

Desempenho do Modelo Arma na Previsão das Receitas Orçamentárias dos Municípios do Estado do Paraná

Arma Model Performance on Forecast of Budget Revenues of the Municipalities of Paraná State

Arma Modelo de Desempeño sobre Previsiones De los Ingresos Presupuestarios de los Municipios del Estado de Paraná

Edgar Pamplona

Doutorando em Ciências Contábeis e Administração pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis (PPGCC) da Universidade Regional de Blumenau (FURB)
Bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)
<http://lattes.cnpq.br/1671521497197428>
<https://orcid.org/0000-0002-2579-5458>
edgarpamplona@hotmail.com

Clóvis Fiirst

Doutorando em Ciências Contábeis e Administração pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis (PPGCC) da Universidade Regional de Blumenau (FURB)
Professor Colaborador do Departamento de Ciências Contábeis da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)
<http://lattes.cnpq.br/1052258525837261>
<https://orcid.org/0000-0002-9415-104X>
cfiirst@gmail.com

Nelson Hein

Pós-Doutor pelo Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA) e pela Anderson School of Management da Universidade do Novo México (EUA). Doutor em Engenharia de Produção pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis (PPGCC) da Universidade Regional de Blumenau (FURB)
<http://lattes.cnpq.br/2285426292603416>
<https://orcid.org/0000-0002-8350-9480>
hein@furb.br

Vinicius Costa da Silva Zonatto

Pós-Doutor em Ciências Contábeis pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Doutor em Ciências Contábeis e Administração pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis (PPGCC) da Universidade Regional de Blumenau (FURB)
Professor Adjunto do Departamento de Ciências Contábeis da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
<http://lattes.cnpq.br/1916486402947867>
<https://orcid.org/0000-0003-0823-6774>
viniciuszonatto@gmail.com

Resumo: O estudo investiga o desempenho do Modelo Autorregressivo de Médias Móveis (ARMA) na previsão das receitas orçamentárias dos municípios do Estado do Paraná, em comparação com o modelo proposto pela Secretaria do Orçamento Federal (SOF). A pesquisa descritiva, com abordagem quantitativa e análise documental, foi realizada com amostra de 120 municípios. Os achados apontam que o modelo ARMA, no geral, apresentou melhor desempenho na previsão das receitas públicas, com erro médio de 7,05%. Das 120 observações realizadas, o modelo ARMA obteve desempenho superior em 74 casos (61,67%), enquanto que o modelo SOF foi melhor em 46 oportunidades (38,33%). Os erros médios dos dois modelos testados na pesquisa foram submetidos ao teste de diferença de médias (teste t de *student*), constatando-se que as previsões de ambos os modelos são diferentes estatisticamente ao nível de significância de 5%. Assim, pode-se concluir que o modelo ARMA apresentou melhor qualidade nas previsões das receitas em comparação ao modelo SOF.

Palavras-Chave: Orçamento Público; Previsão de Receitas; Modelo ARMA; Modelo SOF.

Abstract: The study investigates the performance of the Autoregressive-Moving-Average Model (ARMA) in predicting budget revenues of the municipalities of Paraná State, compared to the model proposed by the Federal Budget Secretary (SOF). As a descriptive research, with quantitative approach and document analysis, conducted with a sample of 120 municipalities. The results show that the ARMA model, in general, revealed better performance in the forecast of public revenues, with an average error of 7.05%. From the 120 observations, the ARMA model obtained superior performance in 74 cases (61.67%), while the SOF model was better in 46 cases (38.33%). The average errors of the two tested models in the research were submitted to the mean difference test (Student t test), having noticed that the predictions of both models are statistically different at a significance level of 5%. Thus, it can be concluded that the ARMA model showed better quality of forecasts of revenue compared to the SOF model.

Keywords: Public Budget; Revenue Forecast; ARMA model; Model SOF.

Resumen: El estudio investiga el desempeño del Modelo Autorregressivo de Medias Móviles (ARMA) en la previsión de los ingresos presupuestarios de los municipios del Estado de Paraná, en comparación con el modelo propuesto por la Secretaría del Presupuesto Federal (SOF). La investigación descriptiva, con abordaje cuantitativo y análisis documental, se realizó con la muestra de 120 municipios. Los hallazgos apuntan que el modelo ARMA, en general, presentó mejor desempeño en la previsión de los ingresos públicos, con error promedio del 7,05%. De las 120 observaciones realizadas, el modelo ARMA obtuvo un desempeño superior en 74 casos (61,67%), mientras que el modelo SOF fue mejor en 46 oportunidades (38,33%). Los errores medios de los dos modelos probados en la investigación se sometieron a la prueba de diferencia de promedios (test t de *student*), constatando que las predicciones de ambos modelos son diferentes estadísticamente al nivel de significancia del 5%. Así, se puede concluir que el modelo ARMA presentó mejor calidad en las previsiones de ingresos en comparación con el modelo SOF.

Palabras Claves: Presupuesto Publico, Previsión de Recetas, Modelo ARMA, Modelo SOF.

Texto completo em português: <http://www.apgs.ufv.br>

Full text in Portuguese: <http://www.apgs.ufv.br>

1 INTRODUÇÃO

Como representantes eleitos dos cidadãos, os governantes são responsáveis por inúmeras atividades em uma sociedade, com

especial atenção ao fornecimento de bens e serviços coletivos, que são financiados por meio da arrecadação de tributos, sendo essencial ter-se como responsabilidade a transparência da



formulação de políticas (Barton, 2009). Nesse sentido, Leal, Pérez, Tujula e Vidal (2007) destacam haver a necessidade de alcance de técnicas de previsões econômicas e fiscais cada vez mais sólidas para auxiliar as decisões dos governantes.

Diante da necessidade de se fornecer informações à administração pública para a alocação de recursos, a Contabilidade Pública torna-se um instrumento essencial para a divulgação de informações relacionadas à previsão e arrecadação de receitas e à devida vinculação de despesas, com o objetivo de controle da execução contábil, financeira e orçamentária (Lima Filho, Silva, Amorim, Moreira & Pinheiro, 2014).

No contexto brasileiro, em 2000, teve-se a publicação da Lei Complementar nº 101, sendo a Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF), que influenciou significativamente os procedimentos de natureza orçamentária devido, essencialmente, ao fortalecimento de quatro aspectos: planejamento, controle, transparência e responsabilização (Scarpin & Slomski, 2005). Conforme Bogoni, Zonatto, Ishikura e Fernandes (2010), a LRF fundamenta-se, principalmente, no princípio de que é indispensável dispor de elementos objetivos para assegurar a preservação do equilíbrio e controle administrativo, assim como de transparência na alocação de recursos orçamentários.

Além disso, dado o papel essencial das previsões de receitas e despesas em processo orçamentário, agências de políticas fiscais de quase todos os países implementam algum tipo de procedimento de previsão com base em julgamento, equações de regressão, métodos de séries temporais, modelos macro econométricos estruturais ou, ainda, uma combinação de diferentes alternativas (Leal *et al.*, 2007). No Brasil, a Secretaria do Orçamento Federal (SOF) é o órgão responsável por orientar a projeção das receitas futuras de todas as entidades de administração pública (Federal, Estadual e Municipal), em cumprimento ao Art. 12º, da LRF, fazendo uso de dados estatísticos e matemáticos.

Nesse sentido, a necessidade de criar um procedimento flexível o suficiente para acomodar as exigências do dia-a-dia na tomada de decisão de políticas fiscais, tende a criar tensões com foco no uso de ferramentas adequadas. Esse fato tem orientado profissionais e a academia na discussão de qual procedimento proporcionaria o melhor ajuste e correção formal (Leal *et al.*, 2007). Dessa forma, o interesse é constatado por estudos recentes como o de Zonatto, Rodrigues Junior e Toledo Filho (2014) e Lima Filho *et al.* (2014), que aplicaram o modelo Koyck na previsão de receitas públicas dos 10 municípios mais populosos dos Estados do Rio Grande do Sul e da Bahia, respectivamente, e constataram que o referido método, em média, proporcionou melhores estimativas de receitas quando comparado com o modelo sugerido pela SOF no Manual Técnico de Orçamento (2015).

Diante deste contexto, com o intuito de contribuir para o melhoramento da previsibilidade da receita pública, este estudo fará uso de outra metodologia recomendada na literatura de análises de séries temporais (Morettin e Tolo, 2006) que possibilita a estimação de receitas considerando valores defasados, conhecido especificamente como Modelo Autorregressivo de Médias Móveis

(ARMA). A justificativa pela opção em testar o modelo ARMA nas previsões de receitas públicas não se limita apenas na recomendação da literatura, mas também por corroborar, no sentido de oportunizar a comparabilidade de outras metodologias já utilizadas pelos órgãos públicos e de outros estudos.

