

PREVISÕES DO PIB DO ESTADO DE SÃO PAULO A PARTIR DOS MODELOS DE SÉRIES TEMPORAIS: uma discussão metodológica

Mario Antonio Margarido
Vagner de Carvalho Bessa
Regiane Lenardon

Foram aplicados **três métodos** de **previsão** para o PIB do Estado: o Modelo Autorregressivo Integrado de Médias Móveis (**ARIMA**), o Modelo Vetorial Autorregressivo (**VAR**) e o **Modelo de Espaço de Estado**.

Considerando os dados disponíveis até o **1º trimestre**, as **estimativas de crescimento** da economia paulista para **2018** ficaram em um intervalo de **2,5% a 2,8%**.

O Produto Interno Bruto – PIB é um indicador de extrema importância, dada sua capacidade de revelar as mudanças estruturais e regionais da economia e sua evolução ao longo do tempo. Uma das aplicações mais importantes do PIB é sua utilização na identificação de tendências de curto prazo e para o desenvolvimento de modelos de previsão para subsidiar a ação governamental e a tomada de decisão dos agentes econômicos privados.

O PIB, conforme definido pelo sistema de contabilidade social,¹ corresponde à soma de todos os bens e serviços finais produzidos em

1. Esses sistemas são um conjunto coerente, consistente e integrado de contas baseados em conceitos, definições, classificações e normas contábeis internacionalmente aceitas e em contínuo aperfeiçoamento. Nas estimativas atuais são utilizadas as recomendações do Manual System of National Accounts 2008 (UNITED NATIONS, 2009).

determinado período, numa determinada região. Ele é sempre estimado em termos nominais e reais. No primeiro caso diz respeito ao cálculo a preços correntes, ou seja, leva em consideração no período o comportamento dos preços e quantidades dos bens e serviços produzidos e comercializados. Nas estimativas em termos reais, a preços constantes, são consideradas apenas as variações nas quantidades produzidas e comercializadas, eliminando-se, desta maneira, o efeito das variações de preços.

A heterogeneidade da geografia econômica de um país de proporções continentais como o Brasil torna problemática a extrapolação de resultados obtidos em um sistema de âmbito nacional para todo o seu território. A contabilidade social avaliada nacionalmente não discrimina com clareza a situação específica de uma determinada região no que se refere à sua estrutura produtiva, às mudanças de índices de preços e volumes setoriais de produção, não sendo capaz de fornecer pistas que revelem, por exemplo, os impactos de mudanças tecnológicas e na produtividade dos fatores de produção.

No caso do Estado de São Paulo, essa questão é crucial. Principal aglomeração industrial e de serviços do país, a economia paulista apresenta estrutura produtiva diversificada e mais intensiva em tecnologia em relação à média nacional, o que por sua vez apresenta particularidades do ponto de vista da sua inserção externa em relação ao caso brasileiro.

Nesse sentido, a Fundação Seade em conjunto com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e órgãos de estatísticas das demais unidades da federação, desenvolvem atividade permanente em relação a apuração do PIB anual de cada um dos estados, com defasagem de dois anos, pelas óticas do produto e da renda.² Essas informações permitem o conhecimento detalhado da evolução e das mudanças da estrutura de produção no longo prazo de forma comparável entre os estados e destes com o Sistema de Contas Nacionais do Brasil.

2. Pela ótica da produção, o PIB é obtido pelo somatório do Valor Adicionado – VA dos setores agropecuário, indústria e serviços, acrescido dos Impostos Líquidos de Subsídios. O VA é obtido a partir da diferença entre o Valor da Produção (valor dos bens e serviços produzidos) e o Consumo Intermediário (consumo de matérias-primas, insumos e serviços utilizados no processo de produção) de cada atividade. Pela ótica da renda, o PIB é estimado a partir dos rendimentos de fatores de produção envolvidos nos processos produtivos. Os tipos de remuneração são: salários e contribuições sociais pagos ao fator trabalho, e o excedente operacional que remuneram o capital que inclui lucros, rendas de propriedades e rendas de outras fontes que não o trabalho.

Entretanto essas informações não são suficientes para atender as demandas dos interessados nas flutuações de curto prazo da atividade econômica. A construção de um sistema de informações conjunturais que capte as mudanças de tendência e antecipe seus possíveis resultados tem sido considerado como um insumo estratégico não apenas para o desenho de cenários macroeconômicos, como também para a gestão mais eficiente das políticas tributária e orçamentária e das contas públicas (LINHARES, CARLOS e NOVAIS, 2009).³

Na tentativa de suprir esta lacuna a Fundação Seade, em 2005, passou a divulgar indicadores trimestrais para o PIB. Guardadas as devidas particularidades, a metodologia do PIB Trimestral foi definida de forma a que seus resultados antecipassem com a maior precisão possível os dados definitivos a serem publicados pelas contas regionais, assim como guardassem comparabilidade com o PIB Trimestral brasileiro.⁴

Em 2013 a Fundação Seade passou a oferecer estimativas mensais do PIB em termos de volume para o período 2010-2013 e, em 2017, concluiu a retropolação da série mensal para o período 2002-2009 (ano de referência 2010).⁵ O processo de retropolação pode ser descrito como uma metodologia na qual uma série mais antiga é refeita segundo os parâmetros do novo ano de referência, com a introdução dos novos marcos conceituais e a atualização da estrutura de pesos, de forma a agregar duas séries e torná-las mais homogêneas possível.⁶

3. Atualmente a Fundação Seade em parceria com o Departamento de Estudos Tributários e Econômicos da Secretaria da Fazenda, elabora boletins trimestrais de análises econômicas. Disponível em: <<https://portal.fazenda.sp.gov.br/acessoinformacao/Paginas/Boletim-Conjuntura-Econ%C3%B4mica-Paulista.aspx>>. Acesso em 11/02/2018.

4. No caso do IBGE, o PIB Trimestral também é divulgado pela ótica da demanda, considerando não apenas a evolução do valor adicionado da agropecuária, indústria e serviços e seus subsetores, como também estimativas dos investimentos, consumo das famílias e do governo, variações de estoques, exportações e importações.

