

# **Uso da Metodologia de Combinação de Previsões para Projeções da Arrecadação de Receitas Brutas Primárias de Tributos Federais**

Sérgio Ricardo de Brito Gadelha

Alex Felipe Rodrigues Lima

Démerson André Polli

## **Resumo**

O objetivo deste estudo é analisar os ganhos de acurácia (precisão) ao aplicar a metodologia de combinação de previsão para prever a arrecadação de receitas brutas dos tributos federais (séries endógenas) administrados pela Secretaria da Receita Federal do Brasil (RFB). Os cenários de médio e longo prazo contendo dados de preço e de quantidade de variáveis macroeconômicas são provenientes da grade de parâmetros macroeconômicos produzida pela SPE, sendo essas variáveis consideradas séries exógenas. Os dados realizados (tributos e variáveis macroeconômicas) compreendem o período de janeiro de 2002 a junho de 2019. Já o horizonte de previsão (fora da amostra) a ser utilizado para as projeções de receitas

de tributos federais considera o cenário de médio prazo das mesmas variáveis macroeconômicas constantes na referida grade de parâmetros, mas compreendendo o período de julho de 2019 a dezembro de 2023. Como técnicas de previsão individual, utilizou-se as seguintes abordagens metodológicas: modelos ARIMAX, modelos TBATS, redes neurais e método STLTM. Por outro lado, para a combinação das previsões, considerou-se duas formas de combinação: combinação com pesos (média aritmética ponderada pela raiz quadrada do erro quadrático médio - REQM) e combinação sem pesos (média aritmética simples). O critério minimax é utilizado para selecionar os modelos que apresentam a menor REQM. Os resultados obtidos mostram que, dentre os 22 tributos analisados, o critério minimax selecionou 8 tributos segundo a combinação de modelos (com peso e sem peso) por meio da REQM. Em termos de implicações de política, o uso da metodologia de combinação de previsões no caso da arrecadação tributária, considerando-se o horizonte de médio e longo prazo, é uma estratégia empírica importante para a tomada de decisões dos gestores públicos e dos formuladores políticas.

## Sumário

<b>Introdução</b> .....	<b>6</b>
1.1 Contextualização do Tema.....	6
1.2 Problema de Pesquisa.....	9
1.3 Hipótese da Pesquisa.....	10
1.4 Objetivos Geral e Específicos.....	12
1.5 Delimitação do Escopo do Estudo.....	12
1.6 Justificativa do Tema.....	13
1.7 Organização do Estudo.....	14
<b>2. Fundamentação Teórica</b> .....	<b>15</b>
2.1 Estudos sobre Previsões da Arrecadação de Tributos Federais no Brasil.....	15
2.2 Estudos que Usam Combinação de Previsões.....	19
2.3 Contribuição à Literatura.....	22
<b>3. Metodologia</b> .....	<b>23</b>
3.1 Modelos ARIMAX ( <i>Autorregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables</i> ).....	25
3.2 Método ETS ( <i>Exponential Smoothing State Space Model</i> ).....	26
3.3 Método TBATS ( <i>Trigonometric, Box-Cox Transformation, ARMA erros, Trend and Seasonal components</i> ).....	27
3.4 Redes Neurais ( <i>Neural Network Time Series – NNETAR</i> ).....	27
3.5 STLM ( <i>Seasonal Decomposition of Time Series by LOESS</i> ).....	28
3.6 Combinação de Previsão.....	28
3.6.1 Combinação com Pesos: Média Aritmética Ponderada pela Raiz do Erro Quadrático Médio.....	29
3.6.2 Combinação sem Pesos: Média Aritmética Simples.....	30
3.7 Escolha dos Modelos: Critério Minimax.....	30
3.8 Testes de Raiz Unitária e Quebra Estrutural.....	31
<b>4. Descrição das Variáveis e Tratamento dos Dados</b> .....	<b>34</b>
4.1 Análise Econômico-Legal.....	36
4.2 Análise de Causalidade.....	39
4.3 Análise de Multicolinearidade.....	44
4.4 Análise de Estacionariedade.....	48
<b>5. Análise dos Resultados das Previsões</b> .....	<b>52</b>

<b>6. Considerações Finais e Implicações de Políticas .....</b>	<b>58</b>
<b>APÊNDICE – Tributos Federais.....</b>	<b>60</b>



## 1. Introdução

### 1.1 Contextualização do Tema

Com o advento da Lei nº 4.320/1964 e da Lei Complementar nº 101/2000 (Lei de Responsabilidade Fiscal - LRF), a obrigatoriedade de orçamentos fiscais equilibrados tem sido fundamental para o bom desempenho da gestão pública no uso eficiente dos recursos orçamentários escassos. Mas a fim de que se possa garantir o pleno funcionamento das funções do Estado, o poder público precisa arrecadar recursos para custear seu funcionamento. A realização de previsão de arrecadação de receitas públicas é importante para que se tenha uma adequada execução orçamentária do governo federal, uma vez que uma acurada estimativa de receitas públicas não apenas permite que se tenha um horizonte de previsibilidade de arrecadação de recursos para o atendimento das demandas da população brasileira, mas também que se respeite a restrição orçamentária intertemporal do governo federal. Assim, o equilíbrio fiscal caracterizado não apenas pelo controle dos gastos públicos, mas também pelo estímulo ao esforço arrecadatório, é primordial para que se tenha um crescimento econômico sustentável, equilibrado e inclusivo.

A LRF destaca essa importância em seu artigo 11 ao postular que *“constituem requisitos essenciais da responsabilidade na gestão fiscal a instituição, previsão e efetiva arrecadação de todos os tributos da competência constitucional do ente da Federação”*. Além disso, a LRF define que as projeções de receitas devem ser divulgadas por todos os entes da Federação por meio da Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e da Lei Orçamentária Anual (LOA), conforme estabelecido no § 1º do artigo 4º, assim como no inciso I do artigo 5º (BRASIL, 2000):

Art. 4º A lei de diretrizes orçamentárias atenderá o disposto no § 2º do art. 165 da Constituição e:

(...)

§ 1º Integrará o projeto de lei de diretrizes orçamentárias Anexo de Metas Fiscais, em que serão estabelecidas metas anuais, em valores correntes e constantes, relativas a receitas, despesas, resultados nominal e primário e montante da dívida pública, para o exercício a que se referirem e para os dois seguintes.

Art. 5º O projeto de lei orçamentária anual, elaborado de forma compatível com o plano plurianual, com a lei de diretrizes orçamentárias e com as normas desta Lei Complementar:

I - conterá, em anexo, demonstrativo da compatibilidade da programação dos orçamentos com os objetivos e metas constantes do documento de que trata o § 1º do art. 4º.

A importância da previsão de receitas públicas consta não apenas na legislação brasileira, mas também em documentos públicos. Por exemplo, o Manual de Procedimentos de Receitas Públicas elaborado pela Secretaria do Tesouro Nacional, em sua 4ª edição publicada em 2007 destacou que:

É notável a relevância da Receita Pública no processo orçamentário, cuja previsão dimensiona a capacidade governamental em fixar a Despesa Pública e, no momento da sua arrecadação, torna-se instrumento condicionante da execução orçamentária da despesa. (Manual de Procedimentos de Receitas Públicas do Tesouro Nacional, 2007, p.13).

Além disso, o referido Manual de Procedimentos de Receitas Públicas destacou que:

A projeção das receitas é fundamental na determinação das despesas, pois é a base para a fixação destas na Lei Orçamentária Anual, na execução do orçamento e para a determinação das necessidades de financiamento do Governo. Além disso, é primordial sua análise na concessão de créditos suplementares por excesso de arrecadação. (Manual de Procedimentos de Receitas Públicas do Tesouro Nacional, 2007, p.30).

Na estrutura da atual Secretaria Especial de Fazenda do Ministério da Economia, a Secretaria de Política Econômica (SPE) tem como objetivo formular projetos e propostas econômicas em consonância com a estratégia do governo federal de forma integrada com os diversos órgãos da administração pública federal. A SPE

avalia, também, os impactos macroeconômicos de diversas políticas públicas visando dar suporte ao processo de tomada de decisão na Secretaria Especial de Fazenda do Ministério da Economia. A Portaria nº 397<sup>1</sup>, de 6 de setembro de 2018, a qual aprova o Regimento Interno da SPE, informa em seu artigo 1º:

Art. 1º À Secretaria de Política Econômica compete:

III - elaborar cenários econômicos de curto, médio e longo prazos, em articulação com os demais órgãos envolvidos, com o objetivo de definir diretrizes de política econômica;

VI - efetuar projeções de variáveis macroeconômicas de interesse do Ministério e do Governo Federal, inclusive o conjunto de parâmetros macroeconômicos utilizado ao longo do processo orçamentário;

A estimativa de receita representa a capacidade de financiamento das políticas públicas em todas as áreas de governo e, desta forma, significa um dos fatores condicionantes para a definição do detalhamento da despesa anual de acordo com a perspectiva da gestão fiscal responsável na dimensão do equilíbrio das contas públicas (VIGNOLI; FUNCIA, 2014). Quando se elabora o orçamento público, a previsão de receitas constitui-se um fator determinante, pois é por meio dessa previsão que são fixadas as despesas do orçamento, assim como o montante de recursos que será destinado aos programas governamentais. Portanto, a previsão de receitas é a etapa que antecede a fixação do montante de despesas que irá constar nas peças orçamentárias<sup>2</sup>, além de ser base para se estimar as necessidades de financiamento do governo. Com base na previsão da arrecadação tributária federal, determina-se no projeto de lei orçamentária da União o volume total de despesas para o exercício seguinte, por exemplo.

Como o equilíbrio orçamentário é condição necessária para o atual processo de consolidação fiscal, a elaboração de projeções acuradas da arrecadação de

---

<sup>1</sup> Publicada em 11/09/2018 no Diário Oficial da União, Edição: 175, Seção: 1, Página: 812.

<sup>2</sup> Plano Plurianual (PPA), Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e Lei Orçamentária Anual (LOA)



receitas primárias federais é importante não apenas para fins de alocação e distribuição ótima dos gastos públicos, mas principalmente para o atual esforço de ajuste fiscal e estabilidade macroeconômica.

## 1.2 Problema de Pesquisa

Conforme informa-se no Manual de Procedimentos de Receitas Públicas do Tesouro Nacional:

A metodologia de projeção de receitas orçamentárias adotada pelo Governo Federal está baseada na série histórica de arrecadação das mesmas ao longo dos anos ou meses anteriores (base de cálculo), corrigida por parâmetros de preço (efeito preço), de quantidade (efeito quantidade) e de alguma mudança de aplicação de alíquota em sua base de cálculo (efeito legislação). (Brasil, 2007, p.30).

Atualmente, a realização de projeções de curto prazo da arrecadação tributária federal para fins de Orçamento da União está sob a responsabilidade da Secretaria da Receita Federal do Brasil (RFB), a qual utiliza uma metodologia de previsão denominada Método dos Indicadores (MELO, 2001; BRASIL, 2007). Em resumo, essa metodologia consiste na multiplicação dos valores de arrecadação de tributos recolhidos no período anterior (base) por índices de variação que buscam projetar os movimentos da economia para o período seguinte. Ou seja, a arrecadação prevista é igual à arrecadação do mesmo período do ano anterior multiplicada por índices que reflitam as variações de preço, de quantidade e da legislação no período. Basicamente, tratam-se de quatro índices: (i) índice de preço ( $P$ ): refere-se ao Efeito-Preço, que representa a variação inflacionária a que está sujeito o fato econômico gerador da arrecadação; (ii) índice de quantidade ( $Q$ ): refere-se ao Efeito-Quantidade, que representa a variação real desse fato gerador; (iii) índice de legislação ( $L$ ): refere-se ao Efeito-Legislação, que representa o efeito provocado na arrecadação por mudanças nas alíquotas e na legislação tributárias; (iv) outros índices ( $U$ ): refere-se

ao Efeito-Residual, que representa quaisquer outras influências na arrecadação tributária.

Todavia, é necessário que a SPE disponha de metodologia quantitativa para a elaboração de projeções oficiais de arrecadação de receitas primárias federais para o horizonte de médio e longo prazos, visando auxiliar os formuladores de políticas na elaboração das peças orçamentárias, além de outros relatórios fiscais<sup>3</sup>.

Dada a existência de diversas metodologias estatísticas e econométricas que podem ser utilizadas para a eficácia de previsões de receitas públicas, tem-se o seguinte problema de pesquisa: devido à incerteza associada à identificação do verdadeiro processo gerador de dados, no caso das previsões de receitas públicas, o formulador de políticas deveria basear sua tomada de decisão nos resultados de uma única metodologia de previsão, ou ele deveria considerar também a combinação dos resultados de diferentes metodologias de previsão?

### **1.3 Hipótese da Pesquisa**

A hipótese norteadora dessa pesquisa reside no fato de que a combinação dos resultados de diferentes modelos estatísticos e econométricos pode melhorar a acurácia das previsões oficiais das receitas primárias de tributos federais. Nota-se que usar a combinação de previsões em vez de uma previsão com base em um único modelo tem sido cada vez mais defendido por muitos pesquisadores e profissionais. De fato, o problema mais sério na seleção de modelos de previsão é escolher um único modelo que represente adequadamente toda a complexidade que caracteriza o

---

<sup>3</sup> Por exemplo, o Relatório de Avaliação de Receitas e Despesas Primárias, assim como o Relatório de Avaliação do Cumprimento das Metas Fiscais, ambos elaborados conjuntamente pela Secretaria de Orçamento Federal (SOF) e Secretaria do Tesouro Nacional (STN).

ambiente, o que afeta o comportamento da variável a ser prevista (PANTAZOPOULOS & PAPPIS, 1998).

Segundo destaca Armstrong (2001), a obtenção de uma previsão por meio da combinação de outras previsões realizadas com técnicas distintas pode melhorar a acurácia das previsões, assumindo-se que as metodologias individuais de previsão podem capturar características distintas de cada série temporal. Portanto, a combinação de previsões surge como uma alternativa metodológica com potencial amplamente reconhecido na literatura em relação ao uso de modelos individuais para realizar previsões (TIMMERMANN, 2006). Conforme destaca Hollauer, Issler e Notini (2008):

“Algumas razões sugerem que a combinação de modelos pode construir previsões de *performance* superior. Primeiro, a pura diversificação de previsões leva à diminuição do erro diversificável. A segunda razão diz respeito à robustez, na medida em que, não sendo particular a uma especificação, não padece também de suas deficiências, além de incluir mais variáveis e informações de especificação de outros modelos, na medida em que se pesam informações de modelos que incluem outras variáveis e seus *lags*. Ademais, a experiência mostra que modelos parcimoniosos combinados possuem desempenho preditivo superior, até porque a sobreparametrização dos modelos VAR deteriora o seu desempenho preditivo. Nesse sentido, a combinação pode ser usada para examinar um número maior de variáveis, sem que seja necessário sobreparametrizar algum VAR em específico” (HOLLAUER, ISSLER & NOTINI, 2008).

Por sua vez, a combinação dos resultados de previsões de diferentes modelos oferece uma maneira simples de se realizar previsões mais flexíveis para explicar os dados, considerando-se diferentes níveis de estacionariedade e presença de quebras estruturais. Conforme destaca Mendonça e Medrano (2016):

“Um bom modelo de previsão de arrecadação de tributos é de importância crítica para o governo. Existe uma série de preditores para a variável de interesse. Em vez de se concentrar na seleção do melhor modelo de previsão, Bates e Granger (1969) sugeriram combinar diferentes previsões. Para justificar tal procedimento, usam o fato de que combinar previsões a partir de diferentes modelos pode ser visto como uma forma de fazer a previsão mais robusta contra distintos erros de especificação” (MENDONÇA & MEDRANO, 2016).

Há várias desvantagens de se utilizar apenas um único modelo estatístico (econométrico) para fins de previsão. Primeiro, os modelos utilizados podem estar mal especificados em termos de forma funcional utilizada para modelar uma série temporal. Segundo, considera-se implausível que um modelo específico seja preferível quanto a outros modelos em todos os pontos do horizonte de previsão.

#### **1.4 Objetivos Geral e Específicos**

O objetivo geral deste estudo é analisar os ganhos de acurácia (precisão) ao aplicar a metodologia de combinação de previsão para prever a arrecadação de receitas de tributos federais. Como objetivos específicos, propõe-se estimar diferentes modelos estatísticos e econométricos de previsão, comparando-se a acurácia das previsões individuais e suas combinações. Tratam-se dos seguintes modelos a serem aqui utilizados: ARIMAX (*Autorregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables*), Redes Neurais - NNETAR (*Neural Network Time Series*), ETS (*Exponential Smoothing State Space Model*), BATS (*Exponential Smoothing State Space Model with Box-Cox Transformation, ARMA errors, Trend and Seasonal Components*), TBATS (*Trigonometric Seasonal, Box-Cox Transformation, ARMA residuals, Trend and Seasonality*) e STLM (*Seasonal Decomposition of Time Series by LOESS*).

#### **1.5 Delimitação do Escopo do Estudo**

Este estudo, por estar voltado à análise de previsões de arrecadação tributária, possui as seguintes delimitações. A primeira delimitação da pesquisa advém do fato que apenas as receitas administradas pela RFB serão o foco dos exercícios de previsões, não se considerando, portanto, as receitas não administradas pela RFB e

que são reportadas, por exemplo, no Resultado do Tesouro Nacional<sup>4</sup>. Os tributos federais administrados pela RFB são as variáveis mais importantes para fins de planejamento tributário. A segunda delimitação está relacionada ao fato de que nestas previsões consideram-se as receitas brutas, mas não as receitas líquidas. Apesar de sua fundamental importância nas peças orçamentárias, as receitas líquidas se encontram passíveis de ajustes contábeis por causa das restituições. Já as previsões de receitas brutas apresentam maior importância à RFB em termos do valor esperado do esforço arrecadatório, sendo também útil à STN e à SOF quanto ao planejamento fiscal de médio e longo prazo.

A terceira delimitação reside no fato de que se pretende fornecer aos formuladores de políticas uma metodologia robusta de previsões de arrecadação de tributos federais considerando-se o horizonte de médio e longo prazo, dado que as previsões oficiais de curto prazo são de responsabilidade da RFB. A quarta delimitação é de natureza temporal, pois as previsões de arrecadação de tributos federais a serem aqui tratadas irão considerar estritamente os cenários de variáveis macroeconômicas constantes na grade de parâmetros macroeconômicos da SPE.

## **1.6 Justificativa do Tema**

Para fins de formulação de políticas, o presente estudo é relevante em fornecer uma metodologia de projeções de receitas tributárias útil no planejamento fiscal e tributário de médio e longo prazos, servindo de insumo na elaboração das peças orçamentárias e demais relatórios fiscais produzidos por outras áreas do Ministério da Economia (por exemplo, Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, Secretaria de Orçamento Federal - SOF e Secretaria do Tesouro Nacional - STN). Logo, a previsão

---

<sup>4</sup> Disponível em: << <http://www.tesouro.fazenda.gov.br/resultado-do-tesouro-nacional> >>

orçamentária de receitas realizada por metodologias capazes de estimar corretamente os dados que podem proporcionar uma eficácia alocativa dos recursos públicos destinados à população, precisa ser planejada de forma adequada para que a estimativa não venha ocasionar uma deficiência no referido planejamento fiscal. Previsões aprimoradas de receitas públicas resultam em um orçamento público mais realista para a execução dos programas governamentais. Conforme argumenta Zonatto e Hein (2013, p. 103), *“uma previsão eficaz torna-se possível um planejamento adequado, que por consequência irá proporcionar uma maior transparência na aplicação dos recursos públicos”*.

