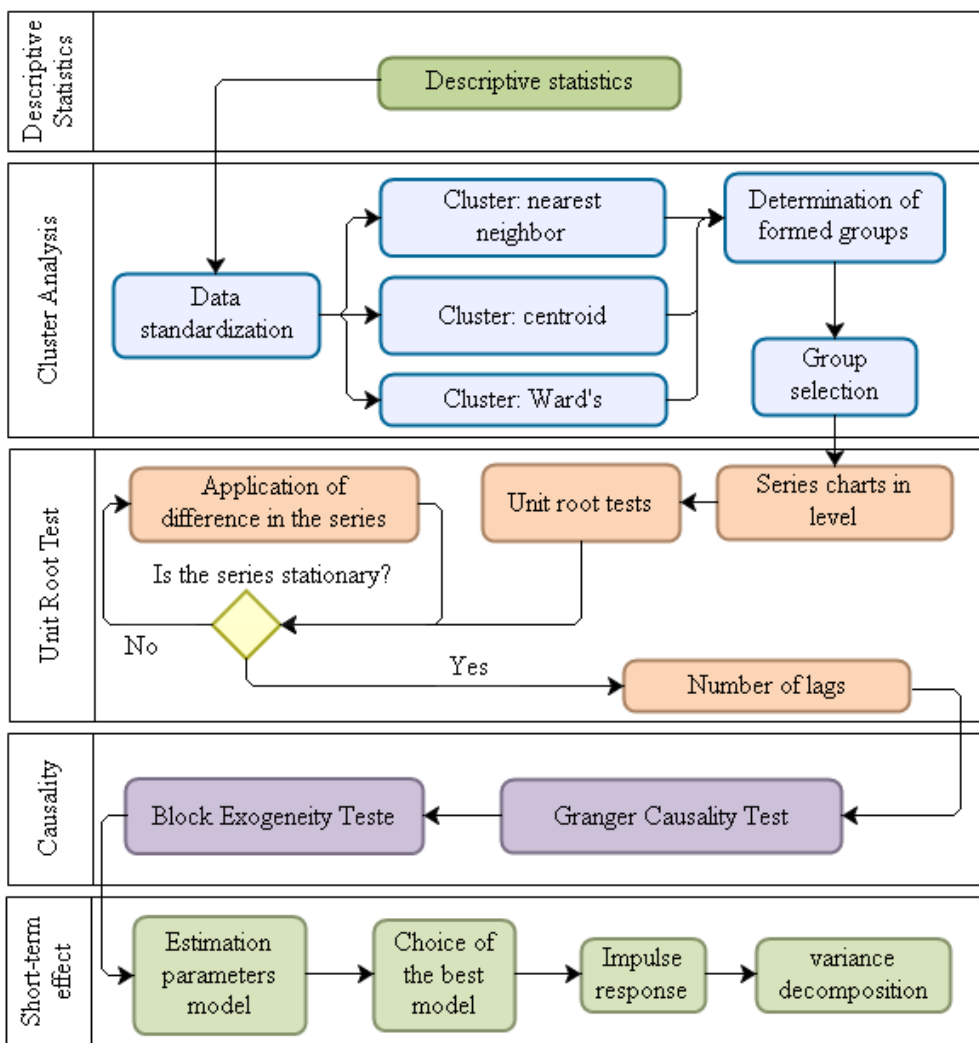


Figure 1 Research Flowchart

Tabela 2 contains the definition and purpose of each step of the research.

Table 2 Description and purpose of each stage of the study

Stages	Description and purpose
Descriptive Statistics	To summarize, describe and understand the distribution of the analyzed variables, aiming to test the homogeneities of the variables for a future selection
Cluster Analysis	The hierarchical method was used, because we did not know how many groups would be formed. The methods of connection used were: closest neighbor and centroid by the Euclidean distance metric, and Ward's by metric 1 - Pearson r
Unit Root Test	It was carried out by means of graphs of the original series and Augmented Dickey and Fuller - ADF (Dickey and Fuller [23]; Said and Dickey [24]); Kwiatkowski, Phillips, Schmidt and Shin-KPSS Test (Kwiatkowski, et al. [25]); and Phillips and Perron - PP (Phillips and Perron [26]). This assumption of stationarity must be taken into account in order to allow the VAR modeling to explain all the analyzed variables
Causality	Check the influence of one variable on the other. Besides, the application of another test, known as block exogeneity, will allow to determine the exogenous variables of the model, as well as to order the variables from the most exogenous to the least one
Short Effect	The parameters will be estimated by the Maximum Likelihood method and adjusted the most appropriate VAR model for the variables, pointing out the short-term relationship among them, as well as analyzing and determining the time required for the variables after suffering an external shock to return to a situation of stability (impulse response function). Subsequently, it will be performed the variance decomposition, with the purpose of evaluating the results from the model, verifying which percentage of the prediction error comes from the endogenous variables over time

At the end of the application of this methodology, we intend to analyze the short-term interrelationship of admission and dismissal in the Brazilian electro-electronic sector, against macroeconomic variables.

3.1 Cluster analysis

Cluster analysis is a mathematical tool able to classify variables in homogeneous and heterogeneous groups. For its best performance the variables must be standardized. The group are separated using a distance measure. The variables that are near in terms of distance belong to some group, and those that are considered far away belong to other group. The methodology is determine the creation and quantity of Clusters to be formed based on distance and method of clustering. The method used was the hierarchical one because the number of groups of cases present in the study was not previously known. The groups are determined empirically using

the available data and are grouped according to the degree of mutual proximity, where the objective is to maximize the internal homogeneity of the group and the heterogeneity among the Clusters. The connection methods used in this study were: nearest neighbor and the Euclidean distance metric, centroid and the Euclidean distance metric, and Ward's metric 1 - Pearson r.

According to Mingoti[27], the Euclidean distance between two elements (X_l and X_k), where $k \neq l$, is defined as follows equation (1):

$$d(X_l, X_k) = \left[(X_l - X_k)' (X_l - X_k) \right]^{\frac{1}{2}} = \left[\sum_{i=1}^p (X_{il} - X_{ik})^2 \right]^{\frac{1}{2}}. \quad (1)$$

In the centroid binding method, the distance between two elements corresponds to the distance between the means vectors. Considering $C_1 = X_1, X_3, X_7$ and $C_2 = X_2, X_6$, where the mean vectors and the distance between C_1 and C_2 are given by:

$$\begin{aligned} C_1 &= \bar{X}_1 = \frac{1}{3} [X_1 + X_3 + X_7] \\ C_2 &= \bar{X}_2 = \frac{1}{2} [X_2 + X_6] \\ d(C_1, C_2) &= (\bar{X}_1 - \bar{X}_2)' - (\bar{X}_1 - \bar{X}_2). \end{aligned} \quad (2)$$

The Ward binding method, also known as the Minimum Variance procedure, considers each element to be a single cluster and the steps of the clustering algorithm is calculated by the sum of squares of the clusters. The distance between conglomerates C_1 and C_2 is given as following:

$$\begin{aligned} SS_i &= \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \bar{X}_i)' (X_{ij} - \bar{X}_i) \\ d(C_l, C_i) &= \left[\frac{n_l n_i}{n_l + n_i} \right] (\bar{X}_l - \bar{X}_i)' - (\bar{X}_l - \bar{X}_i). \end{aligned} \quad (3)$$

Where SS_i is the Sum of squares of conglomerates C_i ; n_i the quantity of elements of the conglomerate C_i ; n_j is the number of elements in the conglomerate C_j ; X_{ij} is the vector of observations of the j_{th} sampling element and i_{th} conglomerate; \bar{X}_i corresponds to the centroid of the C_i conglomerate.

On the other hand, the method of connection of the nearest neighbor points to the similarity between two groups (sets), that is, it groups the most similar conglomerates. Considering $C_1 = X_1, X_3, X_7$ and $C_2 = X_2, X_6$, the distance between two clusters C_1 and C_2 is calculated by the following equation:

$$d(C_l, C_i) = \{d(X_l, X_k, l \neq k, l = 1, 3, 7, k = 2, 6)\}. \quad (4)$$

According to Hair [28] it can choose to withdraw variables that have the same representativity, which has widely different groupings or only one or two observations, since this withdrawal

will not influence the analyzes. For hierarchical solutions, after the removal of a variable, the Cluster analysis must be performed again, restarting the entire clustering process. Cluster analysis was used to verify if it is able to group the variables as to their exogeneity, because in VAR modeling the variables should be classified as endogenous and exogenous.

3.2 Unit Root Test

In order to estimate the VAR model, it is necessary to verify the stationarity of the series. According to Sa-Ngasoongsong, et al.[21], unit root tests are performed to verify the stationarity of a series. For a series to be stationary, it must be in statistical equilibrium, that is, that meets the following requirements: mean, variance and covariance constant over time.

In the ADF and PP test for the series to be stationary, the hypothesis $H_0 : \gamma = 0$ must be rejected, that is, $|\tau|^{Calculated} > |\tau|^{Critical}$. Otherwise, the hypothesis is accepted to H_0 , that is, the series presents unit root, being configured as non-stationary. By the hypothesis H_0 there is statistical evidence that the series is non-stationary, and H_1 assumes that there is statistical evidence of stationarity. The ADF test always considers the residuals as white noise, not considering all the necessary lags, whereas the PP does not assume that the residue has white noise, analyzing if there is a structural break in the series. Another test that can be used to confirm the stationarity is the KPSS, since it has the null hypothesis inverse to those of the ADF and PP tests.

If the series is not stationary in level, a difference is applied to it until it is stationary. Subsequently, the best number of lags will be defined using the AIC and BIC criteria.

3.3 Granger causality test

Developed by Granger [29], the test assumes that the series are stationary at level or with the application of differences, having the purpose of making the model more parsimonious by removing a series that is not causal with the other analyzed variables. Therefore, the Granger causality test seeks to verify if there is a relationship among the series that will be part of the model, if there is not, the value of the coefficient is approximately equal to 0, the serie can be withdrawn, since its presence will not contribute to the improvement of the model. The equations for the Granger causality test are given as following:

$$\Delta X_t = \alpha_x + \sum_{i=1}^k \beta_{x,i} \Delta X_{t-i} + \sum_{i=1}^k \gamma_{x,i} \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_{x,t}. \quad (5)$$

$$\Delta Y_t = \alpha_y + \sum_{i=1}^k \beta_{y,i} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1}^k \gamma_{y,i} \Delta X_{t-i} + \varepsilon_{y,t}. \quad (6)$$

Where ΔX_t and ΔY_t correspond to the application of the first difference in the series; α , β , and γ the regression coefficients and ε_t the random error. The causal relationships can be: unilateral causality of ΔY_t to ΔX_t ; unilateral causality of ΔX_t to ΔY_t ; bicausal/simultaneous; and without causality.

The unilateral causality of ΔY_t to ΔX_t ; occurs at the moment that the lagged coefficients calculated for the variable in equation (5) are concomitantly different from 0 (zero), that is, $\sum_{i=1}^k \gamma_{x,i} \neq 0$. Also, the coefficients calculated in equation (6) for the value of X_t must be 0 (zero), in other words, $\sum_{i=1}^k \gamma_{y,i} = 0$. However, in case of unilateral causality of Δx_t to ΔY_t ; occurs if the coefficients calculated in equation (5) for the value of Y_t assumes the value 0 (zero), $\sum_{i=1}^k \gamma_{x,i} = 0$. In addition, the coefficients calculated in equation (6) for the value of X_t must be concomitantly different from 0 (zero), $\sum_{i=1}^k \gamma_{y,i} \neq 0$. However, if both the lag coefficients in equation (5) and (6) are 0 (zero) ($\sum_{i=1}^k \gamma_{x,i} = 0$ and $\sum_{i=1}^k \gamma_{y,i} = 0$) the relationship between them will be bicausality or simultaneity. However, if the coefficients calculated for ΔX_t and ΔY_t are altogether non-zero, i.e. $\sum_{i=1}^k \gamma_{x,i} \neq 0$ and $\sum_{i=1}^k \gamma_{y,i} \neq 0$, it is possible to assure that there is no causality between the variables.

In general, if there is causality of the variable ΔX_t to ΔY_t , it is stated that, changes in the variable ΔX_t will cause changes in the time series of ΔY_t . Analogously, if there is causality of the variable ΔY_t to ΔX_t , changes in ΔY_t will affect the ΔX_t . However, if the relation is bicausality or simultaneity, changes in ΔX_t cause changes in ΔY_t , and vice versa. Also, if the test proves non-causality, it can be said that changes in ΔX_t do not cause changes in ΔY_t , nor of ΔY_t in ΔX_t .

The VAR model assumes that the series must be stationary and are interrelated, these assumptions guarantee the understanding of the short-term relationships between the set of analyzed variables.

3.4 vector autoregressive models (VAR)

A VAR of order p, denoted by VAR (p), can be represented in its matrix form Sa-Ngasoongsong, et al. [21]:

$$\begin{bmatrix} y_{1t} \\ \vdots \\ y_{nt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_1 \\ \vdots \\ c_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} A_{11}^{(1)} & \cdots & A_{1n}^{(1)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{n1}^{(1)} & \cdots & A_{nn}^{(1)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{1t-1} \\ \vdots \\ y_{nt-1} \end{bmatrix} + \cdots + \begin{bmatrix} A_{11}^{(p)} & \cdots & A_{1n}^{(p)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{n1}^{(p)} & \cdots & A_{nn}^{(p)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{1t-p} \\ \vdots \\ y_{nt-p} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \vdots \\ \varepsilon_{nt} \end{bmatrix}. \quad (7)$$

Where C_i represents the constants, being $i = 1, 2, \dots, n$. $A_{ij}^{(s)}$ are autoregressive coefficients, where $i = j = 1, 2, \dots, n$ and $s = 1, 2, \dots, p$. $y_t = (y_{1t}, \dots, y_{nt})$, where $t = 1, 2, \dots$ denotes an n-dimensional time series vector. The white noise is represented by ε_{it} , for $i = 1, 2, \dots, n$. Thus, according to Enders [30] and Vartanian [31], the equation of the model VAR of order p is given as follows:

$$y_t = C_i + A_{11}^{(1)} y_{t-1} + \cdots + A_{ij}^{(s)} y_{t-p} + \varepsilon_{it}. \quad (8)$$

The Akaike information criterion - AIC (Akaike [32]), Bayesian Information Criterion - BIC (Schwarz [33]) and Hannan-Quinn information criterion HQ (Hannan and Quinn [34]), are used to estimate the order (p) of the VAR model. These criteria determine the best model to

represent the analyzed variables, besides defining the number of lags that will be part of the model. The model that obtains the smallest answer to these criteria will be the one selected, in this way the equations of these three criteria are presented, in the equations.

$$\begin{aligned} AIC(\hat{p}) &= \ln \left| \sum(p) \right| + \frac{2}{T}pn^2 \\ BIC(\hat{p}) &= \ln \left| \sum(p) \right| + \frac{\ln T}{T}pn^2 \\ HQ(\hat{p}) &= \ln \left| \sum(p) \right| + \frac{\ln(\ln T)}{T}2pn^2. \end{aligned} \quad (9)$$

For a sample of vague observations, it is recommended to use the AIC criterion, however, if there is a sample with many observations, the BIC criterion is presented as a better penalty criterion (Sobral and Barreto [35]). Furthermore, the impact assessment can be performed after the application of a structural shock in the series. It is possible to verify the behavior of the series considering changes in terms of standard deviations imputed in the innovations or residues, denominated by shocks. By means of the impulse-response function, such shocks express the behavior of the endogenous series of the model after being subjected to shocks from residual variables.