5. Em consonância com as contas nacionais, que em 2015 passaram a adotar o ano de 2010 como referência, a série do PIB foi recalculada para o período 2010-2013. Consequentemente, a série 2002-2012 do PIB, baseado no ano de referência 2002, foi descontinuada.

6. O processo de retropolação pressupõe que as variações em volume e preço das atividades se mantiveram inalteradas entre 2002-2010. Os resultados obtidos foram posteriormente ajustados às contas nacionais tanto em valores constantes quanto correntes, considerando a metodologia da série retropolada realizada pelo IBGE para o PIB do Brasil. No caso das estimativas mensais foi utilizado método análogo aos cálculos anuais. A maior dificuldade para a retropolação foi a atualização da série antiga em conformidade com a Classificação de Atividade Econômica (CNAE 2.0), além da introdução de novos produtos na agropecuária.

A divulgação da série do PIB 2002-2017 dentro do novo marco estrutural das contas regionais acabou por se constituir em um importante passo para estudos de séries temporais em vários aspectos.⁷

Em primeiro lugar, a modelagem das séries temporais associadas ao PIB permite descrever suas características, identificando tendências, padrões sazonais, quebras estruturais e ciclos econômicos. Outro campo de análise é o das relações entre o PIB e as séries sensíveis às flutuações da economia, tais como as séries de indicadores tributários, sociais e de emprego.

E, finalmente, no que diz respeito ao objetivo desse texto, é de particular importância à aplicação de modelos de séries temporais na construção de modelos preditivos sobre a trajetória da atividade econômica. Esses modelos que apresentam vantagens significativas sobre os chamados “modelos estruturais” para a análise regional. Além de contornarem as dificuldades típicas desses últimos para séries econômicas, tais como autocorrelação, dependência estocástica e multicolinearidade, a modelagem de séries temporais não requer modelos com especificações de causa e efeito entre as variáveis ou dependência entre as regiões (SPIVEY, W. A. and WECKER, s/d).⁸

Nesse sentido, como aponta Harvey:

“O que distingue um modelo de séries temporais, em oposição a um modelo econométrico, é que não é necessário formular relacionamento da variável y_t e outras variáveis. Os movimentos de y_t são explicados em termos de seus próprios valores passados, ou por sua própria posição em relação ao tempo. Previsões são então efetuadas por extrapolação” (HARVEY, 1993, p.1).

7. Entende-se por séries temporais uma coleção de valores observados sequencialmente ao longo de tempo para determinada variável, evento ou fenômeno e que apresenta dependência temporal. No caso das séries econômicas, os valores podem ser diários, assim como cotações de ações e de *commodities* em bolsa; podem ser mensais tais como, taxa de inflação, de câmbio, valores das exportações, etc.; também, podem ser trimestrais ou anuais (ARMSTRONG, 2000).

8. Os modelos de previsão baseados em séries temporais surgiram na década de 80 como resposta às críticas ao grande número de restrições impostas pelos modelos estruturais (Banco Central, 2004). Basicamente, os modelos estruturais (também chamados de “modelos econométricos”) de previsão se baseiam fortemente na teoria econômica e, conseqüentemente, pressupõe uma complexa análise sobre o relacionamento entre as variáveis; os modelos de séries temporais, por sua vez, dispensam formulações teóricas e se apoiam fortemente em ferramentas estatísticas.

Esse texto tem como objetivo apresentar alternativas de modelos de previsão para o PIB do Estado de São Paulo a partir de três métodos associados às séries temporais. Como parte do exercício, serão estimadas em cada modelo projeções para o PIB de 2018.

A série do PIB mensal

A série utilizada nesse trabalho é a do PIB mensal divulgada pela Fundação Seade para o período de janeiro de 2002 a fevereiro de 2018. Comporta o encadeamento de 182 observações de números-índices (média 2010=100).

As taxas de variações anuais da série foram calculadas a partir da fórmula de Laspeyres, o que resulta em uma série de índice base móvel. Esse método oferece vantagem sobre os de base fixa pura, visto que mantém atualizados os pesos com os quais são agregadas as séries dos setores que compõem o valor adicionado do PIB.

O índice de volume Laspeyres de base fixa pode ser expresso por:

$$L_{\theta, q, y} = \frac{\sum_i p_{i,0} \times q_{i,q,y}}{\sum_i p_{i,0} \times q_{i,0}}$$

Onde:

$L_{\theta, q, y}$ = índice de volume de Laspeyres que mede a variação do volume entre a média do ano θ e o mês q do ano y , com a média do ano θ como período base;

$p_{i,0}$ = preço do produto i , no ano base θ ;

$q_{i,q,y}$ = quantidade do produto i , no mês q do ano y ;

$q_{i,0}$ = quantidade do produto i , no ano base θ .

Pode-se expressar o mesmo índice na forma

$$L_{\theta, q, y} = \frac{\sum q_{i,q,y}}{q_{i,0}} \times w_{i,0}$$

Onde:

$$w_{i,0} = \frac{p_{i,0} \times q_{i,0}}{\sum p_{i,0} \times q_{i,0}}$$



ponderação entre o valor do produto i e o valor total no período base

Para que a série mensal do PIB se ajuste aos resultados anuais, isto é, para que a variação observada entre dois anos dos dados definitivos do PIB seja coerente com a variação acumulada dos índices mensais para esse mesmo ano, utilizou-se o método de “Ajuste de Denton” também adotado pelo IBGE em suas contas trimestrais. Trata-se de um algoritmo de minimização que ajusta as séries das estimativas provisórias mensais aos novos totais anuais divulgados definitivamente, evitando o que se chama de efeito “degrau”, ou seja, impede que a diferença entre o início de um ano e o final do ano anterior seja excessivamente ampliada.

Séries auxiliares

Para esse estudo, além dos modelos univariados para o PIB paulista, foram testados também modelos bivariados, levando-se em consideração variáveis que tenham impacto sobre o comportamento do PIB do Estado de São Paulo, pois os modelos com duas ou mais variáveis podem gerar resultados mais robustos do que modelos univariados.