### **1.7 Organização do Estudo**

Além desta seção introdutória, a estrutura desse estudo encontra-se organizada da seguinte forma. A segunda seção apresenta um referencial teórico sobre os estudos já realizados para o caso brasileiro, as combinações de previsão, assim como comenta-se a contribuição do presente estudo à literatura. Na terceira seção, descreve-se os modelos utilizados e o método da combinação para a efetivação do objetivo central deste estudo. Na quarta seção descreve-se as variáveis e o tratamento dos dados aqui utilizados. Na quinta seção encontram-se reportados e analisados os resultados obtidos referentes às previsões individuais e às combinações de previsões. Finalmente, na última seção encontram-se explicitadas as considerações finais a partir da interpretação dos resultados obtidos, bem como as implicações de políticas.

## 2. Fundamentação Teórica

O referencial teórico encontra-se dividido em três subseções. A primeira subseção trata de expor alguns estudos importantes voltados para a previsão da arrecadação de tributos federais no Brasil. Por sua vez, a segunda subseção destaca a literatura relacionada ao uso da combinação de previsão para projeções de variáveis macroeconômicas e fiscais. Por fim, a terceira subseção destaca a contribuição do presente estudo à literatura sobre o tema para o caso brasileiro.

### 2.1 Estudos sobre Previsões da Arrecadação de Tributos Federais no Brasil

Seguindo a formulação proposta por Melo (2001), o Método dos Indicadores, o qual é utilizado pela RFB como metodologia de projeção de receitas orçamentárias, pode ser representado da seguinte forma:

$$X_t = X_{t-1}(1 + \Delta P)(1 + \Delta Q)(1 + \Delta L)(1 + \Delta U) \quad (1)$$

Na equação (1) acima,  $P$  é índice de preço,  $Q$  é o índice de quantidade,  $L$  é o índice que representa alteração na legislação tributária, e  $U$  se refere a um índice residual que trata de todos os outros fatores que influenciam a arrecadação no período  $t$ . A previsão é feita em nível regional, excluindo-se eventuais arrecadações atípicas, e o rateio entre as unidades da RFB é efetuado com base na participação de cada unidade na arrecadação realizada no ano anterior, levando-se em consideração, ainda, eventuais alterações de jurisdição de grandes empresas. A soma das

previsões efetuadas por cada uma das regiões fiscais compõe a previsão nacional de arrecadação (CAMPOS, 2009, p. 13-14; BENELLI, 2013, p. 1).

Entretanto, nos últimos anos, pesquisas empíricas têm sido desenvolvidas visando o emprego de técnicas de econometria de séries temporais voltadas para a obtenção de resultados robustos de arrecadação tributária em termos de acurácia preditiva (MELO, 2001; SIQUEIRA, 2002; CAMPOS, 2009).

Melo (2001) utiliza duas metodologias de séries temporais univariadas a fim de se prever o recolhimento total do Imposto de Renda, para o ano de 2000, com base na série de julho de 1994 a dezembro de 1999. Um dos métodos adotados se refere ao Alisamento Exponencial de Holt-Winters Sazonal Aditivo, cujos resultados mostraram melhor desempenho que os resultados do Método dos Indicadores utilizado pela RFB. Em seguida, emprega-se a modelagem de Box-Jenkins e, na comparação com o Método dos Indicadores, reduziu o erro de previsão médio de 10% para 0,17%, para o período de janeiro a dezembro de 2000. Diante dos resultados obtidos, recomendou-se o aprimoramento das técnicas de estimação adotadas pela Receita, e ainda se sugeriu, de acordo com Granger e Newbold (1974), a combinação de métodos de previsão distintos a fim de melhorar a precisão das estimativas.

Por sua vez, Siqueira (2002) amplia para dez o rol dos tributos analisados por Melo (2001) - nove tributos federais mais o ICMS. Os dados utilizados para as estimações dos modelos abrangeram o período 1989 a 2000, sendo que o ano de 2001 foi usado como base de comparação dos resultados. Os resultados obtidos indicaram um melhor desempenho preditivo nos modelos ARIMA em oito das séries estudadas. Em duas delas, COFINS adicionada ao PIS e Outras Contribuições Sociais, o Método dos Indicadores obteve melhores resultados. Entre as justificativas da superioridade do método convencional da RFB em relação ao ARIMA nesses dois



últimos casos, destacou-se: (i) presença de quebras estruturais nas séries; (ii) alterações legais em variáveis significantes da arrecadação (alíquotas, bases de cálculo etc.); e (iii) deficiência dos métodos quantitativos em capturar informações importantes que possam alterar o padrão histórico das séries. Em vista dos resultados obtidos, Siqueira (2002) adotou uma postura mais cautelosa do que Melo (2001) em relação à superioridade de um modelo com relação a outro. Preferiu-se a análise do problema caso a caso, onde as características relevantes de cada série histórica possam ser identificadas, permitindo a aplicação do método mais adequado.

Campos (2009) oferece também métodos alternativos de previsão da arrecadação tributária federal, baseados em metodologias de séries temporais, inclusive com a utilização de variáveis explicativas, que reflitam a influência do cenário macroeconômico na arrecadação tributária, com o intuito de melhorar a acurácia da previsão dessa arrecadação. Foram utilizados sete métodos alternativos ao Método dos Indicadores: dois métodos univariados ou ateóricos (modelagem Box-Jenkins – ARIMA e modelos dinâmicos univariados), e cinco métodos multivariados: função de transferência, modelos vetoriais autorregressivos (VAR), modelos VAR com mecanismo de correção de erros (VEC), equações simultâneas e modelos estruturais. O estudo abrange apenas o Estado de São Paulo no período de 2000 a 2006, mas com avaliação da previsão em 2007, e se limita à análise de três séries mensais de arrecadação, as quais são relativas ao Imposto de Importação, Imposto de Renda das Pessoas Jurídicas (Demais Obrigadas a Apuração do Lucro Real) e Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS). Para medir a acurácia da previsão, selecionou-se o critério da raiz quadrada do erro quadrático médio de previsão (REQM). Os resultados obtidos das previsões são comparados entre si, com a modelagem ARIMA e o com Método dos Indicadores usado pela RFB para previsão

anual da arrecadação tributária, por meio do REQM. Os modelos com melhor desempenho para as previsões mensais referentes às séries citadas foram, respectivamente: modelo VEC, modelo dinâmico univariado e de equações simultâneas. Ressalta-se que todos os métodos empíricos apresentaram uma melhora significativa de previsão, com REQM em média 42% inferior ao erro cometido pelo Método dos Indicadores, e 35% inferior em relação à modelagem ARIMA. O autor conclui que a utilização de metodologias de séries temporais para a previsão da arrecadação de receitas federais se mostrou uma alternativa viável ao Método dos Indicadores, contribuindo para previsões mais precisas, tornando-se ferramenta segura de apoio para a tomada de decisões dos gestores.

Por sua vez, Mendonça, Sachsida e Medrano (2013) utilizaram um modelo linear dinâmico bayesiano como parâmetros variáveis visando modelar séries individuais para uma amostra de tributos correspondente a 80% da carga tributária bruta brasileira. Os autores argumentaram que a aplicação dessa metodologia específica tinha como justificativa as alterações sucessivas ocorridas no sistema tributário nacional estariam associadas a mudanças recorrentes também nas elasticidades relevantes, de modo a tornar contra-indicado o uso de especificações com parâmetros fixos. Por sua vez, ao modelar o componente sazonal da série de carta tributária bruta brasileira endogenamente, tal procedimento permitiu obter estimativas significativamente mais ajustadas aos dados, assim como projeções mais confiáveis. Utilizando dados amostrais compreendendo o período de abril de 2009 a março de 2010, os resultados obtidos indicaram que os valores observados para a previsão condicional fora da amostra ficaram dentro do intervalo de confiança, sendo que o erro de previsão não se situou acima de 10% nos seis primeiros meses. Por

outro lado, os valores das elasticidades na maioria dos casos ficaram abaixo da unidade.

## **2.2 Estudos que Usam Combinação de Previsões**

A metodologia de combinação de previsões encontra-se fundamentada e consagrada na literatura internacional, sendo amplamente utilizadas por pesquisadores e profissionais (GHYSELS, SWANSON & WATSON, 2001; ASHLEY, GRANGER & SCHMALENSEE, 1980; GRANGER & RAMANATHAN, 1984). Em seu estudo seminal, Bates e Granger (1969) sistematizaram o método de variância mínima para combinar os resultados dos modelos de previsão mais eficientes, visando agregar características mais importantes de cada um dos modelos utilizados no exercício de previsão. Clemen (1989), por sua vez, apresentou uma extensa pesquisa bibliográfica sobre o uso de combinação de previsões, considerando-se 209 artigos, e concluiu que, independentemente da maneira como a combinação de previsão será realizada, seu resultado traz um aumento da acurácia (precisão) em comparação às previsões individuais.

No caso brasileiro, importantes estudos se destacam quanto ao uso de combinação de previsões. Por exemplo, Hollauer, Issler e Notini (2008) propuseram e avaliaram diferentes modelos econométricos de previsão para o PIB da indústria dentro da classe de modelos vetoriais autorregressivos (VAR) em frequência trimestral, considerando-se a existência de restrições de longo prazo advindas da co-integração dentre as variáveis utilizadas, bem como a combinação de modelos, visando a previsão do PIB industrial. As restrições de cointegração se referem ao fato de poderem existir séries econômicas que tenham raiz unitária no seu polinômio autorregressivo mas que, ao serem combinadas linearmente, eliminem essa raiz

unitária da combinação linear. O poder preditivo dos diferentes modelos VAR envolvendo essas variáveis foi avaliado a partir do uso de diferentes funções de perda (isto é, função dos erros de previsão fora da amostra) que são minimizadas. Adicionalmente, considerou-se a combinação das previsões de diferentes modelos, segundo a literatura de combinação de previsões iniciada por Bates e Granger (1969). Utilizando dados de PIB industrial, taxa de juros, inflação e previsão dos dados da industrial, abrangendo o segundo trimestre de 1984 até o primeiro trimestre de 2004, os resultados obtidos indicaram que a combinação dos diferentes modelos de previsão, seja por média aritmética simples ou média ponderada, de modo geral, apresentaram os melhores modelos de previsão para fora da amostra.

No que se refere às previsões de arrecadação tributária, Dias e Issler (2008) aplicaram a metodologia da combinação de previsões utilizando-se modelos ARIMAX, no intuito de prever receitas líquidas (administradas e não administradas pela Secretaria de Receita Federal) e despesas constantes no Relatório do Tesouro Nacional. Argumentou-se que essa metodologia de mistura de previsões teria *performance* bastante superior ao uso de modelos econométricos isolados. Entretanto, optou-se por três formas de se misturar previsões: (i) ponderação através do Erro Quadrático Médio, correção de viés e média aritmética simples. Para a estimação econométrica, a amostra considerada continha dados realizados de tributos e de variáveis da grade de parâmetros macroeconômicos da SPE compreendendo o período de janeiro de 1997 a julho de 2008. O horizonte de previsão compreendeu o período de agosto de 2008 a dezembro de 2001, utilizando os cenários das variáveis macroeconômicas constantes na referida grade de parâmetros para esse horizonte.

Dias e Ichikava (2011) utilizaram a metodologia de combinação de previsões para analisar a relação entre risco de crédito e *spread* cobrado em títulos da dívida

privada. Notou-se que a importância de realizar combinações aumenta com o tamanho do horizonte de previsão fora da amostra. Ou seja, quanto maior é o horizonte de previsão, maior é o erro de um modelo individual e melhor o desempenho relativo da combinação de previsões dos modelos.

Benelli (2013) utiliza os modelos ARIMA, VAR/VEC e combinação de previsões para realizar projeções da arrecadação federal, adotando-se as previsões Método dos Indicadores utilizado pela RFB como *benchmark*. Considerou-se a inclusão, nos sistemas VAR/VEC, de duas variáveis antecedentes do PIB: Selic, para um semestre à frente, e IBrX-100, para um trimestre à frente. Além da própria série de arrecadação federal, também foram modeladas cinco agregações de tributos, classificados de acordo com a base de incidência. A soma das previsões para cada uma dessas agregações originou uma nova fonte de previsão para o recolhimento total. Ademais, foram estimadas as funções impulso-resposta de cada grupo de incidência, a fim de avaliar a reação do volume de arrecadação a um choque na atividade econômica. As previsões foram efetuadas para 2010, e avaliadas segundo o critério REQM. Os resultados encontrados apontaram a modelagem VAR/VEC como a mais eficiente, em termos de acurácia preditiva, para a maioria dos grupos, incluídos os Tributos sobre a Renda, Tributos sobre a Folha de Salários (arrecadação previdenciária), Tributos sobre Transações Financeiras, Outros Tributos e Total das Receitas. Já para os Tributos sobre Bens e Serviços, a combinação das metodologias ARIMA e VAR/VEC mostrou os menores erros de previsão. Enfim, para o Total das Receitas, a modelagem multivariada gerou uma redução de 44% na REQM e de 89% no erro de previsão anual, em relação à modelagem oficial.

Posteriormente, Mendonça e Medrano (2016) utilizou a combinação de previsões para prever a arrecadação tributária no Brasil. Combinou-se as previsões

obtidas a partir de três modelos: modelo fatorial dinâmico (MFD), modelo sazonal autorregressivo integrado com média móvel (*seasonal autoregressive integrated moving average* – SARIMA) e modelo de suavização de Holt-Winters, sendo que os critérios de combinação adotados foram método de combinação ótima, performance, regressão simples, média simples e mediana. Trabalhou-se com dados mensais para um total de nove tributos federais, para o período de janeiro de 2001 a dezembro de 2013, enquanto que a previsão para o ano de 2014 foi feita fora da amostra. De acordo com os resultados obtidos, pode-se observar que a combinação de previsões alcançou, na maior parte dos casos, resultado superior em comparação com as previsões obtidas por meio de modelos tomados individualmente.

### **2.3 Contribuição à Literatura**

Para fins acadêmicos, a contribuição desse estudo reside no fato de aplicar a metodologia de combinações de previsões em cada uma das séries de receitas brutas primárias federais. Na literatura brasileira, importantes contribuições já foram feitas utilizando-se a combinação de previsões voltadas às projeções da arrecadação de tributos federais. Em especial, o estudo de Dias e Issler (2008) foi pioneiro ao propor a realização de projeções de receitas federais líquidas constantes no Relatório do Tesouro Nacional a partir do uso da combinação do resultado de projeções geradas por modelos da classe ARIMAX, mas utilizando-se como entradas exógenas as variáveis macroeconômicas constantes na grade de parâmetros da SPE. O presente estudo pretende dar prosseguimento à agenda de pesquisa iniciada por Dias e Issler (2008) sobre previsões de receitas federais com o uso das informações da grade de parâmetros da SPE, mas desta vez ampliando a combinação de previsões obtidas a

partir de resultados de modelos com distintas metodologias de previsão, conforme inspiração em Mendonça e Medrano (2016).

### 3. Metodologia

Dado que a realização de previsões se trata de um processo que envolve incertezas, existem diferentes metodologias disponíveis para a sua realização, as quais variam segundo a acurácia (isto é, exatidão), o objetivo, o horizonte de tempo e os custos (ABRAHAM & LEDOLTER, 2005; MAKRIDAKIS, WHEELWRIGHT & HYNDMAN, 1998). Considere uma situação onde existe um número  $M$  ( $M > 2$ ) de modelos de previsão plausíveis para a modelagem de um processo estocástico  $\{y_t\}$ . É importante que se escolha uma maneira, de acordo com critérios estatísticos e econométricos robustos, para a realização de previsões. Existem, pelo menos, duas abordagens para se determinar uma metodologia preditiva.

Na primeira abordagem, escolhe-se um modelo individual a partir de um conjunto de metodologias plausíveis,  $M = \{M_1, \dots, M_k\}$ , baseado em algum critério de seleção, e o utiliza para a previsão. Aqui, os métodos mais empregados para se medir a acurácia da previsão são os seguintes: desvio médio absoluto (DMA), erro quadrático médio (EQM) e o erro percentual absoluto médio (EPAM). Todos esses métodos utilizam os resíduos (ou erros) em seus cálculos ( $e_t$ ), definido como sendo a diferença entre a previsão do modelo  $i$  para o período  $t$  ( $f_{i,t}$ ) e o valor factual (real) da série ( $y_t$ ) para o período  $t$ :

$$e_t = f_{i,t} - y_t \quad (2)$$

Na segunda abordagem, combina-se as previsões provenientes das metodologias individuais de um conjunto  $M$ , e utiliza-se a previsão combinada. No presente estudo escolhe-se essa segunda abordagem metodológica, sendo inspirada no problema de que os formuladores de políticas possuem múltiplos resultados de projeções para as mesmas variáveis de receitas primárias federais.

De acordo com Timmermann (2006), mediante diversas projeções em que cada uma tende a demonstrar diferenças quanto a informações inseridas ou método de estimação, o formulador de políticas deveria selecionar a “melhor” previsão, ou então prever o futuro por meio da combinação de múltiplas previsões? Diante desse fato, argumenta-se que selecionar a previsão de um único modelo possui a vantagem de que o modelo utilizado será àquele que demonstrou menor erro de previsão. Entretanto, combinar as previsões possibilita utilizar o “melhor” que cada modelo pode oferecer, minimizando os erros de previsão.

No período  $T$ , considere a necessidade dos formuladores de políticas em prever o valor que determinada variável de interesse  $Y$  irá tomar no período  $T + h$ . Existem um determinado número  $M$  de modelos de previsões disponíveis. Então, como se deve combinar os resultados desses  $M$  modelos de previsão em uma previsão ótima? Existe alguma vantagem em combinar resultados de previsões ao invés de apenas selecionar e usar o resultado do melhor modelo dentre os modelos  $M$  disponíveis?

Considere as seguintes informações:  $y_t$  é o valor de  $Y$  no tempo  $t$ ;  $x_{t,h,i}$  é uma previsão pontual não viesada de  $y_{t+h}$  realizada no tempo  $t$ ;  $h$  é o horizonte de previsão;  $i = 1, \dots, M$  identifica as previsões disponíveis, sendo  $M$  o número total de modelos de previsões;  $e_{t+h,i} = y_{t+h} - x_{t,h,i}$  é o erro de previsão;  $\sigma_{t+h,i}^2 = \text{var}(e_{t+h,i}^2)$  é o inverso da precisão; a covariância é dada por  $\sigma_{t+h,i,j} = \text{cov}(e_{t+h,i}, e_{t+h,j})$ ;  $w_{t,h,i} =$



$[w_{t,h,1}, \dots, w_{t,h,M}]'$  é um vetor de pesos;  $L(e_{t,h})$  é a perda relacionada ao erro de previsão;  $E[L(e_{t,h})]$  é o risco associado a uma previsão.