3.5 Impulse Response Function

After the estimation of the VAR (p), the impulse response function was done to understand the variables co-movement, using the model structure. The impulse response function was done. The Impulse response verifies the behavior of endogenous variables after the application of a shock in any variables. This shock corresponds to the addition of a standard deviation applied to the innovation variable of one of the model series. According to Brooks [36], the function also evaluates the response time to the shock, that is, how long it will take for the shock effect in the series to stabilize.

When a shock is applied to the i_{th} variable, its effects are transmitted to every endogenous variable of the model, presenting the current and future effect of the same. For a model identification, Sims [22] proposes a recursive system, causing some coefficients to assume a value equal to zero. Bueno [37], presents a bivariate model, with $a_{12} = 0$, where the impulse response function is based on a VAR model, according to equations (10) and (11).

$$y_t = a_{10} + b_{11}y_{t-1} + b_{12}z_{t-1} + \varepsilon_{yt}. \quad (10)$$

$$z_t = a_{20} + a_{20}y_{t-1} + b_{21}y_{t-1} + b_{22}z_{t-1} + \varepsilon_{zt}. \quad (11)$$

In the case of $a_{12} = 0$, the above equations will be represented in matrix form as follows:

$$\begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -a_{12} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{10} \\ a_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -a_{12} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{t-1} \\ y_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -a_{12} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_y & 0 \\ 0 & \sigma_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{yt} \\ \varepsilon_{zt} \end{bmatrix}. \quad (12)$$

In addition, errors can be represented across the matrix.

$$\begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_y \varepsilon_{yt} \\ \sigma_z \varepsilon_{zt} - a_{21} \sigma_y \varepsilon_{yt} \end{bmatrix}. \quad (13)$$

Therefore:

$$\text{Var}(e_1) = \sigma_y^2. \quad (14)$$

$$\text{Var}(e_2) = \sigma_z^2 + a_{21}^2 \sigma_y^2. \quad (15)$$

$$\text{Cov}(e_1, e_2) = -a_{21}^2 \sigma_y^2. \quad (16)$$

The structural parameters of the model can be found using equations (14), (15) and (16) and the following equations: $\phi_{10} = a_{10}$; $\phi_{20} = a_{20} - a_{10}a_{21}$; $\phi_{11} = b_{11}$; $\phi_{12} = b_{12}$; $\phi_{21} = -a_{21}b_{11} - b_{21}$; and $\phi_{22} = -\phi_{21}b_{12} - b_{22}$. A generalization of this methodology proposed by Sims [22] for a vector containing n endogenous variables can be done, for this, the Choleski decomposition, which corresponds to a triangular mode of residues decomposition, is used. This method allows the imposition of restrictions, aiming at the analysis of the relationship between variables. Therefore, starting from the example of a bivariate VAR (1) model, we can see that:

$$X_t = \bar{X} \sum_{i=0}^{\infty} \frac{\Phi_1^i}{1 - a_{12}a_{21}} \begin{bmatrix} 1 & a_{12} \\ -a_{21} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_y \varepsilon_{yt-1} \\ \sigma_z \varepsilon_{zt-1} \end{bmatrix}. \quad (17)$$

Being the matrix defined by:

$$\Psi_i = \frac{\Phi_1^i}{1 - a_{12}a_{21}} \begin{bmatrix} 1 & -a_{12} \\ -a_{21} & 1 \end{bmatrix}. \quad (18)$$

We have:

$$X_t = \bar{X} + \sum_{i=0}^{\infty} \Psi_i \varepsilon_t. \quad (19)$$

$$X_t = \bar{X} + \sum_{i=0}^{\infty} \begin{bmatrix} \Psi_{i,11} & \Psi_{i,12} \\ \Psi_{i,21} & \Psi_{i,22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_y \varepsilon_{yt-i} \\ \sigma_z \varepsilon_{zt-i} \end{bmatrix}. \quad (20)$$

The impact multipliers of a shock in endogenous variables are represented by the elements of the matrix ψ_i , so, the graph of the impulse response function can be generated. The impulse response function enables the clear characterization of the estimated VAR dynamic structure.

3.6 Variance Decomposition

By means of the variance decomposition method, it is possible to evaluate the results from the model and how each variable auto explain, contributing to the other variables in a time period t . This method proposes to analyze the percentage of the prediction error that comes from the endogenous variables over time. According to Bueno [37], considering a VAR (1) with two endogenous variables (y and z), we have:

$$X_{t+h} = \bar{X} + \sum_{i=0}^{\infty} \Psi_i \varepsilon_{t+h-i}. \quad (21)$$

Calculating the prediction error by means of the following equation:

$$X_{t+h} - E_t(X_{t+h}) = \sum_{i=0}^{h-1} \Psi_i \varepsilon_{t+h-i}. \quad (22)$$

Detailing only y_{t+h} :

$$y_{t+h} - E_t(y_{t+h}) = \Psi_{0,11} \varepsilon_{yt+h} + \dots + \Psi_{h-1,12} \varepsilon_{zt+1}. \quad (23)$$

So:

$$\sigma_y^2(h) = \sigma_y^2(\Psi_{0,11}^2 + \Psi_{1,11}^2 + \dots + \Psi_{h-1,11}^2) + \sigma_z^2(\Psi_{0,12}^2 + \Psi_{1,12}^2 + \dots + \Psi_{h-1,12}^2). \quad (24)$$

Then, it is possible to perform the variance decomposition of the prediction error based on several elements. For a bivariate model, the variance is divided into two parts which correspond to each period of time and the two parts are divided by $\sigma_y^2(h)$, so:

$$1 = \frac{\sigma_y^2(\Psi_{0,11}^2 + \Psi_{1,11}^2 + \dots + \Psi_{h-1,11}^2)}{\sigma_y^2(h)} + \frac{\sigma_z^2(\Psi_{0,12}^2 + \Psi_{1,12}^2 + \dots + \Psi_{h-1,12}^2)}{\sigma_y^2(h)}. \quad (25)$$

The variance decomposition of the prediction errors is another way to verify the behavior and interrelationship between the VAR model variables, aiming to measure the relative share that each shock causes in the endogenous variables of the model.

4 Empirical Results and Analysis

The results of the study are presented below, being divided into four sessions: 4.1) descriptive statistics; 4.2) Cluster analysis; 4.3) Stationarity Test; 4.4) Granger causality; and 4.5) VAR Modeling, Impulse Response Function Analysis and Variance Decomposition.

4.1 Descriptive Statistics

The variables analyzed were admission (ABE) and dismissal (DBE) in Brazilian electro-electronic sector, Gross Domestic Product (GDP), total imports (TBI) and total exports (TBE) in Brazil, monthly average dollar quotation (MDQ); Special System of Settlement and Custody (SSC), and Broad National Consumer price index (BNC). The sampling period corresponds to March of 2003 to February of 2017, composed by 166 monthly observations. The descriptive statistics, in order to describe and summarize the group of data used in the research is showed below:

Table 3 Descriptive statistics of variables

Variables	Mean	Median	Minimum	Maximum	Standard deviation	Coefficient of variation
ABE	8,332.50	8,156.00	1,931.00	13,656.00	2,789.90	33.48%
DBE	8,044.40	8,229.00	3,627.00	13,810.00	2,451.90	30.48%
GDP	314,686.90	288,972.80	137,993.40	521,918.70	120,045.20	38.15%
TBI	12,898.60	12,485.50	3,608.10	23,185.80	5,513.70	42.75%
TBE	14,939.90	14,732.60	5,749.20	26,116.70	4,879.30	32.66%
MDQ	2.30	2.20	1.60	3.90	0.60	26.09%
SSC	1.00	1.00	0.50	2.10	0.30	30.00%
BNC	0.50	0.50	-0.20	1.30	0.30	60.00%

Through the coefficient of variation it was verified that the extent of the variability in relation to the average of the population of the variables in question is high, since these are variables of an economic character, being able to present high volatility. The series with the highest coefficient of variation was the BNC (60%), since it represents Brazilian inflation, and the variable with the lowest coefficient of variation was the MDQ (26.09%). Most of the variables presented a coefficient of variation between 30% and 40%, for example, SSC, TBE, GDP, DBE and ABE.

4.2 Cluster Analysis

Afterwards, the Cluster analysis was performed, in all grouping methods there was similarity between the SSC and MDQ variables, as well as TBE and TBI, then the MDQ and TBI variables were chosen, taking into account the coefficient of variation of them, which are the highest. In Figure 2, there are the dendrograms without the presence of the SSC and TBI variables, with three different types of distances and agglomeration methods.

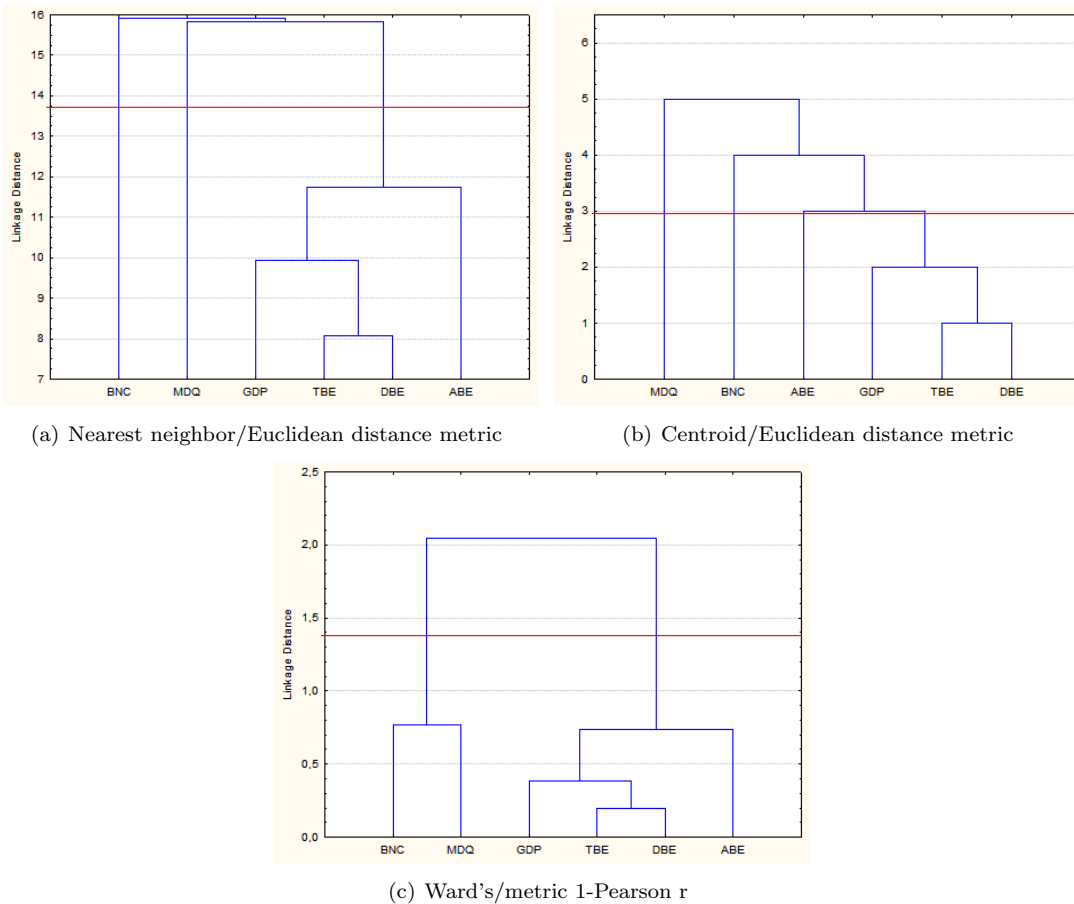


Figure 2 Dendrograms without the SSC and TBI variables

In Figure 2 (a), 3 well-defined Clusters were formed: I) BNC; II) MDQ; III) GDP, TBE, DBE and ABE. In Figure 2 (b), it is observed the formation of 3 Clusters: I) MDQ; II) BNC; III) ABE, GDP, TBE and DBE. It can be seen that in Figure 2 (c) that two large Clusters were formed: I) BNC and MDQ and II) GDP, TBE, DBE and ABE. All the grouping methods pointed out that admission to the Brazilian electronics sector has similarities with GDP, TBE and DBE. Thus, in this study, the variables were divided into two Clusters: Group I, with the variables BNC and MDQ and Group II, with the variables GDP, TBE, DBE and ABE.

The three clustering methods pointed out that the variables that have a similar behavior are: Gross Domestic Product (GDP); Total Exports (TBE); Admission (ABE) and Dismissal (DBE). The other two variables that are out of this larger group were: BNC and MDQ, which correspond to the exogenous variables, indirectly influence the variables admission and dismissal in the Brazilian electro-electronic sector.

4.3 Unit Root Test

After classification of variables, the graphs of the series in level are presented in Figure 3, to investigate the stationarity of the series.

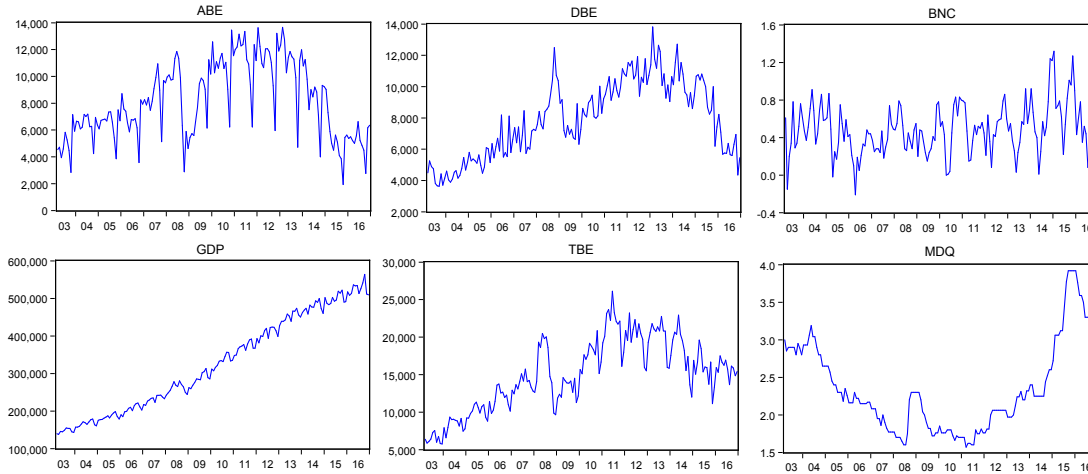


Figure 3 Graphic of the original series

Besides the visual inspection, the unit root tests were also performed: ADF, PP and KPSS (Table 4).