Assim, emerge-se o seguinte problema de pesquisa: Qual o desempenho do modelo ARMA na previsão das receitas orçamentárias dos municípios do Estado do Paraná em comparação com o modelo SOF? Com intuito de responder à questão de pesquisa anteriormente formulada, o objetivo deste estudo é verificar o desempenho do modelo ARMA na previsão das receitas orçamentárias dos municípios do Estado do Paraná em comparação com o modelo da SOF.

Esta pesquisa difere-se das demais realizadas até então no contexto nacional por testar a modelagem de previsibilidade ARMA em receitas orçamentárias do setor público, enquanto os estudos anteriores de Zonatto, Rodrigues Junior e Toledo Filho (2014) e Lima Filho *et al.* (2014) fizeram uso do modelo Koyck. Além disso, os municípios aqui estudados são da unidade federativa do Paraná, e o número de observações diferentes analisadas é relevantemente superior aos estudos passados, pois corresponde a 120 municípios estratificados em quatro grupos, de 30 cidades cada, sendo o primeiro grupo correspondente a municípios com receitas realizadas em 2013 superiores a R\$ 100 milhões, o segundo grupo aqueles com receitas entre R\$ 41 a R\$ 61 milhões, o terceiro grupo abrange municípios com receitas de R\$ 19 a R\$ 23 milhões e, por fim, o quarto grupo contém municípios com receitas de até R\$ 11 milhões anuais no referido exercício. Assim, este estudo visa comparar os modelos ARMA e SOF em municípios de diferentes tamanhos, possibilitando, portanto, a distinção dos resultados entre os grupos.

O estudo justifica-se ainda pela importância do tema para inúmeros usuários, pois conforme Castanho (2011), após o advento da Lei de Responsabilidade Fiscal, em 2000, tornou-se essencial à previsão das receitas públicas para uma boa gestão fiscal, matéria essa que tem despertado a atenção de gestores públicos, economistas e estudiosos no Brasil. Scarpin e Slomski (2005) complementam que caso a previsão de receitas não seja elaborada de forma eficiente, a alocação de recursos fica prejudicada e o orçamento público torna-se apenas uma prerrogativa legal, perdendo o fator de planejamento, coordenação e controle, o que torna imprescindível o estudo deste tema. Portanto, ressalta-se que investigar o referido problema torna-se oportuno, principalmente, no quesito do controle social e interesse público, além de contribuir para corrente teórica na comparabilidade das modelagens de previsão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Orçamento Público e a Previsão das Receitas

Os governos são eleitos pelos cidadãos para fornecer bens e serviços coletivos, financiados através da arrecadação com impostos e outras taxas obrigatórias. A exigência legal é que as políticas do governo e sua implementação devem ser

transparentes, para que os cidadãos saibam o que os governos estão fazendo em seu nome e suas implicações financeiras (Barton, 2011). Neste sentido, Santos e Alves (2011) revelam que os gestores municipais têm sofrido uma pressão crescente por parte da sociedade para que administrem com eficiência e que sejam eficazes nos resultados, uma vez que cada vez mais os recursos, que são restritos, são disputados para contemplar as novas necessidades.

Um instrumento que ganha notoriedade no setor público, refere-se ao orçamento, essencialmente, com vistas à elaboração da previsão orçamentária. Este possibilita ao gestor público identificar os recursos indispensáveis à manutenção do ente público, assim como auxilia o gestor na identificação dos recursos necessários a execução de novos investimentos (Zonatto & Hein, 2013).

De forma conceitual, conforme Cavalcante (2007) salienta, o orçamento é o instrumento básico do contrato político essencial entre às relações de governo e cidadãos. Ao decidir os fundos públicos, mediante a fixação de impostos e outros meios, o orçamento torna-se o mecanismo base de controle público sobre o Estado. De forma mais técnica, o orçamento também pode ser definido como o instrumento de programação que o município dispõe para, no limite da receita estimada, alocar recursos nas inúmeras áreas em que atua, apontando sempre as ações e prioridades a serem realizadas em determinado período (Zmitrowicz, Biscaro & Marins, 2013).

Conforme Rocha (2008), o Congresso Nacional aprovou a Lei Complementar 101/2000, a Lei de Responsabilidade Fiscal, para que os recursos sejam administrados com responsabilidade. A referida lei exige o acompanhamento da gestão financeira e orçamentária dos administradores públicos, focando no equilíbrio entre receitas e despesas, instituindo regras de limitação de gastos e endividamento e indicando providências para frear os desvios em relação às metas fiscais e à gestão eficiente.

No contexto histórico internacional, Bretschneider, Gorr, Grizzle & Klay (1989) destacam que as previsões de receita advindas da arrecadação de impostos desempenham um papel relevante na elaboração dos orçamentos dos governos. Estas colocam um limite máximo para as despesas totais previstas e, assim, ajudam a determinar quais e em que medida os programas e serviços públicos serão financiados.

Neste sentido, a previsão de receita pública torna-se um importante instrumento capaz de fundamentar a realização do orçamento (Lima Filho *et al.*, 2014). Além disso, Costa (2011) relata, ainda, que para o governo, as previsões das receitas exercem um papel fundamental, pois a ação planejada do Estado para a manutenção e execução de seus projetos dar-se por intermédio de tais previsões contidas no orçamento.

No Brasil, conforme o Manual Técnico de Orçamento (2015), as fases da receita acompanham a ordem de acontecimentos dos fenômenos econômicos, levando-se em estima o modelo de orçamento vigente no país. Assim sendo, a ordem sistemática começa com a etapa de previsão no planejamento, passando por lançamento, arrecadação e recolhimento quanto à execução.

Destaca-se que a etapa de previsão é o momento do planejamento dos orçamentos públicos, sendo crucial para se obter desempenhos satisfatórios quando da execução orçamentária.

Sob esta perspectiva, destaca-se que a fase inicial de previsão é de suma importância e, ainda, é estritamente complexa, pois muitos são os aspectos que permeiam a análise e a mensuração da receita futura, sendo a tarefa árdua e os resultados avaliados sempre em nível de aproximação (Angélico, 1994). Desta forma, Lima Filho *et al.* (2014) destacam que a previsão está vinculada a ferramentas estatísticas, que fazem uso de técnicas de eventos passados e modelagens econométricas, com o intuito de atingir previsões que atendam a uma adequada arrecadação realizada no futuro.

2.2 Metodologia Proposta pela SOF e Modelo ARMA

O orçamento constitui-se no instrumento de planejamento de qualquer entidade, seja pública ou privada, além de representar o fluxo previsto dos ingressos e das aplicações de recursos em certo período. A previsão das receitas (ingressos) é a etapa anterior a fixação do montante de despesas (aplicações) que constará nas leis de orçamento, bem como servirá de base para estimar-se as necessidades de financiamento do governo (MTO, 2015).

Neste sentido, o artigo 12, da Lei Complementar nº 101, de 04 de maio de 2000, a LRF, estabelece normas de finanças públicas voltadas a responsabilidade na gestão fiscal e traz, em seu artigo 12, as seguintes diretrizes acerca do assunto:

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 [...].

Complementarmente, de acordo com o MTO (2015), a metodologia de previsão de receitas tem por objetivo assimilar o comportamento da arrecadação de determinada receita em exercícios passados, a fim de projetá-la para o período subsequente, com o apoio de modelos estatísticos e matemáticos. Tal modelo dependerá do comportamento da série histórica de arrecadação e de informações advindos dos órgãos orçamentários ou de unidades arrecadadoras constantes no processo, sendo este procedimento oriundo de governanças públicas relacionadas ao incrementalismo no setor público. Assim, apresenta-se na sequência a equação 1 do modelo projetado pela SOF.

$$Pm_t = Am_{t-1} * (1 + Ep_t) * (1 + Eq_t) * (1 + El_t) * (1 + E\epsilon_t)$$

Equação (1)

Onde:

Pm_t = Previsão da receita mensal no tempo t. (receita estimada);

Am_{t-1} = Arrecadação mensal da receita para o período anterior;

$(1 + Ep_t)$ = Variação do efeito preço em t;

$(1 + Eq_t)$ = Variação do efeito quantidade em t;

$(1 + El_t)$ = Variação do efeito legislação em t;

$(1 + E\epsilon_t)$ = Variação do erro na previsão.