A previsão combinada ( $\hat{y}_{T+h}$ ) é uma média ponderada dos resultados de  $M$  modelos de previsão:

$$\hat{y}_{T+h} = \sum_{i=1}^M w_{T,h,i} x_{T,h,i} \quad (3)$$

O problema de combinação de previsão define-se da seguinte forma: escolhe-se os pesos  $w_{T,h,i}$  para minimizar  $E[L(e_{T+h}^c)]$  sujeito a  $\sum_{i=1}^M w_{T,h,i} = 1$ . O termo  $E[L(e_{T+h}^c)]$  se trata da esperança matemática relacionada ao erro da previsão por combinação de modelos.

Em modelos econométricos, é comum o caso em que uma variável econômica não é somente explicada por sua série temporal, mas também por variáveis explicativas (regressores), consideradas exógenas. A seguir, serão descritos de maneira breve os modelos estatísticos e econométricos utilizados para as previsões das receitas primárias federais e, conseqüentemente, para a combinação de previsões, mas que consideram o uso de regressores nessas previsões.

### **3.1 Modelos ARIMAX (Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables)**

Tratam-se de Modelo Autorregressivo Integrado de Médias Móveis com Entradas Externas (ARIMAX) de ordem  $(p, d, q, r)$ , em que:  $p$  é o grau do processo autorregressivo (saída),  $d$  é o número de diferenças necessárias para tornar o processo estacionário,  $q$  é o grau do processo média móvel, e  $r$  é o grau referente a

entrada exógena (BOX & TIAO, 1975). Uma maneira simples de representar matematicamente esse modelo está descrito na equação 2 a seguir:

$$y_t = \alpha + \sum_{i=1}^p \beta_i y_{t-i} + \sum_{i=1}^r \gamma_i x_i + \sum_{i=1}^q (\theta_i \varepsilon_{t-i}) + \varepsilon_t \quad (4)$$

em que  $y_t$  é a variável dependente no tempo  $t$  e que se pretende projetar;  $\alpha$  é uma constante;  $y_{t-i}$  é a variável dependente defasada por  $i$  intervalos de tempo;  $\beta_i$  é o coeficiente de  $y_{t-i}$ ;  $p$  é o número máximo de intervalos de tempo;  $x_j$  representa as variáveis exógenas;  $\gamma_j$  representa os coeficientes das variáveis exógenas;  $r$  é o número máximo de variáveis exógenas;  $\theta_j$  é o coeficiente do termo  $\varepsilon_{t-j}$ , que por sua vez representa o erro no tempo  $t$  defasado em  $j$ ; e  $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$  é o termo de erro do modelo.

### 3.2 Método ETS (*Exponential Smoothing State Space Model*)

Modelos de espaço de estados se trata de uma classe de modelos na qual a série é explicada por uma regressão de variáveis latentes. As variáveis latentes são explicadas por efeitos de tendência e sazonalidade. O modelo ETS é descrito por 4 equações: (i) Regressão da série para as variáveis latentes; (ii) Nível da série explicada por tendência e/ou sazonalidade; (iii) Tendência da série modelada como um dos seguintes modelos: N – nenhum (ausente), A – aditivo, M – multiplicativo ou D – amortecido (efeitos decrescentes no tempo); (iv) Sazonalidade da série modelada como um dos seguintes modelos: N – nenhum (ausente), A – aditivo, M – multiplicativo ou D – amortecido (efeitos decrescentes no tempo).

### **3.3 Método TBATS (*Trigonometric, Box-Cox Transformation, ARMA erros, Trend and Seasonal components*)**

Trata-se de um método de previsão e decomposição de séries temporais proposto por De Livera, Hyndman e Snyder (2011) para lidar com dados que apresentam padrões sazonais complexos. Esse método, que se apresenta como uma extensão do modelo BATS<sup>5</sup> explorado em estudos como Proietti (2000) e Harvey (1990), é formulado de forma similar aos métodos de amortecimento exponencial no contexto de espaço de estados (HYNDMAN, AKRAM & ARCHIBALD, 2008; HYNDMAN, KOEHLER, ORD & SNYDER, 2008), mas incorpora uma transformação do tipo Box-Cox para lidar com não linearidades e heterocedasticidade, um filtro do tipo ARMA para os resíduos, além dos padrões de sazonalidade serem tratados a partir de funções trigonométricas como séries de Fourier.

### **3.4 Redes Neurais (*Neural Network Time Series – NNETAR*)**

Nos modelos de redes neurais uma entrada é decomposta em diferentes componentes através da aplicação em cadeia de filtros chamados neurônios. O resultado é um sistema automatizado que ajusta o padrão de comportamento da série com base em tais neurônios. O ajuste da rede neural, ao contrário dos modelos anteriores, não fornece relações de efeito entre tendência, sazonalidade e covariáveis, mas é um excelente processo de previsão (RIPLEY, 1996; VENABLES & RIPLEY, 2002).

---

<sup>5</sup> Modelos BATS se refere aos modelos que possuem as seguintes características: (i) a série sofre uma transformação de Box-Cox (para normalizar os resíduos); (ii) a série transformada é modelada com componentes de resíduo e sazonal; (iii) o componente sazonal é definido como uma combinação de funções trigonométricas (senos e cossenos); (iv) o resíduo é descrito por um modelo ARMA.

### 3.5 STLM (*Seasonal Decomposition of Time Series by LOESS*)

LOESS (*locally-weighted scatterplot smoothing*) é uma técnica estatística usada para descrever uma série temporal com sazonalidade da seguinte forma (CLEVELAND, R. B.; CLEVELAND, W. S.; MCRAE, J. E.; TERPENNING, I.; 1990): (i) Uma regressão é ajustada para um recorte da série. A combinação do recorte e dos valores previstos na regressão forma uma janela (retângulo); (ii) A regressão é ponderada para que o ponto mais próximo do centro da janela tenha peso máximo na estimação da regressão; (iii) O peso dos pontos mais distantes (do centro) são diminuídos e a regressão é ajustada novamente; (iv) O ponto ao centro da janela (na regressão reajustada) é tomado como um ponto da série suavizada; (v) O recorte (a janela) é corrido ao longo da série, de modo que ao final do processo obtém-se uma série suavizada.

O modelo STLM ajusta a série temporal (usando um modelo ARIMA usual) na série decomposta pelo processo LOESS.

### 3.6 Combinação de Previsão

A literatura tem indicado que a mistura de previsões tem desempenho superior ao uso de resultados de modelos econométricos isolados. A premissa básica é criar uma nova previsão com base na combinação dos resultados de diferentes modelos de previsão, sendo que para cada um desses modelos é dado certo peso. Assim, o estudo se concentra em grande parte na forma pela qual esses pesos serão determinados.

Como há várias formas de se misturar previsões, no presente estudo optou-se pelas seguintes formas na escolha dos modelos combinados (também conhecidos por

modelos híbridos): média aritmética ponderada pela raiz quadrada do erro quadrático médio (REQM) e média aritmética simples.

### 3.6.1 Combinação com Pesos: Média Aritmética Ponderada pela Raiz do Erro Quadrático Médio

Na estimação de modelos, separa-se o período amostral em duas parcelas: parcela inicial ( $T_1$ ), que é utilizada para a estimação econométrica; parcela final ( $T_2$ ), não utilizada para a referida estimação. Contudo, no presente estudo considera-se uma janela que se move a cada intervalo ( $l$ ) de 12 períodos de tempo sempre que se realiza as previsões:  $I = (T_1; T_2)$ . A cada previsão, calcula-se o seguinte erro quadrático médio do modelo  $i$  definido na equação (2):

$$EQM = \frac{\sum_{t=T_1+1}^{T_2} (e_t)^2}{T_2 - T_1} \quad (5)$$

Em seguida, obtém-se a raiz quadrada do erro quadrático médio ( $REQM_i = \sqrt{EQM}$ ). Com este valor, constrói-se os pesos  $\omega_i$  que irão ponderar as previsões:

$$\omega_i = \frac{\frac{1}{REQM_i}}{\sum_{i=1}^M \left( \frac{1}{REQM_i} \right)} \quad (6)$$

em que  $M$  é o número de modelos considerados. Observa-se que  $\sum_{i=1}^M \omega_i = 1$ , e que o uso de  $\omega_i$  estabelece uma função de perda, onde os modelos com maior  $EQM$  são penalizados por meio de uma menor contribuição na previsão da série temporal. A previsão no período  $t$  é dada por:

$$f_t = \sum_{i=1}^M \omega_i \cdot f_{i,t} \quad (7)$$

### 3.6.2 Combinação sem Pesos: Média Aritmética Simples

Esta forma de ponderação não penaliza os modelos, de modo que todos os modelos têm o mesmo peso na previsão final:

$$f_t = \frac{\sum_{i=1}^M f_{i,t}}{M} \quad (8)$$

### 3.7 Escolha dos Modelos: Critério Minimax

Na estimação de qualquer modelo estatístico há uma perda ou um erro inerente ao processo de estimação e à presença de aleatoriedade nos dados. Desta forma, a escolha de um modelo dentro de um rol de modelos pode ocorrer por critérios que minimizam o erro ou a perda imposta por tal processo. O chamado critério minimax visa escolher o modelo que minimiza o erro máximo, ou seja, tal critério avalia o pior cenário possível (erro máximo) para cada modelo sob avaliação e escolhe aquele modelo com o menor destes máximos de erro. É como se o pesquisador tivesse que escolher entre diversos cenários distintos, todos eles causando um prejuízo, e optasse por aquele cujo prejuízo é o menor. Por tal processo ocorre uma proteção para o pior cenário, embora nem sempre a escolha seja ótima – há uma segurança de que o pior caso esteja controlado, mas não há qualquer controle sobre a qualidade nas situações em que o cenário não é o pior caso.

Para a obtenção dos erros de estimação para cada modelo, estima-se o último mês e compara-se com o observado, a seguir estima-se os últimos dois meses e compara-se com o observado, sucessivamente até estimar uma janela de 12 meses. Com isto obtém-se para cada modelo uma sequência de 12 erros de previsão.

No presente estudo, o critério minimax é utilizado para selecionar os modelos que apresentam a menor  $REQM_i$ . Informações sobre esse critério podem ser encontrados em Ragsdale (2004).

### 3.8 Testes de Raiz Unitária e Quebra Estrutural

Em seguida, realiza-se uma rigorosa análise de estacionariedade nos tributos, uma vez que a estacionariedade é um requisito imprescindível para estimações econométricas envolvendo séries temporais. Estimativas de variáveis provenientes de uma série temporal não estacionária apresentam problemas de viés e de eficiência nos estimadores. No presente estudo, utilizou-se quatro testes de raízes unitárias, em que dois desses testes considera a presença de quebras estruturais.

Os testes modificados de Dickey-Fuller ( $ADF^{GLS}$ ) e de Phillips-Perron ( $\bar{M}^{LS}$ ),  $\alpha$  propostos por Elliot, Rottemberg e Stock (1996) e Ng e Perron (2001) são aplicados com a finalidade de verificar a estacionariedade das séries de tempo. Esses testes superam os problemas de baixo poder estatístico e distorções de tamanho dos testes tradicionais de Dickey e Fuller (1979, 1981), Said e Dickey (1984) e de Phillips e Perron (1988). As modificações no teste padrão de raiz unitária de Dickey e Fuller (1979, 1981) e de Said e Dickey (1984) fundamentam-se em dois aspectos centrais: a extração de tendência em séries de tempo usando mínimos quadrados ordinários (OLS) é ineficiente e a importância de uma seleção apropriada para a ordem de

defasagem do termo aumentado, de modo a obter uma melhor aproximação para o verdadeiro processo gerador de dados.

No primeiro caso, Elliot, Rottemberg e Stock (1996) propõem usar mínimos quadrados generalizados (GLS) a fim de extrair a tendência estocástica da série. Emprega-se o procedimento padrão para estimar a estatística  $ADF^{GLS}$  como sendo a estatística  $t$  para testar a hipótese nula de presença de raiz unitária contra a hipótese alternativa de que a série é estacionária. Com relação ao segundo aspecto, Ng e Perron (2001) demonstram que os critérios de informação de Akaike (AIC) e de Schwarz (SIC) tendem a selecionar baixos valores para a defasagem, quando se tem uma grande raiz negativa (próximo a -1) no polinômio de médias móveis da série. Isso gera distorções e motivou o desenvolvimento do critério modificado de informação de Akaike (MAIC) para a seleção da defasagem autorregressiva, de modo a minimizar as distorções provocadas por seleção inadequada de defasagens.

Ng e Perron (2001) propõem que as mesmas modificações sejam aplicadas também ao teste tradicional de Phillips e Perron (1988), originando o teste  $\bar{M}^{GLS}$ . Por meio de simulações, Ng e Perron (2001) mostram que a aplicação conjunta de GLS para extrair a tendência determinista e do critério de seleção de defasagens MAIC produzem testes com maior poder, mas menores distorções de tamanho estatístico quando comparados aos testes tradicionais ADF e PP. Os valores críticos das estatísticas  $ADF^{GLS}$  e  $\bar{M}^{GLS}$  estão reportados em Ng e Perron (2001).

A disponibilidade de séries temporais longas trata-se de um recurso desejável a fim de garantir a aplicação de testes de raiz unitária com boas propriedades. No entanto, quanto maior a série temporal, maior a probabilidade de haver quebras estruturais que afetem o comportamento dessa série. Nesse contexto, mesmo os testes modificados  $ADF^{GLS}$  e  $\bar{M}^{GLS}$  possuem baixo poder na presença de quebras



estruturais, tornando-se enviesados no sentido da não rejeição da hipótese nula de raiz unitária, mesmo quando a série é estacionária. Os trabalhos pioneiros de Perron (1989, 1997) ilustram a importância de se incluir uma quebra estrutural determinada de forma exógena nos testes tradicionais de raízes unitárias ao constatar que o teste de raiz unitária de Dickey-Fuller (1979) é enviesado, mesmo de maneira assintótica, em favor da não-rejeição da hipótese nula de presença de raiz unitária quando o processo é estacionário na tendência com uma quebra estrutural na inclinação. Pesquisas posteriores adotaram um procedimento endógeno para determinar o ponto de quebra a partir dos dados. Nesse contexto, Saikkonen e Lütkepohl (2002) e Lanne, Lütkepohl e Saikkonen (2002, 2003) propõem que as quebras estruturais podem ocorrer ao longo de um número de períodos e expõe uma transição suave para um novo nível. Portanto, acrescenta-se uma função de mudança de nível ao termo determinístico do processo gerador de dados. Os termos determinísticos são extraídos por mínimos quadrados generalizados (GLS) e, em seguida, aplica-se um teste ADF às séries ajustadas. Valores críticos do teste encontram-se tabulados por Lanne, Lütkepohl e Saikkonen (2002).

É importante destacar que, além dos efeitos preço e quantidade que afetam o comportamento da arrecadação de cada tributo, em particular, o efeito-legislação encontra-se relacionado a mudanças de alíquotas tributárias e de legislação tributária que tem impacto direto no comportamento da arrecadação. Assim como no caso de recessões econômicas e mudanças de política econômica, a literatura econométrica tem considerado mudanças da política tributária como exemplo clássico de quebras estruturais, as quais têm por característica uma mudança permanente no comportamento da série temporal e podem corresponder a uma mudança na inclinação da tendência, no intercepto da tendência, ou em ambos. As quebras

estruturais afetam a análise dos efeitos de mudanças de políticas, previsões em séries temporais e todos os procedimentos de inferência, como a co-integração (MADDALA & KIM, 2000).

#### **4. Descrição das Variáveis e Tratamento dos Dados**

A previsão de receita na Lei Orçamentária Anual (LOA) deverá observar as normas técnicas e legais, conforme disposto no artigo 12 da Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000 (Lei de Responsabilidade Fiscal – LRF):

Art. 12. As previsões de receita observarão as normas técnicas e legais, considerarão os efeitos das alterações na legislação, da variação do índice de preços, do crescimento econômico ou de qualquer outro fator relevante e serão acompanhadas de demonstrativo de sua evolução nos últimos três anos, da projeção para os dois seguintes àquele a que se referirem, e da metodologia de cálculo e premissas utilizadas.

A Secretaria de Política Econômica (SPE) tem a atribuição legal, por meio do Decreto nº. 7.482, de 16 de maio de 2011, de estimar parâmetros utilizados na elaboração do Projeto de Lei Orçamentária da União (PLOA). A chamada grade de parâmetros da SPE compreende a previsão de diversas variáveis macroeconômicas, como variação real e nominal do PIB, inflação (IPCA, INPC e IGP-DI), taxa de juros Selic e TJLP, taxa de câmbio, massa salarial dos empregados com carteira, produção e preço da indústria de transformação e de alguns dos seus setores, volume de importações, valor de aplicações financeiras e preço de combustíveis.

A grade de parâmetros da SPE, que será utilizada no presente estudo para as previsões das receitas primárias federais, é um importante subsídio para a elaboração do orçamento federal porque provê aos formuladores de políticas e aos gestores públicos o cenário-base para o quadro macroeconômico brasileiro no ano em que o

orçamento será executado. De posse desse cenário-base, pode-se estimar com mais precisão as receitas e despesas do Governo Federal, o que contribui para um orçamento com equilíbrio fiscal, melhor alocação de despesas e maior previsibilidade arrecadatória.

Para fins dos exercícios de previsões, os dados de tributos (em R\$ milhões) se referem à arrecadação bruta da receita administrada pela RFB, mas excluindo-se desta arrecadação bruta os valores de arrecadação atípica por se tratarem de *outliers*<sup>6</sup>. Assim, os seguintes tributos federais foram considerados séries endógenas para fins de previsão: Imposto de Importação (II), Imposto sobre Produtos Industrializados – IPI – conforme suas modalidades (isto é: IPI Fumo, IPI Bebidas, IPI Automóveis, IPI Vinculado a Importações IPI Outros), Imposto de Renda Pessoa Física (IRPF), Imposto de Renda Pessoa Jurídica (IRPJ), Imposto de Renda Retido na Fonte – IRRF – conforme suas modalidades (isto é: IRRF Rendimento do Trabalho, IRRF Rendimento do Capital, IRRF Rendimento de Residentes no Exterior e IRRF Outros Rendimentos), Imposto sobre Operações Financeiras (IOF), Imposto Territorial Rural (ITR), Contribuição sobre o Faturamento Mensal para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS), Contribuição para os Programas de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS/Pasep), Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL), CIDE Combustíveis, Contribuição para o Fundo Especial de Desenvolvimento e Aperfeiçoamento das Atividades de Fiscalização – FUNDAF, Outras Receitas Administradas, Contribuição para o Plano de Seguridade

---

<sup>6</sup> Arrecadação atípica, ou receita extraordinária, refere-se a parcelas de receitas não explicadas pelo comportamento cíclico do PIB. Por exemplo, pode-se citar recolhimentos de tributos por causa de decisões judiciais, operações de capitalização de empresas públicas (como a capitalização da Petrobrás em setembro de 2010), ou quaisquer outros eventos que fogem à normalidade econômica esperada na arrecadação dos tributos. Tratam-se de valores relevantes e que, se não forem devidamente excluídos da arrecadação tributária, podem prejudicar a análise do desempenho dessa arrecadação por induzirem ao entendimento de um comportamento que não é o correto.

Social do Servidor Público (CPSS), e Receita Previdenciária. No Apêndice do estudo, esses tributos encontram-se devidamente descritos.

Por sua vez, os dados de preço e de quantidade de variáveis macroeconômicas são provenientes da grade de parâmetros macroeconômicos produzida pela SPE, sendo considerados séries exógenas e descritos na próxima seção.