Table 4 Unit Root Tests: ADF, PP e KPSS

Variables	ADF(t-stat)			PP(t-stat)		KPSS (LM-stat)	
	In level	d=1	d=2	In level	d=1	In level	d=1
ABE	-1.844	-3.232	-	-4.433	-	0.416	-
DBE	-1.765	-3.470	-	-2.540	-21.782	0.945	0.182
GDP	-2.182	-2.488	-10.369	-0,407	-23.878	1.607	0.225
TBE	-2.047	-3.558	-	-2.520	-22.397	1.096	0,233
MDQ	-1.017	-10.148	-	-1.165	-10.166	0.398	-
BNC	-2.813	-8.625	-	-2.499	-20.160	0.379	-

$\alpha = 0.05$: ADF (t-stat) critical value = - 2.8803; PP(t-stat) critical value = -2.8789; KPSS (LM-stat) critical value = 0.4630

Through visual inspection and through the unit root tests (Table 4), it was concluded that most of the series (DBE, GDP, TBE, MDQ and BNC) are I (1), that is, they are stationary after the application of 1 difference in the series. Only the ABE variable was presented as being stationary in level.

4.4 Granger Causality test

The influence of one variable on the other was verified by the Granger Causality Test, which is show in Table 5:

Table 5 Granger Causality Test

Granger Causality	F-stat	p-value(< 0.05)
$(ABE) \leftrightarrow \Delta(GDP)$	10.2408	0.0001
$\Delta(DBE) \rightarrow \Delta(GDP)$	23.2706	0.0001
$\Delta(DBE) \rightarrow \Delta(TBE)$	4.9915	0.0079
$(ABE) \rightarrow \Delta(TBE)$	4.5051	0.0114
$(ABE) \rightarrow \Delta(MDQ)$	3.7666	0.0252
$\Delta(GDP) \rightarrow \Delta(MDQ)$	3.2655	0.0408
$\Delta(DBE) \leftrightarrow (ABE)$	3.1927	0.0493
$\Delta(MDQ) \rightarrow \Delta(BNC)$	2.8437	0.0612
$\Delta(GDP) \rightarrow \Delta(TBE)$	2.5388	0.0822

The \rightarrow symbol indicates unidirectional causality; The symbol \leftrightarrow indicates bidirectional causality. H_0 : series "X" does not cause series "Y" in the direction of Granger; H_1 : series "X" causes series "Y" in the direction of Granger; $\alpha = 0.10$

According to the test, most of the causalities are unidirectional. The ABE and DBE variables strongly influence GDP and TBE. The BNC is a variable that indirectly influences ABE and DBE, since ABE causes Granger in MDQ, and MDQ in BNC. Bidirectional causality occurs between ABE and GDP, ABE and DBE. The result of the Block Exogeneity Test, which allows the classification of the variables in relation to their exogeneity, is presented in Table 6:

Table 6 Block Exogeneity Test

Variables	Chi-Square (χ^2)	p-value	Cluster
DBE	14.24868	0.0002	Group I
ABE	11.94385	0.0005	Group I
GDP	7.08419	0.0078	Group I
TBE	4.75115	0.0293	Group I
MDQ	2.28125	0.1309	Group II
BNC	1.13130	0.2875	Group II

For the Block Exogeneity Test, the variables with greater Chi-Square and lower p-value are the most exogenous variables. So, the variables belonging to Group I (DBE, GDP, ABE and TBE) coming from Cluster analysis are the most exogenous, and therefore, they would first enter the modeling stage. The results are corroborate by the literature that the variables DBE, GDP, ABE and TBE directly affect the sector and, therefore, are more exogenous.

4.5 Short-term effect

VAR Modeling: A difference in the series was applied and a generic VAR was estimated, determining the order lag to be used in the variables in the equation.

Table 7 Selection of the Model Order

Lag	AIC	BIC	HQ
1	71.34844	72.04924*	71.63306
2	70.81211	72.21370	71.38135
3	70.18981	72,29220	71.04366*
4	70.11843	72.92161	71.25690
5	69.72487	73.22884	71.14795
6	69.47200	73.67677	71.17971
7	69.35551	74.26108	71.34783
8	69.12081*	74.72717	71.39775

* it represents the best order of lag selected by the model; AIC - Akaike information criterion; BIC-Bayesian Information Criterion; and HQ-Hannan-Quinn information criterion

As the number of observations is high, the BIC criterion was used to determine the order of the model, with 1 lag chosen among all variables. The parameters of the model were estimated and the VAR model adjusted in order to demonstrate the short-term relationship between the variables. Thus, the coefficients of the model (in order of exogeneity of the variables), the values of the calculated t-statistic and the standard error of each coefficient are contained in Table 8.

Table 8 Coefficients of the adjusted VAR model

	ΔDBE	ABE	ΔGDP	ΔTBE	ΔMDQ	ΔBNC
ΔDBE_{t-1}	-0.399817	0.496982	-3.742549	-0.257478	5.87E-06	1.47E-05
	(0.08534)	(0.15703)	(0.99147)	(0.15448)	(7.8E-06)	(1.9E-05)
	[-4.68520]	[3.16494]	[-3.77474]	[-1.66674]	[0.75321]	[0.78419]
ABE_{t-1}	0.004140	0.986192	0.376605	0.028314	-8.08E-08	-5.17E-07
	(0.00938)	(0.01726)	(0.10897)	(0.01698)	(8.6E-07)	(2.1E-06)
	[0.44136]	[57.1416]	[3.45599]	[1.66762]	[-0.09437]	[-0.25158]
ΔGDP_{t-1}	0.010478	-0.041925	-0.186453	-0.024672	1.56E-06	1.03E-06
	(0.00856)	(0.01575)	(0.09946)	(0.01550)	(7.8E-07)	(1.9E-06)
	[1.22404]	[-2.66161]	[-1.87472]	[-1.59213]	[1.99178]	[0.54872]
ΔTBE_{t-1}	-0.100231	0.225182	1.003698	-0.103172	7.53E-06	-1.75E-05
	(0.05614)	(0.10331)	(0.65229)	(0.10163)	(5.1E-06)	(1.2E-05)
	[-1.78530]	[2.17971]	[1.53874]	[-1.01515]	[-1.46820]	[-1.42544]
ΔMDQ_{t-1}	234.1950	22.72245	-4,939,630	-2,341.295	0.197023	0.232398
	(856.311)	(1,575.70)	(9,948.99)	(1,550.14)	(0.07821)	(0.18747)
	[0.27349]	[0.01442]	[-0.49650]	[-1.51038]	[2.51912]	[1.23967]
ΔBNC_{t-1}	-239.6068	683.5260	-3,692.154	-472.1330	0.030599	-0.119186
	(856.311)	(1,575.70)	(9,948.99)	(1,550.14)	(0.07821)	(0.18747)
	[-0.68608]	[1.06363]	[-0.90993]	[-0.74680]	[0.95928]	[-1.55886]

Where: DBE = Dismissal in the Brazilian electro-electronic sector; ABE = Admission in the Brazilian electro-electronic sector; GDP = Gross domestic product; TBE = Total Exports from Brazil; MDQ = Monthly average of the dollar quotation; BNC = National Broad Consumer Index. The values between () represent the standard error, [] represent the statistic-t and Δ = Application of a difference

Impulse Response Function Analysis: Afterwards, the Impulse Response Function analysis was performed, graphically representing the behavior of the variables after the occurrence of a random perturbation. As the objective of the research is the study of the admission and dismissal variables in the Brazilian electro-electronic sector, the responses of the ABE and DBE variables were analyzed, in the face of the random perturbations caused by GDP, TBE, MDQ and BNC.

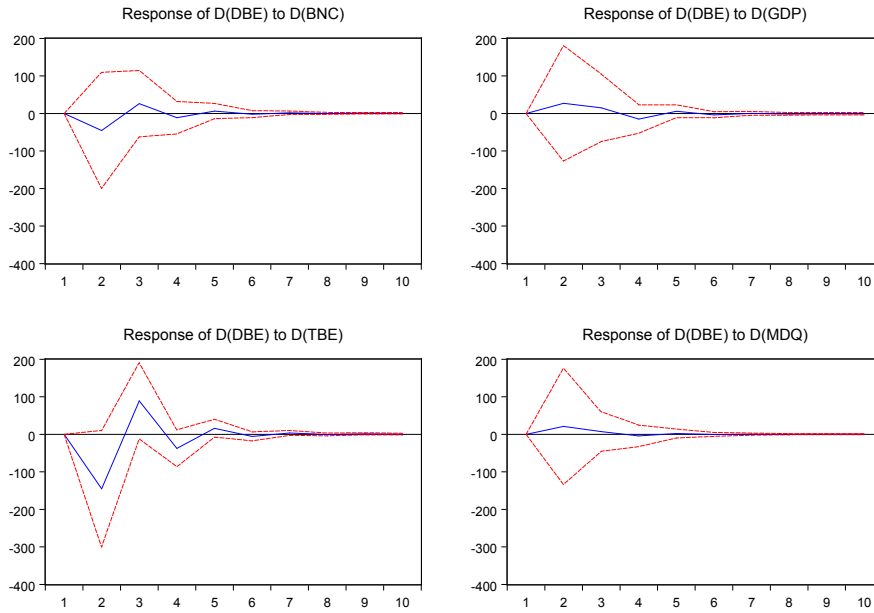


Figure 4 Graphs of the results of the Impulse Response Function of the demission variable in the Brazilian electro-electronic sector against the shocks applied in the macroeconomic variables.

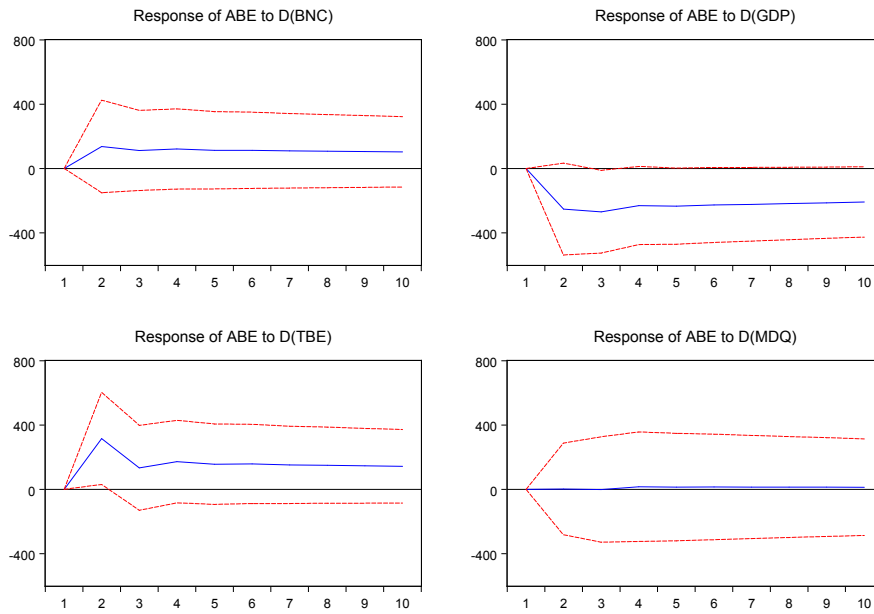


Figure 5 Graphs of the results of the Impulse Response Function of the admission variable in the Brazilian electroelectronic sector against the shocks applied to the macroeconomic variables.

From the graphs in Figure 4, it can be observed that the variable DBE decreases in the first instant of time in response to changes in the TBE and BNC variables, but in the second period it grows again, stabilizing later. However, the response of the variable DBE to the shocks applied in the variables GDP and MDQ, already in the first instant is positive, falling in the second instant and stabilizing from the third period. Through Figure 5, it can be noticed that the variable ABE decays at the first instant of time after the application of a random shock in the variable GDP, stabilizing in low. However, ABE's response to changes in BNC and TBE is increasing in the first period, falling slightly in the second instant and steadily rising over time. The response of the variable ABE to the shocks applied in the MDQ variables is practically none, presenting only a small oscillation in the fourth period.

Variance Decomposition Analysis: was performed in relation to admission and dismissal in the Brazilian electro-electronic sector. Next it is showed the variance decomposition in relation to ABE:

Table 9 Variance Decomposition of the ABE

Period	ABE	ΔDBE	ΔTBE	ΔBNC	ΔMDQ	ΔGDP
1	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	94.19	2.86	0.12	0.38	0.03	2.42
10	93.92	3.03	0.07	0.41	0.03	2.54

It is possible to observe that in the first period, the variance in ABE explains itself by the variable. However, at the fifth instant of time, the variance in ABE is explained by 94.19% by itself, being influenced by DBE (2.86%), GDP (2.42%), BNC (0.38%), TBE (0.12%) and MDQ (0.03%). However, in the tenth period, the variance of the variable ABE is explained by 93.92%, followed by DBE (3.03%), GDP (2.54%), BNC (0.41%), TBE (0.07%) and MDQ (0.03%). Then the variance decomposition was also performed for the variable DBE:

An oscillation in one of the macroeconomic variables will influence the number of admission and dismissal of the Brazilian electro-electronic sector. Thus, the three methods of grouping indicated that the variables with behavior similar to admission in Brazilian electro-electronic sector are: GDP, TBE and DBE, and they belong to Group I, which corresponds to the set of exogenous variables.

According to Ribeiro et al.[35], GDP corresponds to the total of final goods and services produced by a nation over a given period. For Mankiw[36], this variable behaves similarly with the admission variable, since the GDP measures the sum of the income of all the people belonging to the economic system, while measuring the total expenditure of the goods and services produced in the country. An increase in a country's GDP may suggest an expansion of the economy, leading to an increase in the admission rate.

Total exports (TBE) cover much more than the marketing of goods in the international market. In Brazil, export is a strategic factor, since it contributes to generation of employment/income and obtaining resources from other countries, and stimulates Brazilian economic

growth. This variable has a high similarity with imports, since the opening of a country for the purchase of foreign products encourages the export process, since the commercial relationship between the countries is a "two-way street". The increase in exports corroborates the generation of employment/income and obtaining resources from other countries (Keedi[34]).

The increase in the number of dismissals indicates the slowdown of the economy, reduction of the standard and quality of life of the population, and aggravation of social problems. The Cluster formed corroborates to the study of Baslio and Souza[38], who believe that jobs are the result of the production of a country, it means, the more significant the production of goods or services, the higher the expectations for the increase in labor supply. Thus, the unemployment variable has a similar behavior with the variables GDP, exports and imports.