O modelo supra referido, proposto pela SOF, conforme Zonatto, Rodrigues Junior e Toledo Filho (2014), dispõe de um resultado consolidado no qual é aplicado um leque de taxas para que se ajustem os valores e, assim, obtenha-se a estimativa para o período desejado. Todavia, não é esclarecido como são achadas tais taxas adotadas pelo modelo, verificando-se apenas que elas são fortemente influenciadas por serem determinadas apenas como base no período anterior da economia, o que não captaria uma possível sazonalidade no crescimento ou decréscimo da receita.

Em alguns tipos de série no tempo, como é o caso nesta investigação, os valores de períodos passados podem ser usados como estimadores para valores futuros. Quando isto acontece este tipo de comportamento, a série temporal é denominada autoregressiva (Buscariolli & Emerick, 2011).

Os modelos autoregressivos (AR) mostram sua aplicabilidade em séries macroeconômicas ou financeiras. Tipicamente, nestas situações os valores no tempo seguem alguma sequência lógica, sendo possível estimar a relação de alguma maneira. Os modelos tradicionalmente usados são: AR (p) e ARMA (p,q). Especificamente o modelo AR (p) é o modelo autoregressivo que usa p períodos anteriores (defasagens) como determinantes de algum valor futuro, por exemplo no caso de p=1:

$$AR(1) : y_t = \phi_1 y_{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{Equação (2)}$$

Incluindo p defasagens tem-se:

$$AR(p) : y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t \quad \text{Equação (3)}$$

Em ambos os casos ε_t é o erro aleatório associado. Justamente este erro aleatório do modelo, em períodos defasados, que foram incluídos por Box e Jenkins (1976), no modelo AR(p), obtendo com isso o modelo ARMA (p,q). Se tal influência for verificada os erros são acrescentados ao modelo usando médias móveis (*moving average*: MA).

Nos modelos ARMA, os valores p e q são as defasagens usadas no tempo, ou seja, p defasagens nos dados e q defasagens nos erros. Desta forma, o modelo ARMA (1,1) é assim definido:

$$ARMA(1,1) : y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_1 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{Equação (4)}$$

Genericamente para ARMA(p,q), tem-se:

$$ARMA(p,q) : y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \phi_1 \varepsilon_{t-1} + \phi_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \phi_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t \quad \text{Equação (5)}$$

Diante do exposto e, ainda, com o intuito de contribuir para com a sociedade, alinhado ao princípio constitucional do interesse público, parte-se do entendimento que a modelagem ARMA possa contribuir na qualidade da previsão das receitas orçamentárias

públicas, a fim de possibilitar comparação ao atual modelo, utilizado pela SOF na previsão de receitas públicas.

O ARMA trabalha com a série autorregressiva, sendo possível ser modelado com regressão simples e múltipla. Neste estudo, faz-se a modelagem para a previsão das receitas do ano de 2013 dos municípios estudados com informações históricas dos períodos de 2002 a 2012, utilizando o ARMA de primeira ordem (equação 6), de segunda ordem (equação 7) ou, ainda, de terceira ordem (equação 8), sendo que dos três modelos, irá ser considerado aquele que apresentar melhor R² ajustado. Na sequência, têm-se as equações 6, 7 e 8 de regressão do modelo ARMA, conforme especificado anteriormente.

$$y_t = \alpha + \phi_1 y_{t-1} + \phi_1 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{Equação (6)}$$

$$y_t = \alpha + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \phi_1 \varepsilon_{t-1} + \phi_2 \varepsilon_{t-2} + \varepsilon_t \quad \text{Equação (7)}$$

$$y_t = \alpha + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \phi_3 y_{t-3} + \phi_1 \varepsilon_{t-1} + \phi_2 \varepsilon_{t-2} + \phi_3 \varepsilon_{t-3} + \varepsilon_t \quad \text{Equação (8)}$$

Onde:

y_t = Valor a ser estimado;

$\alpha, \phi_1, \phi_2, \phi_3, \phi_1, \phi_2, \phi_3$: estimadores da regressão a serem estimados;

$y_{t-1}, y_{t-2}, y_{t-3}$: valores executados em (t-1), (t-2) e (t-3);

$\varepsilon_t, \varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \varepsilon_{t-3}$: desvios entre valores observados e valores estimados;

ε_t : erro aleatório do modelo em t.

Observe-se que o valor de α na regressão estará contaminado pelo erro aleatório, contudo, será utilizado como estimador. Ressalta-se, portanto, que a escolha do modelo para cada município é delineada conforme o maior R² ajustado (Maroco, 2007), pois sua diferença com o coeficiente de determinação permite ao investigador inferir se há excessos de variáveis no modelo (Malbouisson & Tiriyaki, 2017), visto que ele (R²) pode ter sido inflado com a inclusão de novas regressões. A definição do coeficiente de determinação ajustado é dado por:

$$\overline{R^2} = 1 - \frac{n-1}{n-k-1} \frac{SQR}{SQT} \quad \text{Equação (9)}$$

Onde: $\phi_1 \varepsilon_{t-1} + \phi_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \phi_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t$
 n: é o número de observações no modelo;
 k: o número de variáveis do modelo de regressão;
 SQR: soma dos quadrados dos resíduos do modelo (desvio entre estimativa e média da série);
 SQT: soma dos quadrados totais (desvio entre o valor executado e a média da série).

Por último, destaca-se que o modelo ARMA, por ser autorregressivo, contém a autocorrelação entre as variáveis, que em regressões temporais está vinculada à influência que períodos

passados possuem sobre o período subsequente, podendo ser utilizado com grande número de observações, o que minimiza os efeitos de sazonalidade (Zonatto, Rodrigues Junior & Toledo Filho, 2014). Por fim, destaca-se que ele é de fácil obtenção, principalmente quando comparado ao modelo SOF, que estima inúmeros parâmetros, o que o torna, em tese, mais suscetível ao erro em comparação ao modelo ARMA.

2.3 Estudos Anteriores

As tarefas de estimação, previsão e controle de receitas têm recebido elevado interesse acadêmico, bem como de políticos, autoridades monetárias, institutos de pesquisa e do público contribuinte (Castanho, 2011), principalmente após a publicação da LRF, em 2000. Neste sentido, Scarpin e Slomski (2005) realizaram estudo com enfoque em orçamentos públicos em um município de médio porte, com o intuito de verificar a relação entre receita orçamentária prevista e realizada com dados dos anos de 1995 a 2003, dividindo-os em dois grupos, sendo um anterior a Lei de Responsabilidade Fiscal e outro posterior a mesma. O principal achado aponta que há uma melhora entre a receita orçamentária prevista e realizada no decorrer dos anos, ou seja, houve aumento da precisão de estimativa da receita após o advento da Lei de Responsabilidade Fiscal.

Santana, Pessoa, Cabral e Santos (2007) desenvolveram uma proposta metodológica para analisar os impactos da Lei de Responsabilidade Fiscal na eficácia orçamentária municipal, comparando os exercícios de 1999, 2001 e 2004 de 24 cidades do estado da Paraíba. Para isto, empregaram testes estatísticos a fim de verificar se existe diferenças significativas entre a variação das despesas orçadas no projeto inicial e as despesas efetivamente executadas. Os achados apontam que não há impacto da LRF quando comparado os exercícios financeiros de 1999 e 2001, mas na comparação dos períodos de 1999 e 2004, os testes demonstraram-se estatisticamente significantes, observando diferenças entre o nível de eficácia orçamentária nas despesas fixadas e executadas destes dois últimos períodos referidos. Assim, afirma-se que a LRF está influenciando positivamente na melhoria do planejamento público.

Num estudo mais amplo, Zonatto e Hein (2013) objetivaram verificar, através de análise de clusters, a eficácia da previsão orçamentária dos 496 municípios do estado do Rio Grande do Sul, com dados de 2005 a 2009. Os resultados demonstram, com base nas diferenças dos erros médios das previsões realizadas, que grande parte dos municípios não obteve previsões eficazes no período.

