

**FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS ESCOLA BRASILEIRA DE
ECONOMIA E FINANÇAS**

FELIPE FEIJÓ LEITE

**“PREVISÃO DA ARRECADAÇÃO DO FGTS ATRAVÉS DE MODELO DE
SÉRIES TEMPORAIS”**

Rio de Janeiro

2022

FELIPE FEIJÓ LEITE

**“PREVISÃO DA ARRECADAÇÃO DO FGTS ATRAVÉS DE MODELO DE
SÉRIES TEMPORAIS”**

Dissertação para obtenção do grau de mestre apresentada à Escola
Brasileira de Economia e Finanças

Área de concentração: Ciência de Dados em Economia

Orientador: Edson Daniel Lopes Gonçalves

Rio de Janeiro

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de
Bibliotecas/FGV

Leite, Felipe Feijó
"Previsão da arrecadação do FGTS através
de modelos de séries temporais" /
Felipe Feijó Leite. -- 2022

55 f.

Dissertação (mestrado) – Escola Brasileira
de Economia e Finanças.

Orientador: Edson Daniel Lopes Gonçalves.
Inclui bibliografia.

1. Fundo de garantia do tempo de serviço.
2. Análise de séries temporais.

3. Variáveis (Matemática). 4. Previsão com
Metodologia de Box-Jenkins. 5.

Auto-regressão (Estatística). I. Gonçalves,
Edson Daniel Lopes. II. Fundação

Getulio Vargas. Escola Brasileira de Economia
e Finanças. III. Título.

CDD –

339

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA EMPRESARIAL E FINANÇAS
EPGE ESCOLA BRASILEIRA DE ECONOMIA E FINANÇAS - FGV EPGE

FELIPE FEIJÓ LEITE

“PREVISÃO DA ARRECADAÇÃO DO FGTS ATRAVÉS DE MODELO DE SÉRIES TEMPORAIS”.

DISSERTAÇÃO CONCLUSÃO APRESENTADO(A) AO CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA EMPRESARIAL E FINANÇAS PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE(A) EM ECONOMIA EMPRESARIAL E FINANÇAS.

DATA DA DEFESA: 28/12/2022

ASSINATURA DOS MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA

PRESIDENTE DA COMISSÃO EXAMINADORA: PROF^º/A EDSON DANIEL LOPES GONÇALVES

PROF^º/A EDSON DANIEL LOPES GONÇALVES
ORIENTADOR(A)

PROF^º/A RAFAEL MARTINS DE SOUZA
MEMBRO

PROF^º/A CAIO AUGUSTO COLNAGO TELES
MEMBRO

RIO DE JANEIRO, 28 DE DEZEMBRO DE 2022.

PROF^º/A RICARDO DE OLIVEIRA CAVALCANTI
COORDENADOR(A)

PROF^º ANTONIO DE ARAUJO FREITAS JUNIOR
PRÓ-REITOR DE ENSINO, PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha esposa Flávia pelo apoio incondicional durante todo o curso, inclusive nos momentos mais difíceis da trajetória até aqui. Dedico ainda a minha filha Gabriela que em diversos momentos precisou ter a ausência do pai.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Carlos e Ana, pela dedicação e incentivo oferecidos durante a minha trajetória acadêmica.

Ao meu orientador, Edson, por dedicar seu tempo em aprimorar este trabalho.

A minha esposa, Flávia, e a minha filha, Gabriela, pela compreensão nos momentos de ausência e incentivo durante o período de execução do trabalho.

Aos membros da banca Rafael e Caio, por terem aceitado o convite e pelas importantes considerações realizadas.

Aos professores da EPGE FGV/RJ por todo o ensinamento que contribuíram para construção do meu conhecimento.

Aos alunos da turma por todo o aprendizado e união durante a trajetória.

Ao meu grande amigo Fernando Cunha que sempre esteve ao meu lado dando apoio na construção deste trabalho.

RESUMO

O estudo da previsibilidade através de modelos estatísticos mostra-se fundamental para subsidiar o processo decisório estratégico do planejamento orçamentário e financeiro do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS) através da projeção de cenários futuros da arrecadação bruta do fundo e, portanto, este é o objetivo da presente pesquisa. Os recursos do FGTS representam um *funding* altamente relevante para o Governo Federal financiar programas de habitação, saneamento básico, infraestrutura urbana e saúde, visando à melhoria das condições de vida da população brasileira. Ademais, o FGTS representa um papel de impulsionador da economia brasileira através de geração de empregos, renda e consumo. A responsabilidade de ser Agente Operador do fundo foi designada à Caixa Econômica Federal com a publicação da Lei n 8036, de 11 de maio de 1990. Dentre as diversas atribuições, destaca-se a de realização da peça orçamentária, onde a projeção de arrecadação é essencial. Para estudo e projeção das séries temporais de arrecadação bruta Nacional do FGTS foram consideradas variáveis macroeconômicas que refletem o comportamento da atividade econômica do Brasil e, portanto, demonstram sensibilidade com a Arrecadação do Fundo. Na modelagem estatística foram utilizados os modelos Box-Jenkins e o VAR-VEC com o objetivo de definir o melhor modelo de projeção da arrecadação bruta do FGTS para 48 meses à frente. Os resultados indicam que o modelo de autorregressão multivariado e com correção de erros VAR-VEC apresenta melhor desempenho na projeção de arrecadação do Fundo.

Palavras Chave: Séries Temporais, Variáveis Macroeconômicas, Box-Jenkins, VAR-VEC, FGTS.

ABSTRACT

The study of predictability through statistical models proves to be fundamental to subsidize the strategic decision-making process of the budgetary and financial planning of the FGTS through the projection of future scenarios of the fund's gross collection and, therefore, this is the objective of the present research. FGTS resources represent highly relevant funding for the Federal Government to finance housing, basic sanitation, urban infrastructure and health programs, aimed at improving the living conditions of the Brazilian population. Furthermore, the FGTS plays a role in boosting the Brazilian economy through the generation of jobs, income and consumption. The responsibility of being the Fund's Operating Agent was assigned to Caixa Econômica Federal with the publication of Law n. 8036, of May 11, 1990. essential. For the study and projection of the FGTS national gross collection time series, macroeconomic variables were considered that reflect the behavior of economic activity in Brazil and, therefore, demonstrate sensitivity with the Fund's collection. In the statistical modeling, the Box-Jenkins and VAR-VEC models were used in order to define the best model for projecting gross FGTS collection for 48 months ahead. The results indicate that the multivariate autoregression model with error correction VAR-VEC performs better in projecting the Fund's collection.

Keywords: Time Series, Macroeconomic Variables, Box-Jenkins, VAR-VEC, FGTS.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura Institucional do FGTS.....	16
Figura 2: Etapas do modelo Box-Jenkins.....	18
Figura 3: Fluxograma das etapas VAR-VEC.....	20
Figura 4: Gráfico da Arrecadação bruta Nacional do FGTS deflacionada e transformada em logaritmo natural.....	30
Figura 5: FAC e FACP da Arrecadação Log FGTS nível.....	32
Figura 6: Correlogramas FAC e FACP com diferenciação sazonal em primeira diferença.....	34
Figura 7: Gráfico com a projeção da Arrecadação do FGTS para os próximos 48 meses segundo o modelo de previsão SARIMA (1, 1, 3) (1, 1, 0) ₁₂	36
Figura 8: Gráfico representando o comportamento das variáveis explicativas contra a ARF (em nível)	38
Figura 9: Seleção de defasagens do modelo VAR.....	42
Figura 10: Teste do traço de Johansen para o modelo selecionado.....	43
Figura 11: Teste do máximo autovalor de Johansen para o modelo selecionado.....	43
Figura 12: Função Impulso-Resposta na variável ARF com relação a choques de um desvio-padrão sobre seus determinantes.....	46
Figura 13: Gráfico com a projeção da Arrecadação do FGTS para os próximos 48 meses segundo o modelo de previsão VAR-VEC.....	47
Figura 14: Gráfico comparativo projeções SARIMA x VAR-VEC.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparativo resultados teste de qualidade Box-Jenkins x VAR-VEC.....	14
Tabela 2: Financiamentos do FGTS e retornos.....	16
Tabela 3: Fonte dos dados.....	26
Tabela 4: Resultados dos critérios de informação nos modelos SARIMA.....	35
Tabela 5: Resultados dos testes Ljung-Box, Jarque-Bera e ARCH para os resíduos dos modelos candidatos.....	35
Tabela 6: RMSE, MAE e MAPE para o modelo de previsão selecionado.....	36
Tabela 7: Teste ADF.....	41
Tabela 8: Teste KPSS.....	41
Tabela 9: Estimação do Modelo VEC referente à variável Arrecadação do FGTS.....	44
Tabela 10: Teste de qualidade do modelo VAR-VEC para arrecadação do FGTS.....	45
Tabela 11: Raiz do erro quadrático médio (RMSE), Erro Absoluto Médio (MAE) e Erro Absoluto Percentual médio (MAPE) para o modelo VAR-VEC	47
Tabela 12: Comparação entre os indicadores de qualidade dos modelos SARIMA e VAR-VEC.....	48

Sumário

1. INTRODUÇÃO	13
2.O FUNDO DE GARANTIA POR TEMPO DE SERVIÇO (FGTS)	14
2.1. Breve Histórico	14
2.2. Estrutura Institucional	16
3.REVISÃO DA LITERATURA	17
4. METODOLOGIA	17
4.1. Metodologia Box-Jenkins	17
4.1.1. Modelos (S)ARIMA	18
4.2. Metodologia VAR-VEC	18
4.2.1. Modelo VAR	19
4.2.2. Modelo VAR-VEC	19
4.3. FAC (Função de Autocorrelação), FACP (Função de Autocorrelação Parcial) e Correlograma	20
4.4. Teste de Raíz Unitária	21
4.5. Critérios de informação CIA, CIS e HQ.	22
4.6. Teste de Cointegração - Johansen	23
4.7. Testes de diagnóstico	23
4.8. Análise impulso-resposta (FIR)	24
4.9. Métricas para validação dos erros de previsão do modelo	25
5. BASE DE DADOS E FONTES	26

6. RESULTADO E ANÁLISE	29
6.1. Box-Jenkins	29
6.1.1. Modelagem Box-Jenkins	32
6.2. VAR-VEC	36
6.2.1. Modelagem VAR-VEC	41
6.3. Comparações dos resultados	48
7. CONCLUSÃO	49
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1. INTRODUÇÃO

Os recursos do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS) representam um *funding* altamente relevante para o Governo Federal financiar programas de habitação, saneamento básico, infraestrutura urbana e saúde, visando à melhoria das condições de vida da população brasileira, especialmente a população de baixa renda.

O FGTS é regido pela lei 8036/90 que, dentre outros, instituiu o Conselho Curador, formado por representantes dos trabalhadores, das empresas e do Governo Federal, com poderes de elaborar resoluções normativas sobre gestão, diretrizes e operacionalização do FGTS. Na cadeia hierárquica, após o Conselho vem o Ministério do Desenvolvimento Regional, atual gestor de aplicações dos recursos do fundo em infraestrutura, saneamento ambiental, habitação popular e saúde, seguido pela Caixa Econômica Federal (CEF) cuja atribuição é ser o Agente Operador do FGTS.

Segundo a legislação vigente do FGTS são feitas previsões de arrecadação de suas contribuições com vistas a subsidiar a elaboração do orçamento anual e dos planos plurianuais de aplicação dos recursos.

Projetar com qualidade a arrecadação do fundo é determinante para assertividade do planejamento orçamentário e financeiro dos recursos, possibilitando a formulação de políticas públicas factíveis com maiores retornos para sociedade brasileira. Cabe ressaltar que realizar um estudo com base apenas no quantitativo de trabalhador por empregador para projetar a arrecadação do FGTS poderia incorrer em erro de previsibilidade na medida em que a inadimplência não estaria sendo observada.

O presente trabalho busca, a partir da seleção de alguns indicadores macroeconômicos e usando o arcabouço de análise de séries temporais, propor modelos com formulação estatística e econométrica. Para tanto, serão utilizadas as metodologias de Box-Jenkins e VAR-VEC. Os resultados de ambos os modelos serão comparados com o objetivo de selecionar aquele que melhor tiver a capacidade preditiva da arrecadação bruta mensal do FGTS.

O artigo acadêmico que buscou prever a arrecadação do FGTS através de séries temporais comparou a metodologia Box-Jenkins com Alisamento Exponencial (PINHEIRO, 2004). Este trabalho propôs um estudo com o VAR-VEC como sendo o modelo desafiante por possuir maior completude e abrangência em sua forma, assim como outros estudos referências o fizeram quando buscaram prever a arrecadação do regime geral da previdência social (QUINTANILHA, 2019 e SANTOS, 2011).

Operacionalmente a pesquisa adotará o *software Eviews*, através do qual serão processadas as séries de dados históricos, base para estimação dos modelos a serem desenvolvidos.