The less exogenous variables according to Cluster, BNC and MDQ analysis indirectly interfere in admission and dismissal in the Brazilian electronics sector, since these are variables related to indices and rates. The monthly average dollar quotation (MDQ) is related to the exchange activity that corresponds to the value in monetary terms that a country agrees to trade its currency. This activity seeks to follow the economic changes, and to balance the supply and demand of the currency in the market. In Brazilian exchange rate policy, brokers and banks determine daily the quotation of the dollar in the market. This variable was similar to SSC, because in order to meet inflationary targets, the SSC was amended by the Central Bank of Brazil, acting as a monetary mechanism of the government, in order to contain inflation, product price levels and the quantity of jobs. Both variables, SSC and MDQ, seek to follow the economic changes (Assaf Neto[39]).

The Broad National Consumer price index (BNC) corresponds to the behavior of the country's inflation. In 1999, the country adopted a regime of inflation targeting, and to achieve price stability, the interest rate was controlled. As there is a tendency for inflation to rise, the interest rate rises, and vice versa. Still, according to Rossetti and Lopes[40] it is considered to be inflation if this persistent and generalized increase/reduction in price value reaches all factors of production, goods and services of the economy.

5 Conclusion

The Cluster analysis proved to be efficient to classify and select the variables in terms of exogeneity, and it was corroborated by the Granger/Block Exogeneity Causality test, where the results were the same as the cluster analysis. Moreover, the adjusted Vector Autoregressive Model (VAR) was able to point out the short-term relationship between the variables, and the techniques of analysis of the impulse response function and variance decomposition helped further the understanding of the dynamics of the sector. There is a significant relationship between the analyzed macroeconomic variables and the number of people admitted and dismissed in the Brazilian electronics sector, indicating that abrupt changes in these macroeconomic variables will result in fluctuations in the number of employees in the Brazilian electrical and electronic industry. The stability of the admission and dismissal of the sector after an abrupt change in the macroeconomic variables is still affected by about two months after this disturbance.

6 Acknowledgment

The authors would like to thank Laboratório de Análise e Modelagem Estatística (LAME-UFSM) and CAPES Foundation, Ministry of Education of Brazil for financial support, which included a research scholarship. We thank Xiao-Shan Gao (Editor-in-Chief) and the anonymous referee for the helpful comments and suggestions.

References

- [1] Stonehouse G and Snowdon B, Competitive advantage revisited: Michael Porter on strategy and competitiveness, *Journal of Management Inquiry*, 2007, **16**(3): 256–273.
- [2] Sá M T V, Bonfim T R and Teobaldo C, Sectorial document: consumer electronics, National Development Bank - BNDES, 2009.
- [3] LCA Consultants, The electricity and electronics industry in 2020 – a development strategy, 2009, **11**(51).
- [4] ABINEE, Brazilian association of electrical and electronic industry, 2017.
- [5] CAGED, General registry of employees and unemployed, 2017.
- [6] Ruiz M S, Kniess C T and Teixeira C E, The electronic sector: technical, economic, regulatory and environmental aspects, *University Nove de Julho (UNINOVE)*, São Paulo, 2014.
- [7] Alquist J S and Breunig C, Model-based Clustering and Typologies in the Social Sciences, *Political Analysis*, 2011, **20**(1): 92-112.
- [8] Figueiredo Filho D B, Rocha E C, Silva Junior J A, Paranhos R, Silva M B, and Duarte B S F, Cluster Analysis for Political Scientists, *Applied Mathematics*, 2014, **5**: 2408-2415.
- [9] Gusberti T D H and Dewes M D F, Impact evaluation for University–Business Cooperation and Technology Transfer in higher education systems: cluster analysis, *Production*, 2017, **27**: 1-15.
- [10] Burgel P R, Paillasseur J L, Caillaud D, Tillie-Leblond I, Chanez P, Escamilla R, Court-Fortune I, Perez T, Carr P, and Roche N, Clinical COPD phenotypes: a novel approach using principal component and cluster analyses, *European Respiratory Journal*, 2010, **36**(3): 531-539.
- [11] Gallo E, Miller B and FENDER R, Assessing luminosity correlations via cluster analysis: Evidence for dual tracks in the radio/X-ray domain of black hole X-ray binaries, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 2012, **423**: 590-599.
- [12] Sacco R, Lenti C, Sacconi M, Curatolo P, Manzi B, Bravaccio C and Persico A M, Cluster Analysis of Autistic Patients Based on Principal Pathogenetic Components, *Autism Research*, 2012, **5**(2): 137-147.
- [13] Nguyen H T, Export, imports, FDI and economic growth, University of Colorado at Boulder, *Discussion papers in economics. Working paper*, 2011, **11–03**: 1-47.
- [14] Netšunajev A and Glass K, Uncertainty and Employment Dynamics in the Euro Area and the US, *Journal of Macroeconomics*, 2017, **51**: 48-62.
- [15] Wei Y, Tian Z and Xiao Y, Learning causal graphs of nonlinear structural vector autoregressive model using information theory criteria, *Journal of Systems Science and Complexity*, 2014, **27**(6): 1213-1226.

-
- [16] Xu B and Lin B, Reducing carbon dioxide emissions in China's manufacturing industry: a dynamic vector autoregression approach, *Journal of Cleaner Production*, 2016, **131**(10): 594-606.
- [17] Xie H, Bian J, Wang M and Qiao H, Is technical analysis informative in UK stock market? Evidence from decomposition-based vector autoregressive (DVAR) model, *Journal of Systems Science and Complexity*, 2014, bf27(1): 144-156.
- [18] Xie H, Fan K and Wang S, The role of Japanese Candlestick in DVAR Model, *Journal of Systems Science and Complexity*, 2012, **28**(5): 1177-1193.
- [19] Zhang L, Zhang X and Cheng K, Construction and analysis of common foreign trade cycle based on MS-VAR: An empirical study of global experience, *Journal of Systems Science and Complexity*, 2015, **28**(2): 360-380.
- [20] Senna V, Souza A M, Assesment of the relationship of government spending on social assistance programs with Brazilian macroeconomic variables, *Physica A*, 2016, **462**: 21-30.
- [21] Sa-ngasoongsong A, Bukkapatnam S T S, Kim J, Iyer P S and Suresh R P, Multi-step sales forecasting in automotive industry based on structural relationship identification, *International Journal of Production Economics*, 2012, **140**(2): 875-887.
- [22] Sims C A, Macroeconomics and reality, *Econometrica*, 1980: 1-48.
- [23] Dickey D A and Fuller W A, Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root, *Econometrica*, 1981, **49**(4): 1057-1072.
- [24] Said S E and Dickey D A, Testing for unit roots in autoregressive-moving average models of unknown order, *Biometrika*, 1984, **71**(3): 599-607.
- [25] Kwiatkowski D, Phillips P C B, Schmidt P and Shin Y, Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root? *Journal of Econometrics*, 1992, **54**(1-3): 159-178.
- [26] Phillips P C B and Perron P, Testing for a Unit Root in Time Series Regression *Biometrika*, 1988, **75**(2): 335-346.
- [27] Mingoti S A, *Data Analysis Through Multivariate Statistical Methods*, UFMG publishing company, Belo Horizonte, 2005.
- [28] Hair J, Rolph A, and Barry B, *Multivariate Data Analysis*, Pearson, 7.ed, New York, 2010.
- [29] Granger C W J, Developments in the Study of Cointegrated Economic Variables, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 1986, **48**(3): 213-228.
- [30] ENDERS, W, *Applied Econometric Time Series*, John Wiley & Sons, 4.ed, New York, 2014.
- [31] Vartanian P R, Impact of the Dow Jones index, commodities and exchange rate on Ibovespa: an analysis of the contagion effect, *Journal of Contemporary Management*, 2012, **16**(4): 608-627.
- [32] Akaike H, A New Look at the Statistical Model Identification, *IEEE Transactions on Automatic*, 1974, **19**(6): 716-723.
- [33] Schwarz G, Estimating the dimensional of a model, *Annals of Statistics*, 1978, **6**(2): 461-464.
- [34] Hannan E J and QUINN B, The determination of the order of an autoregression, *Journal of the Royal Statistical Society*, 1979, **41**(2): 190-195.
- [35] Sobral T E L and Barreto G, Analysis of information criteria for order selection in autoregressive models, *Brazilian Conference on Dynamics, Control and Applications*, 2011: 379-382.
- [36] Brooks C, *Introductory Econometrics for Finance*, Cambridge University Press, 3.ed, New York, 2014.
- [37] Bueno R D L D S, *Time Series Econometrics*, Cengage Learning, 2.ed, São Paulo, 2012.

4.2 ARTIGO 2: O EFEITO NA DEMISSÃO DO SETOR ELETROELETRÔNICO BRASILEIRO REFLETIDO PELAS VARIÁVEIS MACROECONÔMICAS

RESUMO

As indústrias do setor eletroeletrônico são importantes para o desenvolvimento brasileiro, interferindo nas demais áreas da economia, contribuindo para a geração de emprego e renda. O objetivo desta pesquisa é investigar a relação de curto e longo prazo entre o número de demissões no setor eletroeletrônico brasileiro e as variáveis macroeconômicas Produto Interno Bruto, exportações totais do Brasil, média mensal da cotação do dólar e o índice nacional ao consumidor amplo, de maio de 2003 a setembro de 2018. Para verificar o inter-relacionamento entre as variáveis do estudo foram utilizados os modelos econométricos autorregressivos vetoriais (VAR) e os vetores de correção de erros (VEC). Por meio dos testes causalidade de Granger e de cointegração de Johansen, verificou-se que as variáveis são cointegradas. A análise da função impulso resposta e decomposição da variância auxiliaram ainda mais na compreensão da dinâmica da indústria eletroeletrônica, apontando que a longo prazo, parte da variância da demissão no setor eletroeletrônico brasileiro (28,64%) é explicada pelo índice nacional ao consumidor amplo. Mudanças abruptas nas variáveis macroeconômicas analisadas geram flutuações na quantidade de demissões no setor eletroeletrônico brasileiro por cerca de quatro a sete meses.

Palavras-chave: Setor Eletroeletrônico. Modelos Econométricos. Macroeconomia. VAR. VEC.

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento do nível de concorrência as empresas precisam encontrar estratégias e formas de gerenciamento mais eficazes para permanecerem no mercado (STONEHOUSE; SNOWDON, 2007). Neste contexto de competitividade estão inseridas as indústrias do setor eletroeletrônico brasileiro, sendo o mesmo impulsionado pelo aumento da demanda das indústrias relacionadas a exploração petrolífera, automobilística, telecomunicação/informática e de energia.

O setor eletroeletrônico relaciona-se à inovação tecnológica, aumento da produtividade, redução de custos e delimitação dos preços finais de bens e serviços, sendo um segmento importante para a economia do país. Há um crescimento considerável de componentes elétricos e eletrônicos em praticamente todos os produtos fabricados nos últimos anos, portanto a interação desta indústria com outros segmentos facilita e garante avanços tecnológicos, bem como, aumento da capacidade de projeção de novos bens e processos. O setor eletroeletrônico proporciona competitividade a uma empresa por meio da inovação de

máquinas/equipamentos, bens, processos e sistemas produtivos (SÁ; BONFIM; TEOBALDO, 2009).

De acordo com uma projeção realizada pela LCA (2009), em 2020, a representação do Produto Interno Bruto do setor eletroeletrônico brasileiro seguirá a tendência de países desenvolvidos, passando de 4,3% para 7%. Conforme Cruz (2018) o setor de eletroeletrônicos cresceu cerca de 14,6% no primeiro semestre de 2018, se comparado com o mesmo período do ano passado. No mês de março de 2017 houve um crescimento de 19,8% em importações e 6,8% no número de exportações de produtos eletroeletrônicos, se comparado com o mesmo período de 2016 (ABINEE, 2018). No mês de março de 2017 haviam 235,7 mil trabalhadores no setor eletroeletrônico brasileiro, sendo admitidas 224 pessoas neste mesmo mês. Este setor é considerado a base para uma revolução tecnológica e geração de mão de obra cada vez mais qualificada (CAGED, 2017).

O setor eletroeletrônico no Brasil enfrenta desafios ligados a infraestrutura logística precária, a alta carga tributária, a burocracia, a falta de mão de obra especializada, e dificuldade de adequação às regras internacionais de meio ambiente. No entanto, apesar destes desafios, a indústria eletroeletrônica é economicamente importante para o Brasil, pois é responsável pela expansão da riqueza nacional, incentivo da força produtiva e avanço da tecnologia (RUIZ; KNIESS; TEIXEIRA, 2014).

Para compreender a dinâmica entre as variáveis macroeconômicas e as variáveis do setor eletroeletrônico brasileiro utiliza-se os modelos econométricos autorregressivos vetoriais (VAR) que investigam as inter-relações de curto prazo entre as variáveis e os vetores de correção de erros (VEC) que captam os efeitos de curto e longo prazo entre as séries analisadas.

O VAR corresponde a uma extensão natural dos modelos autorregressivos univariados, que busca a realização da previsão dos valores de duas ou mais variáveis por meio da estimação de modelos que apresente a equação simultânea (SANGASOONGSONG et al., 2012). Por outro lado, os modelos VEC são aplicados quando há um ou mais vetores cointegrados (ADHIKARY, 2012).

Nguyen (2011) investigou a dinâmica entre exportação, importação, investimento estrangeiro direto e crescimento econômico por meio do VAR. Netšunajev e Glass (2017) aplicaram o VAR Estrutural (SVAR) objetivando verificar a influência da incerteza do mercado sobre a taxa de desemprego. Xu e Lin (2016) utilizaram o VAR em variáveis ambientais, com o intuito de apontar as causas da

emissão de Dióxido de carbono (CO₂) na China. Com a finalidade de compreender a inter-relação entre as despesas ligadas à programas de assistência social e variáveis macroeconômicas brasileiras, Senna e Souza (2016) utilizaram modelos da classe VAR e VEC. Zhang et al. (2017) buscaram entender a relação entre crescimento econômico e consumo de eletricidade da indústria secundária e terciária na China por meio da aplicação do VAR e VEC. Konstantakis, Michaelides e Vouldis (2016) também utilizam modelos VAR e VEC, porém objetivando esclarecer os fatores determinantes dos empréstimos inadimplentes no setor bancário grego.

Em uma busca realizada na base de periódicos Web of Science, não foi encontrado nenhum estudo usando estes dois tipos de modelos com o objetivo de investigar o inter-relacionamento entre a quantidade de demissões do setor eletroeletrônico brasileiro e as variáveis macroeconômicas. Portanto, pretende-se constatar se os Modelos Autorregressivos Vetoriais (VAR) e os vetores de correção de erros (VEC) são eficientes para apontar a relação dinâmica de curto e longo prazo entre as variáveis demissão e as variáveis macroeconômicas que mais impactam no objeto de estudo à luz da teoria econômica.

Além da introdução (seção 1), o artigo está estruturado em 5 seções. Na seção 2 é apresentada a descrição de cada uma das variáveis que fizeram parte da pesquisa e a metodologia utilizada. Na seção 3 são apresentados os resultados e discussões sobre a investigação da demissão no setor eletroeletrônico brasileiro usando variáveis macroeconômicas. E por fim, na seção 4, as conclusões sobre a pesquisa.