Visto a existência de deficiências nas previsões realizadas pelos municípios do Rio Grande do Sul, apontadas no estudo de Zonatto e Hein (2013), a pesquisa de Zonatto, Rodrigues Junior e Toledo Filho (2014) propôs o uso do modelo de Koyck para a previsão das receitas públicas dos 10 maiores municípios gaúchos em população, para os anos de 2006 a 2010, e compararam as previsões obtidas pelo referido modelo com a metodologia utilizada pela Secretaria do Orçamento Federal (SOF). O principal achado aponta que a metodologia de previsão da SOF, utilizado pelos

municípios, está mais suscetível a erros por sazonalidades do ambiente econômico do que o modelo Koyck. De forma mais específica, o erro médio das previsões realizadas para o período pelos municípios (modelo SOF) é de 14,26%, contra apenas 6,13% de erro médio do modelo Koyck. Destaca-se, ainda, que das 50 observações realizadas, o modelo Koyck apresentou melhores estimativas em 39 oportunidades, contra apenas 11 do modelo SOF.

De forma similar, Lima Filho *et al.* (2014) verificaram a eficácia do modelo Koyck para a previsão das receitas públicas municipais dos doze maiores municípios, em população, do estado da Bahia e compararam ao modelo utilizado pela Secretaria de Orçamento Federal (SOF). Para tanto, estimaram a receita de doze anos dos municípios em estudo, abrangendo, mais especificamente, ao período de 2000 a 2011. Os resultados apontam que o modelo Koyck apresentou maior eficácia nas previsões das receitas orçamentárias, com erro médio de 8,87% contra 13,21% de erro médio do modelo SOF. Além disso, relata-se que dos 144 períodos projetados, o Koyck demonstrou-se superior em 104 vezes, contra apenas 40 vezes do SOF.

Azevedo, Silva e Gatsios (2015), partindo do entendimento que os Estados não têm obtido êxito em suas estimativas de arrecadação de impostos, realizam estudo com o objetivo de analisar se a metodologia ARIMA melhor prevê as arrecadações de ICMS em comparação com as metodologias utilizadas pelos entes federativos. Neste sentido, a amostra correspondeu a 6 estados brasileiros (SP, MG, RJ, RS, PR e BA), sendo estimados os números das arrecadações para os anos de 2012 e 2013, partindo do lapso temporal de 1995 a 2011. O achado mais relevante aponta que o modelo ARIMA aumentou a acurácia da previsão de arrecadação de ICMS em todos os estados analisados.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A fim de verificar o desempenho do modelo ARMA na previsão das receitas orçamentárias dos municípios do Estado do Paraná em comparação com o modelo da SOF, esta pesquisa é delineada quanto aos objetivos como descritiva por observar variáveis sem manipulá-las. A abordagem do problema é caracterizada como quantitativa uma vez que faz uso de técnicas estatísticas e, por fim, os procedimentos são de análise documental, pois as informações utilizadas foram disponibilizadas por intermédio do Tribunal de Contas do Estado do Paraná.

Os dados coletados contêm receitas previstas (pelo modelo SOF) e realizadas dos municípios no período de 2002 a 2013. Desta forma, este estudo visa, através do modelo ARMA, prever a receita de 120 municípios, divididos em quatro grupos de 30 municípios cada, estratificados pelo porte, considerando a receita arrecadada destes no ano de 2013. Logo, o modelo autorregressivo proposto nesta pesquisa foi modelado com base nas receitas realizadas de 2002 a 2012, uma vez que o foco final é comparar a previsão do modelo ARMA, com a do modelo SOF, para o ano de 2013, nos municípios que compõem a amostra.

Conforme sítio eletrônico do IBGE, o estado do Paraná possui, atualmente, 399 municípios, sendo que, os 120 municípios escolhidos para compor a amostra do estudo estão divididos em quatro grupos de 30 municípios, no qual: o grupo 1 corresponde as cidades que mais arrecadaram em 2013, sendo que todas possuem receitas superiores a R\$ 100 milhões; o grupo 2 corresponde a municípios que arrecadaram no referido exercício entre R\$ 41 a R\$ 61 milhões; o grupo 3 abrange cidades com arrecadação de R\$ 19 a R\$ 23 milhões; e, o grupo 4, corresponde aos municípios com menor arrecadação, estando no intervalo de R\$ 8 a R\$ 11 milhões de receitas em 2013. Assim, espera-se com esta divisão, também conhecer qual dos modelos, ARMA ou SOF, se ajusta melhor de acordo com o porte do município.

Cabe destacar que dos 399 municípios paranaenses existentes na atual conjuntura, os dados disponibilizados pelo Tribunal de Contas do Paraná, com informações de 2002 a 2013, continham valores nominais das receitas previstas e realizadas em todos os períodos objeto dessa pesquisa para 383 municípios. Desta forma, 16 municípios foram desconsiderados neste estudo por não possuírem informações necessárias (receitas previstas e realizadas), conforme escopo desta pesquisa mediante estratificação da amostra.

Com base nestes delineamentos, apresentam-se, na Tabela 1 a seguir, os municípios que fazem parte do estudo, devidamente estratificados nos grupos, que, posteriormente, servirão de base para a análise dos resultados.

Tabela 1: Municípios Analisados.

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
1 Curitiba	31 Marialva	61 São Pedro do Ivaí	91 Guaporema
2 Maringá	32 Laranjeiras do Sul	62 São João do Ivaí	92 Mato Rico
3 Londrina	33 Rio Negro	63 Barbosa Ferraz	93 Bela Vista da Caroba
4 São José dos Pinhais	34 Chopinzinho	64 Roncador	94 Anahy
5 Foz do Iguaçu	35 Pitanga	65 Florestópolis	95 Cruzmaltina
6 Araucária	36 Quatro Barras	66 Santa Fé	96 Pitangueiras
7 Ponta Grossa	37 Carambeí	67 Santa Maria do Oeste	97 Ângulo
8 Cascavel	38 Pinhão	68 Barracão	98 Ariranha do Ivaí
9 Paranaguá	39 Quedas do Iguaçu	69 Paranacity	99 Lidianópolis
10 Colombo	40 Pontal do Paraná	70 Tupãssi	100 Godoy Moreira
11 Guarapuava	41 Goioerê	71 Iretama	101 Conselh. Mairinck
12 Toledo	42 Arapoti	72 Santa Mariana	102 Rancho Alegre
13 Pinhais	43 Bandeirantes	73 S. Jorge do Patrocínio	103 Novo Itacolomi
14 Pato Branco	44 Santa Terez. de Itaipu	74 Bocaiúva do Sul	104 Ivatuba
15 Campo Mourão	45 Paiçandu	75 Ventania	105 Iguatu
16 Arapongas	46 Campo Magro	76 Ivaí	106 Nossa S. das Graças
17 Campo Largo	47 Ivaiporã	77 Entre Rios do Oeste	107 Itaúna do Sul
18 Cambé	48 Mangueirinha	78 Centenário do Sul	108 Iracema do Oeste
19 Apucarana	49 Imbituva	79 Jussara	109 Paranapoema
20 Francisco Beltrão	50 Ortigueira	80 Boa Vista da Aparec.	110 Pinhal de São Bento
21 Umuarama	51 Ubitatã	81 Mariluz	111 Jardim Olinda
22 Piraquara	52 Nova Esperança	82 Reserva do Iguaçu	112 S. Antonio do Caiuá
23 Paranavaí	53 Astorga	83 Jataizinho	113 Cafeara
24 Fazenda Rio Grande	54 Piraí do Sul	84 Mercedes	114 Inajá
25 Castro	55 Reserva	85 Nova Santa Rosa	115 Santa Inês
26 Telêmaco Borda	56 Coronel Vívida	86 Luiziana	116 Flórida
27 Sarandi	57 Andirá	87 Sertaneja	117 Uniflor
28 Almirante Tamandaré	59 Mandirituba	88 Fernandes Pinheiro	118 Miraselva
29 Marechal C. Rondon	59 Cafelândia	89 Rondon	119 Esperança Nova
30 Rolândia	60 Cruzeiro do Oeste	90 Maripá	120 Nova Aliança do Ivaí

Fonte: dados da pesquisa.

Por fim, cabe destacar ainda que as regressões e os testes de hipótese de diferença de médias foram realizados com apoio do software estatístico SPSS versão 21. Para tanto, o modelo ARMA foi rodado três vezes para cada município, sendo ARMA de 1ª ordem (Equação 6), 2ª ordem (Equação 7) e 3ª ordem (Equação 8) e destes, aquele que apresentar melhor poder explicativo, medido pelo R² ajustado, é utilizado os coeficientes das variáveis para as projeções das receitas do ano de 2013.