Nesse sentido, foram utilizadas além do PIB, oito séries com periodicidade mensal: Índice de Atividade Econômica (IBC-BR), do Banco Central do Brasil (BACEN); Consumo de Energia Elétrica da Indústria, do Comércio e Total do Estado de São Paulo, da Secretaria de Energia e Mineração do Estado de São Paulo; Arrecadação do ICMS Total e Arrecadação do ICMS exceto Energia Elétrica e Combustíveis Tributadas no destino onde a fonte é a Secretaria da Fazenda do Estado; Emprego Formal Geral (Ministério do Emprego e do Trabalho); e Saldo da Balança Comercial (Ministério da Indústria, Comércio e Serviços).⁹

Métodos

Este item objetiva apresentar, de forma sucinta, os três métodos utilizados na confecção dos modelos de previsões do Produto Interno Bruto (PIB) do Estado de São Paulo para 2018, a saber, o Modelo Autorregressivo Integrado de Médias Móveis (ARIMA); Modelo Vetorial Autorregressivo (VAR) e Modelo de Espaço de Estado.

9. O IBC-BR é uma variável *proxy* para o PIB do Brasil e a série utilizada compreende o período de janeiro de 2003 até fevereiro de 2018. Para todas as outras séries, o período é janeiro de 2002-fevereiro de 2018.

Detalhes envolvendo os modelos ARIMA e de Função de Transferência,¹⁰ podem ser encontrados em Box, Jenkins and Reinsel (1994) e Vandaele (1983). Em relação ao modelo Vetorial Autorregressivo (VAR), os detalhes são apresentados em Enders (2004). Quanto ao modelo de Espaço de Estado, as referências sugeridas são Commandeur and Koopman (2007) e Kim e Nelson (1999).

Modelo ARIMA

O primeiro exercício para projetar o crescimento do PIB paulista para 2018 compreende a utilização do denominado modelo Autorregressivo Integrado de Médias Móveis (ARIMA), também conhecido como modelo Box-Jenkins.

Os pressupostos do modelo são que os parâmetros autorregressivos representam a “memória” da série, ou seja, como os valores passados da própria série impactam seus próprios valores presentes e futuros. Os parâmetros de médias móveis mostram a velocidade pela qual erros presentes e passados (choques) influenciam os valores presentes e futuros da série.

Para se trabalhar com o modelo ARIMA, é necessário deixar a série estacionária, ou seja, deve-se eliminar sua tendência estocástica. Para tal tarefa é utilizado o operador de diferença. Portanto, ao se utilizar o modelo ARIMA, deixa-se de se trabalhar com a série original, também denominada de série em nível, e utiliza-se sua taxa de variação.

Basicamente, quatro são os passos ao se trabalhar com o modelo ARIMA, identificação, estimação dos parâmetros e verificação dos resíduos, os quais devem estar isentos de autocorrelação (ruído branco).¹¹ A partir da obtenção de resíduos ruído branco, parte-se para a previsão.

O modelo ARIMA estimado contém seis parâmetros, sendo uma constante, dois parâmetros autorregressivos (AR) e três parâmetros de médias móveis (MA).

10. O modelo de Função de Transferência é uma ampliação do ARIMA. Enquanto que, o modelo ARIMA utiliza somente uma variável (univariado), o de Função de Transferência possibilita o uso de diversas variáveis no mesmo modelo, sendo denominado de multivariado. No entanto, ambos são conhecidos na literatura sobre séries temporais de modelos Box-Jenkins.

11. Ruído branco implica ausência de autocorrelação nos resíduos. Para verificar se os resíduos estão isentos de autocorrelação utiliza-se a Estatística Q, ou, teste Ljung-Box.

Matematicamente, este modelo é representado como:

$$\nabla LPIBAJUS_t = \theta_0 + \frac{(\theta_1 B + \theta_{12} B^{12} + \theta_{24} B^{24})}{(1 - \phi_{11} B^{11} - \phi_{13} B^{13})} a_t$$

Em relação a fórmula apresentada, a notação é a seguinte: ∇ indica que foi aplicada uma diferença de ordem um para tornar a série estacionária; $LPIBAJUS$ mostra que foi aplicado o operador logaritmo sobre a série para comprimir sua variância, além disso, antes da estimação do modelo ARIMA, foi aplicado o Método X12 para remover a sazonalidade da série original; θ_0 é a constante; os θ s são os parâmetros de médias móveis; os ϕ s são os parâmetros autorregressivos e a_t são os resíduos do modelo ARIMA.

Os valores dos parâmetros estimados podem ser visualizados na Tabela 1, que revela que todos os parâmetros estimados são estatisticamente significativos ao nível de significância de 5%.

Tabela 1

Estimativas do modelo ARIMA

PIB do Estado de São Paulo – Janeiro de 2003-Fevereiro de 2018

Parâmetro	Valor do coeficiente estimado	Erro-padrão da estimativa	Valor do teste t	P -Valor
θ_0 (1)	0,00136233	0,000435374	3,129	0,0018
ϕ_{11}	0,154665	0,0636730	2,429	0,0151
ϕ_{13}	0,210243	0,0647955	3,245	0,0012
θ_1	-0,196013	0,0678457	-2,889	0,0039
θ_{12}	-0,191620	0,0709853	-2,699	0,0069
θ_{24}	-0,177767	0,0867254	-2,050	0,0404

Fonte: Fundação Seade.

(1) Constante.

A presença da constante indica que o nível da série está um pouco acima de zero. O parâmetro autorregressivo¹² de ordem 11 mostra que 15,5% do valor do PIB paulista no período t , é função de seu próprio valor de 11 meses atrás. O mesmo raciocínio se aplica ao parâmetro autorregressivo de ordem 13. Especificamente, neste caso, 21,0% do valor da variável PIB paulista no presente devem-se ao seu próprio valor de 13 meses atrás.

O parâmetro de médias móveis¹³ de ordem um indica que desequilíbrios no PIB paulista no período t são corrigidos, na média, em 19,6% a cada mês. Possivelmente, este parâmetro capta o dinamismo da variável PIB. Em outras palavras, dado que o PIB é composto, basicamente, pelos setores agropecuário, industrial e comércio, e, dado que cada um destes três setores apresenta dinâmica distinta ao longo dos meses do ano, isto faz com que o PIB se ajuste a cada mês em decorrência das movimentações destes três setores.