2 METODOLOGIA

Para a seleção das variáveis, seguiram-se os três critérios utilizados e apresentados por Sa-ngasoongsong et al. (2012): I) variáveis que ocasionam mudanças no número da demissão no setor eletroeletrônico; II) variáveis que influenciam na demanda de produtos deste setor; e III) variáveis que representam a economia nacional.

Sendo assim, as variáveis selecionadas foram: demissão no setor eletroeletrônico brasileiro (DBE) dada em número de pessoas; Produto Interno Bruto (GDP) representado em milhões de reais; exportações totais do Brasil (TBE) ambas dadas em milhões de dólares; Média mensal da cotação do dólar (MDQ) expressa em dólares; e o índice nacional ao consumidor amplo (BNC).

As variáveis estão compreendidas no período amostral de maio de 2003 a setembro de 2018, compostas por 185 observações mensais. A variável demissão no setor eletroeletrônico brasileiro (DBE) foi coletada na plataforma online da ABINNE (2018), que corresponde à associação que representa e procura garantir a competitividade da Indústria Elétrica e Eletrônica no Brasil. Para a coleta das séries temporais das variáveis macroeconômicas, foram acessados os sites do Banco Central do Brasil (www.bcb.gov.br) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (www.ibge.gov.br).

A variável DBE corresponde ao número de trabalhadores que foram demitidos no mercado de trabalho formal no setor eletroeletrônico brasileiro. Os bens e serviços totais produzidos pelo Brasil ao longo de um período de tempo são representados pela série GDP. A TBE, configura-se como a quantidade de exportações totais do Brasil em milhões de dólares, ou seja, ao total de mercadorias que o Brasil comercializou no mercado exterior em termos monetários.

Selecionou-se a série MDQ que corresponde à média mensal da cotação do dólar para compor esta pesquisa, pois a mesma representa o valor em termos monetários que um país concorda em negociar a sua moeda, a taxa cambial. Para representar o reflexo da inflação brasileira, foi selecionada a variável BNC, que corresponde ao índice nacional ao consumidor amplo. Este índice aponta um aumento ou diminuição generalizado e persistente sobre o valor dos preços que impactam os fatores relacionados a produção, e geração de bens e serviços.

A seguir são apresentados resumidamente os procedimentos e metodologias utilizadas para a elaboração deste estudo.

2.1 TESTES DE RAIZ UNITÁRIA

O objetivo do uso do teste de raiz unitária nesta pesquisa foi a verificação da estacionariedade das séries, uma vez que para utilizar o VEC pressupõe-se que todas as variáveis possuem a mesma ordem de integração $I(d)$, além disso, o pressuposto de estacionariedade deve ser atendido para possibilitar a modelagem de um VAR que explique todas as variáveis analisadas. Conforme Sa-Ngasoongsong; Bukkapatnam et al. (2012), para a verificação da estacionariedade de uma série são realizados os testes de raízes unitárias.

Os testes mais conhecidos de raízes unitárias e que portanto serão utilizados neste estudo são: Augmented Dickey e Fuller – ADF (DICKEY; FULLER, 1981; SAID; DICKEY, 1984); Teste Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Shin – KPSS (KWIATKOWSKI et al., 1992); e Phillips e Perron – PP (PHILLIPS; PERRON, 1988).

2.2 TESTE DE COINTEGRAÇÃO

O teste teve como premissa analisar se existe uma equação de cointegração que aponte o equilíbrio de longo prazo entre as séries temporais do estudo, pois um dos pressupostos para a aplicação do VEC é que as variáveis sejam cointegradas.

A combinação linear estacionária pode ser descrita por meio de uma equação de cointegração que aponte o equilíbrio de longo prazo entre as séries temporais analisadas (ENGLE; GRANGER, 1987). Para realizar a verificação da presença de relações de cointegração entre variáveis, pode-se utilizar os testes de cointegração de Johansen (1988). Conforme Senna e Souza (2016) os testes de cointegração de Johansen são baseados em um VAR estimado, onde há dois tipos de teste estatístico para verificar a quantidade de relações de cointegração das séries: *rank test* e o *maximum eigenvalue test*.

Se comprovada pelos testes a existência de cointegração entre as séries temporais, há um equilíbrio de longo prazo e o modelo VEC será mais eficiente para captar esta dinâmica, ou seja, o VEC pode ser utilizado para a estimação da equação de cointegração pois um termo de correção de erro será incluído ao modelo (ENGLE; GRANGER, 1987; SENNA; SOUZA, 2016; ENDERS, 2014).

Sendo assim, o método de teste de cointegração de Johansen considera um VAR de ordem p que por transformação diferencial (Δy_t), tem-se:

$$\Delta y_t = \Pi y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta y_{t-i} + Bx_t + \epsilon_t \quad (1)$$

Onde:

$$\Pi = \sum_{i=1}^p A_i - I \quad e \quad \Gamma_i = - \sum_{j=i+1}^p A_j \quad (2)$$

Na qual y_t representa um k vetor das variáveis endógenas, x_t é o d vetor de variáveis exógenas, ϵ_t é um vetor de inovações (ruído branco). Além disso, Δy_{t-i} representa um vetor de variáveis $I(0)$. Logo, Δy_t configura-se como sendo um processo estacionário se $\Gamma_i y_{t-1}$ for um vetor que corresponda a variáveis $I(0)$. Caso isso ocorra, pode-se dizer que existe cointegração entre as variáveis. Existe r relações de cointegração no caso dos coeficientes da matriz Π atender a seguinte condição: $0 < r < k$. Nesta situação, há $k \times r$ matrizes α e β , cada uma com r (número de relação de cointegração), sendo que $\Pi = \alpha\beta'$ e $\beta'y_t$ é $I(0)$. No VEC o α representam os parâmetros de ajuste.

A presença de cointegração entre as séries temporais depende da matriz de coeficientes Π , para esta comprovação utiliza-se o *trace test*, dada pela seguinte equação:

$$J_{trace} = -T \sum_{i=r+1}^k \log(1 - \lambda_i) \quad (3)$$

Onde λ_i corresponde a maior correlação canônica e T representa o tamanho da amostra. A hipótese nula testada pelo trace test é a de que $r < n$ vetores de cointegração, para a verificação dos valores críticos para tal teste, recomenda-se a consulta do trabalho de Johansen e Juselius (1990).

2.3 MODELO VAR

O VAR é uma extensão natural dos modelos autorregressivos univariados que objetiva a análise e previsão de valores de duas ou mais séries por meio da estimação de modelos que contenham equações simultâneas (HILL; JUDGE; GRIFFITHS, 2010). De acordo com Sims (1980) cada uma das variáveis são explicadas por sua defasagem e a de todas as outras do sistema. A representação matemática de um VAR é:

$$y_t = A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + B x_t + \epsilon_t \quad (4)$$

Onde y_t representa um k vetor das variáveis endógenas, x_t é o d vetor de variáveis exógenas, A_1 até A_p , bem como B , corresponde às matrizes de coeficientes a serem estimados, por fim, ϵ_t é um vetor de inovações (ruído branco).

Para a determinação da ordem (p) do modelo, foram utilizados os seguintes critérios: Akaike information criterion – AIC (AKAIKE, 1974), Bayesian information criterion – BIC (SCHWARZ, 1978) e Hannan-Quinn information criterion – HQ (HANNAN; QUINN, 1979). As equações de cada um dos modelos são apresentadas a seguir:

$$AIC(\hat{p}) = \ln \left| \sum (p) \right| + \frac{2}{T} p n^2 \quad (5)$$

$$BIC(\hat{p}) = \ln \left| \sum (p) \right| + \frac{\ln T}{T} p n^2 \quad (6)$$

$$HQ(\hat{p}) = \ln \left| \sum (p) \right| + \frac{\ln(\ln T)}{T} 2 p n^2 \quad (7)$$

Será selecionado o modelo que apresentar o menor valor de resposta aos critérios AIC, BIC e HQ. Sobral e Barreto (2011) ressaltam que para uma variável com poucas observações ao longo do tempo, é aconselhável a utilização do critério AIC, caso contrário, o critério BIC representa a melhor escolha como critério penalizador.

2.4 MODELO VEC

O modelo vetorial de correção de erros (VEC) representa um VAR restrito, utilizado quando as séries temporais são não estacionárias e possuem uma relação de cointegração. O modelo VEC corresponde a incorporação de termos de correção de erro no modelo VAR. Desta forma, considerando duas variáveis cointegradas e nenhum termo de defasagem, a equação da cointegração é dada da seguinte forma:

$$y_{2,t} = \beta y_{1,t} \quad (8)$$

Neste caso, o modelo VEC é apresentado como sendo:

$$\Delta y_{1,t} = \alpha_1 (y_{2,t-1} - \beta y_{1,t-1}) + \epsilon_{1,t} \quad (9)$$

$$\Delta y_{2,t} = \alpha_2 (y_{2,t-1} - \beta y_{1,t-1}) + \epsilon_{2,t} \quad (10)$$

A variável do lado direito da equação corresponde ao termo de correção do erro e o coeficiente α_i representa a rapidez do ajuste da i -ésima variável endógena para a obtenção do equilíbrio, sendo $i = 1, 2, 3, 4...$

O objetivo é avaliar se os valores defasados da variável Δy_1 auxiliam na explicação das mudanças ocorridas na variável Δy_2 , mesmo se as mudanças ocorridas em Δy_1 forem consideradas ínfimas, neste caso há pelo menos um tipo de causalidade entre as variáveis (unidirecional ou bidirecional).

Portanto, o modelo VEC é capaz de captar o comportamento de curto e longo prazo das variáveis analisadas. Ainda, objetivando facilitar a compreensão dos parâmetros do VEC, recomenda-se a aplicação da função impulso resposta, bem como o método de decomposição da variância (SIMS, 1980).

2.5 FUNÇÃO IMPULSO RESPOSTA

Para caracterizar a estrutura dinâmica do modelo, aplica-se a função impulso resposta, responsável por analisar o comportamento das variáveis endógenas após a aplicação de choque na variável de inovação em uma das séries temporais do modelo. Além disso, conforme Brooks (2014), por meio da função impulso resposta é possível avaliar o tempo necessário para que a série se estabilize após o acréscimo de um desvio padrão na variável de inovação. Os efeitos após a aplicação de um choque na i -ésima variável são transmitidas para as variáveis endógenas.

No caso de um vetor contendo n variáveis é utilizado a decomposição de Cholesky para a avaliação do impacto de um choque nas variáveis endógenas, que é

calculado por meio da decomposição triangular dos resíduos (SIMS, 1980). No caso de um modelo VAR(1) bivariado, a equação é dada por:

$$X_t = \bar{X} + \sum_{i=0}^{\infty} \psi_i \epsilon_t \quad (11)$$

A partir da equação é possível realizar a elaboração de gráficos de função impulso resposta, pois a matriz Ψ_i representa os multiplicadores de impacto de um desvio padrão nas variáveis endógenas do modelo.

2.6 DECOMPOSIÇÃO DA VARIÂNCIA

O método da decomposição da variância é utilizado para auxiliar na avaliação dos resultados do modelo, pois o mesmo analisa a porcentagem do erro da previsão advinda das variáveis endógenas ao longo de n períodos. De acordo com Bueno (2012), considerando VAR/VEC com as variáveis endógenas y e z, a equação da decomposição da variância em relação a y_{t+h} é dada por:

$$y_{t+h} - E_t(y_{t+h}) = \psi_{0,11}\epsilon_{yt+h} + \dots + \psi_{h-1,12}\epsilon_{zt+1} \quad (12)$$

Sendo que:

$$\sigma_y^2(h) = \sigma_y^2(\psi_{0,11}^2 + \psi_{1,11}^2 + \dots + \psi_{h-1,11}^2) + \sigma_z^2(\psi_{0,12}^2 + \psi_{1,12}^2 + \dots + \psi_{h-1,12}^2) \quad (13)$$

A decomposição da variância do erro de previsão é realizada levando em consideração os diversos elementos que o permeiam. No caso de um modelo bivariado, a decomposição da variância é feita em duas partes referentes a cada período, dividindo-se as duas partes por $\sigma_y^2(h)$:

$$1 = \frac{\sigma_y^2(\psi_{0,11}^2 + \psi_{1,11}^2 + \dots + \psi_{h-1,11}^2)}{\sigma_y^2(h)} + \frac{\sigma_z^2(\psi_{0,12}^2 + \psi_{1,12}^2 + \dots + \psi_{h-1,12}^2)}{\sigma_y^2(h)} \quad (14)$$

Logo, a primeira parte representa a decomposição do erro de previsão de y e a segunda parte corresponde a decomposição do erro de previsão de z , conforme as equações a seguir:

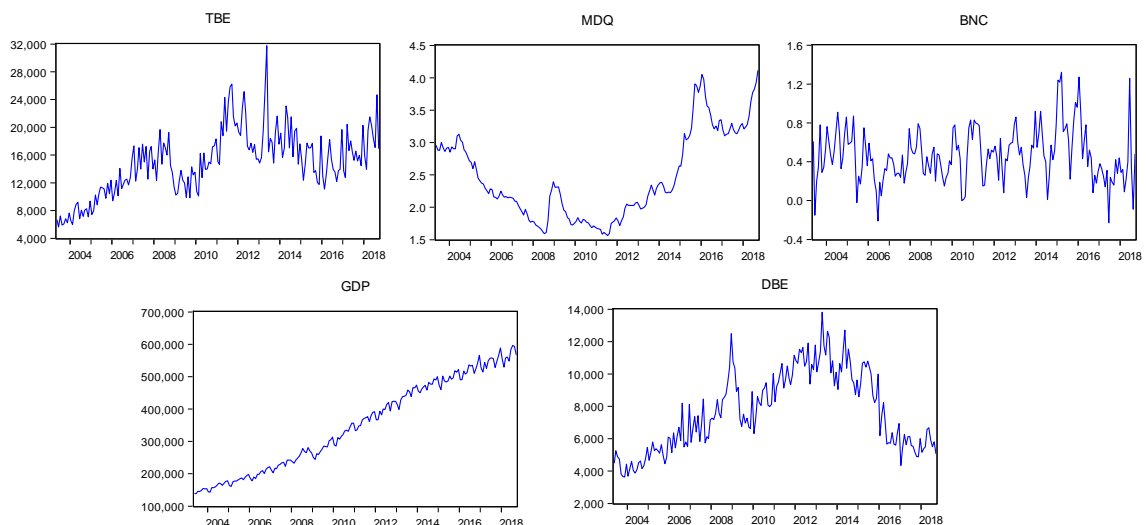
$$\frac{\sigma_y^2(\psi_{0,11}^2 + \psi_{1,11}^2 + \dots + \psi_{h-1,11}^2)}{\sigma_y^2(h)} \quad e \quad \frac{\sigma_z^2(\psi_{0,12}^2 + \psi_{1,12}^2 + \dots + \psi_{h-1,12}^2)}{\sigma_y^2(h)} \quad (15)$$

Este método corresponde a uma outra forma de realizar a análise do inter-relacionamento entre as variáveis provenientes do modelo VAR/VEC.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As variáveis selecionadas para compor esta pesquisa são apresentadas a seguir, são elas: TBE, MDQ, BNC, GDP e DBE (Figura 1).