4 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

Com base nos dados fornecidos pelo Tribunal de Contas do Estado do Paraná, aplicou-se, inicialmente, o modelo ARMA para o grupo 1 de municípios, sendo este composto pelos 30 que mais arrecadaram no Estado do Paraná, no ano de 2013, todos com receita anual superior a R\$ 100 milhões, municípios denominados como de grande porte. Compara-se o erro de previsão do modelo ARMA com o modelo SOF, em percentagem, para inferir qual metodologia melhor prevê a receita de cada uma das observações analisadas. Tais resultados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Análise dos erros médios na previsão de receita dos municípios do Grupo 1.

Cod. Mun.	Receita Realizada	Receita Prevista SOF	Receita Prevista ARMA	% Erro SOF	% Erro ARMA	R ² Aj. ARMA	Melhor Prev.
1	6.508.610.117,52	7.656.000.000,00	3.994.574.721,98	17,63%	38,63%	,978***	SOF
2	861.497.875,03	820.022.226,00	820.892.477,45	4,81%	4,71%	,972**	ARMA
3	760.000.497,31	877.308.000,00	895.149.118,66	15,44%	17,78%	,904*	SOF
4	759.303.338,06	739.974.855,00	784.116.034,83	2,55%	3,27%	,989*	SOF
5	571.100.151,25	507.003.000,00	552.219.829,74	11,22%	3,31%	,923*	ARMA
6	526.086.379,72	608.026.930,16	653.563.446,29	15,58%	24,23%	,960***	SOF
7	499.684.231,76	519.376.134,30	565.749.165,90	3,94%	13,22%	,969*	SOF
8	471.643.274,04	581.964.001,00	477.084.073,62	23,39%	1,15%	,960***	ARMA
9	286.096.201,89	295.489.000,00	284.173.381,17	3,28%	0,67%	,959*	ARMA
10	264.143.709,59	224.681.390,00	265.392.022,28	14,94%	0,47%	,964***	ARMA
11	256.287.189,55	188.521.900,00	251.225.514,43	26,44%	1,98%	,958*	ARMA
12	247.022.986,80	263.020.594,13	265.125.083,15	6,48%	7,33%	,989**	SOF
13	243.511.889,69	221.810.959,51	230.738.264,21	8,91%	5,25%	,975*	ARMA
14	190.024.722,43	176.455.000,00	195.463.843,55	7,14%	2,86%	,985*	ARMA
15	183.885.241,76	182.133.661,82	170.623.209,92	0,95%	7,21%	,977***	SOF
16	180.626.526,69	184.098.990,00	176.765.827,05	1,92%	2,14%	,983*	SOF
17	171.877.049,39	184.506.300,00	171.398.176,25	7,35%	0,28%	,941*	ARMA
18	165.869.927,50	212.671.350,00	149.216.498,15	28,22%	10,04%	,942***	ARMA
19	160.725.144,09	151.213.896,29	154.246.842,32	5,92%	4,03%	,829***	ARMA
20	159.462.216,81	165.200.000,00	155.994.639,82	3,60%	2,17%	,972***	ARMA
21	150.854.846,19	168.197.000,00	144.388.647,45	11,50%	4,29%	,856*	ARMA
22	142.794.842,37	189.183.562,00	140.412.955,50	32,49%	1,67%	,946*	ARMA
23	141.555.032,93	150.737.000,00	142.335.066,10	6,49%	0,55%	,883*	ARMA
24	130.340.754,32	128.340.383,69	133.333.159,18	1,53%	2,30%	,888*	SOF
25	126.323.725,03	126.600.000,00	122.931.236,18	0,22%	2,69%	,903*	SOF
26	124.214.931,54	101.206.000,00	114.195.743,00	18,52%	8,07%	,934*	ARMA
27	117.658.798,24	121.258.971,00	99.009.592,85	3,06%	15,85%	,921*	SOF
28	106.924.333,33	111.765.000,00	96.485.689,65	4,53%	9,76%	,980***	SOF
29	104.225.634,37	93.720.000,00	101.604.610,66	10,08%	2,51%	,969*	ARMA
30	103.015.492,55	126.714.600,00	108.757.266,38	23,01%	5,57%	,940**	ARMA

Leg. 01: Cód. Mun. - 1 Curitiba; 2 Maringá; 3 Londrina; 4 São José dos Pinhais; 5 Foz do Iguaçu; 6 Araucária; 7 Ponta Grossa; 8 Cascavel; 9 Paranaguá; 10 Colombo; 11 Guarapuava; 12 Toledo; 13 Pinhais; 14 Pato Branco; 15 Campo Mourão; 16 Arapongas; 17 Campo Largo; 18 Cambé; 19 Apucarana; 20 Francisco Beltrão; 21 Umuarama; 22 Piraquara; 23 Paranavai; 24 Fazenda Rio Grande; 25 Castro; 26 Telêmaco Borda; 27 Sarandi; 28 Almirante Tamandaré; 29 Marechal C. Rondon; 30 Rolândia.

Leg. 02: *ARMA 1ª Ordem; **ARMA 2ª Ordem; ***ARMA 3ª Ordem.
Fonte: dados da pesquisa.

Como se pode verificar na Tabela 2, o erro médio apresentado pelos 30 municípios que mais arrecadaram no estado do Paraná em 2013 na metodologia SOF é de 10,70%, enquanto o erro das previsões médias com o modelo ARMA foi de 6,80%. Nas 30 observações verificadas, constata-se que em 18 delas o modelo ARMA obteve previsão melhor do que o modelo SOF, indicando que na maioria das oportunidades o modelo proposto demonstrou-se superior ao sugerido pelo Estado. Assim, considerando-se apenas os maiores municípios em arrecadação, é possível inferir que o modelo ARMA, no período analisado, apresentou melhor poder preditivo em relação à previsibilidade das receitas destes municípios comparativamente ao modelo SOF. De fato, analisando dois municípios de grande porte norte-americanos – San Diego e Pittsburgh – Downs e Rocke (1983) observaram alta qualidade das previsões realizadas pelos modelos ARMA multivariadas, sendo neste caso comparados a modelos univariados, o que corrobora com os achados desta pesquisa para os grandes municípios paranaenses.

De forma mais específica, neste grupo, o modelo ARMA apresentou seu maior erro percentual no município de Curitiba, a capital e maior cidade do Estado do Paraná. Este fato pode ser explicado, pois a receita realizada, de Curitiba, em 2013, foi de aproximadamente R\$ 6,5 bilhões, sendo que em anos anteriores, o município nunca havia superado a arrecadação anual de R\$ 3,6 bilhões. Portanto, o aumento relevante nas receitas deste município

neste ano de 2013 não foi capturado pelo modelo ARMA, que assim como outros modelos autorregressivos levam em consideração eventos passados para a previsão. Dessa forma, verificou-se que este acréscimo se deve, principalmente, aos investimentos que Curitiba recebeu em 2013, para sediar a Copa do Mundo de 2014. Assim, quando ocorrem casos estritamente específicos como este, o modelo ARMA apresenta queda na qualidade de suas previsões, o que se constitui em uma limitação do mesmo.

Apesar deste fato, que elevou o erro médio das previsões do modelo ARMA, nossos achados são convergentes aos estudos de Zonatto, Rodrigues Junior e Toledo Filho (2014) e Lima Filho *et al.* (2014), que fizeram a previsão das receitas dos maiores municípios dos Estados do Rio Grande do Sul e Bahia, respectivamente, pelo modelo Koyck, e identificaram que este também é superior ao modelo proposto pela Secretaria do Orçamento Federal. Logo, neste estudo, o modelo proposto (ARMA) reforça as evidências que sugerem que, a partir da utilização destes modelos autorregressivos (Koyck e ARMA), torna-se possível estabelecer melhores previsões de receitas orçamentária, em comparação ao modelo proposto pela SOF, o que surge a necessidade de gestores públicos discutirem novas formas de previsão das receitas municipais, quando estas não são desenvolvidas de maneira eficaz.

Na sequência (Tabela 3) são apresentados os resultados para os municípios do grupo 2, que representam aqueles que arrecadaram, em 2013, entre R\$ 41 a R\$ 61 milhões.

Tabela 3: Análise dos erros médios na previsão de receita dos municípios do Grupo 2.