O trabalho contém, além desta introdução, o segundo capítulo no qual é apresentada uma breve descrição do histórico do FGTS. O terceiro capítulo versa sobre a revisão da literatura relacionada ao tema da pesquisa. O quarto aborda os conceitos básicos dos métodos utilizados. O quinto discorre sobre a fonte dos dados e suas estatísticas descritivas. O sexto apresenta a análise das séries temporais, os resultados da estimação dos modelos propostos e a comparação entre eles. Por fim, o sétimo e último capítulo será destinado as conclusões da pesquisa e suas considerações finais.

Os resultados observados no estudo indicam que o modelo com a melhor capacidade de previsão foi aquele encontrado através do VAR-VEC. A comparação da performance de ambos os modelos foi realizada através dos testes de qualidade (raiz do erro quadrático médio (RMSE), Erro Absoluto Médio (MAE) e Erro Absoluto Percentual médio (MAPE)) no período teste da amostra, conforme indicado na tabela abaixo:

Tabela 1: Comparativo resultados teste de qualidade Box-Jenkins x VAR-VEC

Modelo	RMSE	MAE	MAPE
VAR-VEC	0,0851	0,0592	0,25%
SARIMA(1, 1, 3)(1, 1, 0)₁₂	0,2252	0,1592	0,7%

2. O FUNDO DE GARANTIA POR TEMPO DE SERVIÇO (FGTS)

2.1. Breve Histórico

O FGTS foi instituído pela Lei n 5107, de 09/66, como opção do trabalhador ao regime de indenização por rescisão do contrato de trabalho e estabilidade no emprego.

Trata-se de um fundo contábil, de natureza financeira, constituído pelo conjunto de contas vinculadas e individuais, abertas pelos empregadores em nome de seus empregados.

Segundo Carvalho e Pinheiro (1999: p. 3/4), a criação do FGTS atendeu aos seguintes objetivos:

“a) seguro social: o fundo objetivava a criação de pecúlio para o trabalhador, que lhe servisse no período de inatividade permanente e também que funcionasse como

indenização por dispensa do emprego sem justa causa e como seguro-desemprego; ou seja, o FGTS foi criado para ser, antes de tudo, patrimônio do trabalhador;

b) eficiência alocativa do mercado de trabalho: a criação do fundo procurava facilitar a demissão dos trabalhadores pelas empresas, instituindo o provisionamento compulsório da indenização e acabando com a estabilidade aos dez anos de serviço, com o que se eliminavam dois elementos apontados como fatores de encarecimento do passivo trabalhista das empresas e de enrijecimento do mercado de trabalho; e

c) financiamento da habitação: os recursos do fundo seriam incorporados ao Sistema Financeiro da Habitação (SFH) e, a cargo do Banco Nacional da Habitação (BNH), financiariam a construção de habitações.”

Com o advento da Constituição Federal de 1988, o FGTS deixa de ser opcional e passa a vigorar para todos os contratos de trabalho regidos pela CLT, observadas as regras de transição prevista na lei.

Nos dias atuais o fundo é regido pela lei 8036/90, que dispõe em seu artigo 2º: “O FGTS é constituído pelos saldos das contas vinculadas a que se refere esta lei e outros e outros recursos a ele incorporados, devendo ser aplicados com atualização monetária e juros, de modo a assegurar a cobertura de suas obrigações”.

O Fundo é formado por depósitos mensais que os empregadores são obrigados a fazer em favor de seus empregados no valor percentual de 8% das remunerações que são pagas ou devidas, incluindo a gratificação natalina (13º) e o adicional de férias de 1/3 do salário. A lei estipula, ainda, como obrigação pecuniária aos empregadores, o pagamento de multa por rescisão imotivada do contrato de trabalho, no valor de 40% do saldo referente a todos os depósitos realizados na conta do trabalhador, podendo ser reduzida para 20%, se houver culpa recíproca ou força maior reconhecida pela Justiça do Trabalho.

Portanto, o FGTS para os trabalhadores do regime CLT representa um mecanismo de proteção social, uma vez que constitui um pecúlio a ser recebido de acordo com as hipóteses de saque definidas na lei.

Ademais, o Fundo funciona como um instrumento de poupança compulsória, cujos recursos são geridos pelo poder público que, por sua vez, assegura aos trabalhadores a remuneração das contas de acordo com a legislação vigente e garante a sua liquidez. Os recursos existentes nas contas dos trabalhadores são utilizados pelo Governo Federal para financiar políticas públicas, voltadas as áreas de habitação popular, saneamento básico, infraestrutura e saúde. (PINHEIRO, 2004).

O ativo atual do FGTS ultrapassa R\$ 500 bilhões, sendo a maior parcela aplicada em operações de crédito de longo prazo a pessoas físicas, empresas de construção civil, municípios e Estados da Federação. A arrecadação das contribuições correntes é a base para projeção de fluxo de entradas totais e insumo para elaboração do orçamento financeiro anual do FGTS pelo Gestor de Aplicações.

A Tabela 2 a seguir demonstra, para os anos de 2019 a 2021, as estimativas de retornos sociais obtidos no que tange a empregos gerados e população brasileira beneficiada diretamente com as obras realizadas com recursos do FGTS.

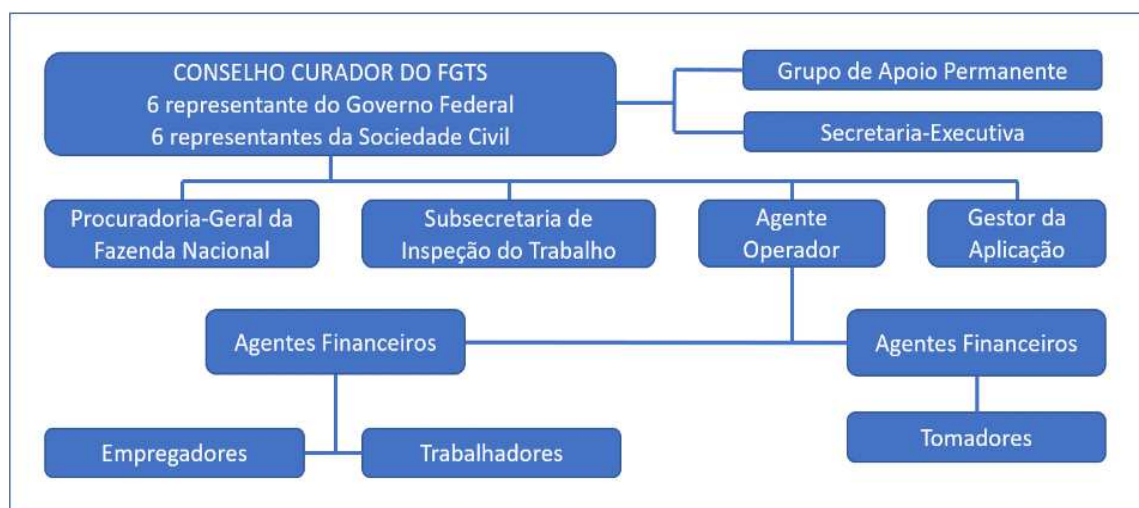
Tabela 2: Financiamentos do FGTS e retornos

Ano de Contratação	Quantidade de Contratos	Valor de Empréstimo (R\$)	Número de Unidades	Empregos Gerados	População Beneficiada
2019	391.040	54.045.159.868,01	464.509	931.302	10.214.850
2020	388.418	53.295.668.276,21	415.994	717.476	10.428.055
2021	354.505	51.164.062.486,95	390.298	1.177.491	2.840.565
TOTAL:	1.133.963	158.504.890.631,18	1.270.801	2.826.269	23.483.470

Fonte: <https://www.fgts.gov.br/Pages/default.aspx>

2.2. Estrutura Institucional

Figura 1: Estrutura Institucional do FGTS.



Fonte: <https://www.fgts.gov.br/Pages/sobre-fgts/administracao-do-fgts.aspx>

3. REVISÃO DA LITERATURA

Alguns trabalhos abordaram o tema no cenário nacional. Pinheiro (2004) apresentou estudo no qual buscou verificar se a aplicação de modelos estatísticos e econométricos contribuíram para melhorar as estimativas futuras da Arrecadação Nacional do FGTS.

Em seu trabalho, Pinheiro (2004), aplicou os modelos de alisamento exponencial e o ARIMA, via metodologia Box Jenkins, além da técnica de combinação de previsão entre eles. A base de dados demonstrou instabilidade em determinado período. Seus resultados apresentaram uma estimação mais precisa através da combinação entre os modelos.

Santos (2011) estudou o poder preditivo da Arrecadação previdenciária nacional com a inclusão de variáveis macroeconômicas (Salário Mínimo Nacional, Taxa de Juros, Taxa de desemprego) através do modelo VAR-VEC. Ela concluiu em seu trabalho que existem relações de cointegração significativas entre as variáveis do modelo.

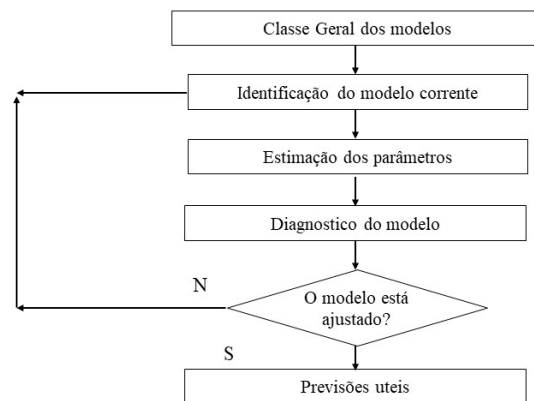
Quintanilha (2019) pesquisou e trabalhou o comportamento da Arrecadação Previdenciária Nacional. Demonstrou que existe relação de impacto da variável descrita com o Salário Mínimo Real e com a Taxa SELIC. Observou ainda que existe relação direta entre o crescimento econômico do país e a Arrecadação previdenciária e uma relação inversa desta com a taxa de desemprego. Para modelagem do estudo foi utilizado o VAR-VEC.

4. METODOLOGIA

4.1. Metodologia Box-Jenkins

Os modelos Box-Jenkins apresentam atributos de modelo autorregressivos (AR), de média móvel (MA), auto regressivos e de média móvel juntos (ARMA), auto regressivos integrados e de média móvel (ARIMA) e modelos ARIMA com presença de sazonalidade (SARIMA). Para tanto, esta técnica necessita cumprir algumas suposições: homocedasticidade, estacionaridade e normalidade. (ENDERS, 2004).

Figura 2: Etapas do modelo Box-Jenkins



Fonte: Revista Espacios, Vol.41(nº15), ano 2020.

4.1.1. Modelos Sazonais SARIMA

Os modelos SARIMA, assim como os ARIMA não sazonais, são constituídos pelos componentes Autorregressivos e de Média Móveis, sendo neste caso consideradas as correlações existentes em instantes de tempo múltiplos de s ($s = 12$ para mensal).

Equação (3) utilizada no modelo SARIMA $(p, d, q)(P, Q, D)$:

$$\phi(B)\varphi(B^s)\Delta^d\Delta_s^D Y_t = \theta(B)\omega(B^s)\varepsilon_t$$

Onde: $\phi(B)$: polinômio autorregressivo simples de ordem p ; $\varphi(B^s)$: polinômio autorregressivo sazonal de ordem P ; Δ^d : operador diferença simples de ordem d ; Δ_s^D : operador diferença sazonal ordem D ; $\theta(B)$: polinômio média móvel simples de ordem q ; $\omega(B^s)$: polinômio média móvel sazonal em ordem Q .

4.2. Metodologia VAR-VEC

Considerando um modelo de vetores autorregressivos (VAR) o conjunto de variáveis deverá possuir simultaneidade verdadeira, em que todas as variáveis devem ser tratadas igualmente, não havendo qualquer distinção em um primeiro momento entre as variáveis endógenas e exógenas. (ENGLE e GRANGER, 1987)

4.2.1. Modelo VAR

Um modelo autorregressivo de ordem p por um vetor com n variáveis endógenas, X_t , conectadas entre elas por meio de uma matriz A é dado pela equação (4) abaixo:

$$AX_t = B_0 + \sum_{i=1}^p B_i X_{t-i} + B \varepsilon_t,$$

Onde: A é uma matriz $n \times n$ que define as restrições entre as variáveis que constituem o vetor $n \times 1$, X_t ; B_0 é um vetor de constantes $n \times 1$; B_j são matrizes $n \times n$; B é uma matriz diagonal $n \times n$ de desvios padrão; ε_t é um vetor $n \times 1$ de perturbações aleatórias não correlacionadas entre si contemporânea ou temporalmente, isto é: $\varepsilon_t \sim i.i.d.(0; I_n)$.