Figura 1 – Gráficos das variáveis em nível: TBE, MDQ, BNC, GDP e DBE



MDQ = Média Mensal da Cotação do Dólar; DBE = Demissão no setor eletroeletrônico brasileiro; TBE = Exportações Totais do Brasil; GDP = Produto Interno Bruto; BNC = Índice nacional ao consumidor amplo.

Fonte: Autor.

Visualmente, as séries não estacionárias em nível, uma vez que possuem tendência. Para a confirmação desta inspeção visual, realizou-se os testes de raízes unitárias ADF, PP e KPSS, onde todos os testes apontaram que as séries são não-

estacionárias em nível a 5% de significância, sendo necessária a aplicação de uma diferença para torná-las estacionárias, isto é, $I(1)$.

Objetivando verificar a relação entre as variáveis da pesquisa, aplicou-se o teste de Causalidade de Granger (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultado do teste de Causalidade de Granger

Causalidade de Granger	F-stat	p-valor (<0,05)
$\Delta(\text{DBE}) \rightarrow \Delta(\text{GDP})$	19,0226	0,0001
$\Delta(\text{MDQ}) \rightarrow \Delta(\text{TBE})$	8,70475	0.0002
$\Delta(\text{TBE}) \rightarrow \Delta(\text{GDP})$	4,48683	0.0126
$\Delta(\text{GDP}) \rightarrow \Delta(\text{BNC})$	3,47066	0.0332
$\Delta(\text{TBE}) \leftrightarrow \Delta(\text{DBE})$	2,52217	0.0832

O símbolo \rightarrow indica causalidade unidirecional; O símbolo \leftrightarrow indica causalidade bidirecional. H_0 : série “X” não causa série “Y” no sentido de Granger; H_1 : série “X” causa série “Y” no sentido de Granger; $\alpha = 0,10$.

Fonte: Autor.

Pela Tabela 1, existe apenas uma relação que indica causalidade bidirecional a 10% de significância, esta relação ocorre entre as variáveis TBE e DBE. As outras variáveis indicam uma relação unidirecional, por exemplo, DBE causa GDP, porém GDP não causa DBE. Pelo teste de Causalidade de Granger, todas as variáveis estão correlacionadas de certa forma, permitindo assim a estimação de um modelo VAR.

Aplicou-se a primeira diferença em todas as séries, e posteriormente, foi determinando a ordem do modelo VAR, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Seleção da Ordem do Modelo VAR

Lag	AIC	BIC	HQ
1	54,77270	55,31312*	54,99189
2	54,57145	55,56222	54,97330
3	54,19440	55,63553	54,77892*
4	54,03945	55,93094	54,80663
5	53,85595	56,19778	54,80578
6	53,82234*	56,61452	54,95483

* representa a melhor ordem de defasagem selecionada pelo modelo; AIC - Akaike information criterion; BIC - Bayesian Information Criterion; e HQ - Hannan-Quinn information criterion.

Fonte: Autor.

Pelo critério AIC=53,822234 poderia ser considerado seis lags, para o HQ=54,77892 considera-se ideal três lags. Porém, adotou-se o critério BIC=55,31312 para se determinar a ordem do modelo VAR, pois a quantidade de observações de cada variável é considerável, 185 observações. Sendo assim, o número de defasagem escolhido foi de 1 lag para todas as variáveis do modelo – VAR(1).

Sendo assim, os parâmetros do modelo foram estimados e o modelo VAR foi ajustado. A relação de curto prazo entre a variável demissão no setor eletroeletrônico brasileiro (DBE) e as variáveis macroeconômicas do estudo é apresentada na Equação 16 a seguir com seus respectivos coeficientes.

$$\Delta DBE = -0,403.DBE_{t-1} + 0,007.GDP_{t-1} - 0,053.TBE_{t-1} - 680,721.MDQ_{t-1} - 240,627.BNC_{t-1} \quad (16)$$

Aplicou-se também o *Granger Causality Test* e o *Block Exogeneity Wald Test*, objetivando a realização da classificação das variáveis em termos de exogeneidade. A variável BNC apresentou um χ^2 de 0,6668 e a MDQ um χ^2 de 14,8817, desta forma, ordenou-se as variáveis da mais exógena (maior χ^2) para a mais endógena (menor χ^2), obtendo a seguinte sequência: MDQ, DBE, TBE, GDP e BNC.

Considerando o número de defasagem selecionado pelo critério do BIC (1 lag), realizou-se o *Johansen Cointegration Test* e o *Maximum Eigenvalue Test*. Ambos os testes apontaram que existem pelo menos duas variáveis cointegradas a um nível de significância de 5%. A existência da relação de cointegração indica que o modelo inicial do VAR pode ser transformado em um modelo VEC por meio da inclusão da correção de erros, proporcionando assim, a realização de uma análise de longo prazo entre as variáveis da pesquisa (Tabela 3).

Tabela 3 – Coeficientes do modelo VEC

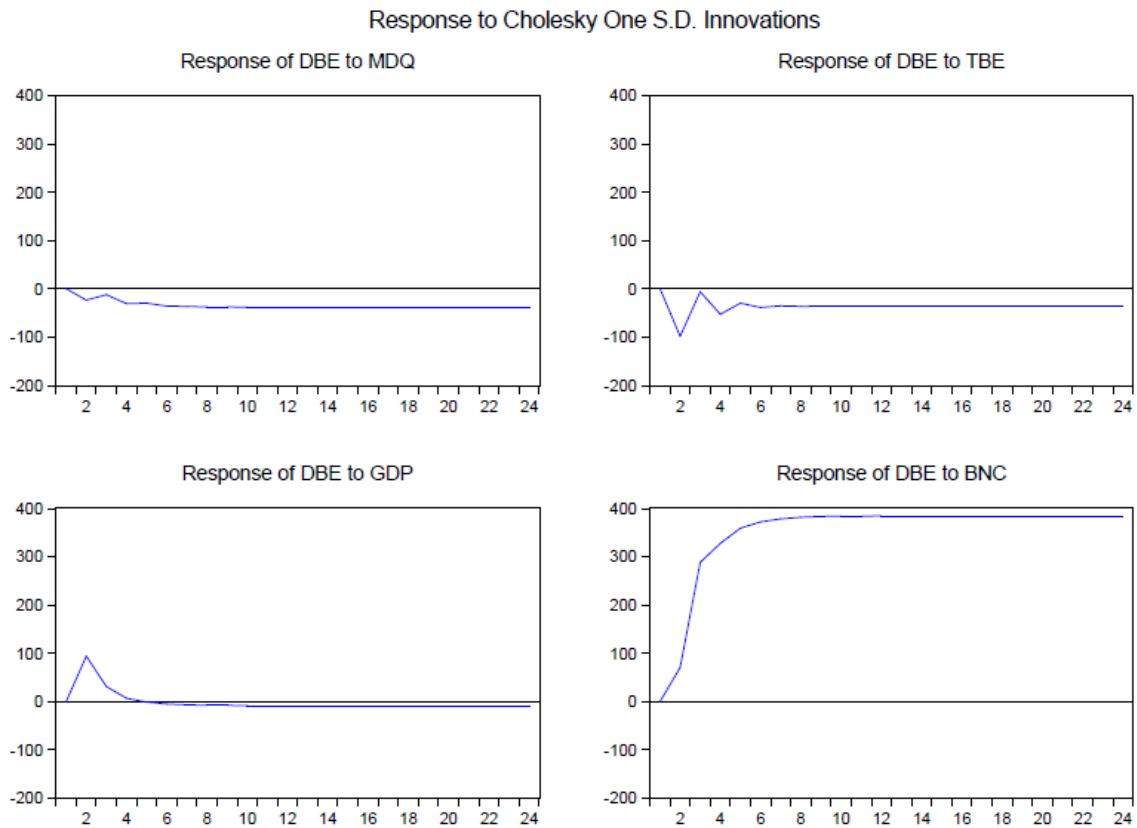
Correção de erros	Δ MDQ	Δ DBE	Δ TBE	Δ GDP	Δ BNC
CointEq1	0,005011	-377,1210	-300,3459	-1024,711	0,125895
	(0,00761)	(83,3844)	(249,875)	(1164,94)	(0,01936)
	[0,65834]	[-4,52268]	[-1,20199]	[-0,87963]	[6,50307]
ΔMDQ_{t-1}	0,414876	40,79528	-8311,808	5156,879	0,179239
	(0,07141)	(782,234)	(2344,09)	(10928,3)	(0,18161)
	[5,80979]	[0,05215]	[-3,54586]	[0,47188]	[0,98694]
ΔDBE_{t-1}	4,51E-06	-0,382212	0,458188	-2,888252	1,09E-05
	(6,7E-06)	(0,07328)	(0,21959)	(1,02377)	(1,7E-05)
	[0,67484]	[-5,21579]	[2,08652]	[-2,82120]	[0,64022]
ΔTBE_{t-1}	4,10E-06	-0,052819	-0,498508	-0,867956	8,65E-06
	(2,3E-06)	(0,02493)	(0,07470)	(0,34825)	(5,8E-06)
	[1,80215]	[-2,11893]	[-6,67357]	[-2,49232]	[1,49395]
ΔGDP_{t-1}	1,20E-06	0,007373	0,022011	-0,035181	-4,03E-06
	(5,5E-07)	(0,00604)	(0,01811)	(0,08445)	(1,4E-06)
	[-2,17230]	[1,21978]	[1,21513]	[-0,41659]	[-2,86976]
ΔBNC_{t-1}	-0,009335	-970,1051	-454,3296	-2856,773	0,065674
	(0,02954)	(323,545)	(969,553)	(4520,14)	(0,07512)
	[-0,31606]	[-2,99836]	[-0,46860]	[-0,63201]	[0,87429]
C	0,007036	-15,33059	95,17013	2503,347	0,011807
	(0,00640)	(70,0800)	(210,006)	(979,065)	(0,01627)
	[1,09973]	[-0,21876]	[0,45318]	[2,55688]	[0,72567]

Onde MDQ = Média Mensal da Cotação do Dólar; DBE = Demissão no setor eletroeletrônico brasileiro; TBE = Exportações Totais do Brasil; GDP = Produto Interno Bruto; BNC = Índice nacional ao consumidor amplo; C = Constante. Os valores entre () representam o erro-padrão, [] representam a estatística-t e Δ = Aplicação de uma diferença.

Fonte: Autor.

Após a estimação do modelo VEC realizou-se a Análise da Função Impulso Resposta, representando graficamente o comportamento das variáveis após a ocorrência de uma perturbação aleatória. Como o objetivo da pesquisa é o estudo da variável demissão no setor eletroeletrônico brasileiro, foi analisada a resposta da variável DBE, frente às perturbações aleatórias provocadas em MDQ, TBE, GDP e BNC. O intervalo de análise da função impulso resposta foi de 24 períodos, ou seja, 2 anos, conforme a Figura 2.

Figura 2 – Resposta de DBE para os choques em MDQ, TBE, GDP e BNC



Fonte: Autor.

O acréscimo de um desvio padrão na variável de inovação é refletida em todas as séries. Pelos gráficos da Figura 2 observa-se que a variável DBE decai no primeiro e segundo instante de tempo em resposta às mudanças nas variáveis MDQ, porém no terceiro período volta a crescer, estabilizando-se no quarto período.

Após a aplicação de perturbações aleatórias provocadas em TBE, a variável DBE decai no primeiro e segundo instante de tempo, voltando a crescer até o terceiro período, se estabilizando no sexto mês.

A resposta da variável DBE aos choques aplicados nas variáveis GDP comporta-se de forma diferente, no primeiro e segundo instante apresentam-se positiva, decaindo no terceiro e quarto instante, estabilizando-se a partir do quinto período.

Pode-se notar que a variável DBE cresce até o sexto instante de tempo após a aplicação de um choque aleatório na variável BCN, estabilizando-se em alta a partir do sétimo período.

Em seguida, foi realizada a análise da Decomposição da Variância em relação a demissão no setor eletroeletrônico brasileiro para auxiliar na avaliação dos resultados do modelo em termos de porcentagem do erro da previsão advinda das variáveis endógenas ao longo dos 24 períodos. Na Tabela 4 é apresentada a decomposição da variância em relação a variável DBE:

Tabela 4 – Decomposição da Variância da variável DBE

Período	TBE	MDQ	BNC	GDP	DBE
1	0,00	3,30	0,00	0,00	96,70
6	0,55	1,99	16,57	0,33	80,56
12	0,43	1,46	24,46	0,23	73,42
24	0,38	1,17	28,64	0,18	69,63

Fonte: Autor.

Na Tabela 4 observa-se que no primeiro período, a variância em DBE é explicada pela própria variável em 96,70%, e 3,3% por MDQ. No sexto mês, a variável DBE é explicada por ela mesma em 80,56%, sofrendo influência de BNC (16,57%), MDQ (1,99%), TBE (0,55%) e GDP (0,33%). No entanto, no décimo segundo instante de tempo, isto é, 1 ano, a variância de DBE é explicada em 73,42% pela própria variável, 24,46% por BNC, 1,46% por MDC, 0,43% por TBE, e 0,23% por GDP.

Porém, no vigésimo quarto período, 2 anos, a variância de DBE é explicada por ela mesma em 69,63%, seguida pela série BNC (28,64%), MDQ (1,17%), TBE (0,38%), e GDP (0,18%). Sendo assim, a longo prazo, parte da variância de DBE é explicada pela variável BNC, e uma oscilação em uma das variáveis macroeconômicas influenciará no número de demissão do setor eletroeletrônico brasileiro.

A variável GDP representa o total de bens e serviços finais produzidos por um país durante um período de tempo, e além disso, mensura o somatório da renda das pessoas que fazem parte do sistema econômico. Portanto, uma retração no GDP de um país, indica uma retração da economia nacional, gerando consequentemente, um aumento da taxa de demissão (RIBEIRO et al., 2010; MANKIW, 2014).

O total de exportações do Brasil (TBE) corresponde a um fator estratégico, uma vez que, o aumento no valor desta variável favorece o crescimento econômico nacional. O aumento da TBE contribui para a redução do número de trabalhadores

demitidos nos mais diversos setores da economia, e conseqüentemente, corrobora para a geração de emprego/renda e obtenção de recurso de outros países (KEEDI, 2011).

As variáveis BNC e MDQ influenciam de forma indireta na demissão no setor eletroeletrônico brasileiro (DBE), pois ambas representam índices e taxas. A MDQ representa a atividade cambial, ou seja, o valor em termos monetários que uma nação aceita negociar sua moeda no mercado. Desta forma, a atividade de câmbio procura acompanhar e equilibrar a oferta e a demanda da moeda no mercado, realizando o acompanhamento das oscilações e mudanças econômicas (ASSAF NETO, 2015).