De maneira análoga, o parâmetro de médias móveis de ordem 12, indica que desequilíbrios no PIB paulista no período atual, na média, são corrigidos com magnitude igual a 19,2% a cada 12 meses. Possivelmente, este parâmetro também capta o dinamismo da variável PIB, pois, a cada 12 meses, o PIB paulista atinge seu ápice.¹⁴ Em relação ao Estado de São Paulo, dada sua forte presença industrial, o PIB paulista atinge valores mais elevados no segundo semestre do ano, com destaque para o período setembro/outubro, onde há maior atividade do segmento industrial, em função do fato de que a indústria está fabricando os produtos que serão vendidos ao segmento varejista em novembro, e, para que, posteriormente, o varejo disponibilize-os para os consumidores em dezembro. Lembrando que, o final de ano, com ênfase em dezembro, é o melhor período de

12. Parâmetro autorregressivo mostra a memória da série, ou seja, quanto os valores passados da série impactam o valor presente ou contemporâneo da própria série.

13. Parâmetro de média móvel capta os efeitos de choques presentes e passados sobre o comportamento contemporâneo da própria variável. Em outras palavras, mede quanto do desequilíbrio da variável no período atual é corrigido, na média, com base nestes choques.

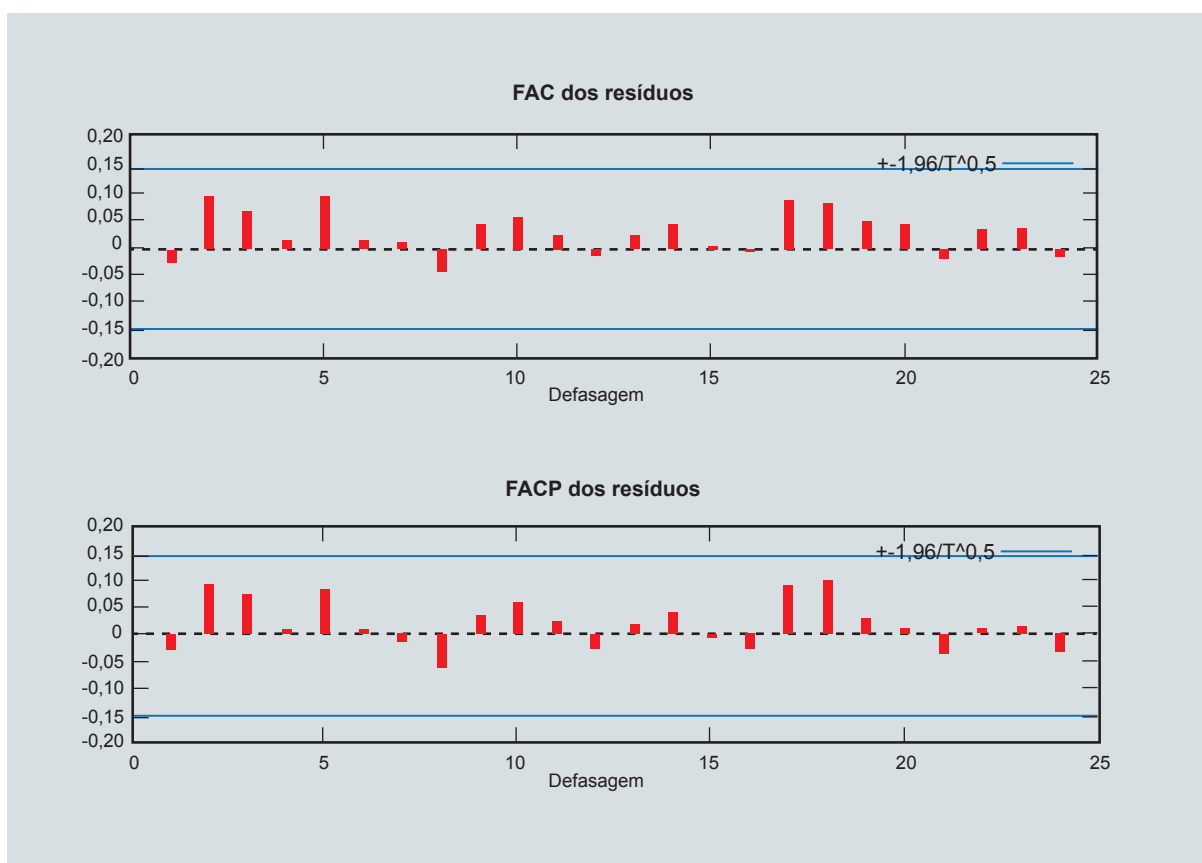
14. Neste caso, é necessário realçar que acontecimentos que se repetem a cada 12 meses, não implica que se deva comparar valores de dezembro de um determinado ano em relação a 12 meses do ano seguinte. Por exemplo, no caso do PIB, seu pico tende a ocorrer em outubro, sendo assim, para efeito de comparação, deve-se comparar outubro de determinado ano em relação a outubro de outro ano. No caso das vendas do varejo, neste caso, tomando como base o varejo restrito, o qual não leva em consideração as vendas de automóveis, motocicletas, peças automotivas e material de construção, o pico ocorre em dezembro, em decorrência do recebimento do décimo terceiro salário, sendo assim, a comparação também é de 12 meses, porém, neste caso, compara-se dezembro de um ano em relação a dezembro de outro ano.

vendas para o comércio, em decorrência do recebimento do décimo terceiro salário pelos trabalhadores assalariados.

Também, foi inserido um parâmetro de média móvel de ordem 24 para melhorar em termos estatísticos o modelo. Por se tratar de uma defasagem muito longa, sua análise econômica é irrelevante.

Após a estimação do modelo, o próximo passo é a verificação dos resíduos, conforme apresentado na Figura 1. Observa-se que os resíduos (barras vermelhas) se encontram dentro do intervalo de confiança de 95%. Isto indica que os resíduos são ruído branco, ou seja, estão isentos de autocorrelação.