Os dados realizados (tributos e variáveis macroeconômicas) compreendem o período de janeiro de 2002 a junho de 2019. Já o horizonte de previsão (fora da amostra) a ser utilizado para as projeções de receitas de tributos federais considera o cenário de médio prazo das mesmas variáveis macroeconômicas constantes na grade de parâmetros da SPE, mas compreendendo o período de julho de 2019 a dezembro de 2023.

Conforme será descrito a seguir, a escolha dos regressores a serem utilizados nas projeções de receitas de tributos federais baseou-se em rigorosa análise de natureza econômico-legal e estatística. Como as metodologias de previsão requerem estacionariedade das variáveis envolvidas, neste estudo será feito também uma rigorosa análise de estacionariedade nas séries de tributos, considerando-se inclusive a presença de quebras estruturais.

#### **4.1 Análise Econômico-Legal**

Nessa primeira fase, realizou-se uma detalhada análise da legislação de cada tributo, bem como das informações constantes no Relatório Bimestral de Avaliação de Receitas e Despesas Primárias<sup>7</sup>, visando compreender os fatos geradores e hipóteses

---

<sup>7</sup> Trata-se de relatório bimestral de avaliação das receitas e despesas primárias elaborado conjuntamente pela Secretaria de Orçamento Federal e Secretaria do Tesouro Nacional com intuito de acompanhar o cumprimento da meta fiscal estabelecida para o exercício. É através deste relatório que o Poder Executivo Federal estabelece o contingenciamento das despesas do orçamento geral da União

de incidência tributária, e associar essas informações com as variáveis macroeconômicas presentes na grade de parâmetros macroeconômicos da SPE. Como resultado dessa primeira fase, o Quadro 1 a seguir associa cada uma das séries de variáveis endógenas (tributos) com as séries exógenas (variáveis macroeconômicas) candidatas a regressores.

**Quadro 1** – Descrição das séries de variáveis endógenas e exógenas

Séries endógenas (tributos) <sup>(1)</sup>	Séries exógenas (Grade de Parâmetros da SPE) <sup>(2)</sup>	
	Preço	Quantidade
Imposto de Importação (II)	Taxa de câmbio <sup>(4)</sup> e Taxa Selic <sup>(5)</sup>	Estimativa de PIB <sup>(3)</sup> e importações sem combustíveis <sup>(6)</sup>
IPI Fumo	Índice de preços específico do setor de fumo <sup>(7)</sup>	Vendas Domésticas de Fumo <sup>(8)</sup>
IPI Bebidas	Índice de preços específico do setor de bebidas <sup>(7)</sup>	Produção Física de Bebidas <sup>(9)</sup>
IPI Automóveis	Taxa Selic e Índice de preços específico do setor de automóveis <sup>(7)</sup>	Vendas Internas de Automóveis <sup>(10)</sup>
IPI Vinculado a Importações	Taxa de câmbio	Estimativa de PIB e importações sem combustíveis
IPI Outros	Índice de preços específico na Indústria de Transformação <sup>(7)</sup> e Taxa de Câmbio	Produção Física na Indústria de Transformação <sup>(11)</sup> , Petróleo Brent (US\$/Barril) <sup>(12)</sup> , Importações sem combustíveis
Imposto de Renda Pessoa Física	Taxa Selic	Estimativa de PIB e Massa real com carteira no setor privado <sup>(13)</sup>
Imposto de Renda Pessoa Jurídica	Taxa Selic	Estimativa de PIB
IRRF – Rendimentos do Trabalho	Salário Mínimo <sup>(14)</sup>	Massa real com carteira no setor privado e Folha de pagamento da União <sup>(15)</sup>
IRRF – Rendimentos do Capital	Taxa Selic, Taxa de Câmbio e TJLP <sup>(16)</sup>	Aplicações Financeiras <sup>(17)</sup>
IRRF – Rendimentos de Residentes no Exterior	Taxa de Câmbio e TJLP	Aplicação Financeira, Óleo diesel (1.000.000 m <sup>3</sup> ) <sup>(18)</sup> , Gasolina (1.000.000 m <sup>3</sup> ) <sup>(19)</sup>
IRRF – Outros Rendimentos	Taxa Selic	Estimativa de PIB
Imposto sobre Operações Financeiras (IOF)	Taxa Selic e Taxa de Câmbio	Aplicação Financeira

quando a receita re-estimada não comportar o cumprimento das metas de resultado primário ou nominal estabelecidas.

Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR)	Taxa Selic	Estimativa de PIB
Contribuição sobre o faturamento mensal para o financiamento da seguridade social (COFINS)	Taxa de Câmbio e Rendimento real com carteira no setor privado <sup>(22)</sup>	Petróleo Brent (US\$/Barril), Indústria de Transformação – Faturamento <sup>(20)</sup> , Bebidas – Faturamento <sup>(20)</sup> , Fumo – Faturamento <sup>(20)</sup> , Automóveis – Faturamento <sup>(20)</sup> , Gasolina (1.000.000 m <sup>3</sup> )
Contribuição para o PIS/PASEP	Taxa de Câmbio e Rendimento real com carteira no setor privado	Petróleo Brent (US\$/Barril), Indústria de Transformação – Faturamento, Bebidas – Faturamento, Fumo – Faturamento, Automóveis – Faturamento, Gasolina (1.000.000 m <sup>3</sup> )
Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL)	Taxa Selic	Estimativa de PIB
Contribuição para o FUNDAF	Taxa Selic	Estimativa de PIB
CIDE Combustíveis	Taxa de Câmbio e Taxa Selic	Gasolina (1.000.000 m <sup>3</sup> ), Óleo diesel (1.000.000 m <sup>3</sup> ), Petróleo Brent (US\$/Barril), Vendas Internas de Automóveis.
Outras Receitas Administradas	Taxa de câmbio e Taxa Selic	Estimativa de PIB
Receita Previdenciária	Salário Mínimo	Massa real com carteira no setor privado
Contribuição para a Seguridade Social do Servidor Público (CPSS)	IPCA	Folha de pagamento da União

**Fonte:** Secretaria de Política Econômica (SPE). “IRRF” significa imposto de renda retido na fonte. “IPI” significa imposto sobre produtos industrializados.

**Nota:** para dados observados, tem-se:

1 – Receita bruta total (R\$ Milhões). Fonte primária: Secretaria Especial da Receita Federal do Brasil/Ministério da Economia.

2 – Fonte primária: Grade de Parâmetros Macroeconômicos elaborada pela Secretaria de Política Econômica/Ministério da Economia.

3 – No caso de dados realizados, utiliza-se a estimativa mensal de PIB elaborada pelo Banco Central do Brasil (série 4380, Sistema Gerenciador de Séries Temporais – SGS). No caso de projeções, utiliza-se as informações mensais constantes na Grade de Parâmetros Macroeconômicos da SPE. Valores em R\$ milhões.

4 – Taxa de câmbio (R\$/US\$) comercial/venda/média. Fonte primária: Banco Central do Brasil (Série nº 3698, Sistema Gerenciador de Séries Temporais – SGS).

5 – Taxa de juros – Selic acumulada no mês anualizada base 252. Fonte primária: Banco Central do Brasil (Série 4189, Sistema Gerenciador de Séries Temporais – SGS).

6 – Trata-se da soma de todas as grandes categorias econômicas, exceto combustíveis e lubrificantes. Fonte primária: Secretaria de Comércio Exterior (SECEX).

7 – Esses índices de preços compõem a estrutura do Índice de Preços ao Produtor Amplo (IPA) que, por sua vez, é componente do IGP-DI. Fonte primária: Instituto Brasileiro de Economia (IBRE/FGV).

- 8 – Vendas domésticas de Fumo. Fonte primária: empresa Souza Cruz.
- 9 – Bebidas: Produção física – Fabricação de bebidas – Pesquisa Industrial Mensal (PIM/IBGE). Fonte primária: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- 10 – Veículos: Licenciamento de auto-veículos nacionais. Fonte primária: Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA).
- 11 – Indústria da Transformação: Produção física – Pesquisa Industrial Mensal (PIM/IBGE). Fonte primária: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- 12 – Média mensal. Fonte primária: Bloomberg.
- 13 – Massa real com carteira no setor privado. Trata-se do produto entre população ocupada com carteira no setor privado e rendimento real com carteira no setor privado. Fonte primária: SPE.
- 14 – Trata-se do mais baixo valor de salário que os empregadores podem legalmente pagar aos seus funcionários pelo tempo e esforço gastos na produção de bens e serviços. Fonte primária: Secretaria de Previdência Social/Ministério da Economia.
- 15 – Despesa de Pessoal da União (R\$ Milhões). Fonte primária: Relatório do Tesouro Nacional.
- 16 – Taxa de Juros de Longo Prazo (% a.a.). Fonte: SPE.
- 17 – Saldo em final de período. Aplicações financeiras (R\$ Milhões) =  $M4 - (M1 + Poupança)$ . Em que: (i) M4: meios de pagamento amplos (série 27815) = M3 (série 27813) + títulos federais em poder do público/Selic (série 27814); (ii) M1: meios de pagamento (série 27791) = papel-moeda em poder do público (série 27789) + depósitos à vista (série 27790); (iii) poupança (saldo mensal de depósitos de poupança – SBPE e rural – série 7836). Fonte: Banco Central do Brasil (Sistema Gerenciador de Séries Temporais – SGS).
- 18 – Venda pelas distribuidoras.
- 19 – 0,75 da gasolina C até fevereiro/2015. 0,73 da gasolina C a partir de março/2015. Venda pelas distribuidoras.
- 20 – Soma dos ganhos obtidos por uma empresa.

No caso das séries de variáveis exógenas, a distinção entre séries de preço e séries de quantidade segue o critério adotado no Relatório Bimestral de Avaliação de Receitas e Despesas Primárias, o qual encontra-se em conformidade com as recomendações constantes no artigo 12 da LRF. Nesse relatório citado, a estimativa de arrecadação dos impostos e contribuições federais administrados pela Secretaria da Receita Federal do Brasil considera indicadores específicos da Grade de Parâmetros da SPE relativos a preço e quantidade, bem como efeitos decorrentes de alterações da legislação tributária<sup>8</sup>.

## 4.2 Análise de Causalidade

Nesta segunda fase, pretende-se analisar o poder preditivo das séries de variáveis pré-selecionadas no Quadro 1 anterior em relação aos tributos a serem

<sup>8</sup> Esses indicadores específicos da Grade de Parâmetros da SPE são: índice de preço ponderado (55% IPCA e 45% IGP-DI, PIB, Taxa de Câmbio média, Taxa de Juros (Over) e massa salarial nominal.

previstos. O fato de se encontrar um elevado grau de associação entre duas variáveis por meio de uma análise de regressão não é suficiente para se determinar a direção da causalidade entre essas variáveis.

Um dos métodos para se avaliar a direção da causalidade entre duas variáveis é o Teste de Causalidade de Granger. O conceito de causalidade no sentido de Granger está associado à ideia de precedência temporal entre variáveis, em outras palavras, à capacidade de uma variável em auxiliar na previsão do comportamento de outra variável de interesse. Trata-se da existência de uma precedência temporal estatisticamente significativa na explicação de uma dada variável.

Assim, se  $y_t$  contém informação passada que ajuda na previsão de  $z_t$ , e se essa informação não está contida em outras séries usadas no modelo, então  $y_t$  Granger-causa  $z_t$  (GRANGER, 1969). A causalidade de Granger da variável  $z_t$  para a variável  $y_t$  é avaliada testando a hipótese nula de que os coeficientes da variável  $z_t$  em todas as suas defasagens são, simultaneamente, estatisticamente iguais a zero na equação em que  $y_t$  é a variável dependente. A hipótese nula de não-causalidade de Granger é investigada a partir de um teste de restrições de Wald aplicado aos coeficientes do modelo econométrico. Caso a hipótese nula seja rejeitada, conclui-se que a variável  $z_t$  Granger-causa a variável  $y_t$ .

Como os resultados do Teste de Causalidade de Granger são sensíveis à duração das defasagens (*lags*) utilizadas na modelagem, a direção da causalidade depende fundamentalmente do número de termos defasados incluídos na análise. Por um lado, um número insuficiente de defasagens implica que algumas defasagens importantes estão sendo omitidas do modelo, causando um viés de especificação que poderá levar a conclusões errôneas. Por outro lado, um número excessivo de defasagens implica no desperdício de observações e, em outras situações, no



aumento dos erro-padrão dos coeficientes estimados, tornando os resultados menos precisos. No presente estudo, optou-se pelo uso de até duas defasagens na aplicação do Teste de Causalidade de Granger.

A Tabela 1 a seguir reporta os resultados da análise de causalidade de Granger, os quais conseguem restringir mais a escolha dos regressores a serem utilizados nas previsões dos tributos.

**Tabela 1 – Resultado da análise de causalidade de Granger**

Hipótese nula	1 Lag		2 Lags	
	Obs.	Estatística-F	Obs.	Estatística-F
<b>Imposto de Importação</b>				
Taxa de câmbio não Granger- causa Imposto de Importação	208	0,22748 (0,6339)	207	7,41839 (0,0008) <sup>(a)</sup>
Estimativa de PIB não Granger- causa Imposto de Importação	208	23,5753 (2,E-06) <sup>(a)</sup>	207	4,52144 (0,0120) <sup>(b)</sup>
Importação sem combustíveis não Granger- causa Imposto de Importação	208	0,43520 (0,5102)	207	10,2010 (6,E-05) <sup>(a)</sup>
Taxa Selic não Granger- causa Imposto de Importação	208	7,34303 (0,0073) <sup>(a)</sup>	207	4,23754 (0,0157) <sup>(b)</sup>
<b>IPI Fumo</b>				
Fumo (Preço) não Granger- causa IPI Fumo	208	84,6349 (4,E-17) <sup>(a)</sup>	207	35,5671 (6,E-14) <sup>(a)</sup>
Fumo (Vendas Domésticas) não Granger- causa IPI Fumo	208	53,9785 (5,E-12) <sup>(a)</sup>	207	30,1459 (3,E-12) <sup>(a)</sup>
<b>IPI Bebidas</b>				
Bebidas (Produção Física) não Granger- causa IPI Bebidas	208	71,0509 (6,E-15) <sup>(a)</sup>	207	42,9204 (3,E-16) <sup>(a)</sup>
Bebidas (Preço) não Granger- causa IPI Bebidas	208	6,33333 (0,0126) <sup>(b)</sup>	207	4,56108 (0,0115) <sup>(b)</sup>
<b>IPI Automóveis</b>				
Automóveis (Venda Interna) não Granger- causa IPI Automóveis	208	11,1028 (0,0010) <sup>(a)</sup>	207	10,2264 (6,E-05) <sup>(a)</sup>
Automóveis (Preço) não Granger- causa IPI Automóveis	208	1,75899 (0,1862)	207	1,00790 (0,3668)
Taxa Selic não Granger- causa IPI Automóveis	208	3,73141 (0,0548) <sup>(c)</sup>	207	1,84763 (0,1603)
<b>IPI Vinculado a Importações</b>				
Estimativa de PIB não Granger- causa IPI Vinculado a Importações	208	15,6749 (0,0001) <sup>(a)</sup>	207	3,35653 (0,0368) <sup>(b)</sup>
Taxa de Câmbio não Granger- causa IPI Vinculado a Importações	208	0,25698 (0,6127)	207	4,25306 (0,0155) <sup>(b)</sup>

Importações sem combustíveis não Granger-causa IPI Vinculado a Importações	208	2,45132 (0,1190)	207	10,0201 (7,E-05) <sup>(a)</sup>
<b>IPI Outros</b>				
Indústria de Transformação (Produção Física) não Granger-causa IPI Outros	208	31,6864 (6,E-08) <sup>(a)</sup>	207	52,6078 (4,E-19) <sup>(a)</sup>
Indústria de Transformação (Preço) não Granger-causa IPI Outros	208	32,2988 (4,E-08) <sup>(a)</sup>	207	11,9693 (1,E-05) <sup>(a)</sup>
Taxa de Câmbio não Granger-causa IPI Outros	208	0,02316 (0,8792)	207	0,06014 (0,9417)
Petróleo Brent não Granger-causa IPI Outros	208	4,46576 (0,0358) <sup>(b)</sup>	207	2,22256 (0,1110)
Importações sem combustíveis não Granger-causa IPI Outros	208	25,8004 (8,E-07) <sup>(a)</sup>	207	16,0964 (3,E-07) <sup>(a)</sup>
<b>IRPF</b>				
Massa real não Granger-causa IRPF	208	39,2559 (2,E-09) <sup>(a)</sup>	207	16,7613 (2,E-07) <sup>(a)</sup>
Estimativa de PIB não Granger-causa IRPF	208	64,7842 (7,E-14) <sup>(a)</sup>	207	80,1409 (2,E-26) <sup>(a)</sup>
Taxa Selic não Granger-causa IRPF	208	23,0726 (3,E-06) <sup>(a)</sup>	207	9,16676 (0,0002) <sup>(a)</sup>
<b>IRPJ</b>				
Estimativa de PIB não Granger-causa IRPJ	208	162,055 (1,E-27) <sup>(a)</sup>	207	78,5490 (6,E-26) <sup>(a)</sup>
Taxa Selic não Granger-causa IRPJ	208	63,8185 (1,E-13) <sup>(a)</sup>	207	22,8873 (1,E-09) <sup>(a)</sup>
<b>IRRF Rendimento do Trabalho</b>				
Massa real não Granger-causa IRRF Rendimento do Trabalho	208	19,5177 (2,E-05) <sup>(a)</sup>	207	2,89044 (0,0579) <sup>(c)</sup>
Salário Mínimo não Granger-causa IRRF Rendimento do Trabalho	208	105,288 (3,E-20) <sup>(a)</sup>	207	31,4501 (1,E-12) <sup>(a)</sup>
<b>IRRF Rendimento do Capital</b>				
Aplicação Financeira não Granger-Causa IRRF Rendimento do Capital	208	70,6061 (7,E-15) <sup>(a)</sup>	207	37,2494 (2,E-14) <sup>(a)</sup>
Taxa de Câmbio não Granger-Causa IRRF Rendimento do Capital	208	13,1501 (0,0004) <sup>(a)</sup>	207	6,64955 (0,0016) <sup>(a)</sup>
Taxa Selic não Granger-Causa IRRF Rendimento do Capital	208	9,90353 (0,0019) <sup>(a)</sup>	207	3,72780 (0,0257) <sup>(b)</sup>
TJLP não Granger-Causa IRRF Rendimento do Capital	208	7,34628 (0,0073) <sup>(a)</sup>	207	3,33882 (0,0374) <sup>(b)</sup>
<b>IRRF Rendimento de Residentes no Exterior</b>				
Aplicação Financeira não Granger-causa IRRF Rendimento de Residentes no Exterior	208	100,037 (2,E-19) <sup>(a)</sup>	207	49,8261 (3,E-18) <sup>(a)</sup>
Taxa de Cambio não Granger-causa IRRF Rendimento de Residentes no Exterior	208	7,04171 (0,0086) <sup>(a)</sup>	207	7,18546 (0,0010) <sup>(a)</sup>
TJLP não Granger-causa IRRF Rendimento de Residentes no Exterior	208	5,48577 (0,0201) <sup>(b)</sup>	207	1,85968 (0,1584)