Cod. Mun.	Receita Realizada	Receita Prevista SOF	Receita Prevista ARMA	% Erro SOF	% Erro ARMA	R ² Aj. ARMA	Melhor Prev.
31	60.197.241,95	81.611.331,00	67.308.927,13	35,57%	11,81%	,953*	ARMA
32	59.701.754,73	47.344.600,00	58.353.708,63	20,70%	2,26%	,906***	ARMA
33	58.116.236,85	56.964.029,00	60.703.802,47	1,98%	4,45%	,969**	SOF
34	57.731.433,73	49.557.353,61	51.985.203,53	14,16%	9,95%	,973**	ARMA
35	57.059.067,45	52.800.000,00	62.937.016,40	7,46%	10,30%	,928***	SOF
36	56.528.014,34	7.920.697,85	55.837.208,37	2,46%	1,22%	,967*	ARMA
37	56.133.370,91	60.740.350,00	56.076.492,02	8,21%	0,10%	,976*	ARMA
38	55.258.912,02	54.216.907,00	54.241.590,38	1,89%	1,84%	,964***	ARMA
39	52.823.429,53	45.000.000,00	59.755.159,02	14,81%	13,12%	,932*	ARMA
40	52.132.642,58	45.236.947,95	49.348.606,65	13,23%	5,34%	,859*	ARMA
41	50.125.954,61	54.873.227,35	53.482.892,94	9,47%	6,70%	,973*	ARMA
42	49.282.127,98	50.283.000,00	48.158.125,73	2,03%	2,28%	,869**	SOF
43	48.444.810,80	45.800.923,77	49.862.527,88	5,46%	2,93%	,905*	ARMA
44	48.437.696,49	40.956.000,00	48.928.614,35	15,45%	1,01%	,932*	ARMA
45	47.887.380,18	39.451.634,75	50.915.035,74	17,62%	6,32%	,922*	ARMA
46	47.178.921,01	43.931.000,00	43.963.648,91	6,88%	6,82%	,912*	ARMA
47	46.902.362,64	50.500.000,00	51.330.476,75	7,67%	9,44%	,991***	SOF
48	46.407.847,09	49.392.885,08	44.710.570,73	6,43%	3,66%	,805*	ARMA
49	46.074.403,84	37.220.000,00	45.757.782,49	19,22%	0,69%	,902*	ARMA
50	45.776.440,84	40.161.377,67	45.495.903,16	12,27%	0,61%	,969***	ARMA
51	45.743.212,77	46.000.000,00	47.638.713,35	0,56%	4,14%	,965***	SOF
52	45.689.127,03	40.180.250,00	45.104.646,00	12,06%	1,28%	,896*	ARMA
53	45.523.797,89	39.139.555,00	47.124.987,21	14,02%	3,52%	,890*	ARMA
54	45.389.937,21	52.781.642,00	43.762.893,90	16,28%	3,58%	,952*	ARMA
55	43.533.802,81	40.006.883,84	42.881.265,04	8,10%	1,50%	,967**	ARMA
56	43.509.787,03	55.276.200,00	47.447.507,48	27,04%	9,05%	,954***	ARMA
57	43.107.651,05	39.439.477,56	45.169.122,47	8,51%	4,78%	,959**	ARMA
58	42.574.034,75	60.445.450,00	41.995.338,33	41,98%	1,36%	,958**	ARMA
59	41.717.796,26	39.500.000,00	38.317.978,08	5,32%	8,15%	,965***	SOF
60	41.546.317,56	33.435.424,63	40.402.808,18	19,52%	2,75%	,908*	ARMA

Leg. 01: Cód. Mun. - 31 Marialva; 32 Laranjeiras do Sul; 33 Rio Negro; 34 Chopinzinho; 35 Pitanga; 36 Quatro Barras; 37 Carambeí; 38 Pinhão; 39 Quedas do Iguaçu; 40 Pontal do Paraná; 41 Goioerê; 42 Arapoti; 43 Bandeirantes; 44 Santa Terez. de Itaipu; 45 Paçandu; 46 Campo Magro; 47 Ivaiporã; 48 Manguierinha; 49 Ibituva; 50 Ortigueira; 51 Ubatã; 52 Nova Esperança; 53 Astorga; 54 Piraí do Sul; 55 Reserva; 56 Coronel Vivida; 57 Andirá; 58 Mandirituba; 59 Cafelândia; 60 Cruzeiro do Oeste.

Leg. 02: *ARMA 1ª Ordem; **ARMA 2ª Ordem; ***ARMA 3ª Ordem.

Fonte: dados da pesquisa.

Neste grupo 2, o erro médio das previsões efetuadas com o modelo ARMA ficou em 4,70%, enquanto o erro encontrado nas previsões destes municípios foi de 12,55%. Dentre os 30 períodos projetados, o modelo ARMA foi mais eficaz em 24 oportunidades. Desse modo, os resultados encontrados nesta pesquisa novamente evidenciam que as previsões de receitas realizadas, a partir do modelo ARMA, demonstram-se superiores na estimativa de receitas, sendo desta vez com diferença ainda maior.

É possível perceber que o modelo SOF, em alguns casos, apresenta erros de previsões bastante elevados, como nos

municípios de Mandirituba e Marialva, com erros de 41,98% e 35,57%, respectivamente. Em contrapartida, na pior das previsões modeladas pela metodologia ARMA, esta atingiu o erro percentual de 13,12% para o município de Quedas do Iguaçu. Estes achados revelam que a pior das estimativas realizadas com o modelo ARMA ainda é inferior, em termos de erro percentual, as estimativas atuais realizadas por estes municípios.

A Tabela 4 apresenta as informações acerca dos municípios enquadrados no grupo 3, sendo aqueles com receitas realizadas no exercício de 2013 entre R\$ 19 a R\$ 23 milhões.

Tabela 4: Análise dos erros médios na previsão de receita dos municípios do Grupo 3.

Cod. Mun.	Receita Realizada	Receita Prevista SOF	Receita Prevista ARMA	% Erro SOF	% Erro ARMA	R ² Aj. ARMA	Melhor Prev.
61	22.403.328,08	21.000.000,00	20.486.549,87	6,26%	8,56%	,949***	SOF
62	22.378.664,97	17.500.000,00	20.226.474,71	21,80%	9,62%	,937**	ARMA
63	22.338.150,26	20.000.000,00	20.815.237,63	10,47%	6,82%	,927*	ARMA
64	22.336.558,23	21.769.644,60	22.653.825,39	2,54%	1,42%	,959***	ARMA
65	22.026.235,99	19.238.993,95	18.324.302,46	12,65%	16,81%	,864*	SOF
66	21.961.877,56	14.968.091,25	20.571.419,20	31,85%	6,33%	,960*	ARMA
67	21.901.356,59	19.740.000,00	21.003.525,35	9,87%	4,10%	,866*	ARMA
68	21.866.109,46	17.500.000,00	21.580.565,26	19,97%	1,31%	,959**	ARMA
69	21.714.218,92	22.411.158,60	18.488.610,70	3,21%	14,85%	,862***	SOF
70	21.705.399,73	20.193.234,00	22.482.383,38	6,97%	3,58%	,970**	ARMA
71	21.696.972,41	22.194.239,94	22.322.884,25	2,29%	2,88%	,908**	ARMA
72	21.580.402,76	18.818.869,00	19.783.000,35	12,80%	8,33%	,902**	ARMA
73	21.530.147,57	21.735.031,70	21.159.897,03	0,95%	1,72%	,916*	SOF
74	21.429.568,80	20.031.500,00	24.728.904,41	6,52%	15,40%	,982***	SOF
75	21.219.913,23	18.850.000,00	18.632.313,12	11,17%	12,19%	,921*	SOF
76	21.147.360,76	19.800.000,00	24.242.909,18	6,37%	14,64%	,946*	SOF
77	21.088.913,49	17.600.000,00	21.689.767,93	16,54%	2,85%	,791***	ARMA
78	21.076.053,17	22.310.644,78	21.428.651,21	5,86%	1,67%	,931***	ARMA
79	21.064.351,50	20.102.594,42	19.332.508,70	4,57%	8,22%	,877*	SOF
80	21.049.071,54	17.800.000,00	21.075.613,11	15,44%	0,13%	,954*	ARMA
81	20.824.070,02	24.800.000,00	18.975.559,10	19,09%	8,88%	,926*	ARMA
82	20.704.988,04	16.705.000,00	23.261.580,60	19,32%	12,35%	,952***	ARMA
83	20.683.555,56	19.317.700,00	21.401.808,74	6,60%	3,47%	,945*	ARMA
84	20.378.728,83	17.900.000,00	19.690.422,71	12,16%	3,38%	,951*	ARMA
85	20.207.693,89	20.160.000,00	21.432.725,21	0,24%	6,06%	,916*	SOF
86	20.076.670,65	20.911.255,62	19.712.628,23	4,16%	1,81%	,879*	ARMA
87	19.706.550,10	21.450.000,00	18.317.278,80	8,85%	7,05%	,914**	ARMA
88	19.705.465,47	17.500.000,00	16.173.871,44	11,19%	17,92%	,983***	SOF
89	19.651.453,11	18.647.381,67	21.203.915,44	5,11%	7,90%	,964*	SOF
90	19.561.115,41	19.710.000,00	20.986.500,52	0,76%	7,29%	,949*	SOF