Figura 1
Função de autocorrelação (FAC) e função de autocorrelação parcial (PFAC) dos resíduos do modelo ARIMA



Fonte: Fundação Seade.

Com base nos valores previstos pelo modelo ARIMA, foi calculada a taxa anualizada de crescimento do PIB do Estado de São Paulo para 2018. O resultado mostrou uma taxa com valor médio igual a 2,5%, valor que se situa pouco abaixo para aquele previsto para o PIB do Brasil com base no Relatório Focus do Banco Central (2,8%).

Modelo Vetorial Autorregressivo (VAR)

Outro tipo de modelo utilizado nesse trabalho para projetar o valor do PIB paulista para 2018 é o Modelo Vetorial Autorregressivo – VAR. Tendo como ponto de partida os modelos univariados de séries temporais, conforme apresentados em Box, Jenkins e Reinsel (1994), o VAR pode ser utilizado tanto no contexto univariado (uniequacional) quanto multivariado (multiequacional).

Mais especificamente, foram utilizados quatro modelos VAR, sendo um univariado e três bivariados. O modelo univariado utilizou somente o próprio PIB paulista, enquanto que os três modelos bivariados utilizaram o PIB paulista conjuntamente com as variáveis, taxa de câmbio, exportações e o IBC-BR, cada um deles. Em relação a nomenclatura utilizada para cada modelo, tem-se que, o modelo univariado contendo somente o PIB paulista foi denominado de *VAR_P*. O modelo bivariado contendo a variável exportações foi denominado de *Exportações*. Por sua vez, o modelo bivariado que utiliza o Índice de Atividade Econômica (IBC-BR) foi denominado de *IBCBR*. Finalmente, o modelo bivariado contendo a variável taxa de câmbio, foi denominado de *Taxa de Câmbio*.

É necessário realçar que as séries não foram ajustadas retirando os efeitos sazonais, pois os cálculos anualizados não requerem o acerto dos eventos típicos de cada mês, assim como dos dias úteis e dos feriados móveis.¹⁵

Um aspecto que assume relevância em relação ao modelo VAR, consiste na determinação do número de defasagens.¹⁶ Entre os diversos critérios de informação, neste estudo, a opção recaiu sobre o Critério de Informação Bayesiano (BIC), o qual é um dos mais utilizados na literatura econométrica. Apesar das exigências do número de defasagens apontado por esse critério terem sido relativamente altas, o que poderia impor restrições ao diminuir-se

15. No caso do modelo VAR, há várias formas de trabalhar quando a(s) série(s) apresenta(m) sazonalidade. Uma alternativa consiste em filtrar a série por algum filtro sazonal, como por exemplo, X13 ARIMA, e, utilizar a série dessazonalizada na estimação do modelo VAR para fazer previsões. Alternativamente, pode-se utilizar *dummies* sazonais para captar o efeito da sazonalidade sobre a série. Finalmente, pode-se utilizar a série original com sazonalidade. Posteriormente o efeito sazonal será eliminado ao se calcular a média de 12 meses, a qual, é uma média móvel, e, serve como filtro para eliminar a sazonalidade da série.

16. Em poucas palavras, variáveis defasadas mostram o impacto da própria variável ou de outras variáveis no passado, sobre o comportamento de determinada variável no presente e no futuro.

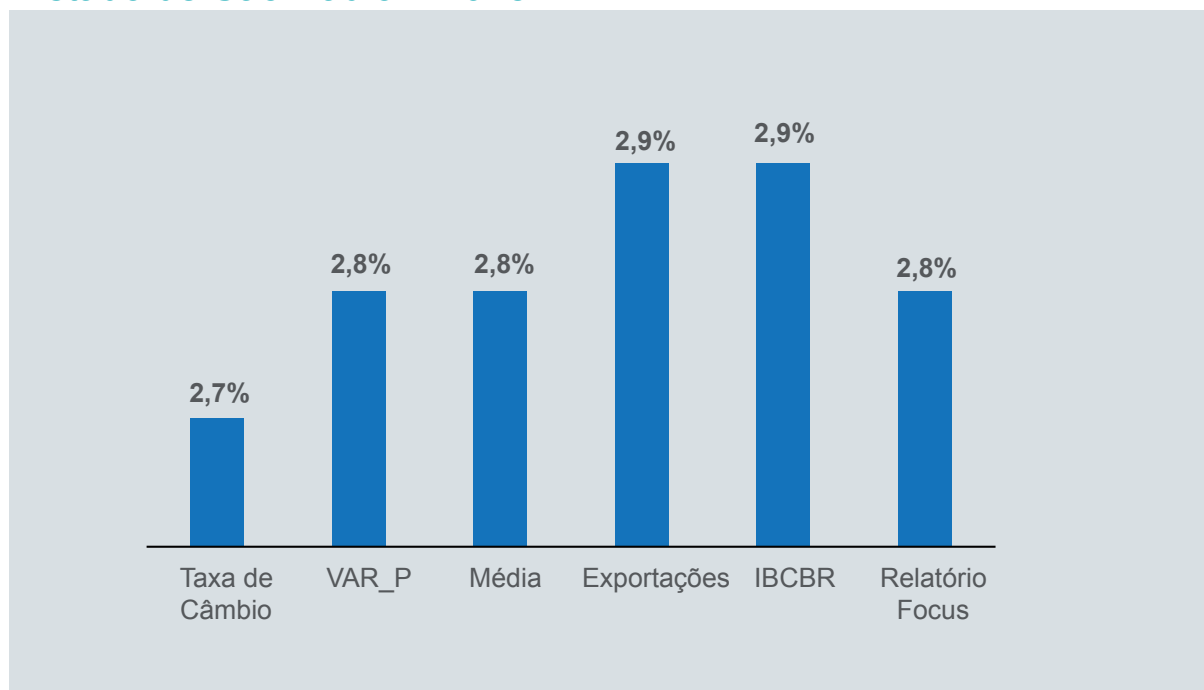
o número de graus de liberdade e, conseqüentemente, perda de informação, não houve penalização dos parâmetros adotados em razão do grande número de observações da amostra contida nas séries utilizadas.