4.2.2. Modelo VAR-VEC

Objetivando guiar as variáveis no curto prazo aplica-se o Modelo de Correção de Erros. Este tem a intenção de conectar o comportamento de curto prazo das variáveis ao seu comportamento de longo prazo, O modelo de correção de erros para n variáveis pode ser expresso pela equação (5) abaixo: (ENGLE e GRANGER, 1987)

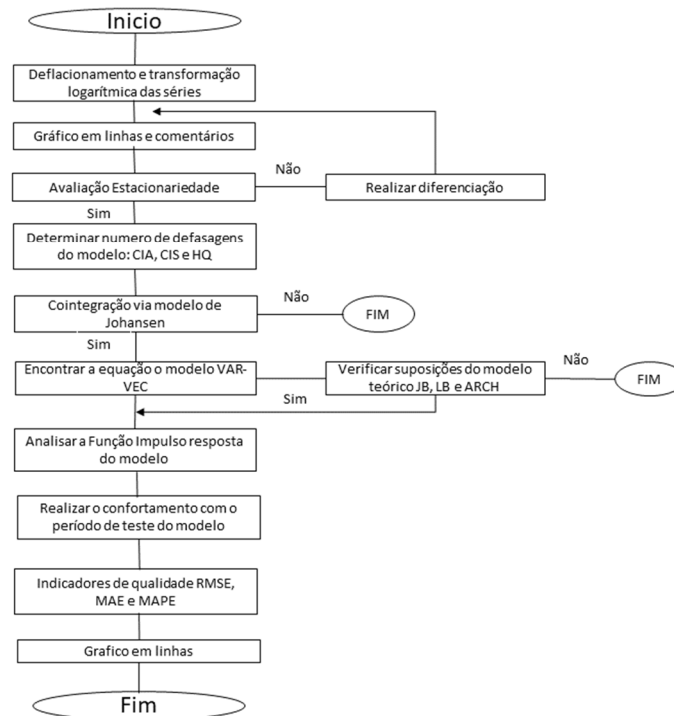
$$AX_t = \pi_0 + \pi X_{t-1} + \pi \Delta X_{t-1} + \pi_2 \Delta X_{t-2} + \pi_3 \Delta X_{t-3} + \dots + \pi_p \Delta X_{t-p} + \varepsilon_t,$$

Onde: π_0 é um vetor ($n \times 1$) representando o intercepto com elementos π_{i0} ; π_i é uma matriz ($n \times n$) de coeficientes, com elementos $\pi_{jk}(i)$; π é uma matriz com elementos π_{jk} tal que um ou mais elementos $\pi_{jk} \neq 0$; e ε_t é um vetor ($n \times 1$) com elementos ε_u .

O VAR-VEC, portanto, possui a vantagem de estimar modelos de curto e longo prazos com a inclusão de diferenças e níveis na formulação do modelo. Assim, o modelo VEC é um modelo VAR aperfeiçoado.

Abaixo o fluxograma representando as etapas do modelo VAR-VEC, representadas pela Figura 3:

Figura 3: Fluxograma das etapas VAR-VEC



Fonte: Nunes (2019)

4.3. FAC (Função de Autocorrelação), FACP (Função de Autocorrelação Parcial) e Correlograma

As principais ferramentas para etapa de identificação são a FAC e FACP e os correlogramas resultantes. Estes últimos representam graficamente as FACs e FACP contra o tamanho da defasagem. MA de ordem q pode ser identificado pela função de autocorrelação, como representado na equação (6) abaixo:

$$MA(q) \rightarrow \rho_j = \frac{\theta_j + \theta_{j+1}\theta_1 + \theta_{j+2}\theta_2 + \dots + \theta_q\theta_{q-j}}{\sum_j^q \theta_j^2}, j = 1, 2, \dots, q$$

Verifica-se que a FACP complementa a FAC, sendo a correlação calculada entre as duas observações seriais y_t e y_{t-k} , eliminando, assim, a dependência dos termos intermediários. A autocorrelação parcial é o gráfico $\varphi_{j,j}$, contra, j conforme equação (7) abaixo:

$$y_t = \varphi_{j,1}y_{t-1} + \varphi_{j,2}y_{t-2} + \dots + \varphi_{j,j}y_{t-j} + e_t, j = 1, 2, \dots,$$

4.4. Teste de Raiz Unitária

Os testes de raiz unitária buscam observar a estacionaridade em séries de modelos temporais. Para o presente estudo foram selecionados os: teste de Dickey-Fuller (DF); teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) e o teste de Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS).

Dickey-Fuller(DF) e Dickey Fuller Aumentando (ADF)

O teste Dickey-Fuller considera o modelo apresentado na equação (8) abaixo:

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + U_t, \quad -1 \leq \rho \leq 1 \quad t = 1, 2, 3, \dots, N$$

Onde: Y_t é a série objeto de modelagem, ρ é o coeficiente de Y_{t-1} e U_t é um termo ruído branco (média zero, variância constante e é não-correlacionado).

Objetivando realizar o teste, a equação acima é ajustada na forma de diferença, conforme equação (9):

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + U_t$$

Onde: $\delta = \rho - 1$ e Δ é o primeiro operador de diferença.

Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS)

O teste KPSS tem o objetivo de avaliar a estacionaridade, complementando o ADF, conforme equação (10) abaixo:

$$Y_t = \vartheta t - r_t + \varepsilon_t$$

Onde: ϑ é uma constante representando o coeficiente de t ; ε_t é um erro estacionário e um passeio aleatório; e $r_t = r_{t-1} + U_t$

Em seguida o teste KPSS estima a variância dos erros da regressão, sendo representado $\hat{\sigma}_t^2$, onde SQE representa a soma dos quadrados dos erros.

Resultando finalmente na estatística LM, cuja equação (11) segue abaixo:

$$LM = \sum_{t=1}^N \frac{S_t^2}{N^2 \hat{\sigma}_t^2}$$

Onde $\hat{\sigma}_t^2$ é a estimativa da variância de longo prazo para Y_t .

4.5. Critérios de informação CIA (Akaike), CIS (Schwarz) e HQ (Hannan-Quinn).

Funcionam como uma medida de correção pelo acréscimo de regressores ao modelo, escolhendo o de menor valor.

Critério de Akaike (CIA)

Segundo Gujarati e Porter (2011), a utilização deste critério é para definir a extensão da defasagem em um modelo $AR(p)$. A representação na forma de equação (12) segue abaixo:

$$CIA = e^{2k/n} \frac{\sum \hat{u}_i^2}{n} = e^{2k/n} \frac{SQR}{n}$$

Onde: k é o número de regressões incluindo o intercepto, u representa o erro estocástico, SQR é a soma dos quadrados dos resíduos e n é o número de observações.

Critério de Schwarz (CIS)

O critério CIS é definido pela equação (13) (GUJARATI e PORTER, 2011):

$$CIS = n^{k/n} \frac{\sum \hat{u}^2}{n} = n^{k/n} \frac{SQR}{n}$$

Onde: k é o número de regressões incluindo o intercepto, u representa o erro estocástico, SQR é a soma dos quadrados dos resíduos e n é o número de observações.

Critério de Hannan-Quinn (HQ)

Hannan-Quinn é definido segundo a equação (14) logarítmica abaixo:

$$\ln HQ = \left(\frac{2k}{n} \ln \ln n \right) + \ln \left(\frac{SQR}{n} \right),$$

Onde: k é o número de regressões incluindo o intercepto, u representa o erro estocástico, SQR é a soma dos quadrados dos resíduos e n é o número de observações.

4.6. Teste de Cointegração - Johansen

Este teste busca verificar se há relação de longo prazo entre as variáveis. Os testes do Traço (ϑ_{trace}) e do máximo autovalor (ϑ_{max}) são apropriados para observar o número de vetores de cointegração. JOHANSEN e JUSELIUS (1990)

Seguem abaixo as equações que representam a estatística do traço e do teste do máximo autovalor, respectivamente, equação (15) e equação (16):

$$\vartheta_{trace}(r) = N \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \vartheta_i)$$

Onde: H_0 : existe, no máximo, r vetores de cointegração e H_1 : não existe, no máximo, r vetores de cointegração.

$$\vartheta_{max}(r, r + 1) = N \ln(1 - \vartheta_{r+1})$$

Onde: H_0 : existem exatamente r vetores de cointegração e H_1 : existem exatamente $r+1$ vetores de cointegração.

4.7. Testes de diagnóstico

Objetivam validar as suposições do modelo teórico. Autocorrelação de resíduos via Ljung-Box, normalidade de resíduos via Jarque-Bera (JB) e homogeneidade entre variância por intermédio do ARCH.

Testes Ljung Box

Busca testar as autocorrelações dos resíduos estimados que, embora possam não detectar quebras nos ruídos brancos, sugerem se esses valores são muito altos. A estatística do referido teste possui sua representação através da equação (17):

$$Q = n(n + 2) \sum_{k=1}^m \frac{\hat{r}_k^2}{n - k}$$

Onde: \hat{r}_k é a autocorrelação estimada da série no lag k , e m é o número de lags que está sendo testado. Em geral basta utilizar as 15 ou 20 primeiras \hat{r}_k .

Teste JB – Jarque-Bera

Segundo Gurajati e Porter (2011), a equação do teste JB pode ser representada conforme equação (18) abaixo:

$$JB = n\left(\frac{S^2}{6} + \frac{(K - 3)^2}{24}\right),$$

Onde: S é o coeficiente de assimetria, K é o coeficiente de curtose e n é o tamanho da amostra.

É um teste da hipótese conjunta de que S e K são iguais a 0 e 3. Assim, é esperado que o valor da estatística JB seja igual a zero.

Teste ARCH

Segundo Gujarati e Porter (2011), o modelo ARCH pode ser representado pela equação (19) abaixo:

$$X_t = \sqrt{h_t} \varepsilon_t,$$

Onde: $h_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1}^2 + \dots + \alpha_r X_{t-r}^2$.

O termo u no tempo t pode estar correlacionado com o termo de erro no tempo ($t - 1$) em um processo AR(1) ou com diversos termos de erros defasados em um processo AR(p).

4.8. Análise impulso-resposta (FIR)

A FIR mostra qual é o comportamento das variáveis ao longo do tempo quando algum dos resíduos sofre uma modificação no seu valor (choques exógenos) (ENDERS, 2004).

Um modelo VAR bivariado Y e Z com restrição no termo a_{12} tem sua representação matricial. Ao considerar os erros, tem-se uma resultante que, após decomposta por meio de Cholesky e com as devidas substituições dos parâmetros gera a equação (20) resultante abaixo:

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

Os elementos da matriz φ_i acima são os multiplicadores de impacto de um choque sobre as variáveis endógenas.

4.9. Métricas para validação dos erros de previsão do modelo

Trata-se de verificar a qualidade de um modelo através dos erros. Os indicadores objeto do estudo são: MAE (erro absoluto médio); erro absoluto percentual médio (MAPE) e raiz do erro quadrático médio (RSME).

MAE (erro absoluto médio)

Representa a média dos erros absolutos, observado através da diferença absoluta entre o valor real e a estimativa do valor.

A equação (21) que determina o MAE segue abaixo:

$$MAE = \frac{\sum_{t=T+1}^{T+h} |q\hat{x}_t - qx_t|}{h}$$

MAPE (erro absoluto percentual médio)

É a representação em porcentagem do MAE. Utiliza-se mais o erro em porcentagem na medida em que a interpretação se torna mais facilitada.

A equação (22) que determina o MAPE segue abaixo:

$$MAPE = 100 \frac{\sum_{t=T+1}^{T+h} \left| \frac{q\hat{x}_t}{qx_1} - \frac{qx_t}{qx_1} \right|}{h}$$

RMSE (erro quadrático médio)

Trata-se da raiz do erro médio quadrático da diferença entre o valor estimado e o valor real observado.

A equação (23) que determina o RMSE segue abaixo:

$$RSME = \sqrt{\frac{(\sum_{t=T+1}^{T+h} (q\hat{x}_t - qx_t)^2)}{h}}$$

5. BASE DE DADOS E FONTES

Tabela 3: Fonte dos dados

Variável	Descrição	Fonte
Arrecadação do FGTS	Arrecadação Bruta Nacional do FGTS	Site FGTS
IPCA	Índice preços ao consumidor amplo	IPEA
SELIC	Taxa básica de juros da economia brasileira	IPEA
PIB	Produto Interno Bruto Brasileiro	IPEA
Estoque de Trabalho Formal	Representa o Estoque de Empregos Formais na Economia Brasileira	BACEN
Salário Mínimo Real	Representa o valor do salário mínimo real do Brasil	IPEA

Conforme Giambiagi e Afonso (2015), Santos (2011) e Quintanilha (2019), entende-se que a arrecadação do FGTS tem estreita relação com o comportamento da atividade econômica do país e, portanto, o estudo considera 4 variáveis explicativas (Produto Interno Bruto (PIB), Estoque de Emprego (EE), taxa SELIC (TS) e Salário Mínimo Real (SMR). Ademais, o índice de preços ao consumidor amplo (IPCA) será o indicador econômico que terá o papel de deflator das séries.

Cabe ressaltar que a variável EE selecionada para este estudo é uma *proxy* da taxa de desemprego utilizada nos trabalhos de Santos (2011) e Quintanilha (2019) uma vez que a variável foi descontinuada em 2019 e, portanto, inviabiliza a utilização.