Leg. 01: Cód. Mun. - 61 São Pedro do Ivaí; 62 São João do Ivaí; 63 Barbosa Ferraz; 64 Roncador; 65 Florestópolis; 66 Santa Fé; 67 Santa Maria do Oeste; 68 Barracão; 69 Paranacity; 70 Tupãssi; 71 Iretama; 72 Santa Mariana; 73 S. Jorge do Patrocínio; 74 Bocaiúva do Sul; 75 Ventania; 76 Ivaí; 77 Entre Rios do Oeste; 78 Centenário do Sul; 79 Jussara; 80 Boa Vista da Aparec.; 81 Mariluz; 82 Reserva do Iguaçu; 83 Jataizinho; 84 Mercedes; 85 Nova Santa Rosa; 86 Luiziana; 87 Sertaneja; 88 Fernandes Pinheiro; 89 Rondon; 90 Maripá.

Leg. 02: *ARMA 1ª Ordem; **ARMA 2ª Ordem; ***ARMA 3ª Ordem.

Fonte: dados da pesquisa.

Os resultados encontrados nesta etapa da pesquisa revelam que o erro médio das previsões efetuadas com o modelo ARMA, para este grupo de municípios, foi de 7,25%, enquanto pelo modelo atual, utilizado pelos mesmos, o percentual de erro é de 9,85%. Tais resultados corroboram novamente para uma melhor previsibilidade de receitas, a partir da utilização do modelo ARMA. Apesar de, neste caso, a diferença entre ambas metodologias ter sido menor, na comparação entre o número de observações totais realizadas, que abrangem o grupo 3, observa-se que para 17 municípios a melhor previsão foi realizada com o modelo ARMA, contra 13 obtidas pelo modelo SOF. Tais evidências confirmam a melhor qualidade auferida pelo modelo ARMA na maioria dos casos investigados neste grupo.

Observando-se alguns casos específicos, novamente percebe-se que os maiores erros percentuais se encontram nas previsões realizadas pela metodologia atual utilizada por estes municípios. O modelo ARMA não possui nenhuma previsão que superou o percentual de 20% de erro, enquanto no modelo SOF as previsões para os municípios de Santa Fé (31,85%) e São João do Ivaí (21,80%) superaram a referida margem.

Por fim, apresenta-se, na Tabela 5, a análise das estimativas de receitas com os erros percentuais identificados, a partir das modelagens SOF e ARMA, para municípios de baixa arrecadação (ou seja, cidades de pequeno porte). Este grupo de municípios (grupo 4) contém cidades que arrecadaram, no máximo, R\$ 11 milhões no ano de 2013.

Tabela 5: Análise dos erros médios na previsão de receita dos municípios do Grupo 4.

Cod. Mun.	Receita Realizada	Receita Prevista SOF	Receita Prevista ARMA	% Erro SOF	% Erro ARMA	R ² Aj. ARMA	Melhor Prev.
91	10.844.934,96	9.771.870,00	9.876.701,03	9,89%	8,93%	,927*	ARMA
92	10.801.660,95	10.996.799,00	9.095.694,39	1,81%	15,79%	,883***	SOF
93	10.773.012,13	10.744.100,00	10.947.373,74	0,27%	1,62%	,973**	SOF
94	10.721.951,80	11.461.000,00	12.188.828,23	6,89%	13,68%	,959***	SOF
95	10.699.836,23	10.272.900,00	10.323.540,20	3,99%	3,52%	,942***	ARMA
96	10.617.016,99	11.550.000,00	10.471.818,09	8,79%	1,37%	,980*	ARMA
97	10.481.166,07	9.639.774,60	9.029.153,81	8,03%	13,85%	,970***	SOF
98	10.449.630,33	12.030.784,14	10.317.063,79	15,13%	1,27%	,902*	ARMA
99	10.412.266,12	10.370.374,46	10.968.392,60	0,40%	5,34%	,901***	SOF
100	10.356.865,03	9.363.137,62	13.453.655,21	9,59%	29,90%	,957*	SOF
101	10.277.501,44	10.200.000,00	11.214.147,39	0,75%	9,11%	,896*	SOF
102	10.260.439,61	9.105.000,00	7.779.270,56	11,26%	24,18%	,965***	SOF
103	10.247.558,17	10.960.342,61	11.990.137,71	6,96%	17,00%	,891*	SOF
104	10.157.643,38	9.256.844,44	10.392.287,94	8,87%	2,31%	,799*	ARMA
105	10.154.550,65	9.484.000,00	9.932.385,22	6,60%	2,19%	,866*	ARMA
106	10.093.887,28	9.659.431,37	10.227.227,93	4,30%	1,32%	,895***	ARMA
107	9.952.980,57	10.350.000,00	9.669.411,04	3,99%	2,85%	,774*	ARMA
108	9.951.102,55	10.977.000,00	8.442.914,75	10,31%	15,16%	,889***	SOF
109	9.915.187,06	11.485.777,00	9.133.909,54	15,84%	7,88%	,919**	ARMA
110	9.875.432,66	11.900.000,00	12.181.432,15	20,50%	23,35%	,966***	SOF
111	9.846.131,53	10.675.450,00	9.717.183,24	8,42%	1,31%	,916*	ARMA
112	9.837.041,67	12.487.931,25	9.108.085,15	26,95%	7,41%	,915*	ARMA
113	9.821.514,69	9.137.043,68	10.936.966,45	6,97%	11,36%	,931*	SOF
114	9.561.094,11	8.057.070,00	9.445.846,07	15,73%	1,21%	,968***	ARMA
115	9.460.966,83	9.701.007,06	7.241.890,12	2,54%	23,46%	,957***	SOF
116	9.209.934,00	9.090.000,00	9.239.271,01	1,30%	0,32%	,891*	ARMA
117	9.176.451,74	10.366.000,00	8.440.738,73	12,96%	8,02%	,901***	ARMA
118	9.124.564,46	8.280.339,00	9.230.540,03	9,25%	1,16%	,949*	ARMA
119	9.120.373,30	10.100.000,00	8.032.425,02	10,74%	11,93%	,946***	SOF
120	8.692.801,59	7.402.628,94	7.258.245,74	14,84%	16,50%	,810***	SOF

Leg. 01: Cód. Mun. - 91 Guaporema; 92 Mato Rico; 93 Bela Vista da Caroba; 94 Anahy; 95 Cruzmaltina; 96 Pitangueiras; 97 Ângulo; 98 Ariranha do Ivaí; 99 Lidianópolis; 100 Godoy Moreira; 101 Conselh. Mairinck; 102 Rancho Alegre; 103 Novo Itacolomi; 104 Ivatuba; 105 Iguatu; 106 Nossa S. das Graças; 107 Itaúna do Sul; 108 Iracema do Oeste; 109 Paranapoema; 110 Pinhal de São Bento; 111 Jardim Olinda; 112 S. Antonio do Caiuá; 113 Cafeara; 114 Inajá; 115 Santa Inês; 116 Flórida; 117 Uniflor; 118 Miraselva; 119 Esperança Nova; 120 Nova Aliança do Ivaí.

Leg. 02: *ARMA 1ª Ordem; **ARMA 2ª Ordem; ***ARMA 3ª Ordem.

Fonte: dados da pesquisa.

Neste último grupo, numa análise ampla, nota-se que há um maior equilíbrio entre as previsões comparativas do modelo SOF e ARMA. Traduzindo em números, o modelo SOF apresenta como erro médio nas 30 observações a proporção de 8,80%, contra o erro médio de 9,44% para o modelo ARMA nesses municípios. Diferentemente dos outros três grupos anteriores, que abrangiam municípios de médio e grande porte, neste último grupo, com os 30 municípios de menor arrecadação do Estado do Paraná, em 2013, o modelo SOF (utilizado pelos municípios) apresentou vantagem ao modelo testado nesta pesquisa (ARMA). Contudo, a diferença entre ambos é bastante reduzida. Neste grupo, cada um dos modelos investigados foi superior nas previsões em 15 oportunidades (50% dos casos).