Óleo diesel não Granger-causa IRRF Rendimento de Residentes no Exterior	208	25,3075 (1,E-06) <sup>(a)</sup>	207	21,2927 (4,E-09) <sup>(a)</sup>
Gasolina não Granger-causa IRRF Rendimento de Residentes no Exterior	208	22,6331 (4,E-06) <sup>(a)</sup>	207	11,4018 (2,E-05) <sup>(a)</sup>
<b>IRRF Outros</b>				
Estimativa de PIB não Granger-causa IRRF Outros	208	161,321 (1,E-27) <sup>(a)</sup>	207	73,5676 (1,E-24) <sup>(a)</sup>
Taxa Selic não Granger-causa IRRF Outros	208	10,9497 (0,0011) <sup>(a)</sup>	207	3,22498 (0,0418) <sup>(b)</sup>
<b>IOF</b>				
Taxa Selic não Granger-causa IOF	208	5,13337 (0,0245) <sup>(b)</sup>	207	2,25087 (0,1079)
Taxa de Câmbio não Granger-causa IOF	208	0,27735 (0,5990)	207	0,59960 (0,5500)
Aplicação Financeira não Granger-causa IOF	208	9,53648 (0,0023) <sup>(a)</sup>	207	2,32191 (0,1007) <sup>(c)</sup>
<b>CSLL</b>				
Estimativa de PIB não Granger-causa CSLL	208	178,608 (1,E-29) <sup>(a)</sup>	207	86,8862 (6,E-28) <sup>(a)</sup>
Taxa Selic não Granger-causa CSLL	208	51,6599 (1,E-11) <sup>(a)</sup>	207	16,8618 (2,E-07) <sup>(a)</sup>
<b>ITR</b>				
Estimativa de PIB não Granger-causa ITR	208	11,8203 (0,0007) <sup>(a)</sup>	207	6,46028 (0,0019) <sup>(a)</sup>
Taxa Selic não Granger-causa ITR	208	3,34140 (0,0690) <sup>(c)</sup>	207	1,54791 (0,2152)
<b>Contribuição para o FUNDAF</b>				
Estimativa de PIB não Granger-causa Contribuição para o FUNDAF	208	0,11999 (0,7294)	207	0,02821 (0,9722)
Taxa Selic não Granger-causa Contribuição para o FUNDAF	208	4,27620 (0,0399) <sup>(b)</sup>	207	1,29522 (0,2761)
<b>COFINS</b>				
Indústria de Transformação (Faturamento) não Granger-causa COFINS	208	35,0501 (1,E-08) <sup>(a)</sup>	207	19,9262 (1,E-08) <sup>(a)</sup>
Bebidas (Faturamento) não Granger-causa COFINS	208	28,8157 (2,E-07) <sup>(a)</sup>	207	54,3435 (1,E-19) <sup>(a)</sup>
Fumo (Faturamento) não Granger-causa COFINS	208	7,52310 (0,0066) <sup>(a)</sup>	207	21,0861 (5,E-09) <sup>(a)</sup>
Automóveis (Faturamento) não Granger-causa COFINS	208	16,5618 (7,E-05) <sup>(a)</sup>	207	59,4980 (5,E-21) <sup>(a)</sup>
Gasolina não Granger-causa COFINS	208	18,0384 (3,E-05) <sup>(a)</sup>	207	76,8809 (1,E-25) <sup>(a)</sup>
Petróleo Brent não Granger-causa COFINS	208	1,17854 (0,2789)	207	0,49048 (0,6131)
Taxa de Câmbio não Granger-causa COFINS	208	0,02406 (0,8769)	207	0,95475 (0,3866)
Rendimento real não Granger-causa COFINS	208	2,13203 (0,1458)	207	0,59499 (0,5525)

<b>PIS/PASEP</b>				
Indústria de Transformação (Faturamento) não Granger-causa PIS/PASEP	208	24,5104 (2,E-06) <sup>(a)</sup>	207	18,3272 (5,E-08) <sup>(a)</sup>
Bebidas (Faturamento) não Granger-causa PIS/PASEP	208	59,3749 (5,E-13) <sup>(a)</sup>	207	78,9028 (5,E-26) <sup>(a)</sup>
Fumo (Faturamento) não Granger-causa PIS/PASEP	208	8,44954 (0,0041) <sup>(a)</sup>	207	19,8209 (1,E-08) <sup>(a)</sup>
Automóveis (Faturamento) não Granger-causa PIS/PASEP	208	18,6228 (2,E-05) <sup>(a)</sup>	207	47,5106 (1,E-17) <sup>(a)</sup>
Gasolina não Granger-causa PIS/PASEP	208	24,9049 (1,E-06) <sup>(a)</sup>	207	93,3713 (2,E-29) <sup>(a)</sup>
Petróleo Brent não Granger-causa PIS/PASEP	208	1,05006 (0,3067)	207	0,42332 (0,6555)
Taxa de Câmbio não Granger-causa PIS/PASEP	208	0,06560 (0,7981)	207	0,94923 (0,3888)
Rendimento real não Granger-causa PIS/PASEP	208	1,42298 (0,2343)	207	0,25128 (0,7780)
<b>CIDE Combustíveis</b>				
Gasolina não Granger-causa CIDE Combustíveis	208	8,06926 (0,0050) <sup>(a)</sup>	207	8,48331 (0,0003) <sup>(a)</sup>
Óleo diesel não Granger-causa CIDE Combustíveis	208	7,11688 (0,0082) <sup>(a)</sup>	207	4,57375 (0,0114) <sup>(b)</sup>
Petróleo Brent não Granger-causa CIDE Combustíveis	208	10,0501 (0,0018) <sup>(a)</sup>	207	2,47982 (0,0863) <sup>(c)</sup>
Taxa de Câmbio não Granger-causa CIDE Combustíveis	208	0,00299 (0,9564)	207	0,07238 (0,9302)
Taxa Selic não Granger-causa CIDE Combustíveis	208	9,06415 (0,0029) <sup>(a)</sup>	207	2,11493 (0,1233)
Automóveis (Venda Interna) não Granger-causa CIDE Combustíveis	208	5,16487 (0,0241) <sup>(b)</sup>	207	3,59891 (0,0291) <sup>(b)</sup>
<b>CPSS</b>				
Folha de pagamento da União não Granger-causa CPSS	208	17,1180 (5,E-05) <sup>(a)</sup>	207	8,90684 (0,0002) <sup>(a)</sup>
IPCA não Granger-causa CPSS	208	78,4731 (4,E-16) <sup>(a)</sup>	207	30,5287 (3,E-12) <sup>(a)</sup>

**Fonte:** elaboração própria. Observações mensais incluídas: 209 (amostra: 2002:01 a 2019:05). Uso do software econométrico Eviews.

**Notas** “Lags” significa defasagens. Note que (a), (b) e (c) indicam que os coeficientes estimados são estatisticamente significantes ou rejeição da hipótese nula ao nível de significância de 1%, 5% e 10%, respectivamente. Os valores em parênteses são os valores-p.

### 4.3 Análise de Multicolinearidade

O Teste de Causalidade de Granger conseguiu confirmar a capacidade preditiva da maior parte dos regressores escolhidos na seção anterior. Contudo, na

terceira fase, há a necessidade de se verificar a presença de multicolinearidade nos regressores (isto é, nas séries exógenas) previamente selecionados por meio de dois testes: (i) Fator de Inflação da Variância (FIV), que é uma medida inversamente relacionada ao valor de tolerância, dado por:  $FIV_j = (1 / TOL_j) = (1 - R_j^2)$ , em que  $R_j^2$  representa o coeficiente de determinação da regressão do regressor  $X_j$  contra os regressores restantes do modelo; e (ii) Índice Condicional, que representa a colinearidade de combinações de variáveis no conjunto dos dados. Neste último teste, a análise dos resultados é baseada na verificação se há altos índices condicionais associados a uma proporção da variância elevada para dois ou mais coeficientes. FIV maior do que 10 (isto é, valor de tolerância próximo de zero) e índice condicional acima de 30 (o qual está associado a uma proporção da variância igual ou acima de 90% para dois ou mais regressores) indicam presença de multicolinearidade entre os regressores (GUJARATI, 2006, p. 292; HAIR *et al.*, 2010).

No diagnóstico da multicolinearidade, a Tabela 2 a seguir reporta os resultados do FIV (para validação da ausência de multicolinearidade entre os regressores) e do índice condicional (para validação de problemas de colinearidade conjunta). Esses resultados indicam ausência de multicolinearidade entre os regressores escolhidos a serem utilizados nos modelos de projeções para cada tributo<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Consequências da multicolinearidade: (i) os estimadores de MQO continuam sendo os melhores estimadores lineares não tendenciosos (MELNT ou BLUE), mas suas variâncias, covariâncias e erros-padrão são grandes, dificultando uma estimação precisa, a construção de intervalos de confiança e o teste de hipóteses. Ou seja, os intervalos de confiança tendem a ser muito mais amplos, levando a aceitação imediata da “hipótese nula igual a zero” (isto é, o verdadeiro coeficiente populacional igual a zero); (ii) as estatísticas t tendem a ser não significantes para muitos regressores; (iii) apesar da existência de uma ou mais estatísticas t não significantes, o modelo econométrico exibe  $R^2$  alto, e a estatística F da regressão é significativa; (iv) os estimadores de MQO e seus erros padrão podem ser muitos sensíveis a variações nos dados.

**Tabela 2 – Diagnóstico de Multicolinearidade**

<b>Imposto de Importação</b>		
<b>Regressores</b>	<b>FIV</b>	<b>Índice Condicional</b>
Estimativa de PIB	10,11	1,0000
Taxa de Câmbio	4,45	1,4171
Importações sem combustíveis	7,26	3,2479
Taxa Selic	3,25	6,9699
	Média FIV = 6,27	Nº Condicional = 6,9699
<b>Outras Receitas Administradas</b>		
<b>Regressores</b>	<b>FIV</b>	<b>Índice Condicional</b>
Estimativa de PIB	3,65	1,0000
Taxa de Câmbio	1,92	1,2381
Taxa Selic	3,24	3,5700
	Média FIV = 2,94	Nº Condicional = 3,5700
<b>IPI Fumo</b>		
<b>Regressores</b>	<b>FIV</b>	<b>Índice Condicional</b>
Fumo – Vendas Domésticas	10,52	1,0000
Fumo – Preço	10,52	6,3283
	Média FIV = 10,52	Nº Condicional = 6,3283
<b>IPI Bebidas</b>		
<b>Regressores</b>	<b>FIV</b>	<b>Índice Condicional</b>
Bebidas – Produção Física	1,45	1,0000
Bebidas – Preço	1,45	1,8704
	Média FIV = 1,45	Nº Condicional = 1,8704
<b>IPI Automóveis</b>		
<b>Regressores</b>	<b>FIV</b>	<b>Índice Condicional</b>
Automóveis – Venda Interna	2,10	1,0000
Taxa Selic	2,10	2,4999
	Média FIV = 2,10	Nº Condicional = 2,4999
<b>IPI Vinculado a Importações</b>		
<b>Regressores</b>	<b>FIV</b>	<b>Índice Condicional</b>
Estimativa de PIB	7,88	1,0000
Taxa de Câmbio	3,78	1,2136
Importações sem combustíveis	7,25	5,5386
	Média FIV = 6,30	Nº Condicional = 5,5386
<b>IPI Outros</b>		
<b>Regressores</b>	<b>FIV</b>	<b>Índice Condicional</b>
Indústria de Transformação – Produção Física	2,88	1,0000
Indústria de Transformação – Preço	3,40	1,5685
Petróleo Brent	3,87	3,2667
Importações sem combustíveis	8,00	5,7721
	Média FIV = 4,54	Nº Condicional = 5,7721

<b>IRPF</b>		
<b>Regressores</b>	<b>FIV</b>	<b>Índice Condicional</b>
Massa real	4,20	1,0000
Estimativa de PIB	2,14	2,6951
Taxa Selic	4,10	4,2375
	Média FIV = 3,48	Nº Condicional = 4,2375
<b>IRPJ, CSLL, IRRF Outros, ITR e Contribuição para o FUNDAF</b>		
<b>Regressores</b>	<b>FIV</b>	<b>Índice Condicional</b>
Estimativa de PIB	1,96	1,0000
Taxa Selic	1,96	2,3771
	Média FIV = 1,96	Nº Condicional = 2,3771
<b>IRRF Rendimento do Trabalho e Receita Previdenciária</b>		
<b>Regressores</b>	<b>FIV</b>	<b>Índice Condicional</b>
Massa real	3,29	1,0000
Salário Mínimo	3,29	3,3248
	Média FIV = 3,29	Nº Condicional = 3,3248
<b>IRRF Rendimento do Capital</b>		
<b>Regressores</b>	<b>FIV</b>	<b>Índice Condicional</b>
Aplicação Financeira	6,06	1,0000
Taxa de Câmbio	4,44	1,2971
Taxa Selic	4,86	4,2759
TJLP	6,33	5,5350
	Média FIV = 5,42	Nº Condicional = 5,5350
<b>IRRF Rendimento de Residentes no Exterior</b>		
<b>Regressores</b>	<b>FIV</b>	<b>Índice Condicional</b>
Aplicação Financeira	8,69	1,0000
Taxa de Câmbio	4,45	1,5285
TJLP	5,09	3,9641
Óleo diesel	5,57	5,3053
Gasolina	6,52	7,1308
	Média FIV = 6,07	Nº Condicional = 7,1308
<b>Imposto sobre Operações Financeiras</b>		
<b>Regressores</b>	<b>FIV</b>	<b>Índice Condicional</b>
Taxa Selic	1,78	1,0000
Aplicação Financeira	1,78	2,2170
	Média FIV = 1,78	Nº Condicional = 2,2170
<b>COFINS e PIS/PASEP</b>		
<b>Regressores</b>	<b>FIV</b>	<b>Índice Condicional</b>
Indústria de Transformação - Faturamento	7,43	1,0000
Bebidas - Faturamento	7,90	2,5874
Fumo - Faturamento	2,24	3,2584
Automóveis - Faturamento	3,81	5,9094
Gasolina	6,01	7,2679
	Média FIV = 5,48	Nº Condicional = 7,2679
<b>CIDE Combustíveis</b>		
<b>Regressores</b>	<b>FIV</b>	<b>Índice Condicional</b>

Gasolina	4,75	1,0000
Óleo diesel	6,20	2,0539
Petróleo Brent	2,74	3,3171
Taxa Selic	2,54	4,2943
Automóveis – Venda Interna	3,96	6,0812
	Média FIV = 4,04	Nº Condicional = 6,0812
<b>CPSS</b>		
<b>Regressores</b>	<b>FIV</b>	<b>Índice Condicional</b>
Folha de pagamento da União	9,79	1,0000
IPCA	9,79	6,0945
	Média FIV = 9,79	Nº Condicional = 6,0945

**Nota:** elaboração própria. Observações mensais incluídas: 209 (amostra: 2002:01 a 2019:05). Uso do software econométrico Stata.

#### 4.4 Análise de Estacionariedade

Essa seção da investigação empírica se refere à análise das propriedades estocásticas das séries de tributos. Na Tabela 3 a seguir, reporta-se os resultados dos testes de raízes unitárias nas séries de tributos, considerando-se modelos com constante, bem como constante e tendência determinística. Uma parte das séries de tributos já se mostrou estacionária em nível, ao passo que o restante das séries de tributos apresenta estacionariedade em primeiras diferenças. Em particular, nota-se que a maior parte das quebras estruturais identificadas estão em conformidade com os recentes períodos de recessão econômica informados pelo Comitê de Datação de Ciclos Econômicos (CODACE): (i) do 1º trimestre de 2003 ao 2º trimestre de 2003; (ii) do 4º trimestre de 2008 ao 1º trimestre de 2009; (iii) do 2º trimestre de 2014 ao 4º trimestre de 2016<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> Disponível em: <<

<https://portalibre.fgv.br/main.jsp?lumChannelId=4028808126B9BC4C0126BEA1755C6C93>>>



Tabela 3 – Resultados dos testes de raiz unitária

Variável	Modelo	Sem quebra estrutural			Com quebra estrutural					
		ADF <sup>GLS</sup>	$\overline{M}^{LS}_{\alpha}$	Lags	Perron (1997)			Saikkonen-Lütkepohl (2002)		
					Estatística de Teste	Data da Quebra	Lags	Estatística de Teste	Data da Quebra	Lags
<b>Estacionariedade em nível [série integrada I(0)]</b>										
Imp. Exportação	C	-0,53	-0,64	13	-6,40 <sup>(a)</sup>	2003:02	-	-3,5341 <sup>(a)</sup>	2002:06	2
Imp. Exportação	C, T	-1,64	-1,85	13	-6,41 <sup>(a)</sup>	2003:02	-	-3,3894 <sup>(b)</sup>	2002:06	2
IPI Fumo	C	0,45	0,27	11	-9,56 <sup>(a)</sup>	2003:04	-	-3,8050 <sup>(a)</sup>	2002:06	2
IPI Fumo	C, T	-2,13	-0,97	14	-15,92 <sup>(a)</sup>	2003:05	-	-7,2587 <sup>(a)</sup>	2003:02	2
IPI Bebidas	C	-0,28	-0,21	12	-5,90 <sup>(a)</sup>	2003:04	-	-3,0248 <sup>(b)</sup>	2013:10	2
IPI Bebidas	C, T	-1,40	-1,44	12	-6,59 <sup>(a)</sup>	2003:02	-	-3,9394 <sup>(a)</sup>	2013:10	2
IPI Automóveis	C	-2,44 <sup>(b)</sup>	-2,40 <sup>(b)</sup>	1	-4,29 <sup>(c)</sup>	2009:04	10	-1,4572	2008:12	2
IPI Automóveis	C, T	-2,97 <sup>(b)</sup>	-2,89 <sup>(c)</sup>	1	-5,25 <sup>(b)</sup>	2012:01	14	-1,6980	2008:12	2
Outras Receitas	C	0,54	0,60	13	-3,48	2003:04	-	-1,9074	2003:06	2
Outras Receitas	C, T	-2,46	-2,60	13	-7,55 <sup>(a)</sup>	2003:04	-	-3,8201 <sup>(a)</sup>	2003:06	2
IRPJ	C	1,36	1,58	3	-2,42	2003:03	-	-1,2111	2002:06	2
IRPJ	C, T	-2,85 <sup>(c)</sup>	-2,56	3	-7,91 <sup>(a)</sup>	2003:05	-	-3,3900 <sup>(c)</sup>	2002:06	2
CSLL	C	1,21	1,43	3	-2,40	2003:04	-	-1,2070	2002:06	2
CSLL	C, T	-2,76 <sup>(c)</sup>	-2,59	10	-9,76 <sup>(a)</sup>	2003:04	-	-4,9343 <sup>(a)</sup>	2002:06	2
Cont. FUNDAF	C	-1,60	-1,62 <sup>(c)</sup>	13	-5,92 <sup>(a)</sup>	2003:01	-	-1,5877	2011:04	2
Cont. FUNDAF	C, T	-1,73	-1,75	13	-5,91 <sup>(a)</sup>	2003:05	-	-2,2688	2011:04	2
ITR	C	2,04	2,00	11	-2,83	2003:03	-	-0,9219	2018:02	2
ITR	C, T	-0,62	-0,09	14	-7,44 <sup>(a)</sup>	2003:05	-	-3,4401 <sup>(b)</sup>	2018:02	2
COFINS	C	3,23	3,51	2	-1,88	2009:03	2	0,0275	2002:06	2
COFINS	C, T	-2,64 <sup>(c)</sup>	-2,60	3	-4,70	2002:11	-	-2,9567 <sup>(c)</sup>	2002:06	2
CPSS	C	1,93	2,20	3	-2,12	2004:04	8	-1,0111	2002:06	2
CPSS	C, T	-2,34	-2,05	8	-11,54 <sup>(a)</sup>	2004:07	-	-4,5950 <sup>(a)</sup>	2002:06	2
<b>Estacionariedade em primeiras diferenças [série integrada I(1)]</b>										
$\Delta$ Imp. Importação	C	-2,76 <sup>(a)</sup>	-1,30	14	-20,58 <sup>(a)</sup>	2002:10	-	-3,2086 <sup>(b)</sup>	2004:08	9
$\Delta$ Imp. Importação	C, T	-2,87 <sup>(c)</sup>	-1,52	10	-20,51 <sup>(a)</sup>	2002:10	-	-3,0234 <sup>(c)</sup>	2004:08	9