A seguir serão apresentadas sínteses descritivas dessas variáveis e seus dados brutos.

Arrecadação Bruta Nacional do FGTS - ARF

A ARF é constituída pelas contribuições correntes dos empregadores e o retorno dos financiamentos concedidos com recursos do FGTS.

As contribuições correntes realizadas pelas empresas são representadas pelo somatório das contribuições principais de cada trabalhador empregado sobre o regime CLT. Estas que incidem sobre a folha total no montante referente a oito por cento. Além delas, na hipótese de demissão sem justa causa, o empregador precisa recolher o valor de 40% sobre o saldo devedor no ato do desligamento. (PINHEIRO, 2004).

Cabe observar que a obrigatoriedade do recolhimento do FGTS se dá para os contratos de trabalhos firmados via Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT).

Produto Interno Bruto - PIB

O PIB é considerado o indicador que representa de maneira mais completa uma economia, sendo calculado através do somatório, em valores monetários, dos bens e serviços produzidos em um país.

Segundo estudo realizado por Mankin (2005), o PIB consegue mensurar duas coisas ao mesmo tempo: somatório da renda de todos os participantes do sistema econômico e consumo total de bens e serviços que são produzidos na economia. A retração nos resultados do PIB pode sugerir recessões, ocasionado desemprego. Já um incremento do PIB pode caracterizar uma produção mensurável de maior riqueza.

Heilbroner e Thurow (2001) afirmam que a produção medida pelo PIB apresenta relação direta com o nível de emprego e com a renda a ser recebida pela população, sendo considerado um índice utilizado para medir o desenvolvimento humano.

Salário Mínimo Real - SMR

Conforme Santos (2011), a determinação de um salário mínimo e seus reajustes provocam um menor nível de emprego no mercado de trabalho formal e um aumento de emprego no mercado de trabalho informal.

Segundo Mankiw (2005) o PIB real mede a renda total de todas as pessoas na economia (ajustada ao nível de preços).

Taxa de Juros SELIC – TS

A taxa Selic é dada pela média diária ponderada pelo volume das operações, de acordo com a seguinte equação (24)

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n VE_i DI_i}{\sum_{i=1}^n VE_i}$$

Na qual: μ é a taxa média ponderada, DI_i é a taxa da i -ésima operação; VE_i é o valor da emissão da i -ésima operação e n é igual ao número de operações da amostra.

Segundo Mankiw (2005), as taxas de juros medem os custos dos recursos utilizados para financiar os investimentos em uma economia.

Estoque de empregos formais – EE

O estoque de empregos formais no Brasil é uma série temporal mensal que representa a quantidade de vínculos no regime Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT) ativos tanto no setor público quanto no privado.

É um indicador de grande relevância para avaliação da economia do país. Segundo o IBGE, a apuração se dá através da criação ou decréscimo de postos de trabalho formais e sua disponibilização ocorre mensalmente.

Período dos dados

Para todas as variáveis foram extraídos os dados mensais no período compreendido entre janeiro de 2010 e dezembro de 2020 para modelagem e o período compreendido entre janeiro de 2021 e junho de 2022 para testes do modelo.

6. RESULTADO E ANÁLISE

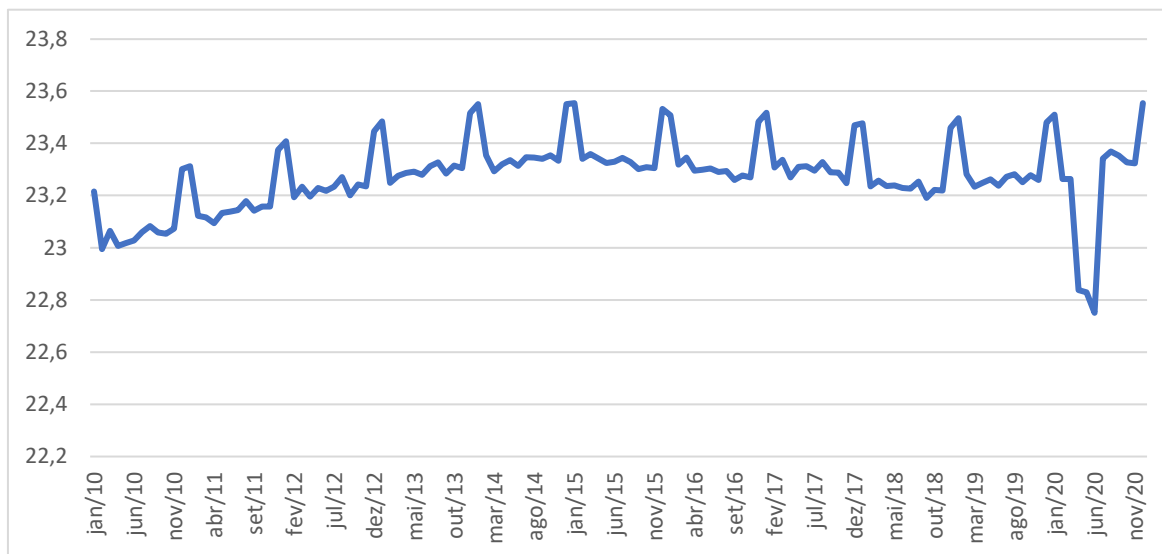
O capítulo seis objetiva demonstrar o resultado da projeção de arrecadação do FGTS de acordo com a aplicação dos modelos anteriormente descritos. Inicialmente será realizada uma análise dos dados em série temporal. Na sequência, a apresentação das informações pelo modelo Box-Jenkins que é mais simplificado na aplicação para, em seguida, proceder com a apresentação do modelo VAR-VEC. Este, por sua vez, possui um maior detalhamento em função da complexidade das suas etapas, incluindo as variáveis macroeconômicas como variáveis explicativas. Após, os modelos são testados com a base de dados no mesmo período para, por fim, serem comparados os resultados de cada modelo objetivando determinar aquele que possui o melhor poder preditivo.

Vale observar que se a opção fosse projetar a massa salarial do país no regime CLT ou o estoque de empregos ou ainda salário médio dos trabalhadores brasileiros o estudo não levaria em conta um componente que a arrecadação do FGTS considera: a inadimplência do recolhimento de FGTS pelos empregadores.

6.1. Box-Jenkins

Utilizou-se o período compreendido entre janeiro de 2010 e dezembro de 2020 para modelagem e o período compreendido entre janeiro de 2021 e junho de 2022 para testes do modelo. Após procedeu-se com a projeção para os próximos 48 meses. Cumpre ressaltar que para uma análise mais precisa dos dados optou-se por deflacionar a série no tempo, conforme estudo de referência Melo (2001). Foi realizada também a transformação logarítmica natural objetivando diminuir a variabilidade da série temporal e trabalhar com a elasticidade através de transformação monotônica, conforme Fava (2000) e Silva (2016). Segue abaixo o gráfico que ilustra a arrecadação bruta do FGTS no período do estudo:

Figura 4: Gráfico da Arrecadação bruta Nacional do FGTS deflacionada e transformada em logaritmo natural.



Ao verificar o comportamento da curva acima, observa-se uma tendência que crescimento de 2010 até 2015. A partir de 2015 verifica-se um decréscimo e uma demonstração de estagnação da tendência até 2019 onde a curva do gráfico apresenta novo comportamento de tendência de crescimento. No início de 2020 o mundo experimenta a pandemia do COVID-19 representada por um grande choque de queda na arrecadação bruta nacional do FGTS.

A primeira mudança de tendência dos dados em 2015 pode ser explicada pela crise econômica brasileira neste ano onde o PIB apresentou um resultado de -3,8%, segundo dados do IBGE. Segundo Serrano e Suma (2015), o Brasil apresentou um alto crescimento no período compreendido entre 2004 e 2010, com taxa média de crescimento de 4,4% ao ano do PIB. Após esse período, com base nas políticas monetária e fiscal adotadas pelo Governo a média do PIB passou para 2,1% com redução no crescimento da demanda agregada.

Em março 2020 em consequência da crise do COVID que se apresentava, foi promulgada a MP927/2020 que conferia a possibilidade de diferimento do recolhimento obrigatório por parte do empregador nacional por três meses (abril, maio e junho de 2020) com o respectivo parcelamento do débito sem juros durante os seguintes 6 meses. Isso é claramente observado no gráfico acima.

Ademais, verifica-se uma forte presença de sazonalidade a cada doze meses que pode ser explicada pelos recolhimentos do décimo terceiro salário dos trabalhadores sendo realizados nos meses de dezembro e janeiro referentes aos meses de competência novembro e dezembro de cada ano de acordo com a legislação trabalhista (Decreto 57155/65). Esta lei obriga os empregadores a pagarem a primeira parcela do décimo terceiro salário até 30 de novembro e a segunda até 20 de dezembro de cada ano.

O ajuste do modelo autorregressivo de média móvel considerando as correlações existentes em instantes de tempo múltiplos de $s=12$ (SARIMA), apresentada na equação 3, foi realizado conforme descrito abaixo.

Observou-se o correlograma das Função de Autocorrelação (FAC) e Função de Autocorrelação parcial (FACP) a partir dos dados em nível. Aplicou-se o teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) na série em nível, com e sem tendência, para verificar a hipótese nula de estacionariedade através do critério de Schwert (1989). A partir daí, verificou-se a necessidade de ajuste de sazonalidade devido a observação de *lags* sazonais. Procedeu-se com os ajustes sazonais em nível e em primeira diferença. Ademais, considerando o período da COVID já descrito acima, avaliou-se a necessidade de inclusão de *dummies* para determinados meses. Complementarmente foi realizado o teste Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Shin (KPSS) para verificação da hipótese nula de que a série é estacionária.

Em seguida foram identificadas as ordens do modelo FAC e FACP da série previamente identificada como estacionária para determinação das ordens dos modelos candidatos.

Para os modelos selecionados são definidas uma hierarquia através dos critérios de informação de Akaike, Schwarz e Hannan-Quinn. Na sequência são avaliadas as suposições do modelo teórico sobre a existência de autocorrelação dos resíduos executados através do teste Ljung-Box; normalidade via teste Jarque-Bera e homogeneidade entre variância via teste ARCH.

Em relação a qualidade do ajuste são utilizados os indicadores: erro absoluto médio (MAE), erro quadrático médio (RSME) e erro absoluto percentual (MAPE) para o

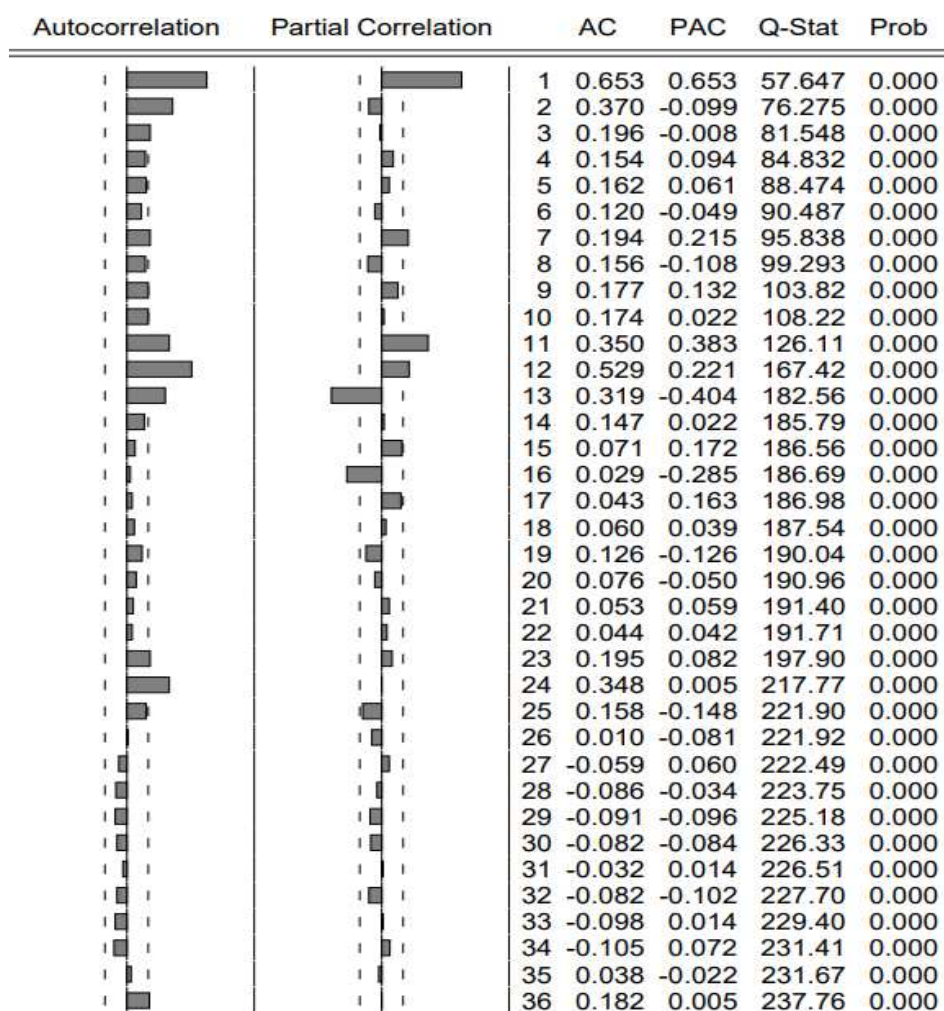
período teste de janeiro de 2021 até junho de 2022. Nas análises inferenciais foram considerados os níveis de significância de 0,01, 0,05 e 0,10.