O BNC é um índice que verifica o comportamento da inflação brasileira. Considera-se inflação, caso o aumento ou redução no valor dos preços atingir todos os fatores de produção, bens e serviços da economia de forma persistente. No ano de 1999 o Brasil adotou um regime de metas inflacionárias, tornando-se necessário a obtenção da estabilidade dos preços por meio do controle da taxa de juros. Quando se nota uma certa tendência de elevação da inflação, a taxa de juros sofre um ajuste (ROSSETTI; LOPES, 2005).

O aumento do número de pessoas demitidas em um país, indica o desaquecimento da economia nacional, diminuição do padrão e qualidade de vida das pessoas, e aumento do agrave de problemas de caráter social. A geração de emprego e renda em um país é o reflexo do aumento significativo e persistente da produção de bens e serviços, elevação da quantidade de exportações, e políticas de metas de inflação consistentes.

4 CONCLUSÃO

No presente trabalho foi investigada a relação entre o número de demissões no setor eletroeletrônico brasileiro e as variáveis macroeconômicas no período de 2003 a 2018. Na literatura, não foram encontrados estudos que relacionassem tais variáveis. As análises foram realizadas por meio dos modelos econométricos VAR e VEC.

De acordo com o estudo, há uma relação significativa entre as variáveis macroeconômicas analisadas e a quantidade de pessoas demitidas no setor eletroeletrônico brasileiro, apontando que mudanças abruptas nas variáveis macroeconômicas sugere flutuações na quantidade de pessoas demitidas no setor.

Após uma mudança abrupta nas variáveis macroeconômicas do estudo, a variável demissão no setor eletroeletrônico brasileiro ainda é afetada por cerca de quatro a sete períodos após a ocorrência da perturbação.

As indústrias do setor eletroeletrônico brasileiro são importantes para o desenvolvimento nacional, pois expande a riqueza nacional, incentiva a força produtiva e impulsiona o avanço tecnológico.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Laboratório de Análises e Modelagem Estatística (LAME-UFSM) e apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, pelo apoio financeiro, que incluiu uma bolsa de pesquisa. E aos revisores anônimos pelas contribuições.

REFERÊNCIAS

- ABINEE. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA**, 2018. Disponível em: <www.abinee.org.br>. Acesso em: 31 out. 2018.
- ADHIKARY, B. K. Impact of Foreign Direct Investment, Trade Openness, Domestic Demand, and Exchange Rate on the Export Performance of Bangladesh: A VEC Approach. **Economics Research International**, p. 1-10, 2012.
- AKAIKE, H. A New Look at the Statistical Model Identification. **IEEE Transactions on Automatic**, Boston, v. 19, n. 6, p. 716-723, dez. 1974.
- ASSAF NETO, A. **Mercado Financeiro**. 13. ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- BROOKS, C. **Introductory Econometrics for Finance**. 3. ed. New York: Cambridge University Press, 2014.
- BUENO, R. D. L. D. S. **Econometria de séries temporais**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

CAGED. **CADASTRO GERAL DE EMPREGADOS E DESEMPREGADOS**, 2017.

Disponível em: <caged.maisemprego.mte.gov.br/portalcaged>. Acesso em: 25 maio 2017.

CRUZ, E. P. **Setor de eletroeletrônicos cresce 14,6% no primeiro semestre do ano**. Agência Brasil, 2018. Disponível em:

<<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2018-07/setor-de-eletroeletronicos-cresce-146-no-primeiro-semester-do-ano>>. Acesso em: 18 out. 2018.

DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. **Econometrica**, v. 49, n. 4, p. 1057-1072, jul. 1981.

ENDERS, W. **Applied Econometric Time Series**. 4. ed. New York: John Wiley & Sons, 2014.

ENGLE, R. F.; GRANGER, C. W. J. Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. **Econometrica: journal of the Econometric Society**, v. 55, n. 2, p. 251-276, 1987.

HANNAN, E. J.; QUINN, B. The determination of the order of an autoregression. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 41, n. 2, p. 190-195, 1979.

HILL, R. C.; JUDGE, G. G.; GRIFFITHS, W. E. **Econometria**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

JOHANSEN, S. Statistical analysis of cointegration vectors. **Journal of economic dynamics and control**, v. 12, n. 2-3, 1988.

JOHANSEN, S.; JUSELIUS, K. Maximum likelihood estimation and inference on cointegration—with applications to the demand for money. **Oxford Bulletin of Economics and statistics**, v. 52, n. 2, p. 169--210, 1990.

KEEDI, S. **ABC do Comércio Exterior**. 5. ed. São Paulo: Aduaneiras, 2011.

KONSTANTAKIS, K. N.; MICHAELIDES, P. G.; VOULDIS, A. T. Non performing loans (NPLs) in a crisis economy: Long-run equilibrium analysis with a real time VEC

model for Greece (2001–2015). **Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications**, v. 451, p. 149-161, 2016.

KWIATKOWSKI, D. et al. Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root? **Journal of Econometrics**, v. 54, n. 1-3, p. 159-178, dez. 1992.

LCA CONSULTORES. **A indústria elétrica e eletrônica em 2020, uma estratégia de desenvolvimento**, 2009. Disponível em:

<<http://www.abinee.org.br/programas/50anos/humberto/ab2009/index.htm#/6/>>.

Acesso em: 02 jun. 2017.

MANKIW, N. G. **Princípios de Microeconomia**. 6. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

NETŠUNAJEV, A.; GLASS, K. Uncertainty and Employment Dynamics in the Euro Area and the US. **Journal of Macroeconomics**, v. 51, n. C, p. 48-62, jan. 2017.

NGUYEN, H. T. Export, imports, FDI and economic growth. Discussion papers in economics. **Working paper**, n. 11-03, p. 1-47, 2011.

PHILLIPS, P. C. B.; PERRON, P. Testing for a Unit Root in Time Series Regression. **Biometrika**, v. 75, n. 2, p. 335-346, jun. 1988.

RIBEIRO, F. C. S. et al. A evolução do Produto Interno Bruto brasileiro entre 1993 e 2009. **Vitrine da Conjuntura**, Curitiba, v. 3, n. 5, jul. 2010.

ROSSETTI, J. P.; LOPES, J. D. C. **Economia Monetária**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

RUIZ, M. S.; KNISS, C. T.; TEIXEIRA, C. E. **O setor de eletroeletrônicos: aspectos técnicos, econômicos, regulatórios e ambientais**. Universidade Nove de Julho (UNINOVE). São Paulo. 2014.

SÁ, M. T. V.; BONFIM, T. R.; TEOBALDO, C. **Documento setorial: eletrônica de consumo**. Banco Nacional do Desenvolvimento - BNDES. V. 8. 2009.

SAID, S. E.; DICKEY, D. A. Testing for unit roots in autoregressive-moving average models of unknown order. **Biometrika**, v. 71, n. 3, p. 599-607, dez. 1984.

SA-NGASOONGSONG, A. et al. Multi-step sales forecasting in automotive industry based on structural relationship identification. **International Journal of Production Economics**, v. 140, n. 2, p. 875–887, dez. 2012.

SCHWARZ, G. Estimating the dimensional of a model. **Annals of Statistics**, Hayward, v. 6, n. 2, p. 461-464, mar. 1978.

SENNA, V.; SOUZA, A. M. Assesment of the relationship of government spending on social assistance programs with Brazilian macroeconomic variables. **Physica A**, v. 462, p. 21-30, 2016.

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

SOBRAL, T. E. L.; BARRETO, G. **Análise dos critérios de informação para a seleção de ordem em modelos auto-regressivos**. Conferência Brasileira de Dinâmica, Controle e Aplicações (DINCON), Águas de Lindóia, 2011. 379-382.

STONEHOUSE, G.; SNOWDON, B. Competitive Advantage Revisited: Michael Porter on Strategy and Competitiveness. **Journal of Management Inquiry**, v. 16, n. 3, p. 256-273, set. 2007.

XU, B.; LIN, B. Reducing carbon dioxide emissions in China's manufacturing industry: a dynamic vector autoregression approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 131, n. 10, p. 594-606, set. 2016.

ZHANG, C. et al. Exploring the transformation and upgrading of China's economy using electricity consumption data: A VAR–VEC based model. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 473, p. 144-155, 2017.

5 DISCUSSÃO

No primeiro artigo (item 4.1) realizou-se a análise de *Cluster*, a qual se mostrou eficiente para a realização da classificação e seleção das variáveis em termos de exogeneidade, sendo corroborada pelo teste de Causalidade de Granger/Block Exogeneity. Posteriormente, com a estimação do Modelo Autorregressivo Vetorial (VAR) observou-se a relação de curto prazo entre as variáveis do estudo, sendo que a análise da função impulso resposta e a decomposição da variância facilitaram a compreensão da dinâmica entre as variáveis macroeconômicas que influenciam na admissão e demissão do setor eletroeletrônico brasileiro.

Por meio desta pesquisa ficou evidente que existe uma inter-relação significativa entre as variáveis macroeconômicas e o número de admissão e demissão deste setor, onde a curto prazo, mudanças abruptas nas variáveis macroeconômicas resultará em flutuações no número de empregados na indústria eletroeletrônica brasileira cerca de dois meses após a ocorrência da perturbação.

O segundo artigo (item 4.2) configurou-se como uma continuação do primeiro artigo, pois foram utilizadas as variáveis pré-selecionadas pela análise de *Cluster*. O objetivo foi a realização de uma análise do inter-relacionamento entre as variáveis a curto e longo prazo por meio dos modelos VAR e VEC. Os pressupostos para a aplicação do modelo VEC foram satisfeitos, ou seja, as variáveis que fizeram parte do estudo possuíam a mesma ordem de integração e eram cointegradas. Os resultados dos estudos apontaram que a longo prazo as mudanças abruptas nas variáveis macroeconômicas sugerem flutuações na quantidade de pessoas demitidas no setor por cerca de quatro a sete meses após a ocorrência da perturbação.

Ao final da pesquisa constatou-se que a Análise de *Cluster* mostrou-se eficiente para a realização da classificação das variáveis em termos de exogeneidade, e os modelos VAR e VEC foram capazes de evidenciar a relação de curto e longo prazo entre as variáveis macroeconômicas e a admissão/demissão do setor de eletroeletrônicos brasileiro.

6 CONCLUSÃO

Para manterem-se competitivas no mercado, as indústrias do setor eletroeletrônico brasileiro necessitam adaptar-se às rápidas e constantes mudanças do ambiente macroeconômico. O setor é importante para o desenvolvimento nacional, pois interfere em grande parte nas demais áreas da economia brasileira, gerando emprego e renda.

Neste trabalho, buscou-se a compreensão do inter-relacionamento entre as variáveis macroeconômicas e o número de admissão/demissão no setor eletroeletrônico brasileiro. Desta forma, utilizou-se a análise de *Cluster*, a mesma foi capaz de classificar e selecionar as variáveis macroeconômicas relacionadas ao setor em termos de exogeneidade, sendo corroborada pelo teste de Causalidade de Granger/Block Exogeneity.

Por meio de três métodos de agrupamento (vizinho mais próximo, centroide e Ward's) formaram-se dois grupos bem distintos, onde no primeiro grupo fizeram parte o Produto Interno Bruto; as exportações totais; a admissão e demissão no setor eletroeletrônico brasileiro, que corresponde ao *cluster* das variáveis mais exógenas. O segundo grupo foi representado pelo Índice nacional ao consumidor amplo e a média mensal da cotação do dólar, as variáveis consideradas menos exógenas.

O uso do modelo VAR foi eficiente para apontar o inter-relacionamento entre as variáveis a curto prazo, sendo complementado pelo modelo VEC, que tornou possível o entendimento desta dinâmica a curto e longo prazo. A análise da função impulso resposta e a decomposição da variância auxiliaram na compreensão desta dinâmica, sugerindo que mudanças abruptas em variáveis macroeconômicas resultará em flutuações no número de admissões e demissões da indústria eletroeletrônica brasileira por cerca de dois a sete meses.

Sendo assim, a análise de *Cluster* configurou-se como sendo uma ferramenta eficiente para a classificação das variáveis macroeconômicas em termos de exogeneidade, bem como os modelos VAR e VEC para apontar o inter-relacionamento a curto e longo prazo entre as variáveis analisadas. O estudo da indústria de eletroeletrônicos brasileiro e as variáveis macroeconômicas que o influenciam é importante, pois o setor auxilia na expansão da riqueza, incentivo da força produtiva e avanço tecnológico, sendo necessário a realização de análises cada vez mais aprofundadas deste tema sob a luz da teoria econômica.

REFERÊNCIAS

- ABINEE. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. A indústria elétrica e eletrônica impulsionando a economia verde e a sustentabilidade**, 2012. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/programas/imagens/abinee20.pdf>>. Acesso em: 31 maio 2017.
- ABINEE. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA**, 2017. Disponível em: <www.abinee.org.br>. Acesso em: 25 maio 2017.
- AKAIKE, H. A New Look at the Statistical Model Identification. **IEEE Transactions on Automatic**, Boston, v. 19, n. 6, p. 716-723, dez. 1974.
- ALDENDERFER, M. S.; BLASHFIELD, R. K. **Cluster Analysis: Quantitative Applications in the Social Sciences**. Beverly Hills: Sage Publication, 1984.
- ALQUIST, J. S.; BREUNIG, C. Model-based Clustering and Typologies in the Social Sciences. **Political Analysis**, New York, v. 20, n. 1, p. 92-112, out. 2011.
- ANTUNES, M. T. P. et al. Análise Empírica da Percepção dos Gestores de Controladoria e de Recursos Humanos sobre a Contribuição do Capital Humano para a Criação de Vantagem Competitiva em Empresas Brasileiras. **XXXIII Encontro Nacional da Associação de Pós-Graduação em Administração (ANPAD)**, São Paulo, set. 2009. 1-16.
- ASSAF NETO, A. **Mercado Financeiro**. 13. ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- ASSUMPÇÃO, R. M. **Exportação e Importação - Conceitos e Procedimentos Básicos**. São Paulo: IBPEX, 2007.
- AYDIN, A. D.; CAVDAR, S. C. Comparison of Prediction Performances of Artificial Neural Network (ANN) and Vector Autoregressive (VAR) Models by Using the Macroeconomic Variables of Gold Prices, Borsa Istanbul (BIST) 100 Index and US Dollar-Turkish Lira (USD/TRY) Exchange Rates. **Procedia Economics and Finance**, v. 30, p. 3-14, 2015.
- BAMPI, S. et al. **Perspectivas do Investimento em Eletrônica**. Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro e Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas. Porto Alegre. 2009.
- BARTLETT, M. S. Multivariate analysis. **Journal of the Royal Statistics Society**, v. 9, p. 176-197, 1947.
- BASILIO, F. A. C.; SOUZA, G. J. D. G. O (Des)Emprego e sua Importância para a Definição do Mainstream na Macroeconomia. **Reflexões Econômicas**, v. 1, n. 1, p. 295-315, set. 2015.