O modelo univariado necessitou de 13 defasagens, enquanto nos modelos bivariados utilizou-se um número de defasagens idêntico para exportações e câmbio (13), e, no caso do câmbio (14).

O Gráfico 1 apresenta as taxas anuais para o crescimento do PIB paulista para 2018 para cada modelo. Além disso, como efetuado anteriormente, foi calculada uma taxa média de crescimento com base na taxa de cada modelo e a taxa prevista no Relatório Focus. Os modelos que mais se aproximaram do valor previsto no Relatório Focus foram os modelos bivariados *IBCBR* e *Exportações*. Também, é necessário frisar que o melhor resultado relativamente ao valor previsto no Relatório Focus (2,8%) foi a média de todos os modelos VAR, com taxa anual de crescimento igual a 2,8% para 2018.

Gráfico 1

Taxas médias anualizadas de crescimento do PIB, segundo modelos e mediana do PIB Brasil do Relatório Focus Estado de São Paulo – 2018



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do Banco Central do Brasil – Bacen, Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços e Fundação Seade.

Modelo de Espaço de Estado

O modelo de Espaço de Estado é uma forma de representar um sistema linear mais complexo de uma maneira mais simples, capturando a dinâmica de um vetor em termos de um vetor possível não observado, conhecido como vetor de estado para o sistema. Assim como acontece com outros métodos envolvendo a análise de séries de tempo, no caso do modelo de Espaço de Estado também é necessário trabalhar com a(s) variável(is) estacionária(s).¹⁷

Foram estimados oito modelos, sendo um modelo univariado, o qual contém o PIB do Estado de São Paulo, sendo denominado *STATEP*, e sete modelos bivariados, os quais contêm a variável dependente (PIB paulista) e outra variável independente. O Quadro 1 apresenta em detalhes os modelos estimados.

Quadro 1

Tipo de modelo, variáveis e sigla do modelo

Tipo de modelo	Nome(s) da(s) variável(is)	Sigla do modelo
Univariado	PIB do Estado de São Paulo	<i>STATEP</i>
Bivariado	PIB do Estado de São Paulo e <i>IBCBR</i>	<i>STATEIBCBR</i>
Bivariado	PIB do Estado de São Paulo e <i>Consumo de Energia Elétrica Total</i>	<i>STATEEETOTAL</i>
Bivariado	PIB do Estado de São Paulo e <i>Consumo de Energia Elétrica da Indústria e do Comércio</i>	<i>STATEEEINDCOM</i>
Bivariado	PIB do Estado de São Paulo e <i>Arrecadação do ICMS Total</i>	<i>STATETRIBNORMAL</i>
Bivariado	PIB do Estado de São Paulo e <i>Arrecadação do ICMS exceto Energia Elétrica e Combustíveis Tributadas no Destino</i>	<i>STATETRIBUSEMEE</i>
Bivariado	PIB do Estado de São Paulo e <i>Emprego Formal Geral</i>	<i>STATEEMPREGO</i>
Bivariado	PIB do Estado de São Paulo e <i>Saldo da Balança Comercial</i>	<i>STATESALDO</i>

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do Banco Central do Brasil – Bacen; Secretaria de Energia e Mineração do Estado de São Paulo; Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo; Ministério do Emprego e do Trabalho; Ministério da Indústria, Comércio e Serviços e Fundação Seade.

17. A condição de estacionariedade implica que, tanto a média, variância quanto sua covariância são constantes ao longo do tempo. Resumidamente, estacionariedade implica que a série apresenta um equilíbrio estável.

Para verificar a coerência dos resultados previstos para cada modelo, podem ser utilizadas três estratégias de verificação da robustez dos modelos. A primeira consiste em calcular as respectivas taxas médias anualizadas para 2018 e comparar com o valor da mediana¹⁸ do PIB do Brasil para 2018, divulgado no Relatório Focus, do Banco Central do Brasil, de 28 de março de 2018, cujo valor foi de 2,8%. Apesar das possíveis diferenças entre o ritmo de crescimento entre a economia brasileira e paulista, é de se pressupor certa convergência entre as taxas em razão do peso da economia do Estado de São Paulo no PIB brasileiro (31,4% em 2017).

A segunda estratégia é verificar o grau de acurácia de previsão dos modelos a partir de algum tipo de indicador. Entre os diversos indicadores apresentados na literatura econométrica, neste estudo, foi escolhido o Erro Percentual Médio Absoluto (MAPE), o qual, é um dos mais utilizados. Segundo Kennedy, o MAPE tem “a vantagem de ser adimensional. É mais apropriado quando o custo do erro de previsão está mais relacionado ao erro percentual do que ao tamanho numérico do erro” (KENNEDY, 2008, p. 334).

Finalmente, também foi calculada uma taxa anualizada média de crescimento do PIB paulista para 2018 envolvendo os resultados de todos os modelos estimados, a qual é denominada de *MÉDIASTATE*. O cálculo do valor médio previsto com base em diversos modelos é uma estratégia muito utilizada no campo das previsões. Dado que uma série pode conter informações importantes ausentes em outras séries, esse método tende a reduzir os erros e garantir a acurácia das previsões fora da amostra.¹⁹

18. Lembrando que, os resultados dos modelos econométricos são valores médios para o PIB do Estado de São Paulo, enquanto que, o Relatório Focus utiliza a mediana do PIB para o Brasil.