Após escolhido o modelo foi realizado o retorno aos valores absolutos que haviam sido transformados em logaritmo e plotado o gráfico com o resultado da projeção para os próximos 48 meses.

6.1.1. Modelagem Box-Jenkins

Na figura 5 abaixo é possível observar os correlogramas da FAC e FACP da arrecadação de FGTS em nível, tomando limites com confiança de 95%.

Figura 5: FAC e FACP da Arrecadação Log FGTS nível

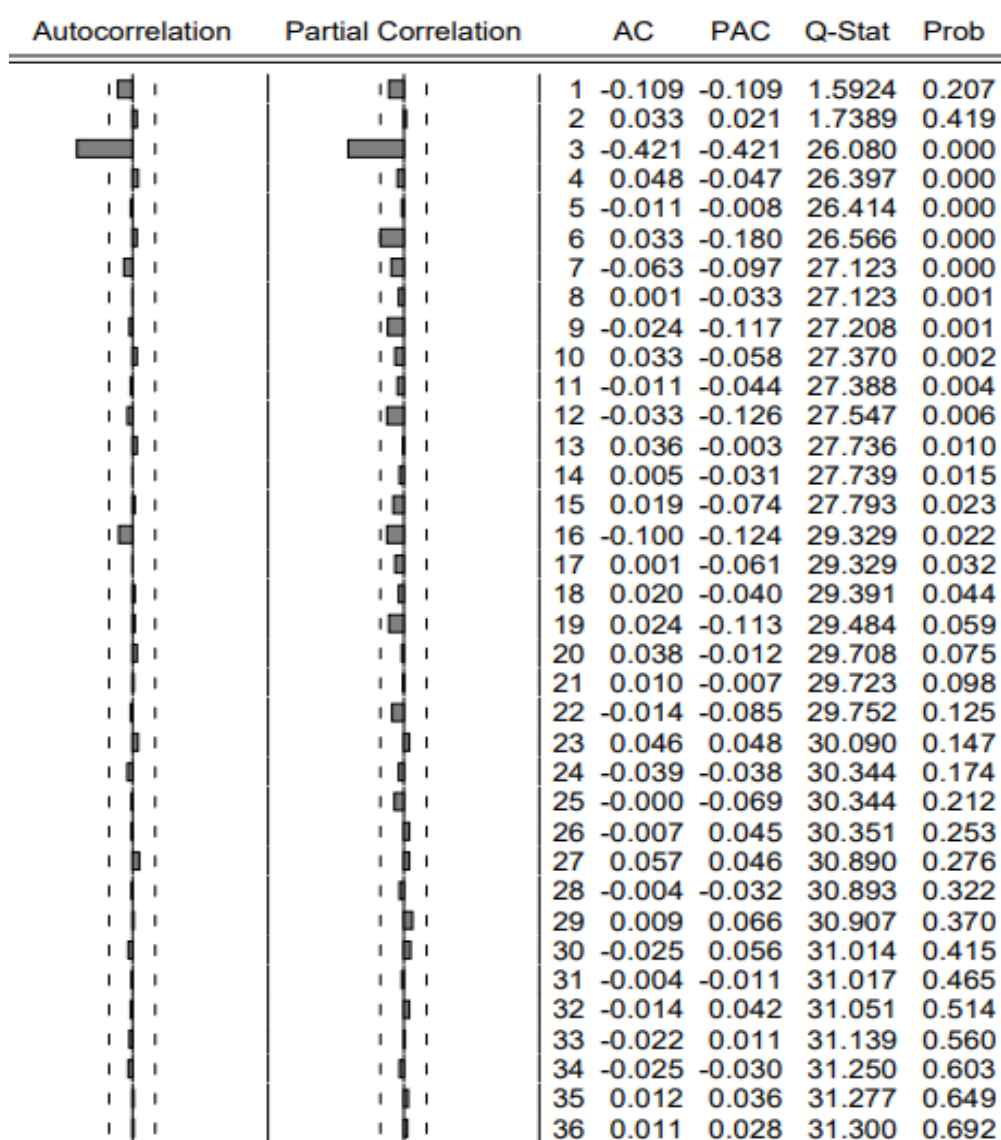


Diante da representação na figura 4 acima que demonstra evidência de tendência com decaimento lento da FAC foram realizados os testes formais ADF aumentado e KPSS.

No teste ADF que retornou com o p valor de 0,845 , aplicado para um número máximo de trinta e seis defasagens, não foram encontradas evidências para rejeitar a hipótese nula de que a série não é estacionária (valor $p > 0,01$) para modelo com tendência e constante. No teste KPSS, foram encontradas evidências para rejeitar a hipótese nula de que a série é estacionária (valor $p < 0,01$), o que fortalece a ideia de que a série deve ser considerada como não estacionária.

Assim, buscou-se dirimir a sazonalidade utilizando-se a diferenciação sazonal em $s=12$ uma vez que o fenômeno se apresenta a cada 12 meses. Ademais, conforme Pinheiro (2014), foram incluídos *dummies* referentes ao meses de abril e julho 2020 para minimizar o impacto causado pela COVID e a consequente MP927/20. Dessa forma, os correlogramas apresentaram melhores resultados com as observações realizadas, tomando limites de confiança de 95%. O novo comportamento pode ser demonstrado conforme figura 6 abaixo.

Figura 6: Correlogramas FAC e FACP, em primeira diferença, com diferenciação sazonal



No teste ADF em primeira diferença que retornou com valor de 0,0035, aplicado para um número máximo de trinta e seis defasagens, foram encontradas evidências para rejeitar a hipótese nula de que a série não é estacionária (valor $p < 0,01$) para modelo com tendência e constante. No teste KPSS não foram encontradas evidências para rejeitar a hipótese nula de que a série é estacionária (valor $p > 0,10$). Logo, ela pode ser considerada estacionária.

Para modelar a série acima em primeira diferença sugere-se um modelo SARIMA $(1, 1, 1)(1, 1, 1)_{12}$. O modelo foi avaliado admitindo-se combinações com variações positivas em um até três na ordem dos componentes auto-regressivos (AR), de médias móveis (MA) e autorregressivas sazonal (SAR) e de zero até 3 na média móvel sazonal (SMA).

Neste caso, os modelos selecionados como candidatos dentre os testados foram: SARIMA (1, 1, 3)(1, 1, 0)₁₂, SARIMA (1, 1, 3)(1, 1, 1)₁₂, SARIMA (3, 1, 3)(1, 1, 0)₁₂ e SARIMA (3, 1, 3)(1, 1, 1)₁₂. Eles apresentaram coeficientes significativos a um nível de significância de 0,05.

Os resultados obtidos na avaliação de parcimonia pelos critérios de Akaike, Schwarz e Hannan-Quinn estão descritos na tabela 4. Conforme os critérios de informação, o modelo mais adequado foi o SARIMA (1, 1, 3)(1, 1, 0)₁₂ (CIS: - 3,930; CIA -4,191 e HQ -4,085).

Tabela 4: Resultados dos critérios de informação nos modelos SARIMA.

Modelo	Schwarz	Akaike	Hannan-Quinn
SARIMA (3, 1, 3)(1, 1, 1) ₁₂	-3,862	-4,184	-4,052
SARIMA (1, 1, 3)(1, 1, 1) ₁₂	-3,884	-4,186	-4,061
SARIMA (3, 1, 3)(1, 1, 0) ₁₂	-3,882	-4,183	-4,060
SARIMA (1, 1, 3)(1, 1, 0) ₁₂	-3,930	-4,191	-4,085

A seguir buscou-se identificar a presença de autocorrelação, normalidade e homocedasticidade entre as variâncias dos resíduos. Os resultados, apresentados na tabela 5, para significância de 0,05, mostram que todos os modelos cumprem as suposições do modelo teórico, exceto o modelo SARIMA (3, 1, 3)(1, 1, 1)₁₂ na medida em que apresenta autocorrelação nos resíduos.

Tabela 5: Resultados dos testes Ljung-Box, Jarque-Bera e ARCH para os resíduos dos modelos candidatos.

Modelo (SARIMA)	L-jung		Jarque-Bera		ARCH	
	Box	P-valor	Bera	p-valor	p-valor	p-valor
(3, 1, 3)(1, 1, 1) ₁₂	26,90	0,008	2,851	0,7847	1,182	0,2786
(1, 1, 3)(1, 1, 1) ₁₂	13,599	0,364	1,288	0,5252	1,475	0,2264
(3, 1, 3)(1, 1, 0) ₁₂	12,660	0,414	1,287	0,5254	1,485	0,2236
(1, 1, 3)(1, 1, 0) ₁₂	11,434	0,469	2,080	0,3535	1,658	0,1999

Portanto, os melhores modelos pelos critérios de informação, significância dos coeficientes e cumprimento dos modelo teórico foram SARIMA (1, 1, 3)(1, 1, 0)₁₂, SARIMA (1, 1, 3)(1, 1, 1)₁₂ e SARIMA (3, 1, 3)(1, 1, 0)₁₂.

A validação dos modelos para o período teste foi realizada através dos seguintes indicadores: raiz do erro quadrático médio (RMSE), Erro Absoluto Médio (MAE) e Erro Absoluto Percentual médio (MAPE). Os testes retornaram com o resultado apresentado na tabela 6.

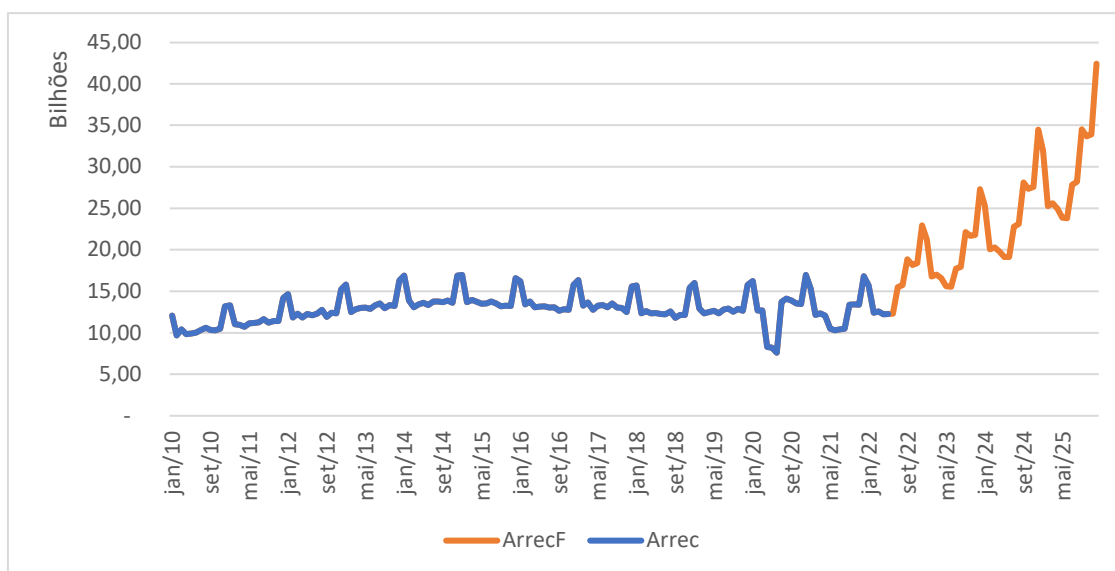
Tabela 6: RMSE, MAE e MAPE para os modelos de previsão selecionados

SARIMA	RMSE	MAE	MAPE
(1, 1, 3)(1, 1, 0)₁₂	0,2252	0,1592	0,7%
(3, 1, 3)(1, 1, 0)₁₂	0,2589	0,1758	0,82%
(1, 1, 3)(1, 1, 1)₁₂	0,2857	0,1842	0,85%

O SARIMA (1, 1,3)(1, 1, 0)₁₂, foi, portanto, o modelo escolhido para projeção via metodologia Box-Jenkins.

A Figura 7 a seguir ilustra o comportamento do gráfico com os resultados da projeção pelo modelo selecionado já com a série retornada aos seus valores originais.

Figura 7: Gráfico com a projeção da Arrecadação do FGTS para os próximos 48 meses segundo o modelo de previsão SARIMA (1, 1, 3)(1, 1, 0)₁₂.