$\Delta$ PI V. Importações	C	-5,08 <sup>(a)</sup>	-3,23 <sup>(a)</sup>	5	-19,97 <sup>(a)</sup>	2003:03	-	-2,7797 <sup>(c)</sup>	2003:06	2
$\Delta$ PI V. Importações	C, T	-5,03 <sup>(a)</sup>	-3,06 <sup>(b)</sup>	5	-19,89 <sup>(a)</sup>	2003:06	-	-2,6032	2003:06	2
$\Delta$ PI Outros	C	-0,84	-0,18	10	-24,03 <sup>(a)</sup>	2003:01	-	-3,3802 <sup>(b)</sup>	2003:06	2
$\Delta$ PI Outros	C, T	-1,73	0,62	14	-23,91 <sup>(a)</sup>	2003:01	-	-3,3369 <sup>(b)</sup>	2003:06	2
$\Delta$ IRPF	C	-1,94 <sup>(b)</sup>	-0,29	14	-25,14 <sup>(a)</sup>	2003:03	-	-5,5836 <sup>(a)</sup>	2003:06	2
$\Delta$ IRPF	C, T	-25,01 <sup>(a)</sup>	-6,20 <sup>(a)</sup>	-	-25,02 <sup>(a)</sup>	2002:06	-	-5,5805 <sup>(a)</sup>	2003:06	2
$\Delta$ IRPJ	C	-20,93 <sup>(a)</sup>	-6,71 <sup>(a)</sup>	-	-20,89 <sup>(a)</sup>	2003:02	-	-4,6966 <sup>(a)</sup>	2003:06	2
$\Delta$ IRPJ	C, T	-20,95 <sup>(a)</sup>	-6,71 <sup>(a)</sup>	-	-20,79 <sup>(a)</sup>	2003:02	-	-4,4771 <sup>(a)</sup>	2003:06	2
$\Delta$ IRRF Trabalho	C	-0,14	-0,19	13	-27,74 <sup>(a)</sup>	2002:09	-	-4,3004 <sup>(a)</sup>	2003:06	2
$\Delta$ IRRF Trabalho	C, T	-1,76	0,03	12	-27,71 <sup>(a)</sup>	2003:06	-	-4,8056 <sup>(a)</sup>	2003:06	2
$\Delta$ IRRF Capital	C	-2,02 <sup>(a)</sup>	4,42	12	-23,26 <sup>(a)</sup>	2002:12	-	-4,2036 <sup>(a)</sup>	2003:06	2
$\Delta$ IRRF Capital	C, T	-0,89	2,56	12	-23,22 <sup>(a)</sup>	2002:12	-	-4,2255 <sup>(a)</sup>	2003:06	2
$\Delta$ IRRF Exterior	C	-1,99 <sup>(b)</sup>	0,55	14	-26,01 <sup>(a)</sup>	2002:12	-	-5,2704 <sup>(a)</sup>	2003:06	2
$\Delta$ IRRF Exterior	C, T	-1,60	0,13	14	-25,93 <sup>(a)</sup>	2002:12	-	-6,1270 <sup>(a)</sup>	2003:06	2
$\Delta$ IRRF Outros	C	-24,08 <sup>(a)</sup>	-5,83 <sup>(a)</sup>	-	-23,95 <sup>(a)</sup>	2003:03	-	-2,8411 <sup>(c)</sup>	2014:10	2
$\Delta$ IRRF Outros	C, T	0,025	6,01	11	-23,85 <sup>(a)</sup>	2003:03	-	-5,2837 <sup>(a)</sup>	2014:10	2
$\Delta$ IOF	C	-3,55 <sup>(a)</sup>	-1,86 <sup>(c)</sup>	8	-21,80 <sup>(a)</sup>	2003:03	-	-3,1559 <sup>(b)</sup>	2003:06	2
$\Delta$ IOF	C, T	-4,01 <sup>(a)</sup>	-2,43	8	-21,69 <sup>(a)</sup>	2003:03	-	-2,9964 <sup>(c)</sup>	2003:06	2
$\Delta$ PIS/PASEP	C	-2,31 <sup>(b)</sup>	-0,66	14	-21,39 <sup>(a)</sup>	2003:01	-	-3,5167 <sup>(a)</sup>	2003:06	2
$\Delta$ PIS/PASEP	C, T	-3,30 <sup>(b)</sup>	-1,34	10	-21,31 <sup>(a)</sup>	2003:01	-	-3,4321 <sup>(b)</sup>	2003:06	2
$\Delta$ Cide Combustíveis	C	-0,03	1,65	11	-19,95 <sup>(a)</sup>	2011:12	-	-2,7659 <sup>(c)</sup>	2003:06	2
$\Delta$ Cide Combustíveis	C, T	-2,13	-0,19	6	-19,85 <sup>(a)</sup>	2011:12	-	-2,9934 <sup>(c)</sup>	2004:06	2
$\Delta$ Rec. Previdenciária	C	-1,46	-0,12	13	-23,60 <sup>(a)</sup>	2003:03	-	-3,0379 <sup>(b)</sup>	2003:06	2
$\Delta$ Rec. Previdenciária	C, T	-1,88	-0,45	13	-23,49 <sup>(a)</sup>	2003:03	-	-2,9472 <sup>(c)</sup>	2003:06	2

**Fonte:** elaboração própria. Uso do software econométrico Eviews.

**Notas:**

1 – “Lags” significa defasagens. Tipos de modelo: “C” significa constante; “T” significa tendência determinística; “ – “ significa sem constante e sem tendência determinística. Contagem inicial máxima de 14 defasagens. Note que (a), (b) e (c) indicam que os coeficientes estimados são estatisticamente significantes ou rejeição da hipótese nula ao nível de significância estatística de 1%, 5% e 10%, respectivamente. “ $\Delta$ ” significa operador em primeiras diferenças. Observações mensais incluídas: 209 (amostra: 2002:01 a 2019:05). Série ajustada sazonalmente pelo método X-13 ARIMA. I(0) significa série estacionária em nível (série integrada de ordem zero). I(1) significa série estacionária em primeiras diferenças (ou série integrada de ordem um).

2 – Os valores críticos do teste  $ADF^{GLS}$  são (Elliot, Rothenberg e Stock, 1996): (i) modelo com constante: -2,58 (1%), -1,94 (5%), e -1,62 (10%); (ii) modelo com constante e tendência determinística: - 3,46 (1%), -2,93 (5%), e -2,64 (10%). Seleção do número ótimo de defasagens por meio do critério de informação de Akaike modificado.

3 – Os valores críticos assintóticos do teste  $\overline{M}_\alpha^s$  são (Ng e Perron, 2001, Tabela 1): (i) modelo com constante: -2,58 (1%), -1,98 (5%), e -1,62 (10%); (ii) modelo com constante e tendência determinística: - 3,42 (1%), -2,91 (5%), e -2,62 (10%); Método de estimação espectral: AR GLS-*detrended*. Seleção do número ótimo de defasagens por meio do critério de informação de Akaike modificado.

4 – Os valores críticos do teste de Perron (1997) são: (i) modelo com constante/quebra de intercepto: -4,95 (1%), -4,44 (5%), e -4,19 (10%); (ii) modelo com constante e tendência determinística/quebra de intercepto e de tendência: - 5,72 (1%), -5,18 (5%), e -4,89 (10%). Tipo de quebra: *innovational outlier*. Seleção da quebra estrutural: estatística  $t$  de Dickey-Fuller minimizada. Seleção do número ótimo de defasagens: Critério de Informação de Akaike.

5 – Os valores críticos do teste de Saikkonen-Lütkepohl são (Lanne *et al.*, 2002): (i) modelo com constante: -3,48 (1%), -2,88 (5%), e -2,58 (10%); (ii) modelo com constante e tendência determinística: - 3,55 (1%), -3,03 (5%), e -2,76 (10%). Tipo de quebra estrutural: *Rational shift*.

## 5. Análise dos Resultados das Previsões

Nessa seção, reporta-se os principais resultados obtidos nesse exercício de previsões da arrecadação de tributos federais a partir do uso de pacotes específicos no *software* livre R<sup>11</sup>. Identifica-se um modelo individual (ou uma combinação de modelos) que seja capaz de prever bem a trajetória dos tributos fora da amostra em que esse modelo (ou a combinação de modelos) foi estimado.

O Quadro 2 a seguir destaca os códigos para cada modelo e quantidade de defasagens a serem utilizados a fim de uma melhor interpretação dos resultados obtidos.

---

<sup>11</sup> Sarima/Sarimax

<<<https://rpubs.com/hudsonchavs/sarima>>>

Pacote prophet

<<<https://facebook.github.io/prophet/>>>

<<<https://towardsdatascience.com/using-open-source-prophet-package-to-make-future-predictions-in-r-ece585b73687>>>

tbats (forecast)

<<<https://www.rdocumentation.org/packages/forecast/versions/8.7/topics/tbats>>>

<<<https://robjhyndman.com/hyndsight/forecasting-weekly-data/>>>

<<<https://medium.com/intive-developers/forecasting-time-series-with-multiple-seasonalities-using-tbats-in-python-398a00ac0e8a>>>

fasster

<<<https://mitchelloharawild.com/melburn17/#1>>>

<<<https://mitchelloharawild.com/user2018/#1>>>

<<<https://www.youtube.com/watch?v=6YlboftSalY>>>

fable

<<<https://tidyverts.github.io/tidy-forecasting-principles/index.html>>>

<<<https://robjhyndman.com/seminars/user-fable/>>>

<<<https://robjhyndman.com/hyndsight/tspackages/>>>

<<<https://petolau.github.io/blog/>>>

<<<https://petolau.github.io/Forecast-double-seasonal-time-series-with-multiple-linear-regression-in-R/>>>

Acesso em 25 de agosto de 2018

**Quadro 2** – Códigos dos modelos e das defasagens

Modelos	Defasagens ( <i>lags</i> )
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 1 - Combinação sem pesos	<input type="checkbox"/> A - Nenhuma defasagem (zero <i>lag</i> )
<input type="checkbox"/> 2 - Combinação com pesos	<input type="checkbox"/> B - Uma defasagem (1 <i>lag</i> )
<input type="checkbox"/> 3 - ARIMAX	<input type="checkbox"/> C - Duas defasagens (2 <i>lags</i> )
<input type="checkbox"/> 4 - ETS	
<input type="checkbox"/> 5 - Redes Neurais	
<input type="checkbox"/> 6 - STLM	
<input type="checkbox"/> 7 - TBATS	

**Nota:** elaboração própria

A Tabela 4 a seguir reporta a raiz quadrada do erro quadrático médio (REQM) do melhor modelo individualmente, assim como de cada combinação, para os tributos federais, conforme o critério minimax. Deve-se ressaltar que, entre os 22 tributos analisados, o critério minimax selecionou 8 tributos segundo a combinação de modelos (com peso e sem peso) por meio da raiz do erro quadrático médio (REQM). Os tributos selecionados foram os seguintes: imposto de importação (combinação com pesos e duas defasagens), IRRF Trabalho (combinação com pesos e nenhuma defasagem), IRRF Capital (combinação com pesos e duas defasagens), IOF (combinação com pesos e uma defasagem), CIDE combustíveis (combinação sem pesos e nenhuma defasagem), Contribuição para o FUNDAF (combinação com pesos e nenhuma defasagem), COFINS (combinação com pesos e nenhuma defasagem) e PIS/PASEP (combinação com pesos e nenhuma defasagem).

**Tabela 4** – Comparação entre combinações e modelos individuais

Tributo	Seleção		Combinação			Individuais		
	Min-Max REQM	Modelo	Min. REQM	Modelo	Lag	Min. REQM	Modelo	Lag
Imposto de importação	232,0309	C2	87,9703	A2	1	27,2200	A5	1
IPI (fumo)	50,1972	B3	3,5715	A2	1	8,5970	C5	1
IPI (bebidas)	64,9394	C6	39,1708	A1	6	34,0275	A5	4
IPI (automóveis)	63,1986	B7	23,0465	C2	2	16,0086	C5	2
IPI (Vinc. importação)	108,5954	A5	42,8369	A2	4	28,2754	A5	1
IPI (outros)	172,7654	A6	15,3680	C2	1	15,8543	C7	1
IRPF	414,0676	A3	326,7224	A2	12	241,3389	C5	1
IRPJ	1709,157	A4	51,8240	A2	1	18,9403	A6	1
IRRF (trabalho)	371,7713	A2	52,2966	A2	1	26,9682	A5	1
IRRF (capital)	499,9047	C2	28,7895	A2	1	65,3789	A3	2
IRRF (exterior)	462,0173	B3	19,5432	B1	1	16,5701	C5	2
IRRF (outros)	133,4454	B4	8,8615	C2	1	7,2876	C4	1
IOF	255,0757	B2	1,3267	A2	1	29,4256	A3	1
ITR	23,3718	C3	5,9715	B2	4	4,3540	A5	1
CIDE (combustíveis)	102,4817	A1	4,9252	C2	1	6,1372	A5	2
FUNDAF	10,6504	A2	2,1079	B2	2	1,1999	B5	2
Outras receitas administradas	334,9024	A5	251,3878	B2	3	216,3583	B5	4
CPSS	141,0696	A5	86,4422	B2	8	44,6718	C3	2
Receita previdenciária	1178,123	B5	625,2403	A2	5	558,1229	B5	10
COFINS	567,0433	A2	4,6826	B2	1	5,2681	B5	1
PIS/PASEP	153,1208	A2	4,2755	A2	1	2,6043	C5	1
CSLL	819,8328	A4	53,8898	A2	1	134,2994	A6	1

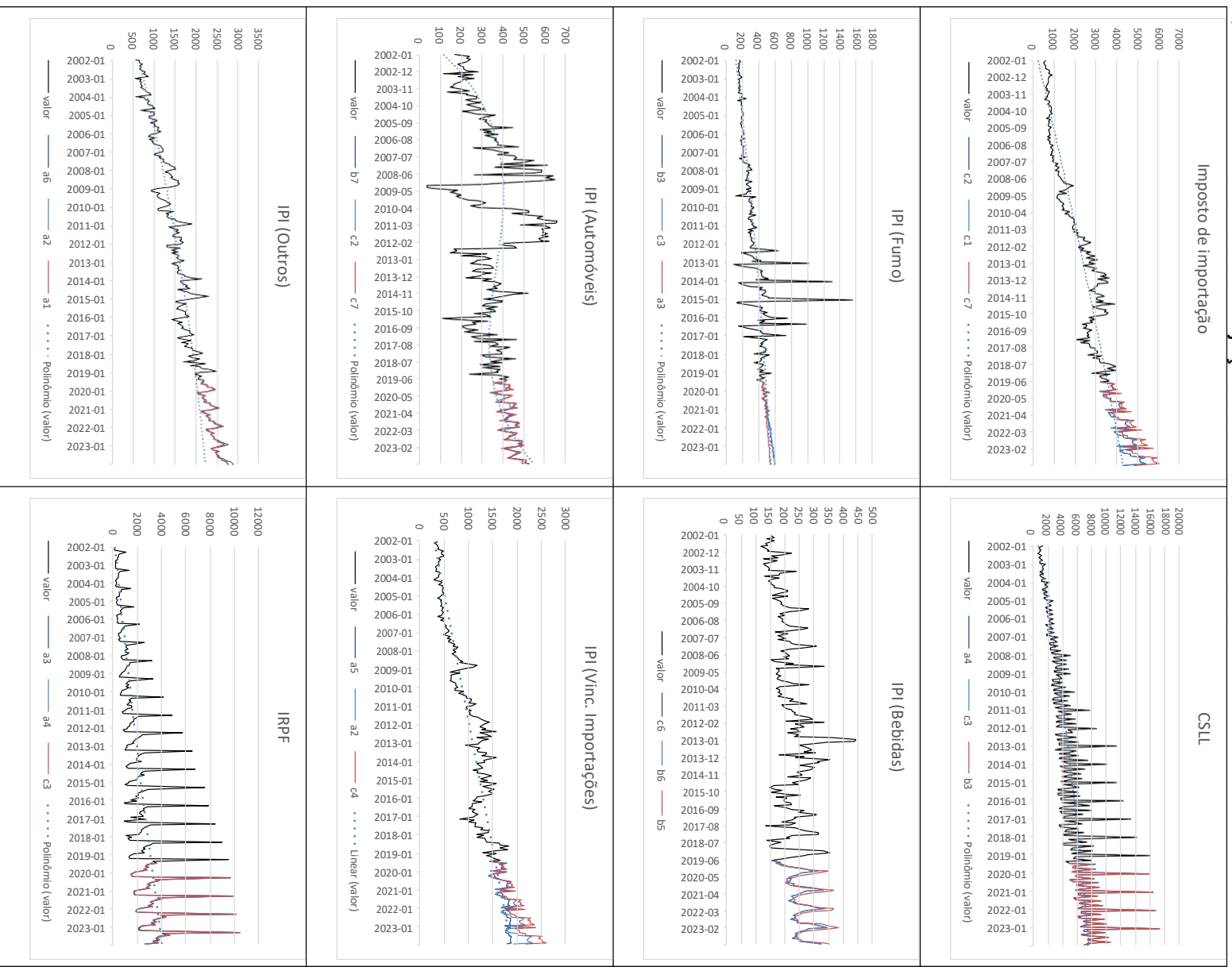
**Nota:** elaboração própria. EQM significa “Erro Quadrático Médio”. “Min. REQM” trata-se do valor mínimo da raiz do EQM.

Note que, quando se compara os resultados da REQM entre a combinação de modelos e os modelos individuais, observa-se que a combinação de modelos apresenta a menor REQM para os seguintes tributos: IPI Fumo (combinação com pesos e nenhuma defasagem), IPI Outros (combinação com pesos e duas defasagens), IRRF Capital (combinação com pesos e nenhuma defasagem), IOF (combinação com pesos e nenhuma defasagem), CIDE combustíveis (combinação com pesos e duas defasagens), COFINS (combinação com pesos e uma defasagem) e CSLL (combinação com pesos e nenhuma defasagem).