- BCB. **BANCO CENTRAL DO BRASIL - Definição de Taxa Selic**, 2017. Disponível em: <www.bcb.gov.br/htms/selic/conceito_taxaselic.asp?idpai=SELICTAXA>. Acesso em: 14 out. 2017.
- BECKSTEAD, J. W. Using Hierarchical Cluster Analysis in Nursing Research. **Western Journal of Nursing Research**, v. 24, n. 3, p. 307-319, abr. 2002.
- BICUDO, M. A. V. Pesquisa Qualitativa e pesquisa qualitativa segundo a abordagem fenomenológica. In: BORBA, M. D. C.; ARAUJO, J. D. L. **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2006. p. 101-113.
- BLANCHARD, O. **Macroeconomia**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.
- BROOKS, C. **Introductory Econometrics for Finance**. 3. ed. New York: Cambridge University Press, 2014.
- BUENO, R. D. L. D. S. **Econometria de séries temporais**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- BURGEL, P. R. et al. Clinical COPD phenotypes: a novel approach using principal component and cluster analyses. **European Respiratory Journal**, v. 36, n. 3, p. 531–539, jan. 2010. behalf of the Initiatives BPCO Scientific Committee.
- BURNS, R. B.; BURNS, R. A. **Business Research Methods and Statistics Using SPSS**. London: SAGE Publications Ltd, 2008.
- BUSSAB, W. D. O.; MIAZAKI, É. S.; ANDRADE, D. F. Introdução à análise de agrupamentos. **IX Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística**, Instituto de Matemática e Estatística - USP: São Paulo, 1990. 105.
- CAGED. **CADASTRO GERAL DE EMPREGADOS E DESEMPREGADOS**, 2017. Disponível em: <caged.maisemprego.mte.gov.br/portalcaged>. Acesso em: 25 maio 2017.
- CARDOSO, E. A Inflação no Brasil. In: MOURA, A. R. **PAEG e Real - Dois Planos que Mudaram a Economia Brasileira**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2007. p. 95-140.
- CARVALHO, J. L. et al. **Fundamentos de Economia: Macroeconomia**. São Paulo: Cengage Learning, v. 1, 2008.
- CARVALHO, F. J. C. et al. **Economia Monetária e Financeira**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Campus, 2015.
- CARVALHO, M. A.; SILVA, C. R. L. Taxa de juros: Um problema real para a agricultura. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 14-23, mar. 2008.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; DA SILVA, R. **Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- CNM. **CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS METALÚRGICOS. A indústria de eletroeletrônicos no Brasil, diagnóstico e propostas elaboradas pelos**

metalúrgicos da CUT, 2012. Disponível em:
<<http://www.cnmcut.org.br/midias/arquivo/184-diagnostico-eletronico.pdf>>.
Acesso em: 05 jun. 2017.

COMEXBRASIL. **Exportação**, 2014. Disponível em:
<http://www.comexbrasil.gov.br/conteudo/ver/chave/50_exportacao_-_visao_geral/menu/43>. Acesso em: 06 jul. 2017.

CZIMIKOSKI, F. **O PIB reflete o crescimento e o desenvolvimento socioeconômico?** Monografia submetida ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito obrigatório para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas. Florianópolis. 2015.

DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. **Econometrica**, v. 49, n. 4, p. 1057-1072, jul. 1981.

ENDERS, W. **Applied Econometric Time Series**. 4. ed. New York: John Wiley & Sons, 2014.

FARIAS, H. P. **Função resposta a impulso e decomposição da variância do erro de previsão aplicados às principais bolsas de valores**. Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Lavras (UFLA). Lavras. 2008.

FIGUEIREDO FILHO, D. B. et al. Cluster Analysis for Political Scientists. **Applied Mathematics**, v. 5, p. 2408-2415, ago. 2014.

GALLO, E.; MILLER, B.; FENDER, R. Assessing luminosity correlations via cluster analysis: Evidence for dual tracks in the radio/X-ray domain of black hole X-ray binaries. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 423, p. 590-599, mar. 2012.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GRANGER, C. W. J. Developments in the Study of Cointegrated Economic Variables. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v. 48, n. 3, p. 213-228, ago. 1986.

GUSBERTI, T. D. H.; DEWES, M. D. F. Impact evaluation for University-Business Cooperation and Technology Transfer in higher education systems: cluster analysis. **Production**, v. 27, n. spe, set. 2017.

HAIR, J. et al. **Multivariate Data Analysis**. 7. ed. New York: Pearson, 2010.

HANNAN, E. J.; QUINN, B. The determination of the order of an autoregression. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 41, n. 2, p. 190-195, 1979.

HILL, R. C.; JUDGE, G. G.; GRIFFITHS, W. E. **Econometria**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

HSU, L.-C. Using improved grey forecasting models to forecast the output of optoelectronics industry. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 11, p. 13879-13885, out. 2011.

IBGE. **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**, 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 25 maio 2017.

KEEDI, S. **ABC do Comércio Exterior**. 5. ed. São Paulo: Aduaneiras, 2011.

KRUGMAN, ; WELLS, R. **Introdução à Economia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Campus, 2014.

KWIATKOWSKI, D. et al. Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root? **Journal of Econometrics**, v. 54, n. 1-3, p. 159-178, dez. 1992.

LAPORTA, T.; SILVEIRA, D. **PIB do Brasil cresce 1% no 1º trimestre de 2017, após 8 quedas seguidas**, 2017. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/pib-do-brasil-cresce-10-no-1-trimestre-de-2017.ghtml>>. Acesso em: 05 jun. 2017.

LCA CONSULTORES. **A indústria elétrica e eletrônica em 2020, uma estratégia de desenvolvimento**, 2009. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/programas/50anos/humberto/ab2009/index.htm#/6/>>. Acesso em: 02 jun. 2017.

LOPEZ, J. M. C.; GAMA, M. **Comércio exterior competitivo**. 4. ed. São Paulo: Aduaneiras, 2010.

MACHADO, E. F.; PONTILI, R. M. PIB, taxa Selic e sua influência sobre investimentos em formação de capital fixo na economia brasileira. **VII Seminário do Centro de Ciências Sociais Aplicadas Campus de Cascavel**, Cascavel, 17 jun. 2008.

MANKIW, N. G. **Introdução à economia**. 6. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

MANKIW, N. G. **Princípios de Microeconomia**. 6. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARGARIDO, M. A.; TUROLLA, F. A.; FERNANDES, J. M. Análise da Formação de Preços no Mercado Internacional de Soja: o caso do Brasil. **Revista Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 49, p. 71-85, 2002.

MARTINS, G. D. A.; LINTZ, A. **Guia para elaboração de monografias e trabalhos de conclusão de curso**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MAYORGA, R. D. O. et al. Análise de transmissão de preços do mercado atacadista de melão do Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 3, p. 675-704, ago. 2007.

MDIC - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. **ABNT lança norma técnica para logística reversa de**

eletroeletrônicos no Brasil, 2013. Disponível em:
<<http://jornalbrasil.com.br/noticia/abnt-lanca-norma-tecnica-para-logistica-reversa-de-eletroeletronicos-no-brasil.html>>. Acesso em: 02 jun. 2017.

MENDES, H. B. T.; MENDES, T. B. T.; CARRASCO, L. C. Uma Breve Análise Econômica das Características do Desemprego no Brasil. **Instituto Nacional de Telecomunicações - INATEL**, Santa Rita do Sapucaí, maio 2013.

MENDONÇA, H. F.; DEZORDI, L. L.; CURADO, M. L. A determinação da taxa de juros em uma economia sob metas para inflação: o caso brasileiro. **Revista Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v. 33, n. 3, p. 97-110, 2005.

MOREIRA, E. M. O regime de metas de inflação, a taxa de juros e a relação dívida pública/PIB. **Revista Indicadores Econômicos (online)**, Porto Alegre, v. 34, n. 2, p. 13-15, 2006.

MORETTIN, P. A. **Econometria Financeira - Um Curso Em Séries Temporais Financeiras**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011.

MORTATTI, C. M.; MIRANDA, S. H. G.; BACCHI, M. R. P. Determinantes do comércio Brasil-China de commodities e produtos industriais: uma aplicação VECM. **Economia Aplicada**, Ribeirão Preto, v. 15, n. 2, p. 311-335, jun. 2011.

MUNIZ, F. J.; MOREIRA, T. B. S.; CAJUEIRO, D. O. Determinantes da taxa de juros no Brasil: Uma abordagem não linear usando modelos de Markov-Switching. **Revista Economia e Desenvolvimento**, Recife, v. 11, n. 2, 2012.

NETŠUNAJEV, A.; GLASS, K. Uncertainty and Employment Dynamics in the Euro Area and the US. **Journal of Macroeconomics**, v. 51, n. C, p. 48-62, jan. 2017.

NEVES JUNIOR, L. F.; PAIVA, L. H. Researchgate. **A relação entre crescimento econômico e emprego no Brasil**: referencial teórico, evidências empíricas e recomendações de políticas, 2007. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/264872077_A_relacao_entre_crescimento_economico_e_emprego_no_Brasil_referencial_teorico_evidencias_empiricas_e_recomendacoes_de_politicas>. Acesso em: 23 jun. 2017.

NIJKAMP, P.; SIEDSCHLAG, I. **Innovation, Growth and Competitiveness: Dynamic Regions in the Knowledge-Based World Economy**. New York: Springer, 2011.

PAIVA, L. M.; SERRA, E. G. A remanufatura de equipamentos eletroeletrônicos como contribuição para o desenvolvimento sustentável: uma avaliação do caso dos refrigeradores. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 29, p. 185-200, abr. 2014. ISSN 1518-952X.

PHILLIPS, P. C. B.; PERRON, P. Testing for a Unit Root in Time Series Regression. **Biometrika**, v. 75, n. 2, p. 335-346, jun. 1988.

PORTER, M. E. **Edição Revista e Ampliada - Competição - On Competition**. Rio de Janeiro: Elsevier Campus, 2009.

- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Editora Feevale, 2013.
- RAMOS, P.; RAMOS, M. M.; BUSNELLO, S. J. **Manual prático de metodologia da pesquisa: artigo, resenha, projeto, TCC, monografia, dissertação e tese**. Blumenau: Acadêmica, 2003.
- RIBEIRO, F. C. S. et al. A evolução do Produto Interno Bruto brasileiro entre 1993 e 2009. **Vitrine da Conjuntura**, Curitiba, v. 3, n. 5, jul. 2010.
- RIOS, I. G. T. **Requisitos Ambientais no Processo de Design de Produtos Eletrônicos - Contribuições para a Gestão e Obsolescência**. Dissertação (Mestrado) Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG). Belo Horizonte. 2012.
- ROSSETTI, J. P.; LOPES, J. D. C. **Economia Monetária**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2005.
- RUIZ, M. S.; KNISS, C. T.; TEIXEIRA, C. E. **O setor de eletroeletrônicos: aspectos técnicos, econômicos, regulatórios e ambientais**. Universidade Nove de Julho (UNINOVE). São Paulo. 2014.
- SÁ, M. T. V.; BONFIM, T. R.; TEOBALDO, C. **Documento setorial: eletrônica de consumo**. Banco Nacional do Desenvolvimento - BNDES. V. 8. 2009.
- SACCO, R. et al. Cluster Analysis of Autistic Patients Based on Principal Pathogenetic Components. **Autism Research**, v. 5, n. 2, p. 137–147, abr. 2012.
- SACHS, J. D.; LARRAIN, F. B. **Macroeconomia**. 2. ed. São Paulo: Pearson, 1998.
- SAID, S. E.; DICKEY, D. A. Testing for unit roots in autoregressive-moving average models of unknown order. **Biometrika**, v. 71, n. 3, p. 599-607, dez. 1984.
- SA-NGASOONGSONG, A. et al. Multi-step sales forecasting in automotive industry based on structural relationship identification. **International Journal of Production Economics**, v. 140, n. 2, p. 875–887, dez. 2012.
- SANTOS, A. G. Q. **Fatores macroeconômicos e a eficiência informacional no mercado acionário brasileiro: uma abordagem por meio de vetores autorregressivos**. Dissertação apresentada ao Mestrado de Economia da Universidade Federal da Bahia (UFBA). Salvador. 2009.
- SCHWARZ, G. Estimating the dimensional of a model. **Annals of Statistics**, Hayward, v. 6, n. 2, p. 461-464, mar. 1978.
- SIMS, C. A. Macroeconomis and reality. **Econometrica**, v. 48, n. 1, p. 1-48, jan. 1980.
- SOARES, C. F. X.; CAVALCANTI, P. C. F. S. O PIB e seus determinantes: uma análise econométrica para o Brasil. **Anais da XI Semana de Economia**, Montes Claros, 2014.

SOBRAL, T. E. L.; BARRETO, G. Análise dos critérios de informação para a seleção de ordem em modelos auto-regressivos. **Conferência Brasileira de Dinâmica, Controle e Aplicações (DINCON)**, Águas de Lindóia, 2011. 379-382.

SOUZA, R. D. S. et al. Os desafios para as operações de importação no Brasil: um estudo de caso de uma empresa importadora da região do Sul de Minas Gerais. **XII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia - SEGeT**, Resende, 26 out. 2015.

STONEHOUSE, G.; SNOWDON, B. Competitive Advantage Revisited: Michael Porter on Strategy and Competitiveness. **Journal of Management Inquiry**, v. 16, n. 3, p. 256-273, set. 2007.

TABACHNICK, B. G.; FIDELL, L. S. **Using Multivariate Statistics**. 6. ed. New York: Prentice Hall, 2013.

TAN, P.-N.; STEINBACH, M.; KUMAR, V. **Introduction to Data Mining**. Boston: Addison-Wesley Longman Publishing, 2005.

TAVARES, W. M. L. **A indústria eletrônica no Brasil e seu impacto sobre a balança comercial**. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados: Consultoria Legislativa - Câmara dos Deputados. Brasília, p. 3-19. 2001.

TREMEA, N. J. C. As exportações e o Produto Interno Bruto do Brasil no período de 2000 a 2009. **Revista ADMpg Gestão Estratégica**, v. 8, n. 1, 2011.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção - Teoria e Prática**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2017. Colaborador: Glauco Garcia Martins Pereira da Silva.

UNEP. **UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME**, 2009. Disponível em: <<http://www.unep.org/>>. Acesso em: 25 maio 2017.

VARTANIAN, P. R. Impactos do índice Dow Jones, commodities e câmbio sobre o Ibovespa: uma análise do efeito contágio. **Revista de Administração Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 4, p. 608-627, ago. 2012.

VASCONCELLOS, M. A. S. **Economia - Micro e Macro**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

XU, B.; LIN, B. Reducing carbon dioxide emissions in China's manufacturing industry: a dynamic vector autoregression approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 131, n. 10, p. 594-606, set. 2016.

ZINI JÚNIOR, Á. A. **Taxa de Câmbio e Política Cambial no Brasil**. São Paulo: ADUSP, 1993.