6.2. VAR-VEC

Como metodologia alternativa e desafiante ao Box Jenkins foi ajustado para Arrecadação do FGTS (ARF) um modelo de vetores autorregressivos (VAR),

complementando com o modelo de correção de erros vetoriais (VEC). Visando a completude do estudo foram incluídas variáveis macroeconômicas no modelo com o objetivo de identificar relação e sensibilidades existente na economia e o reflexo na Arrecadação do FGTS. Tais estudos foram realizados por (GIAMBIAGI e AFONSO, 2015), (SANTOS, 2011) e (QUINTANILHA, 2019). Todos os indicadores citados possuem séries temporais disponíveis em periodicidade mensal e, portanto, podem ser utilizadas. Cabe ressaltar que o presente estudo não apresenta o modelo de curto prazo (VAR) na medida em que os erros se dissipam no longo prazo.

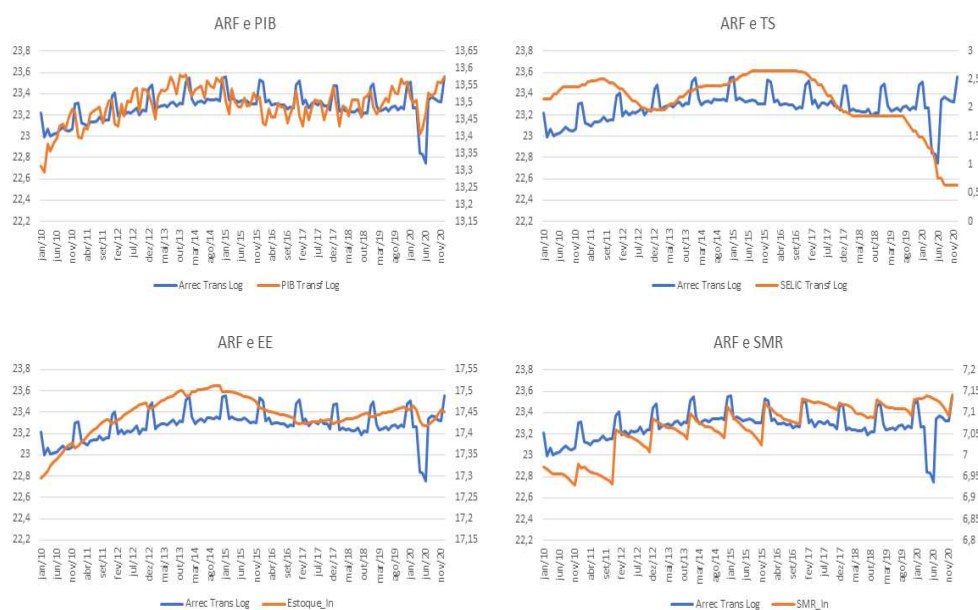
Para fins de comparação entre os modelos ARIMA e o VAR-VEC foram usados os mesmos períodos para modelagem (janeiro de 2010 a dezembro de 2020) e teste (janeiro de 2021 a junho de 2022). Além disso, para realizar a projeção futura também foi utilizado o mesmo período, qual seja: julho de 2022 a dezembro de 2025. A equação (5) deste estudo representa a teoria usada na modelagem. Abaixo seguem as fases que foram cumpridas.

Fase 1: Análise descritiva

A variável a ser explicada neste caso é a ARF. As demais variáveis buscarão explicar os movimentos da ARF e auxiliarão na projeção da arrecadação futura, via modelo a ser proposto.

A série temporal de todas as variáveis foram deflacionadas conforme material referência Melo (2001). Foi realizada também a transformação logarítmica natural objetivando diminuir a variabilidade da série temporal e trabalhar com a elasticidade através de transformação monótona, conforme Fava (2000) e Silva (2016). Abaixo, na Figura 8, segue a representação gráfica do comportamento dos dados das variáveis explicativas contra a ARF (em nível):

Figura 8: Gráfico representando o comportamento das variáveis explicativas contra a ARF (em nível).



O comportamento da curva acima para a variável ARF, conforme já analisada na metodologia Box-Jenkins, apresenta sazonalidade a cada 12 meses durante toda a série e tendência de crescimento de 2010 a 2015. A partir de 2015 verifica-se um decrescimento e uma demonstração de estagnação da tendência até 2019 onde a curva do gráfico apresenta novo comportamento de tendência de crescimento. Após 2019 o mundo experimenta o COVID-19 representada por um grande choque de queda na arrecadação bruta nacional do FGTS.

Para a variável EE observa-se a mesma dinâmica com exceção da sazonalidade. O PIB, por outro lado, possui um comportamento que em determinado momento da curva se apresenta em sentido contrário ao da ARF e, além disso, apresenta uma maior variância. O SMR possui a particularidade de apresentar sazonalidade a cada 12 meses com o aumento do salário mínimo sofrendo alteração em janeiro de cada ano, conforme tem sido decretado pelos chefes do executivo federal brasileiro desde o ano de 2010.

Já a TS possui um comportamento distinto das demais que pode ser explicado por ser uma variável de intervenção do BACEN em resposta a cada movimento na política monetária do país com reflexo futuro nos ajustes. Durante o ano de 2020, por exemplo, a TS alcançou média de 2,0% a.a..

Em todas as séries, com exceção da SMR, foram observados impactos brutais, tendo como causa a pandemia da COVID iniciada em março de 2020 com reflexo não só na redução da atividade econômica no Brasil, mas como também em todo o mundo. Os dados tiveram quedas durante o ano de 2020 com recuperação a partir de 2021.

Fase 2: Estacionaridade

Na sequência foram analisados os correlogramas e aplicados Dickey-Fuller Aumentado (ADF) e de Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Shin (KPSS) para avaliação da estacionaridade. Na constatação de não estacionaridade foram realizadas diferenças sucessivas com repetição dos procedimentos descritos na etapa anterior, até consegui-la em cada uma das variáveis, conforme Margarido (2004).

Foi necessária criação de *dummies* objetivando capturar e reduzir o impacto das sazonalidades e *outliers* no modelo. Primeiramente foi criada a *dummy* para minimizar o impacto das sazonalidades observadas a cada 12 meses na série ARF e SMR. Em seguida, objetivando reduzir o impacto da pandemia COVID e seus respectivos *outliers* foram criadas *dummies* para os meses de março, abril, junho e julho de 2020.

Fase 3: Seleção de defasagens via VAR

Nesta etapa da pesquisa, é necessária a escolha do número de defasagens a ser incluídas no modelo com o auxílio dos critérios de seleção por meio do teste *Lag Order Selection Criteria*. Esse teste tem como fundamentos as estatísticas dos testes de AIC = critério de informação de Akaike; CIS = critério de informação de Schwarz e HQ = critério de informação de Hannan-Quinn.

Fase 4: Teste Cointegração

Após a identificação de um modelo que cumpra as exigências impostas pelo modelo VAR e com o número de defasagens adequado, é possível a avaliação das relações lineares existentes entre o conjunto de séries do estudo. Para a avaliação destas relações, utiliza-se a técnica de cointegração de Johansen através do teste do Traço e da estatística do Máximo Autovalor com a finalidade de encontrar a quantidade de vetores de cointegração existentes no sistema.

Fase 5: Modelagem VAR-VEC

De acordo com Engle e Granger (1987), se as séries de tempo não estacionárias têm uma dinâmica em comum, pode-se especificar um modelo VAR mais completo denominado modelo de vetor de correção de erros (VEC). Com o propósito de estudar essas relações, é adicionado ao modelo convencional VAR uma correção de erros (VEC).

Da mesma forma como foi realizado no modelo anterior (Box-Jenkins), realizou-se a avaliação das suposições de existência de autocorrelação nos resíduos (teste Ljung-Box), normalidade (teste Jarque-Bera) e homogeneidade entre variâncias (teste ARCH).

Fase 6: Função Impulso-reposta - FIR

De acordo com Mayorga et al. (2007), a FIR busca fornecer as projeções do comportamento de cada variável exógena, na variável endógena, através de choques causados por variáveis residuais.

Segundo Santos (2011), as funções de impulso-resposta são as previsões das variáveis entre si resultantes do modelo VAR-VEC. Ademais, a FIR mede o tempo de equilíbrio das variáveis em relação aos choques administrados entre elas.

Fase 7: Teste de qualidade do modelo e projeção futura de Arrecadação

Por fim, foi executada para o mesmo período de teste da metodologia anterior, os indicadores de resíduos: erro absoluto médio (MAE), erro quadrático médio (RMSE) e erro absoluto percentual médio (MAPE). Para as análises inferenciais foram os considerados os níveis de significância de 0,01, 0,05 e 0,10. Após escolhido o modelo foi realizado o retorno aos valores absolutos que haviam sido transformados em logaritmo e projetado o gráfico com a previsão de Arrecadação do FGTS para os próximos 48 meses.

6.2.1. Modelagem VAR-VEC

Realizou-se os testes de raiz unitária de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) e Kwiatkowski–Phillips–Schmidt–Shin (KPSS) em cada uma das variáveis em nível e em primeira diferença, sendo avaliada a estacionaridade de cada série. Os resultados dos testes ADF são mostrados na Tabela 7, enquanto os resultados dos testes KPSS são mostrados na Tabela 8.

Tabela 7: Teste ADF

Variável	Termos na equação	p-valor
ARF	Constante	0,091
Δ ARF	Constante	< 0,01
PIB	Constante	0,167
Δ PIB	Constante	< 0,01
EE	Sem constante	0,911
Δ EE	Sem constante	0,0392
TS	Sem constante	0,521
Δ TS	Sem constante	0,011
SMR	Sem constante	0,921
Δ SMR	Sem constante	< 0,01

Tabela 8: Teste KPSS

Variável	Termos na equação	Estatística de teste	Valores críticos (0,05)	Valores críticos (0,01)
ARF	Constante e tendência	0,343	0,146	0,216
Δ ARF	Constante e tendência	0,179	0,146	0,216
PIB	Constante e tendência	0,176	0,146	0,216
Δ PIB	Constante e tendência	0,108	0,146	0,216
EE	Constante	0,447	0,463	0,739
Δ EE	Constante	0,388	0,463	0,739
TS	Constante	0,580	0,463	0,739
Δ TS	Constante	0,121	0,463	0,739
SMR	Constante e tendência	0,285	0,146	0,216
Δ SMR	Constante e tendência	0,142	0,146	0,216

Diante dos resultados apresentados, constata-se que, pelo teste ADF, todas as variáveis podem ser consideradas não estacionárias em nível para um nível de significância de 0,01 e podem ser consideradas estacionárias em primeira diferença se for flexibilizado o nível de significância para 0,05. Com base nos resultados do teste KPSS, apresentados na Tabela 8, pode-se concluir que, considerando um nível de significância de 0,01, os dados estudados apresentaram indícios de não estacionaridade apenas em nível, por se rejeitar a hipótese nula de que a série é estacionária. Assim, para modelagem o trabalho foi realizado com as séries estacionárias em primeira diferença.

A seguir, irá se determinar o número de defasagens a serem consideradas, a presença de variáveis *dummy* e de termos determinísticos (constante e tendência), o que é feito pelos critérios de informação de Schwartz, Hannan-Quinn e Akaike. Conforme descrito na sessão 6.2, as variáveis *dummy* para a sazonalidade são: *dummy_abr*; *dummy_ago*; *dummy_fev*; *dummy_jan*; *dummy_jul*; *dummy_jun*; *dummy_mai*; *dummy_mar*; *dummy_nov*; *dummy_out* e *dummy_set*, e para o período COVID são: *dummy_202004*; *dummy_202003*; *dummy_202006* e *dummy_202007*. O resultado segue na figura 9 abaixo:

Figura 9: Seleção de defasagens do modelo VAR

VAR Lag Order Selection Criteria
 Endogenous variables: ARREC_TRANS_LOG PIB_TRANSF_LOG SELIC_TRAN...
 Exogenous variables: C DUMMY_ABR DUMMY_AGO DUMMY_FEV DUMMY_JA...
 Date: 12/10/22 Time: 20:45
 Sample: 2010M01 2020M12
 Included observations: 132

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	968.9417	NA	9.79e-13	-13.46881	-11.72166	-12.75885
1	2094.564	1893.093	5.65e-20	-30.14491	-27.85178	-29.21309
2	2156.311	99.16966	3.28e-20	-30.70169	-27.86257*	-29.54800*
3	2190.487	52.29955	2.90e-20	-30.84072	-27.45561	-29.46517
4	2230.320	57.93880*	2.38e-20*	-31.06546*	-27.13437	-29.46804
5	2249.079	25.86405	2.71e-20	-30.97089	-26.49381	-29.15161
6	2270.793	28.29386	2.98e-20	-30.92110	-25.89804	-28.87996
7	2286.506	19.28452	3.65e-20	-30.78040	-25.21135	-28.51739
8	2304.887	21.16558	4.34e-20	-30.68010	-24.56507	-28.19523

* indicates lag order selected by the criterion

LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)

FPE: Final prediction error

AIC: Akaike information criterion

SC: Schwarz information criterion

HQ: Hannan-Quinn information criterion

De acordo com o resultado dos critérios de informação apresentados na Figura 9, o modelo mais parcimonioso é o que utiliza todas as variáveis *dummies* e constante, além de utilizar duas defasagens.