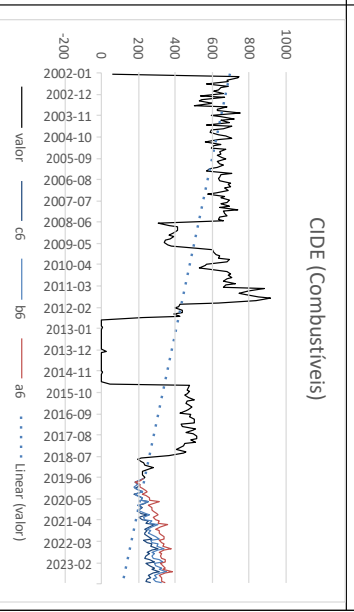
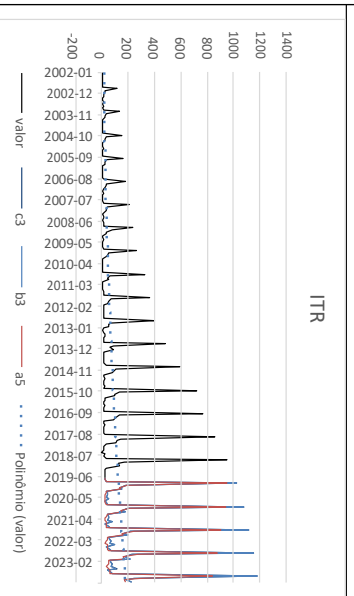
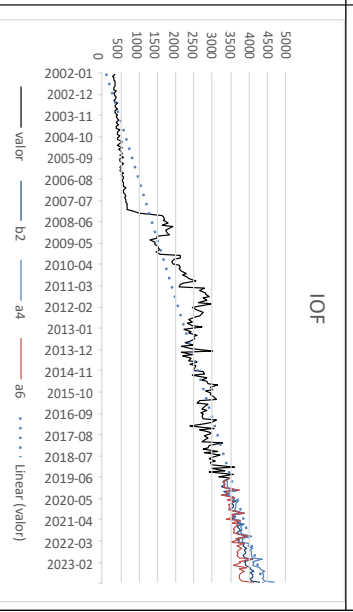
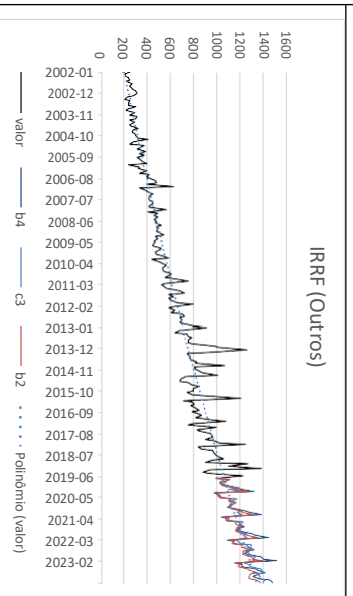
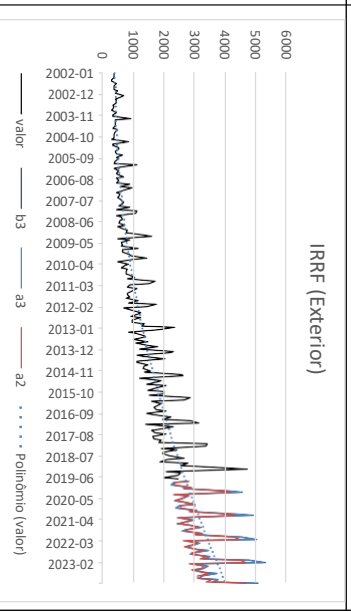
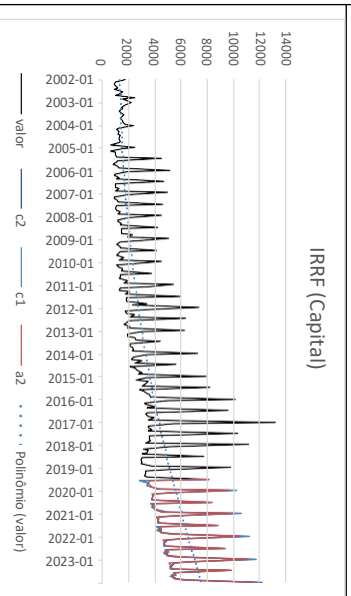
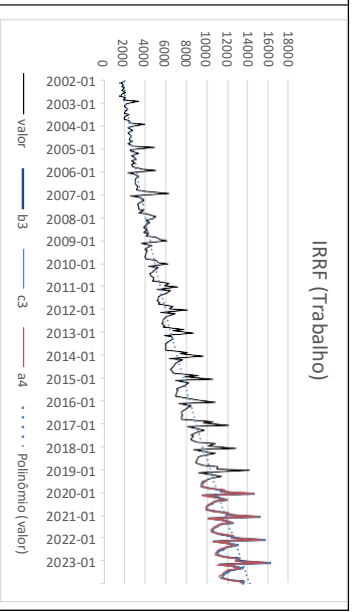
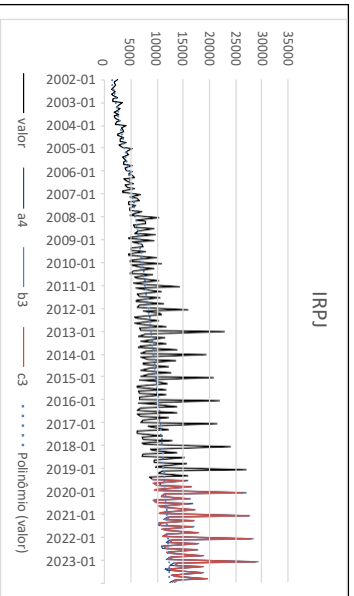
É importante considerar que a qualidade da combinação de previsões é função do número de modelos selecionados, assim como da diferença entre os modelos combinados. Portanto os resultados aqui obtidos podem ser mais favoráveis à combinação de modelos se houver um aumento no horizonte de previsão, dado que as previsões obtidas a partir de modelos individuais têm maior erro conforme já constatado na literatura empírica, elevando-se assim a importância da mistura de modelos para fins de realização das previsões da arrecadação dos tributos federais.

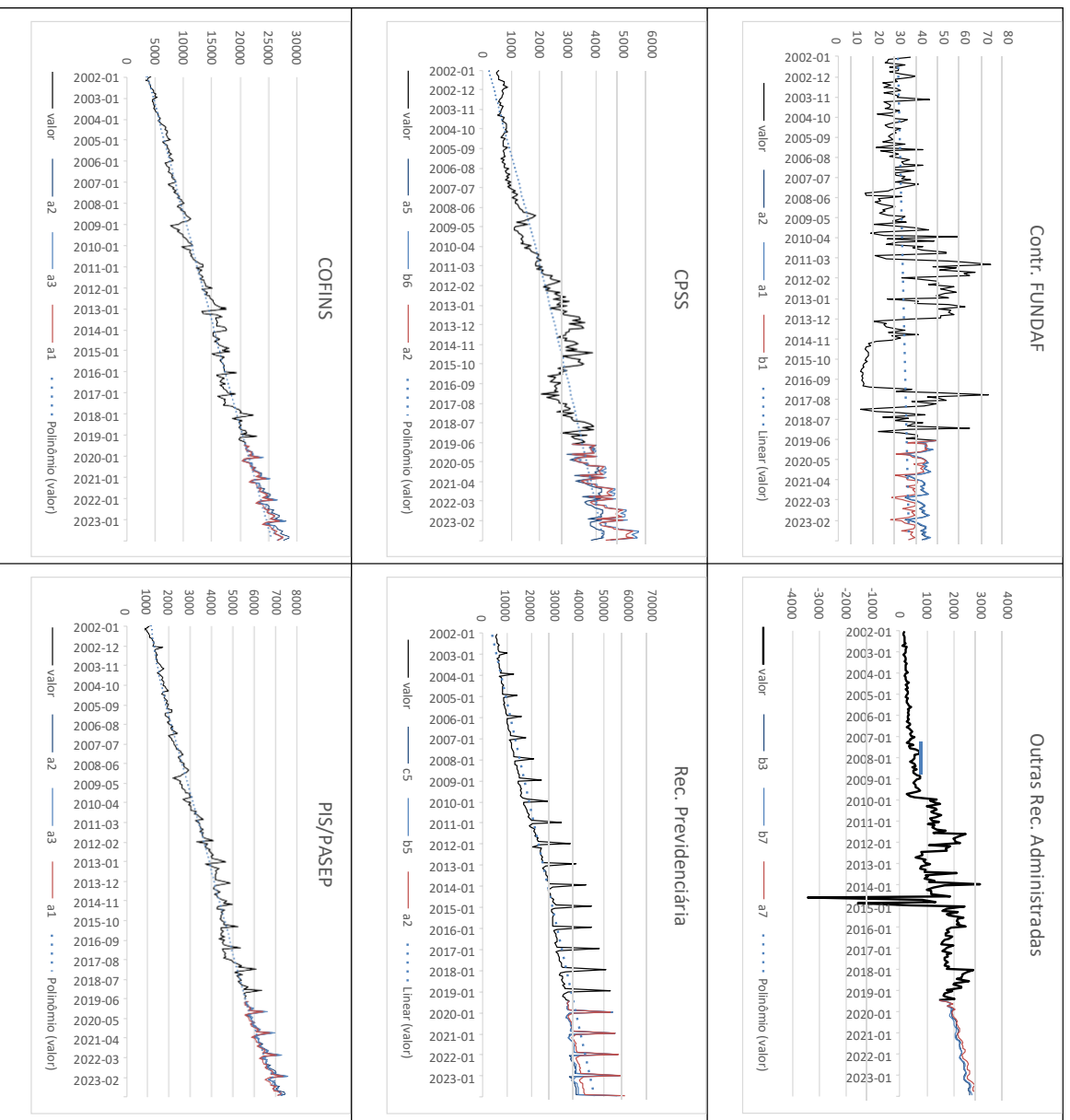
O Quadro 3 a seguir reporta os gráficos das previsões de arrecadação tributária, considerando-se o horizonte de previsão fora da amostra (julho de 2019 a dezembro de 2023). Observe que, para cada tributo federal, o critério minimax irá selecionar os três modelos com menor REQM, isto é, os modelos que minimizam o erro máximo.

**Quadro 3 – Gráficos das Projeções de Tributos Federais**









**Nota:** elaboração própria.

## 6. Considerações Finais e Implicações de Políticas

O presente estudo teve por objetivo analisar os ganhos de acurácia (precisão) ao aplicar a metodologia de combinação de previsão para prever a arrecadação de receitas brutas dos tributos federais administrados pela RFB.

A literatura empírica, nacional e internacional, tem destacado que a importância de se realizar combinações aumenta com o tamanho do horizonte de previsão fora da amostra. Conforme argumentado por Dias e Ichikava (2009), “quanto mais à frente da

*data em que a previsão é realizada estiver o período para a qual esta previsão foi feita, maior o erro de um modelo individual e melhor o desempenho associado à combinação de previsões de modelos”.*

Essa evidência empírica foi aqui constatada nas séries temporais dos seguintes tributos: imposto de importação, IRRF Trabalho, IRRF Capital, IOF, CIDE combustíveis, Contribuição para o FUNDAF, COFINS e PIS/PASEP. Nos demais tributos, os modelos individuais tiveram um desempenho razoável, ou mesmo superior, ao desempenho da combinação de previsões de modelos.

Os resultados aqui obtidos permitem responder ao questionamento feito na motivação desse estudo. De fato, o formulador de políticas pode, sim, tomar suas decisões acerca de esforço arrecadatório, bem como planejamento fiscal de médio e longo prazo, com base também nos resultados da combinação de diferentes metodologias de previsão. Torna-se válida, portanto, a hipótese da pesquisa ao se constatar empiricamente que a mistura de modelos pode melhorar a acurácia das previsões oficiais da arrecadação de alguns tributos federais.

A qualidade das previsões da arrecadação de receita bruta de tributos federais administrados pela RFB se constitui em um instrumento fundamental não apenas para elaboração das peças orçamentárias, como também para o equilíbrio fiscal. Nesse sentido, em termos de implicações de política, o uso da metodologia de combinação de previsões no caso da arrecadação tributária, considerando-se o horizonte de médio e longo prazo, é uma estratégia empírica importante a ser considerada para a tomada de decisões dos gestores públicos e dos formuladores políticas.

Como indicação de pesquisas futuras, sugere-se utilizar a metodologia de combinação de previsões para as despesas governamentais, por se tratar de uma variável relevante ao atual processo de consolidação fiscal. Além disso, sugere-se

considerar na mistura de modelos de previsão outras abordagens metodológicas mais eficientes e preditivas, e que também considerem a presença de quebras estruturais. Por exemplo, os modelos vetoriais autorregressivos (com ou sem mecanismos de correção de erros), modelos não-lineares, modelos autorregressivos e de defasagens distribuídas, modelos de natureza bayesiana etc. Conforme argumenta Cavaleri e Ribeiro (2011), *“outra sugestão seria a realização e análise do desempenho preditivo dos vários modelos individuais e técnicas de combinação para diferentes horizontes de tempo, pois cada modelo pode revelar-se melhor para um horizonte temporal, diante da presença de quebras estruturais”*.

## APÊNDICE – Tributos Federais

**Quadro A.1** – Tributos federais administrados pela Secretaria da Receita Federal do Brasil

Tributos	Comentários
Imposto de Importação (II) <sup>(1)</sup>	É um dos Impostos sobre o Comércio Exterior. De competência da União, incide sobre a importação de produtos e mercadorias estrangeiros, e tem como fato gerador a entrada desses produtos e mercadorias no território nacional, por qualquer via de acesso. Encontra-se previsto nos Art. 153, inciso I, da Constituição Federal; 19 e 22 do Código Tributário Nacional; no Decreto-Lei nº 37/1966; na Lei nº 8.085/1990 e Regulamento Aduaneiro (Decreto nº 6.759/2009).
Imposto de Exportação (IE) <sup>(2)</sup>	Segundo a Constituição Federal (Art. 153, inciso II), o imposto de exportação é de competência exclusiva da União e incide sobre a exportação para o exterior de produtos nacionais ou nacionalizados. Sua regulamentação está contida na Constituição Federal, nos artigos 23 a 28 do Código Tributário Nacional, e no Decreto-Lei nº 1.578/1977.
Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI)	De competência da União, incide sobre produtos industrializados, nacionais e estrangeiros, tendo como fatos geradores: o desembaraço aduaneiro de produto de procedência estrangeira; a saída de produto do estabelecimento industrial, ou equiparado a industrial; a arrematação, quando apreendido ou abandonado e levado a leilão. Portanto, esse imposto incide sobre as operações de industrialização de bens e mercadorias, e encontra-se

	<p>previsto no Artigo 153, inciso IV, da Constituição Federal, artigos 46 a 51 do Código Tributário Nacional, e Decreto nº 7.212/2010 (Regulamento do IPI). Encontra-se dividido em 5 modalidades:</p> <p>(i) IPI Fumo: incide sobre a produção de fumo (tabaco) não manufaturado, charutos, cigarrilhas e cigarros de fumo, e sobre outros produtos do fumo.</p> <p>(ii) IPI Bebidas: incide sobre a produção de bebidas.</p> <p>(iii) IPI Automóveis: incide sobre a produção de automóveis.</p> <p>(iv) IPI Vinculado a Importações: incide sobre produtos industrializados estrangeiros.</p> <p>(v) IPI Outros: incide sobre produtos industrializados, nacionais e estrangeiros, tendo como fatos geradores: o desembaraço aduaneiro de produto de procedência estrangeira; a saída de produto do estabelecimento industrial, ou equiparado a industrial; a arrematação, quando apreendido ou abandonado e levado a leilão.</p>
Imposto de Renda Pessoa Física (IRPF) <sup>(3)</sup>	<p>Incide sobre a renda e os proventos de contribuintes residentes no País ou residentes no exterior que recebam rendimentos de fontes no Brasil. Apresenta alíquotas variáveis conforme a renda dos contribuintes, de forma que os de menor renda não sejam alcançados pela tributação.</p>
Imposto de Renda Pessoa Jurídica (IRPJ) <sup>(4)</sup>	<p>Trata-se de um dos impostos sobre o Patrimônio e a Renda. De competência da União, incide sobre o lucro das pessoas jurídicas de direito privado domiciliadas no País, inclusive as empresas individuais a ela equiparadas, e sobre o lucro das filiais, sucursais ou representações no País das empresas jurídicas com sede no exterior.</p>
Imposto de Renda Retido na Fonte (IRRF) <sup>(5)</sup>	<p>O Imposto sobre a Renda e Proventos de Qualquer Natureza - Retido nas Fontes (IRRF) é um dos Impostos sobre o Patrimônio e a Renda. De competência da União, incide sobre o rendimento bruto: produto do capital, do trabalho e proventos de qualquer natureza (demais acréscimos patrimoniais). Encontra-se dividido nas seguintes modalidades:</p> <p>(i) IRRF Rendimento do Trabalho: incide sobre o rendimento bruto (produto do trabalho) de pessoas físicas.</p> <p>(ii) IRRF Rendimento do Capital: incide sobre o rendimento bruto (produto do capital, como participações societárias, aplicações financeiras, em bolsas, etc.) de pessoas físicas e jurídicas.</p> <p>(iii) IRRF Rendimento de Residentes no Exterior:</p> <p>(iv) IRRF Outros Rendimentos: esta modalidade aplica-se a pessoas físicas e jurídicas.</p>
Imposto sobre Operações de Crédito, Câmbio e Seguro, ou relativas a Títulos ou Valores Mobiliários (IOF) <sup>(6)</sup>	<p>De competência da União, incide sobre as operações realizadas por instituições financeiras, companhias seguradoras e instituições autorizadas a operar com câmbio ou na compra e venda de títulos e valores mobiliários (como crédito para pessoas física e jurídica, <i>factoring</i>, entrada e saída de moeda, apólices de seguro, ouro - ativo financeiro).</p>

	O IOF é o imposto incidente sobre operações de crédito, câmbio, seguro, operações relativas a títulos ou valores mobiliários, e operações sobre o outro (como ativo financeiro), de competência da União, e encontra-se previsto no Artigo 153, inciso V, e § 5º, da Constituição Federal, bem como artigos 63 a 67 do Código Tributário Nacional, e no Decreto nº 6.306/2007.
Imposto Territorial Rural (ITR) <sup>(7)</sup>	Incide sobre os imóveis localizados fora das áreas urbanas dos municípios. A alíquota é maior para propriedades de maior área e baixo grau de utilização, de modo a desestimular os grandes latifúndios improdutivos.
Contribuição sobre o faturamento mensal para o financiamento da seguridade social (COFINS) <sup>(8)</sup>	A COFINS tem como fatos geradores: a venda de mercadorias e/ou serviços de qualquer natureza; e a percepção de rendas ou receitas operacionais e não operacionais, e rendas ou receitas patrimoniais. Integra o orçamento da Seguridade Social.
Contribuição para os Programas de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS/Pasep) <sup>(8)</sup>	A Contribuição para PIS/Pasep incide sobre a receita operacional bruta de empresas públicas e privadas; sobre a folha de pagamento das entidades sem fins lucrativos; sobre a receita corrente líquida de transferências da União, estados, municípios, Distrito Federal e autarquias; e sobre transferências correntes e de capital realizadas a entidades da administração pública. Integra o orçamento da Seguridade Social. Destina-se ao Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT), para custeio do Programa de Seguro-Desemprego e concessão de abonos salariais. Quarenta por cento dos recursos são repassados ao BNDES para programas de desenvolvimento econômico.
Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL) <sup>(9)</sup>	A CSLL tem como fato gerador a aquisição de disponibilidade econômica ou jurídica de renda (o produto do capital) ou de proventos (lucro auferido pelas empresas). O lucro líquido é o valor positivo do resultado do exercício deduzidas as participações e contribuições previstas em lei (como participações de debêntures, empregados, administradores e partes beneficiárias e contribuições para instituições e para fundos de assistência ou previdência de empregados). É paga por pessoas jurídicas (entidades financeiras e não financeiras) domiciliadas no Brasil e as que lhes são equiparadas pela legislação tributária. Integra o orçamento da Seguridade Social.
CIDE Combustíveis <sup>(10)</sup>	A Lei nº 10.336, de 19 de dezembro de 2001, instituiu a Cide-combustíveis, contribuição de intervenção no domínio econômico incidente sobre a importação e a comercialização de gasolina e suas correntes, diesel e suas correntes, querosene de aviação e outros querosenes, óleos combustíveis ( <i>fuel-oil</i> ), gás liquefeito de petróleo (GLP), inclusive o derivado de gás natural e de nafta, e álcool etílico combustível.
Contribuição para o Fundo Especial de	O FUNDAF é um fundo criado Decreto Lei nº 1.437/55, que no art. 6º dispõe: “Fica instituído no Ministério da Fazenda o