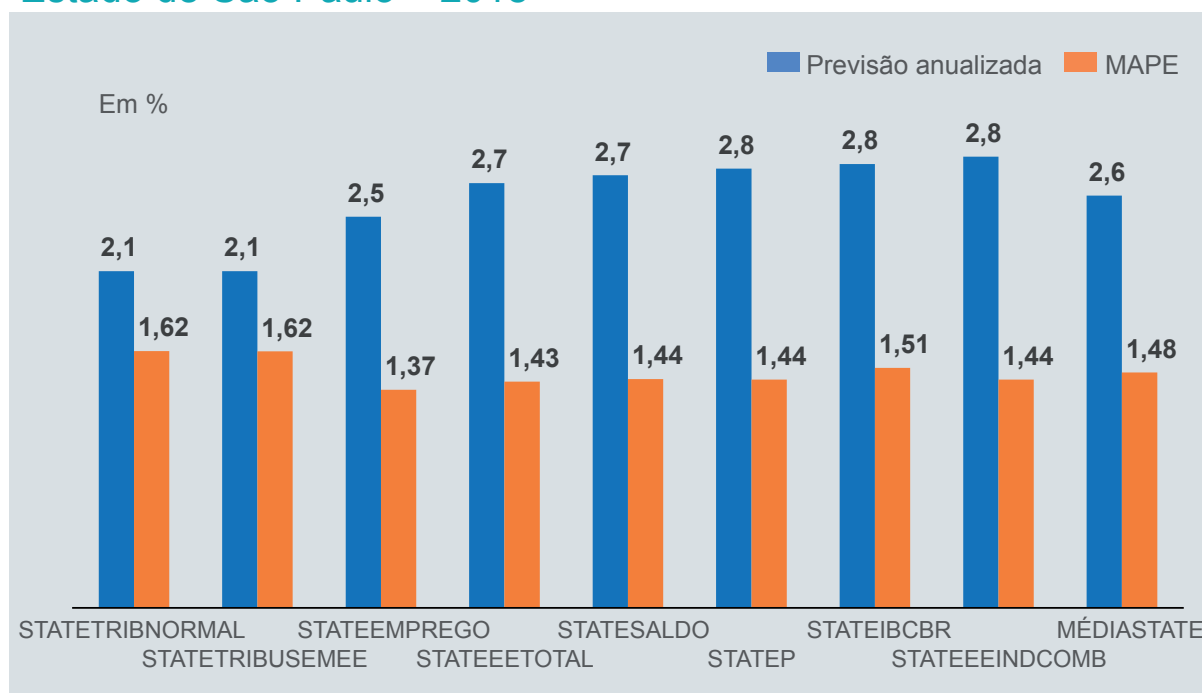
19. No campo dos modelos de séries temporais, o melhor modelo é aquele que consegue explicar a realidade com o menor número de parâmetros, ou seja, prevalece a “Lei da Parcimônia”. Além disso, cada método tem sua particularidade, por exemplo, no caso do modelo VAR, são utilizados somente parâmetros autorregressivos, tanto no contexto univariado quanto multivariado, ou seja, o comportamento da variável no presente é explicado somente por seus valores passados. Já, no caso do modelo ARIMA (univariado) e Função de Transferência (multivariado), o valor contemporâneo de uma variável é determinado não somente pelos parâmetros autorregressivos, assim como no VAR, mas, também, pelos parâmetros de médias móveis, os quais captam os efeitos de choques presentes e passados sobre o comportamento da variável contemporânea. Também, o excesso de variáveis em um mesmo modelo pode reduzir seu poder preditivo, uma vez que, a perda de graus de liberdade pode ser considerável, o que pode induzir ao número incorreto de defasagens. Sendo assim, é aconselhável a estimação de diversos modelos, inclusive, com diferentes métodos, e calcular um valor médio para as previsões com base nestes modelos.

O Gráfico 2 mostra que os modelos que convergem para a mesma taxa do Relatório Focus são o modelo univariado, o qual contém somente o próprio PIB paulista (*STATEP*) e os modelos bivariados, que tem como variáveis de entrada o IBCBR (*STATEIBCBR*), a quantidade consumida de Energia Elétrica da Indústria e do Comércio do Estado de São Paulo (*STATEEEINDCOM*) e para os quais foram verificados MAPE idênticos (1,44%). Outros modelos bastante robustos foram aqueles que consideraram como variáveis o saldo da balança comercial (*STATESALDO*) e o consumo de energia elétrica total (*STATEEETOTAL*), que apresentaram taxa de crescimento de 2,7% e MAPE de, respectivamente, 1,44% e 1,43%.

De forma geral, os modelos que se mostraram mais próximos das previsões do Relatório Focus foram os que apresentaram também menor MAPE, a exceção do modelo envolvendo as variáveis PIB do Estado de São Paulo e Emprego (*STATEEMPREGO*) que, apesar de apresentar o menor valor para o MAPE (1,37%), resultou em previsão relativamente distante das taxas anualizadas do Banco Central.

Gráfico 2

Modelos de previsão, por taxas médias anualizadas de crescimento do PIB e indicador do grau de acurácia (MAPE)
Estado de São Paulo – 2018



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do Banco Central do Brasil – Bacen; Secretaria de Energia e Mineração do Estado de São Paulo; Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo; Ministério do Emprego e do Trabalho; Ministério da Indústria, Comércio e Serviços e Fundação Seade.

Considerações finais

A discussão sobre os métodos de previsão com foco em economias regionais é relativamente recente no contexto internacional e escassa no Brasil. Os exercícios de previsão privilegiam a interação entre as políticas fiscais, monetárias e cambial com aspectos setoriais da atividade econômica ou os componentes do PIB vistos pela ótica da demanda, como os investimentos e o consumo das famílias. Os aspectos regionais decorrentes da interação dessas mesmas políticas são de difícil análise, em parte explicada pela menor disponibilidade de dados regulares e pelas frequentes revisões metodológicas das séries históricas.²⁰

No caso brasileiro, a necessidade de superar essas dificuldades é reforçada pela crise econômica recente, que teve impactos relevantes nos estados pós-2015. Embora a crise tenha elementos estruturais associados aos padrões de financiamento das contas públicas, a natureza pró-cíclica da arrecadação tributária nos estados é fortemente correlacionada a flutuação da atividade econômica. No caso do Estado de São Paulo, a construção de cenários preditivos que permita antecipar a inflexão dos ciclos econômicos tem ainda um interesse adicional, decorrente da representatividade do Estado no PIB nacional.

Dentro dos modelos testados para a previsão de 2018, os resultados mostraram razoável convergência e parecem satisfatórios quando cotejados com indicadores de aderência como o MAPE no caso do modelo Espaço de Estado. Outro critério importante diz respeito à pequena distância entre os resultados apurados para o Estado de São Paulo e a estimativa de crescimento brasileiro do Boletim Focus para esse mesmo período, pois ainda que a economia paulista apresente tendência de crescimento mais acentuado em períodos de ascensão dos ciclos econômicos, e de baixa mais acentuada nos períodos de retração, o PIB do Estado tende a seguir a tendência semelhante ao PIB nacional.