Para determinar o posto da matriz de cointegração foram realizados os testes Johansen do traço e do máximo autovalor no modelo escolhido. Os resultados podem ser visualizados nas figuras 10 e 11 abaixo:

Figura 10: Teste do traço de Johansen para o modelo selecionado

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.524903	203.4287	69.81889	0.0000
At most 1 *	0.403211	105.1895	47.85613	0.0000
At most 2 *	0.175207	37.05219	29.79707	0.0061
At most 3	0.080821	11.62599	15.49471	0.1758
At most 4	0.003794	0.501796	3.841465	0.4787

Trace test indicates 3 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Figura 11: Teste do máximo autovalor de Johansen para o modelo selecionado

Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.524903	98.23920	33.87687	0.0000
At most 1 *	0.403211	68.13729	27.58434	0.0000
At most 2 *	0.175207	25.42620	21.13162	0.0117
At most 3	0.080821	11.12419	14.26460	0.1481
At most 4	0.003794	0.501796	3.841465	0.4787

Max-eigenvalue test indicates 3 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

As Figuras 10 e 11 acima indicam rejeição da hipótese de que não existe vetor de cointegração entre as variáveis. Os testes afirmam que existe pelo menos uma relação de cointegração entre as variáveis relacionadas a ARF em um nível de significância de 0,05 sugerindo, portanto, que o modelo VEC fosse aplicado.

Dessa forma, o modelo VEC (1) para determinação de impactos em variáveis econômicas sobre a arrecadação do FGTS apresentou os seguintes resultados estimados, conforme Tabela 9:

Tabela 9: Estimação do Modelo VEC referente à variável Arrecadação do FGTS.

Variáveis	Coefficiente
ARF	1
PIB	<0,0001
TS	<0,0001
SMR	1,3143
EE	3,0912
C	0,2207

Com base na Tabela 9, as variáveis econômicas que possuem relação de longo prazo com a Arrecadação do FGTS são: Salário Médio Real e Estoque de Emprego. Segue abaixo a equação (25) representativa:

$$ARF = 3,0912EE + 1,3143SMR + 0,2207$$

As variáveis econômicas representadas na equação foram estatisticamente significativas pelo teste *t student*, ao nível de significância de 5%. Por outro lado, as estimativas PIB e TS não foram significativas dentro de um nível aceitável. Com relação a constante, espera-se que não haja influencia no modelo, segundo Quintanilha (2019). Observa-se pela equação que, no longo prazo, uma variação de 1% no salário médio real dos brasileiros corresponde a uma variação positiva de 0,01% no Valor da Arrecadação do FGTS, *ceteris paribus*. Um aumento de 1% Estoque de Empregos corresponde a uma variação positiva de 0,04% no Valor da Arrecadação do FGTS, *ceteris paribus*.

Assim como observado no estudo de Santos (2011), no que se refere ao SMR, o coeficiente obtido também mostrou-se estar alinhado com a literatura. A variável

apresenta sinal positivo, com lógica, pois um aumento no salário impacta positivamente a arrecadação. Isto porque a tendência é que, à medida que o tempo passe, o volume total arrecadado aumenta. O mesmo raciocínio vale para o EE, uma vez que o impacto do aumento do estoque de emprego influencia positivamente a ARF.

A partir dos resultados apresentados pelo modelo estimado, nota-se que uma variável constantemente citada como referencial de crescimento ou decréscimo da atividade produtiva do país, o PIB, mostrou-se como umas das que não influencia a arrecadação, conforme estudo de Santos (2011).

O modelo apresentou coeficiente de determinação $R^2 = 0,981$ e $R^2_{ajustado} = 0,976$, sugerindo que movimentos nas variáveis consideradas no modelo explicam em 97,6% as variações na Arrecadação do FGTS bruto Nacional.

A seguir buscou-se identificar a presença de autocorrelação, normalidade e homocedasticidade entre as variancias dos resíduos. Os resultados, apresentados na tabela 10, para significancia de 0,05, são apresentados abaixo.

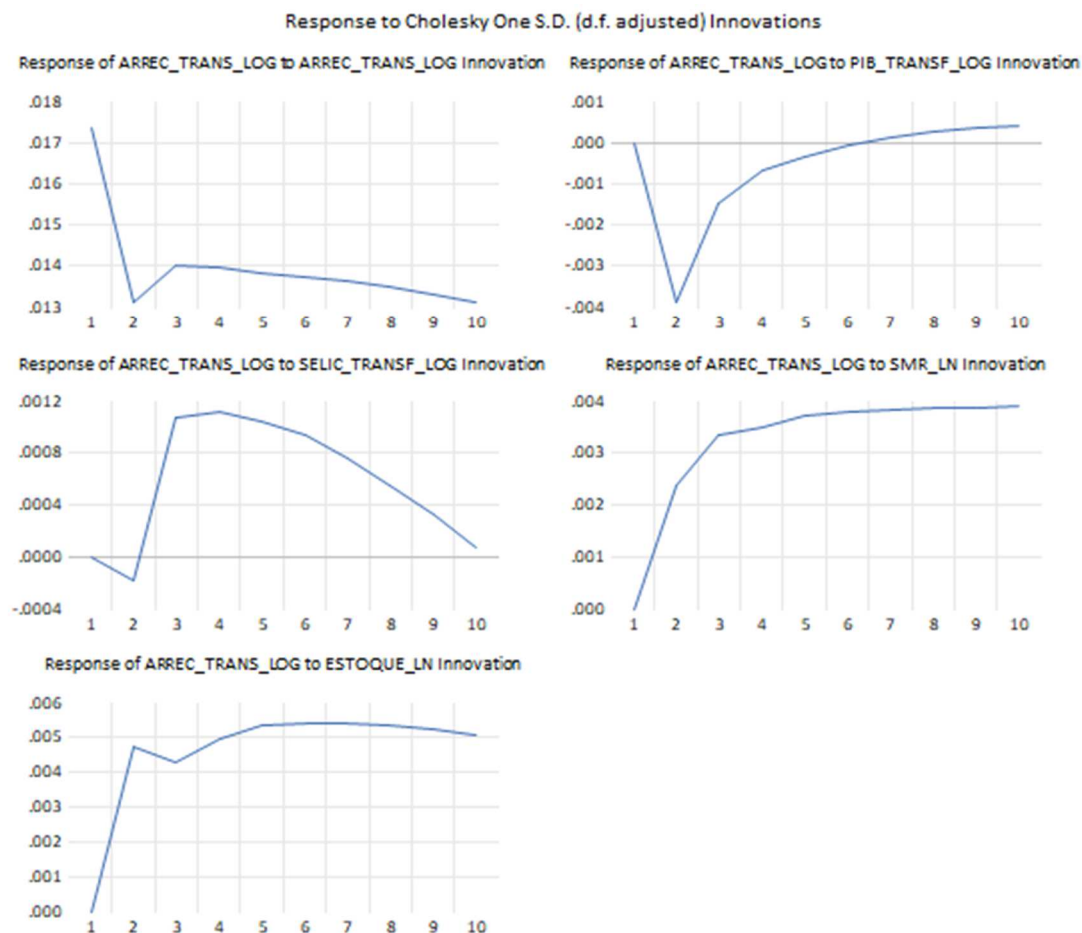
Tabela 10: Teste de qualidade do modelo VAR-VEC para arrecadação do FGTS.

Teste	Estatística de Teste	p-valor
Jarque-Bera	0,737	0,609
Ljung-Box Q	26,57	0,378
ARCH	140,92	0,075

Tais resultados indicam que os resíduos do modelo são normalmente distribuídos, uma vez que não é possível rejeitar a hipótese nula de que os dados são oriundos de uma população com distribuição normal; não apresentam autocorrelação, porque a hipótese de que não existe autocorrelação entre os resíduos não pode ser rejeitada; e não apresentam heterocedasticidade, uma vez que a hipótese da ausência do efeito ARCH não pode ser rejeitada.

Além disso, com a finalidade de examinar os impactos sofridos pela ARF, ao longo de 10 períodos, mediante um choque nas variáveis explicativas, utilizou-se da Função Impulso-Resposta (FIR). Os resultados estão expostos na Figura 12:

Figura 12: Função Impulso-Resposta na variável ARF com relação a choques de um desvio-padrão sobre seus determinantes.



Conforme figura 12, pode-se observar que a ARF tem uma reação diferenciada em relação as variáveis econômicas. Quando o choque de um desvio padrão é administrado sobre ela mesma, verifica-se um decrescimento até o segundo mês e logo em seguida uma tendência de crescimento que logo se estabiliza e se mantém. Na resposta da ARF aos impulsos dados pelas variáveis verifica-se mudança de trajetória de todas elas até o terceiro mês. Ou seja, houve uma reação rápida da ARF aos choques sofridos. Das quatro variáveis econômicas analisadas via FIR, observa-se que as respostas ao PIB e SELIC são negativas inicialmente, mas que mudam sua trajetória para crescimento logo após o segundo mês. A partir do sexto mês o PIB passa a experimentar estabilização e a SELIC tem nova reversão de cenário indo em direção a média no décimo mês. Para SMR e EE são constatados retornos positivos em um primeiro momento da variável a ser explicada sugerindo que há uma relação diretamente proporcional entres elas e a ARF. Nelas são verificadas tendencias semelhantes de estabilização a partir do quinto mês.

Observa-se que ARF responde com crescimento no primeiro momento a SMR e EE devido a um acréscimo no valor de recolhimento de FGTS, contudo logo entra em estabilização na medida em que empregadores, hipoteticamente, passam a buscar soluções alternativas a contratarem novos funcionários.

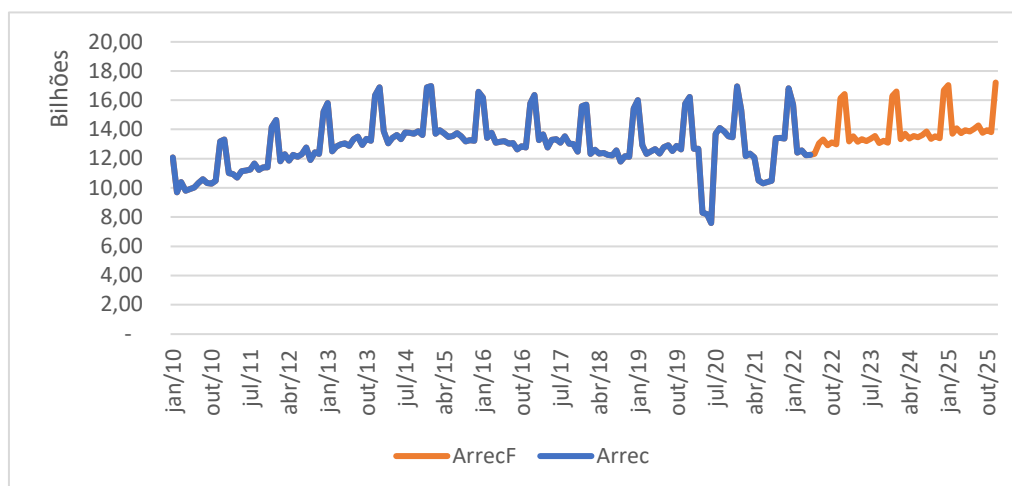
Para validação do modelo foi realizado o confronto dos dados observados entre janeiro de 2021 e junho de 2022 utilizando o VAR-VEC, conforme procedido no Box-Jenkins. Procedeu-se através dos seguintes indicadores: raiz do erro quadrático médio (RMSE), Erro Absoluto Médio (MAE) e Erro Absoluto Percentual médio (MAPE), cujos resultados são apresentados na tabela 11.

Tabela 11: Raiz do erro quadrático médio (RMSE), Erro Absoluto Médio (MAE) e Erro Absoluto Percentual médio (MAPE) para o modelo VAR-VEC.

Modelo	RMSE	MAE	MAPE
VAR-VEC Log	0,0851	0,0592	0,25%

A Figura 13 a seguir ilustra o comportamento do gráfico com os resultados da projeção pelo modelo VAR-VEC já com a série retornada aos seus valores originais.

Figura 13: Gráfico com a projeção da Arrecadação do FGTS para os próximos 48 meses segundo o modelo de previsão VAR-VEC.



6.3. Comparações dos resultados

Técnicas Utilizadas SARIMA x VAR-VEC

Na análise dos resultados, após os modelos terem sido aprovados nos testes conforme literatura de referência, foi constatado que o modelo VAR-VEC performou melhor que o SARIMA (1, 1, 3)(1, 1, 0)₁₂. Os períodos teste, que foram os mesmos em ambos os modelos (janeiro de 2021 até junho de 2022), retornaram com resultados que demonstram a melhor assertividade do VAR-VEC de autorregressão e correção de erro multivariado em relação ao modelo SARIMA (1, 1, 3)(1, 1, 0)₁₂ autorregressivo univariado.