Desenvolvimento e Aperfeiçoamento das Atividades de Fiscalização – FUNDAF <sup>(1)</sup>	Fundo Especial de Desenvolvimento e Aperfeiçoamento das Atividades de Fiscalização – FUNDAF, destinado a fornecer recursos para financiar o reaparelhamento e reequipamento da Secretaria da Receita Federal, a atender aos demais encargos específicos inerentes ao desenvolvimento e aperfeiçoamento das atividades de fiscalização dos tributos federais e, especialmente, a intensificar a repressão às infrações relativas a mercadorias estrangeiras e a outras modalidades de fraude fiscal ou cambial, inclusive mediante a instituição de sistemas especiais de controle do valor externo de mercadorias e de exames laboratoriais”.
Outras Receitas Administradas	Neste item engloba-se, por exemplo, a arrecadação de receitas de loterias, de CIDE remessas ao exterior, e demais receitas.
Contribuição para o Plano de Seguridade Social do Servidor Público (CPSS)	Trata-se de desconto efetuado na folha de pagamento, visando dar cobertura aos riscos a que estão sujeitos o servidor e sua família, compreendendo um conjunto de benefícios e ações que lhes garantam os meios de subsistência nos eventos de doença, invalidez, velhice, acidente em serviço, inatividade, falecimento, reclusão, proteção à maternidade, à paternidade e à adoção, e assistência à saúde. Previsão legal: 1. Artigos 41, 183, 184, 185 e 238 da Lei n° 8.112, de 1990; 2. Orientações Normativas DRH/SAF n° 12, de 1990; 35, de 1991; e 79, de 1991; 3. Pareceres DRH/SAF n° 173, de 1991); 415, de 1991; e 206, de 1992; 4. Emenda Constitucional n° 3, de 1993; 5. Lei n° 8.647, de 1993; 6. Lei n° 10.887/04.
Receita Previdenciária	Contribuições previdenciárias de pessoas físicas e jurídicas.

**Fonte:** Secretaria da Receita Federal do Brasil. Disponível em: << <http://receita.economia.gov.br/acesso-rapido/tributos>>>

**Nota:**

1 - O imposto sobre a importação de produtos estrangeiros (II) incide sobre a importação de mercadorias estrangeiras e sobre a bagagem de viajante procedente do exterior. No caso de mercadorias estrangeiras, a base de cálculo é o valor aduaneiro e a alíquota está indicada na Tarifa Externa Comum (TEC). No caso da bagagem, a base de cálculo é o valor dos bens que ultrapassem a cota de isenção e a alíquota é de cinquenta por cento.

2 - O imposto sobre a exportação tem como fato gerador a saída da mercadoria do território aduaneiro. É calculado utilizando-se como base o preço normal que a mercadoria alcançaria em uma venda em condições de livre concorrência no mercado internacional. A alíquota do IE atualmente encontra-se em 30%, podendo ser reduzida ou aumentada pela Câmara de Comércio Exterior, não podendo ser superior a 150%.

3 - O Imposto sobre a Renda e Proventos de Qualquer Natureza - Pessoas Físicas (IRPF) é um dos Impostos sobre o Patrimônio e a Renda. De competência da União, incide sobre os rendimentos e ganhos de capital percebidos pelas pessoas físicas residentes ou domiciliadas no Brasil. Integram o rendimento bruto sujeito à incidência desse imposto o ganho de capital decorrente da alienação de bens e direitos e os ganhos líquidos auferidos em operações nas bolsas de valores e assemelhadas.

4 - São contribuintes e, portanto, estão sujeitos ao pagamento do IRPJ, as pessoas jurídicas e as pessoas físicas a elas equiparadas, domiciliadas no País. Elas devem apurar o IRPJ com base no lucro, que pode ser real, presumido ou arbitrado. A alíquota do IRPJ é de 15% (quinze por cento) sobre o lucro apurado, com adicional de 10% sobre a parcela do lucro que exceder R\$ 20.000,00/mês.

5 - Estão sujeitos à incidência do imposto na fonte principalmente os rendimentos do trabalho assalariado pagos por pessoas físicas ou jurídicas, os rendimentos do trabalho não assalariado pagos

por pessoa jurídicas, os rendimentos de aluguéis e royalties pagos por pessoa jurídica e os rendimentos pagos por serviços entre pessoas jurídicas, tais como os de natureza profissional, serviços de corretagem, propaganda e publicidade. Tem como característica principal o fato de que a própria fonte pagadora tem o encargo de apurar a incidência, calcular e recolher o imposto em vez do beneficiário. Incide também sobre rendimentos pagos, creditados, empregados, entregues ou remetidos a pessoas jurídicas domiciliadas no exterior por fontes situadas no Brasil. Apresenta alíquotas variáveis conforme a natureza jurídica dos rendimentos, o país em que a beneficiária é residente ou domiciliada e o regime fiscal ao qual é submetida a pessoa jurídica domiciliada no exterior.

6 - São contribuintes do IOF as pessoas físicas e as pessoas jurídicas que efetuarem operações de crédito, câmbio e seguro ou relativas a títulos ou valores mobiliários. A cobrança e o recolhimento do imposto são efetuados pelo responsável tributário: a pessoa jurídica que conceder o crédito; as instituições autorizadas a operar em câmbio; as seguradoras ou as instituições financeiras a quem estas encarregarem da cobrança do prêmio de seguro; as instituições autorizadas a operar na compra e venda de títulos ou valores mobiliários.

7 - É um dos Impostos sobre o Patrimônio e a Renda. De competência da União, tem como fato gerador a propriedade, domínio útil ou posse de imóvel por natureza, como definido na lei civil, localizado fora da zona urbana do município. O contribuinte é o proprietário do imóvel rural, o titular de seu domínio útil, ou o seu possuidor a qualquer título. A base de cálculo é o valor da terra nua - diferença entre o valor venal do imóvel (inclusive benfeitorias) e o valor dos bens incorporados ao imóvel - corrigido anualmente. Portanto, o ITR é um imposto de competência da União, incidente sobre a propriedade de bens imóveis em área rural, previsto no Artigo 153, inciso VI, da Constituição Federal. Encontra-se previsto também nos artigos 29 a 31 do Código Tributário Nacional, Lei nº 9.393/1996 e Decreto nº 4.382/2002. sendo um imposto real e direto.

8 - As contribuições para PIS/PASEP e COFINS possuem regras bastante similares, variando conforme seus contribuintes (se pessoas jurídicas de direito privado, pessoas jurídicas de direito público ou contribuintes especiais).

9 - Estão sujeitas ao pagamento da CSLL as pessoas jurídicas e as pessoas físicas a elas equiparadas, domiciliadas no País. A alíquota da CSLL é de 9% (nove por cento) para as pessoas jurídicas em geral, e de 15% (quinze por cento), no caso das pessoas jurídicas consideradas instituições financeiras, de seguros privados e de capitalização. A apuração da CSLL deve acompanhar a forma de tributação do lucro adotada para o IRPJ.

10 - Constitui tributo extrafiscal caracterizado pela finalidade, ou pelo elemento tecnológico, previsto no Artigo 149 da Constituição Federal. Trata-se de contribuição que visa interferir na atividade econômica, sendo compatível com as disposições constitucionais relativas à ordem econômica e financeira (Artigo 170 e parágrafos da Constituição Federal). A CIDE Combustíveis destina-se ao desenvolvimento da indústria de combustíveis (Artigo 149, § 2º, inciso II, e Artigo 177, § 4º da Constituição Federal; Lei nº 10.336/2001).

11 - Por sua vez, o Regulamento Aduaneiro (dec. 6.759/09) declara: Art. 815. A remuneração devida ao Fundo Especial de Desenvolvimento e Aperfeiçoamento das Atividades de Fiscalização pelos permissãoários ou concessionários de recintos alfandegados, e pelos beneficiários de regimes aduaneiros especiais ou aplicados em áreas especiais, se for o caso, observará a legislação específica, inclusive as normas complementares editadas pela Secretaria da Receita Federal do Brasil.

## Referências

ABRAHAM, B.; LEDOLTER, J. **Statistical methods for forecasting**. New York: John Wiley & Sons, 2005.

ARMSTRONG, J. S. **Principles of forecasting: a handbook for researchers and practitioners**. Kluwer Academic Publishers, 2001. <http://dx.doi.org/10.1007/978-0-306-47630-3>



ASHLEY, R.; GRANGER, C. W. J.; SCHMALENSEE, R. Advertising and aggregate consumption: an analysis of causality. **Econometrica**, v. 48, n. 5, p. 1149-1168, 1980.

BATES, J. M.; GRANGER, C. W. J. The combination of forecasts. **Operations Research Quarterly**, v. 20, p. 319-25, 1969.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1057/jors.1969.103>

BRASIL. **Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000**. Estabelece normas de finanças públicas voltadas para a responsabilidade na gestão fiscal e dá outras providências. Brasília, 2000. Disponível em:<

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/lcp/lcp101.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp101.htm)> Acesso em: 13 junho 2009.

BENELLI, F. C. **Previsão da receita tributária federal por base de incidência**. 2013. 144f. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia do Setor Público), Universidade de Brasília. Brasília, 2013.

BOX, G. E.; TIAO, G. C. Intervention analysis with application to economic and environmental problems. **Journal of American Statistic Association**, v. 70, p. 70-19, 1975.

BRASIL. Ministério da Fazenda. Secretaria do Tesouro Nacional. **Receitas Públicas: manual de procedimentos**. Brasília: STN/Coordenação-Geral de Contabilidade, 2007. 233 p.

CAMPOS, C. V. C. **Previsão da arrecadação de receitas federais: aplicações de séries temporais para o Estado de São Paulo**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 2009. Disponível em:

<<<file:///C:/Users/57293490178/Downloads/CesoVilelaChavesCampos.pdf>>> Acesso

em 15 julho 2019.

CAVALIERI, R.; RIBEIRO, E. P. Combinação de previsões de volatilidade: um estudo. **Revista EconomiA**, v. 12, n. 2, p. 239-261, mai/ago 2011.

CLEMEN, R. T. Combining forecasts: a review and annotated bibliography. **International Journal of Forecasting**, v. 5, p. 559-583, 1989. [http://dx.doi.org/10.1016/0169-2070\(89\)90012-5](http://dx.doi.org/10.1016/0169-2070(89)90012-5).

CLEVELAND, R. B.; CLEVELAND, W. S.; MCRAE, J. E.; TERPENNING, I. STL; A seasonal-trend decomposition procedure based on Loess. **Journal of Official Statistics**, v. 6, p. 3-73, 1990.

DE LIVERA, A. M.; HYNDMAN, R. J.; SNYDER, R. D. Forecasting time series with complex seasonal patterns using exponential smoothing. **Journal of the American Statistical Association**, v. 106, n. 496, p. 1513-1527, 2011.

DIAS, V. P.; ICHIKAVA, E. Uma análise empírica da relação entre spread e risco. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, n. 36, p. 177-213, dez. 2011. Disponível em: << <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/3062>>> Acesso em: 23 junho 2019.

DIAS, V. P.; ISSLER, J. V. **Modelagem econométrica da arrecadação e gasto tributário desagregados no Brasil**. Fundação Getúlio Vargas, 2008.

DICKEY, D. A. e FULLER, W.A. Distribution of the estimators for autoregressive time series with unit root. **Journal of the American Statistical Association**, v. 74, n. 336, p. 427-431, 1979.

\_\_\_\_\_. Likelihood ratio statistics for auto-regressive time series with unit root. **Econometrica**, v. 49, nº 4, 1981.

ELLIOT, G., ROTHENBERG, T. J. e STOCK, J. H. Efficient tests for an autoregressive unit root. **Econometrica**, v. 64, n. 4, p. 813-836, 1996.

GRANGER, C. W. Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral models. **Econometrica**, Econometric Society, v. 37, n. 3, p. 424-38, 1969.

GRANGER, C. W. J; NEWBOLD, P. Experience with Forecasting Univariate Time Series and the Combination of Forecasts. **Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General)**, v. 137, n. 2, p. 131-165, 1974.

GRANGER, C.W.J.; RAMANATHAN, R. Improved methods of combining forecasting. **Journal of Forecasting**. V. 3, p. 197-204, 1984.

GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

GHYSELS, E.; SWANSON, N. R.; WATSON, M. W. **Essays in Econometrics: Collected Papers of Clive W. J. Granger**. Volume I: Spectral Analysis, Seasonality, Nonlinearity, Methodology and Forecasting. Econometric Society Monographs Series. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E. **Multivariate Data Analysis**. 7. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2010.

HARVEY, A. C. **Forecasting, structural time series models and the Kalman filter**. Cambridge University Press, 1990. ISBN 0521405734.

HOLLAUER, G.; ISSLER, J. V.; NOTINI, H. H. Prevendo o crescimento da produção industrial usando um número limitado de combinações de previsões. **Economia Aplicada**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 177-198, abril-junho 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-80502008000200001>

HYNDMAN, R. J.; AKRAM, M. D.; ARCHIBALD, B. The admissible parameter space for exponential smoothing models. **Annals of Statistical Mathematics**, v. 60, n. 2, p. 407-426, 2008.

HYNDMAN, R. J.; KOEHLER, A. B.; ORD, J. K.; SNYDER, R. D. **Forecasting with exponential smoothing: the state space approach**. Springer-Verlag, 2008.

LANNE, M; SAIKKONEN, P; LÜTKEPOHL, H. Comparison of unit root tests for time series with level shifts. **Journal of Time Series Analysis**, 23, pp. 667-685, 2002.

\_\_\_\_\_. Test procedures for unit roots in time series with level shifts at unknown time.

**Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v. 65, p. 91-115, 2003.

MADDALA, G. S.; KIM, In-Moo. **Unit roots, cointegration, and structural change.**

**Themes in modern econometrics.** Cambridge University Press, Cambridge, 2000.

MAKRIDAKIS, S. G.; WHEELWRIGHT, S. C.; HYNDMAN, R. J. **Forecasting:**

**methods and applications.** 3ª edição. Wiley, 1998, 642 p.

MELO, B. S. V. **Modelo de Previsão para a Arrecadação Tributária.** Brasília: ESAF,

2001, 97p. Monografia vencedora em 1º lugar no VI Prêmio Tesouro Nacional – 2001.

Orçamentos e Sistemas de Informação sobre a Administração Financeira Pública.

Disponível no sítio [http://www.tesouro.fazenda.gov.br/Premio\\_TN/conteudo\\_mono\\_pr6tema3.html](http://www.tesouro.fazenda.gov.br/Premio_TN/conteudo_mono_pr6tema3.html).

MENDONÇA, M. J.; MEDRANO, L. A. Um modelo de combinação de previsões para

arrecadação da receita tributária no Brasil. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Texto para Discussão nº 2186**, Rio de Janeiro, março de 2016.

MENDONÇA, M. J. C.; SACHSIDA, A.; MEDRANO, L. A. T. Um modelo econométrico para previsão de impostos no Brasil. **Economia Aplicada**, v. 17, n. 2, p. 295-329, 2013.

NG, S. e PERRON, P. Lag length selection and the construction of unit root tests with good size and power. **Econometrica**, v. 69, n. 6, p. 1519-1554, 2001.

PANTAZOPOULOS, S. N.; PAPPIS, C. P. New methods for combining forecasts.

**Yugoslav Journal of Operations Research**, v. 8, n. 1, p. 109-109, 1998.

PERRON, P. The great crash, the oil price shock, and the unit root hypothesis.

**Econometrica**, v. 57, n. 6. p. 1361-1401, 1989.

\_\_\_\_\_ Further evidence on breaking trend functions in macroeconomic variables. **Journal of econometrics**, v. 80, n. 2, p. 355-385, 1997.

PHILLIPS, P. C. B. e PERRON, P. Testing for unit root in time series regression.

**Biometrika**, v. 75, n. 2, p. 335-346, 1988.

PROIETTI, T. Comparing seasonal components for structural time series models.

**International Journal of Forecasting**, v. 16, n. 2, p. 247-260, April-June, 2000. ISSN 0169-2070.

RASGDALE. C. **Spreadsheet modeling & decision analysis: a practical introduction to management science**. Fourth edition. South-Western, 2004.

RIPLEY, B. D. **Pattern recognition and neural networks**. Cambridge, 1996.

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

SAIKKONEN, P; LÜTKEPOHL, H. Testing for a unit root in a time series with a level shift at unknown time. **Econometric Theory**, v. 18, p. 313-348, 2002.

SIQUEIRA, M. L. **Melhorando a Previsão de Arrecadação Tributária Federal Através da Utilização de Modelos e Séries Temporais**. Brasília: ESAF, 2002.

Monografia premiada em 1º lugar no VII Prêmio Tesouro Nacional – 2002. Tributação, Orçamentos e Sistemas de Informação sobre Administração Financeira Pública.

Disponível no [sítio](http://www.tesouro.fazenda.gov.br/Premio_TN/VIIPremio/conteudo_mono_pr7.html)

[http://www.tesouro.fazenda.gov.br/Premio\\_TN/VIIPremio/conteudo\\_mono\\_pr7.html](http://www.tesouro.fazenda.gov.br/Premio_TN/VIIPremio/conteudo_mono_pr7.html).

TIMMERMANN, A. Forecast combinations. In: ELLIOTT, G.; GRANGER, C. W. J.;

TIMMERMANN, A. (Ed.). **Handbook of Economic Forecasting**, vol. 1. San Diego: North-Holland, 2006.

VENABLES, W. N.; RIPLEY, B. D. **Modern applied statistics with S. Fourth Edition**, Springer, 2002.

VIGNOLI, F. H.; FUNCIA, F. R. **Planejamento e orçamento público**. Série Gestão Pública. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2014.

ZONATTO, V. C. da S.; HEIN, N. Eficácia da previsão de receitas no orçamento dos municípios gaúchos: uma investigação empírica dos exercícios de 2005 a 2009 utilizando a análise de clusters. **Revista Estudo CEPE**, Santa Cruz do Sul, n. 37, p.102-131, jan./jun. 2013.