A validação dos sistemas autorregressivos para a projeção do PIB paulista é uma importante conclusão desse trabalho, pois permite

20. (LEHMANN, WOHLRABE, 2014); (LAMPIS, 2016).

contornar as dificuldades inerentes a construção de modelos econométricos estruturais e dispensa a formulação de complexas hipóteses de crescimento que se ajustam mais adequadamente ao cenário nacional.²¹

A avaliação dos modelos uni e bivariados para a construção de um indicador preditivo do PIB paulista indicou que as previsões usadas em combinação, por média aritmética ou ponderada, podem vir a ser uma alternativa para os modelos individuais. Dado que uma série pode conter informações importantes ausentes em outras séries, este método tende a reduzir os erros e garantir a acurácia das previsões fora da amostra.

Essas conclusões indicam pelo menos três desdobramentos para uma agenda de estudos.

O primeiro diz respeito a análise das características das séries históricas e das previsões para os setores de atividade em decorrência da importância da indústria e dos segmentos do setor de serviços na estrutura e na dinâmica dos ciclos econômicos do PIB paulista.

O segundo seria na projeção de indicadores macroeconômicos que podem ser contextualizados regionalmente e são de interesse para as políticas públicas locais, como a evolução dos índices de preços e das taxas de desocupação.

Uma terceira linha de trabalho bastante promissora é o uso do arcabouço metodológico discutido nesse texto para projeções intraestaduais do PIB, sobretudo considerando a heterogeneidade da geografia econômica do Estado de São Paulo.

Em princípio, a maior dificuldade residiria da disponibilidade de dados que permitissem o acompanhamento do nível de atividade das regiões nas mesmas bases do PIB. O Produto Interno Bruto dos Municípios, publicado pelo IBGE e as entidades regionais de estatística, é um indicador que não possibilita a decomposição dos índices de volume e de preço e seus resultados são divulgados com dois anos de defasagem em relação ao ano de referência, o que impede observar o

21. Ver ANDERSON, 1979.

comportamento da economia regional em termos de taxa de crescimento no curto prazo.

No Estado de São Paulo, entretanto, a Fundação Seade desenvolveu uma metodologia para estimativas de volume do PIB e do valor adicionado da agropecuária, indústria e serviços das regiões, abrangendo as Regiões Administrativas e Metropolitanas. Já divulgadas para o período 2010-2017 (referência 2010), as informações deverão ser retropoladas para o período 2002-2009, compondo assim uma base para a construção de um painel integrado de previsões para o Estado e suas regiões.

Bibliografia

ANDERSON, P. A. Help for the Regional Economic Forecaster: Vector Autoregression, *Federal Reserve Bank of Minneapolis, Quarterly Review* Summer, v. 3, n. 3, p. 2-7, 1979.

ARMSTRONG, J. S. The forecasting dictionary. In: _____ (Ed.). *Principles of forecasting: a handbook for researchers and practitioners*. Norwell, MA: Kleewer Academic Publishers, 2000.

BOX, G. E. P.; JENKINS, G. M.; REINSEL, G. C. *Time series analysis: forecasting and control*. New Jersey: Prentice Hall, third edition, 1994.

COMMANDEUR J. F. and KOOPMAN, S. Jan. *An Introduction to State Space Time Series Analysis*. United Kingdom: Oxford University Press. 2007.

ENDERS, W. *Applied econometric time series*. New York, John Wiley and Sons, 2a. ed., 2004.

HARVEY, A. C. *Time Series Models*. Great Britain: The MIT Press. 1993.

HOLLAUER, G.; ISSLER, J. V.; NOTINI, H. H. Prevendo o crescimento da produção industrial usando um número limitado de combinações de previsões. *Revista de Economia Aplicada*, Ribeirão Preto, v. 12, n. 2, p. 177-198, 2008.

KENNEDY, P. *A Guide to Econometrics*. United Kingdom: Wiley Blackwell. 6 ed. 2008.

KIM, C. J.; NELSON, C. R. *State-Space models with regime switching: classical and Gibbs-Sampling approaches with applications*. United States: The MIT Press, 1999.

LAMPIS, F. *Forecasting the sectoral GVA of a small Spanish region*, *Economics and Business Letters*, Oviedo University Press, v. 5, (2), p. 38-44, 2016.

LEHMANN, R.; WOHLRABE, K. Regional Economic Forecasting: State-of-the-Art Methodology and Future Challenges (December 30, 2014). CESifo Working Paper Series Nº 5.145. Disponível em: SSRN:<<https://ssrn.com/abstract=2550172>>. Acesso em: 11/02/2018.

LINHARES, A. F. de S.; CARLOS, J. A.; NOVAIS, L. F. A experiência da Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo na utilização de indicadores econômicos para o acompanhamento da arrecadação de ICMS, *São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 40-50, jul./dez. 2009.

SPIVEY, W. A.; WECKER, W. E. Regional economic forecasting: concepts and methodology, *Papers of the Regional Science Association*, Volume Twenty-Eight, University of Michigan, pp. 257-276, s/d.

UNITED NATIONS (UN). System of National Accounts 2008 [SNA-2008]. New York: UN, 2009. Disponível em: <<https://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/docs/SNA2008.pdf>>. Acesso em: 16 de março de 2012.

VANDAELE, W. *Applied Time Series and Box-Jenkins Models*. New York: Academic Press, 1983.

SEADE

Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados

Presidente

Carlos Antonio Luque

Diretor Executivo

Dalmo Nogueira Filho

Diretores

Margareth Izumi Watanabe

Silvio Aleixo

Chefe de Gabinete

Sérgio Meirelles Carvalho



Corpo editorial

Osvaldo Guizzardi Filho

Paula Montagner

Sérgio Meirelles Carvalho

SEADE

Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados

Av. Prof. Lineu Prestes, 913 05508-000 São Paulo SP Fone (11) 3324.7200
www.seade.gov.br / sicseade@seade.gov.br / ouvidoria@seade.gov.br