Assim como pela métrica dos dados originais quanto pela transformação logarítmica o VAR-VEC apresentou os melhores resultados nos três indicadores de qualidade dos modelos. Ou seja, é reconhecida a maior precisão do modelo desafiante VAR-VEC se comparado com o modelo SARIMA (1, 1, 3)(1, 1, 0)₁₂. Como exemplo, o indicador MAPE, pela métrica logarítmica teve uma diferença de 0,45 pontos percentuais entre os modelos, segundo tabela abaixo:

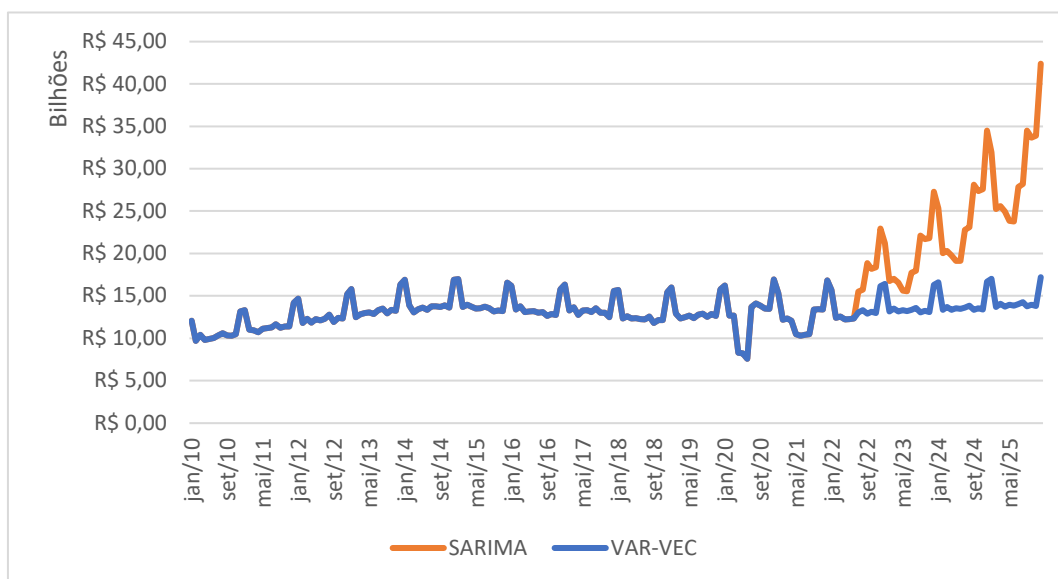
Tabela 12: Comparação entre os indicadores de qualidade dos modelos SARIMA e VAR-VEC:

Modelo	RMSE	MAE	MAPE
VAR-VEC	0,0851	0,0592	0,25%
SARIMA(1, 1, 3)(1, 1, 0)₁₂	0,2252	0,1592	0,7%

Muito embora os períodos de modelagem e os períodos de testes sejam os mesmos, verifica-se que o modelo multivariado que corrige os erros (VAR-VEC) interpretou com mais qualidade o período do COVID do que o modelo univariado de autorregressão. Ademais, como o objetivo do estudo foi projetar um prazo de 48 meses, o Box-Jenkins carregou os erros de projeção mês a mês. Por outro lado, o VAR-VEC tendo como elemento do modelo uma etapa de ajuste, através da dispersão dos erros no longo prazo, pôde acertar este ponto e ser mais preciso.

Abaixo segue a Figura 14 que compara a projeção estimada por cada modelo estudado:

Figura 14: Gráfico comparativo projeções SARIMA x VAR-VEC



7. CONCLUSÃO

Este trabalho buscou estimar com qualidade a projeção da Arrecadação Nacional do FGTS para os próximos 48 meses através dos modelos Box Jenkins (SARIMA) e VAR-VEC a fim de subsidiar o processo decisório de elaboração do planejamento financeiro e orçamentário do Fundo.

As etapas metodológicas de construção, validação, teste e escolha dos modelos foram cumpridas em ambos os métodos com aprovação nos testes estatísticos previstos nas teorias. Os resultados demonstraram que o modelo VAR-VEC apresentou melhor comportamento nos testes dos indicadores de qualidade de erro RSME, MAE e MAPE. Ressalta-se que dois fatores determinantes para o melhor resultado ser via método VAR-VEC podem ser: a correção de erros que é inerente ao modelo multivariado e o fato de o Box Jenkins carregar o erro de previsão ao longo do tempo.

O modelo Box Jenkins SARIMA apresentou uma previsão para os primeiros períodos próximas ao modelo desafiante VAR-VEC. Contudo, conforme os períodos de projeção vão aumentando o resultado do SARIMA tende a se distanciar bastante do projetado via VAR-VEC.

O modelo VAR-VEC apresentou relação significativa de longo prazo entre a Arrecadação Nacional do FGTS e as variáveis Estoque de Emprego e Salário Mínimo Real. Por outro lado, observou-se que a ARF não possui tal relação com as variáveis PIB e SELIC.

Deixa-se como sugestão para trabalhos futuros a análise de outras variáveis econômicas que possam ser incluídas no modelo considerando eventuais mudanças no perfil da relação de trabalho no país.

Por fim, vale destacar que os objetivos deste trabalho foram alcançados, uma vez que existiram modelos explicativos em ambos os métodos e que se pôde comparar e selecionar o mais factível a fim de subsidiar a tomada de decisão para o planejamento financeiro e orçamentário do FGTS.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLANCHARD, Oliver. Macroeconomia. 5ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

BUENO, R. D. L. S. Econometria de séries temporais. 2ª edição. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2011.

CAIADO, J. Cointegração e Causalidade entre as Taxas de Juro e a Inflação em Portugal. *Gestin*, 1, ano 1, nº 1, 107-118, 2002. Disponível em: <https://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/16213?locale=en> – Acesso novembro 2022.

CARVALHO, Carlos Eduardo; PINHEIRO, Maurício Mota Saboya. FGTS: avaliação das propostas de reforma e extinção. Rio de Janeiro: IPEA, 1999. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2779/1/td_0671.pdf - Acesso novembro 2022.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A; Administração de produção e de operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2013.

DORNBUSCH, Rudiger; FISCHER, Stanley. Macroeconomia. 5 ed. São Paulo: Makron, Mcgraw-Hill, 1991.

ENDERS, W. Applied econometric time series. New York: Wiley. 95p. 2004.

ENGLE, R. F.; GRANGER, C. W. Co-integration and error correction: representation, estimation and testing. *Econometrica*, v. 35. 1987.

FAVA, Vera Lúcia. Análise de séries de tempo; metodologia de Box-Jenkins para modelos univariados; testes de raízes unitárias e co-integração. In: VASCONCELOS, Marco Antônio S., ALVES, Denisard (editores). Manual de econometria: equipe de professores da USP. Vários autores. São Paulo: Atlas, 2000.

GARCIA, M. E; VASCONCELLOS, M. A. S. Fundamentos de Economia. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

GIAMBIAGI, F.; AFONSO, L. E. Previdência do Setor Público e INSS: a Fotografia e o Filme. TAFNER, P.; BOTELHO, C.; ERBISTI, R. (Orgs.) Reforma da Previdência: a visita da velha senhora. Brasília: Gestão Pública, 2015. 1.ed. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/280384421_Previdencia_do_setor_publico_e_INSS_a_fotografia_e_o_filme - Acesso novembro 2022.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D.C. Econometria Básica. Porto Alegre: Editora AMGH, 2011.

HEILBRONER, Robert; THUROW, Lester. Entenda a Economia. Editora Campus Elsevier. Rio de Janeiro. 2001.

HOFFMANN. Estatística para Economistas. 4ª ed. Cengage Learning, 2006.

JOHANSEN, S. & JUSELIUS, K. Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration with Applications to the Demand for Money. Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 52, 169-210, 1990.

MANKIW, N. G. Introdução à economia. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

MARGARIDO, M. A.; BUENO, C. R. F.; MARTINS, V. A.; CARNEVALLI, L. B. Análise dos efeitos de preços e câmbio sobre o preço do óleo de soja na cidade de São Paulo: uma aplicação do modelo VAR. Pesquisa & Debate, São Paulo, V. 15, n. 01. 2004.

MATOS, Orlando Carneiro. Econometria Basica: Teoria e Aplicações. 3ª edição. São Paulo: Editora Atlas, 2000.

MATTOS, L.B; LIMA, J. E. Demanda residencial de energia elétrica em Minas Gerais: 1970-2002. Belo Horizonte. Revista Nova Economia, 2005.

MATTOS, Rogerio S.: Apostila Modelos ARIMA. Março 2017. Disponível em https://www.ufjf.br/rogerio_mattos/files/2009/06/Modelos_ARIMA-2017.pdf - Acesso novembro 2022.

MAYORGA ... [et al.]. Análise de transmissão de preços do mercado atacadista de melão do Brasil. Revista de Economia e Sociologia Rural, Brasília, V. 45, n. 03. 2007.

Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-20032007000300006&script=sci_arttext - Acesso em mai. 2017.

MELO, B. S. V. Modelo de Previsão para Arrecadação Tributária. Brasília: ESAF, 97 p. Monografia vencedora em 1º lugar no VI Prêmio Tesouro Nacional – 2001. Orçamentos e Sistemas de Informação sobre a Administração Financeira Pública, Brasília (DF).

MORETTIN, P.A. Econometria Financeira: Um curso de séries Temporais Financeiras. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2006.

NUNES, Gerson S.; O USO DOS MÉTODOS ARIMA E VAR-VEC NO ESTUDO DA DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA NO RIO GRANDE DO SUL. UFRGS, 2019. Disponível em: <https://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/8908/g%C3%A9rson%20nunes.pdf?sequence=1&isAllowed=y> - Acesso novembro 2022.

PINHEIRO, Aurelio Ferreira; Modelos Univariados de Séries Temporais para previsões de curto prazo da Arrecadação Nacional do FGTS. Universidade Federal do Ceará - UFC, 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/5455> - Acesso novembro 2022.

QUINTANILHA, F. D. VARIÁVEIS ECONÔMICAS E SEUS EFEITOS SOBRE A ARRECADANÇA DO RGPS NO BRASIL: UMA APLICAÇÃO DO MODELO VEC PARA O PERÍODO DE 2002 A 2014. Revista Pesquisa e Debate v.31, 2019. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/4777/Dayanne-Quintanilha-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y> – Acesso novembro 2022.

SACKS, J., LARRAIN, F.; Macroeconomia: em uma economia global. São Paulo: MAKRON Books, 2000.

SANTOS, Elisandra. ANÁLISE DAS INTER-RELAÇÕES EMPÍRICAS ENTRE VARIÁVEIS MACROECONÔMICAS E TAXAS OCUPACIONAIS COM INDICADORES PREVIDENCIÁRIOS. Universidade Federal de Santa Maria, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/8226/SANTOS%2C%20ELISANDRA%20DOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y> – Acesso novembro 2022.

SERRANO, F.; SUMMA, R. Demanda Agregada e a desaceleração do crescimento econômico brasileiro de 2011 a 2014. Agosto-2015. Washington DC: CEPR (Center for Economic and Policy Research), 2015. Disponível em: <https://cepr.net/documents/publications/Brazil-2015-08-PORTUGUESE.pdf> - Acessado em novembro 2022.

SILVA, Vinícius Montenegro, 2016. Avaliação Do Método Dos Mínimos Quadrados No Ajuste De Um Modelo De Regressão Linear. In: Conferência Sul Em Modelagem Computacional, 7º ed., 2016, Rio Grande. Disponível em: <https://www.scienciaplena.org.br/sp/article/view/3689#:~:text=Este%20m%C3%A9todo%20consiste%20em%20minimizar,feito%20para%20diversos%20modelos%20lineares> – Acesso novembro 2022.

SOARES, Ilton G., CASTELAR, Ivan. Econometria Aplicada com o uso do Eviews. Fortaleza: UFC/CAEN, 2003. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/203409413/Econometria-Aplicada-Com-o-Use-Do-Eviews-Ivan-Castelar-1> - Acesso em novembro 2022.

TERRA, C. Finanças Internacionais: Macroeconomia aberta. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

VASCONCELLOS, M. A. S.; ALVES. Manual de Econometria: nível intermediário. 1ª ed. São Paulo: Atlas, 2000.

XAVIER, S. Macroeconomia e seus Indicadores. Conexão Global, 25 jun. 2007. Disponível em: <http://sxavier.wordpress.com/2007/06/25/macroeconomia-e-indicadores-macroeconomicos/> - Acesso em: setembro 2022.

WOOLDRIDGE, JEFFREY M.; Introdução a Econometria – uma abordagem moderna. 6ª edição. Editora Cengage Learning.

Links:

https://pt.wikipedia.org/wiki/Sal%C3%A1rio_m%C3%ADnimo – Acesso novembro 2022

<https://www.fgts.gov.br/Pages/default.aspx> - aceso novembro 2022

<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/medida-provisoria-n-927-de-22-de-marco-de-2020-249098775> - Acesso Novembro 2022

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18036consol.htm - Acesso novembro 2022

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/15107.htm#:~:text=LEI%20No%205.107%20C%20DE%2013%20DE%20SETEMBRO%20DE%201966.&text=Cria%20o%20Fund%20de%20Garantia,Art. – Acesso novembro 2022