Analisando-se os erros máximos atingidos em casos específicos por ambos os modelos, verificou-se que a pior previsão alcançada, a partir do modelo utilizado por estes municípios, deu-se em Santo Antônio do Caiuá, com erro percentual de 26,95%. Já para o modelo ARMA, a pior estimativa de receitas foi para a cidade de Godoy Moreira, sendo esta de 29,90%.

No outro extremo, ambos os modelos também apresentam resultados satisfatórios de previsão em vários casos, em que o erro encontrado é inferior a 2%. Nestes casos, pode-se citar as previsões das cidades de Bela Vista da Caroba (0,27%), Lidianópolis (0,40%), Conselheiro Mairinck (0,75%) e Flórida (1,30%) no modelo SOF, e Flórida (0,32%), Miraselva (1,16%), Inajá (1,21%) e Ariranha (1,27%) no modelo ARMA.

A Tabela 6 evidencia uma síntese destes resultados, em que se promove a análise consolidada das previsões avaliadas.

Tabela 6: Resumo dos Resultados por Grupo e Geral.

Grupo	n° total Obs.	% Erro Médio SOF	% Erro Médio ARMA	n° de vezes SOF melhor desempenho	n° de vezes ARMA melhor desempenho
Grupo 1	30	10,70%	6,80%	12 - 40,00%	18 - 60,00%
Grupo 2	30	12,55%	4,70%	6 - 20,00%	24 - 80,00%
Grupo 3	30	9,85%	7,25%	13 - 43,33%	17 - 56,67%
Grupo 4	30	8,80%	9,44%	15 - 50,00%	15 - 50,00%
Geral	120	10,47%	7,05%	46 - 38,33%	74 - 61,67%

Fonte: dados da pesquisa.

Como se pode verificar na Tabela 6, nota-se que no geral, o modelo ARMA apresenta erro médio nas previsões de receitas de 7,05%, enquanto que 10,47% é o erro médio atual das estimativas realizadas por estes municípios. Esses resultados sugerem que o modelo ARMA pode contribuir para a melhoria da eficácia da previsão de receitas orçamentárias na maioria destes municípios. Neste estudo, tal metodologia reduziu o erro médio encontrado nas previsões avaliadas em 3,42%.

A fim de se verificar se tal diferença de erros médios entre ambas as abordagens avaliadas é significativa, procedeu-se a aplicação do teste de diferença de médias (teste t de *student*), para que fosse possível se inferir sobre estes resultados. Os resultados desta análise são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7: Teste para diferença de médias dos erros médios dos modelos SOF e ARMA.

	N	Média	DP	t	Sig
SOF	120	0,1047	0,0815	3,539	0,000*
ARMA	120	0,0705	0,0678	3,539	0,000*

* Significância ao nível de 5%.

Fonte: dados da pesquisa.

Com base nos resultados expostos na Tabela 7, torna-se possível determinar que o modelo ARMA, na amostra total do estudo, obteve melhores resultados nas previsões de receitas do que o modelo SOF, sendo esta inferência comprovada estatisticamente pelo teste de diferença de médias (teste t de *student*). Tanto o percentual do erro médio quanto o desvio padrão encontrado são menores para esta metodologia de previsão de receitas. Assim, as evidências encontradas neste estudo sugerem que modelos autorregressivos, atrelados a informações longitudinais, possuem potencial para melhorar a exatidão das estimativas de receitas realizadas por administradores públicos.

É importante destacar que a partir da utilização de modelos autorregressivos, por estes apresentarem previsões baseadas em série temporal, a partir do acúmulo de dados de um período de tempo ainda maior, seria possível melhorar ainda mais a qualidade da previsibilidade realizada. No caso desta pesquisa, este estudo estimou a receita do ano de 2013, com base nas receitas realizadas de 2002 a 2012, que são as disponibilizadas pelo Tribunal de Contas do Estado do Paraná. Deste modo, em caso de

disponibilidade de dados de períodos anteriores a este, seria possível qualificar ainda mais tais previsões.

Desta forma, considerando-se que os municípios possuem dados históricos superiores, entende-se que, a partir da utilização de tal metodologia, estes poderiam realizar previsões mais adequadas, a fim de alcançar uma maior exatidão. A melhoria nas previsões realizadas qualificaria o processo de gestão dos gastos públicos, uma vez que facilitaria a fixação das despesas e o planejamento da aplicação dos recursos. Uma previsão inadequada por induzir o gestor público a não realizar um determinado investimento, por entender que este não é viável naquele momento. Neste caso, a suspensão de obras e investimentos, ou a redução de recursos destinados a manutenção de determinado serviço pode gerar externalidades negativas.

De acordo com Zonatto, Rodrigues Junior e Toledo Filho (2014), o aumento no número de observações é necessário para que os gestores públicos possam alcançar melhores estimativas em suas previsões orçamentárias. Tais observações podem proporcionar a redução, e, em alguns casos, até mesmo a eliminação dos efeitos da sazonalidade dos aspectos econômicos nacionais e regionais na previsão orçamentária, o que, por consequência, proporciona maior robustez a tais modelos (autorregressivos), como é o caso do ARMA.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve por objetivo verificar o desempenho do modelo ARMA na previsão das receitas orçamentárias dos municípios do Estado do Paraná, em comparação com o modelo adotado por estes municípios, preconizado pela Secretaria do Orçamento Federal. Os achados encontrados neste estudo apontam que o modelo ARMA possui bom poder de previsão de receitas, sendo superior ao modelo atual utilizado na maioria dos casos, fato tal comprovado estatisticamente pelo teste de diferença de médias (teste t de *student*).

De forma mais abrangente, os resultados apontaram que nas 120 observações realizadas para o ano de 2013, o modelo ARMA teve como erro médio nas estimativas o saldo de 7,05%, inferior ao encontrado a partir das estimativas realizadas atualmente por estes municípios, em que o erro médio foi de 10,47% para os municípios da amostra. Dos 120 períodos projetados, o modelo ARMA obteve melhor previsão para as receitas dos municípios em 74 oportunidades, o que representa 61,67% dos casos analisados. Apenas em 46 observações o modelo SOF foi superior, o que representa 38,33% do total.

Estes achados corroboram com os estudos de Zonatto, Rodrigues Junior e Toledo Filho (2014) e Lima Filho *et al.* (2014), que ao testarem o modelo autorregressivo Koyck para os maiores municípios dos estados do Rio Grande do Sul e Bahia, respectivamente, também concluíram que o mesmo possui melhor poder de previsão na comparação ao modelo SOF utilizado pelos municípios. Os resultados desta pesquisa demonstraram que o erro médio, alcançado a partir da aplicação do modelo ARMA (7,05%), foi semelhante ao encontrado naqueles estudos. Enquanto Zonatto,

Rodrigues Filho e Toledo Filho (2014) encontraram erro médio de 6,13% para os municípios gaúchos, Lima Filho *et al.* (2014) evidenciaram erro médio de 8,87% no contexto baiano.

Em contrapartida, as metodologias atuais utilizadas por esses municípios, nos três estados estudados (Rio Grande do Sul, Bahia e, neste estudo, Paraná) sempre apresentaram erros médios superiores a 10%, o que demonstra certa fragilidade do referido modelo. Estes resultados vão ao encontro, ainda, com o estudo de Downs e Rocke (1983), que utilizaram modelos ARMA multivariado para prever receitas e despesas de cidades norte-americanas e concluíram que as previsões são de qualidade.

Dessa maneira, ressalta-se que esta pesquisa teve como diferencial a aplicação de um novo modelo autorregressivo (ARMA) para a estimação de receitas orçamentárias, o qual foi avaliado em municípios de diferentes tamanhos, divididos em quatro grupos, porém pertencentes a um mesmo Estado. Nos três primeiros grupos, com municípios de médio e grande porte, o modelo ARMA demonstrou-se superior a metodologia utilizada pela SOF, seja em maior ou menor escala. Porém, no grupo 4, que representam municípios de pequeno porte, com arrecadação máxima em 2013 de R\$ 11 milhões, o modelo SOF foi levemente superior ao modelo ARMA, quando considerado o erro médio obtido neste último grupo em especial.

Estes resultados sugerem que a metodologia SOF pode não ser a mais adequada para todos os casos. Deste modo, cabe aos gestores públicos a avaliação da acurácia de sua previsão atual. Em casos em que esta não é adequada, torna-se oportuno o teste de uma nova previsão de receitas, a partir da aplicação de um dos modelos autorregressivos encontrados na literatura, como o modelo de Koyck, testado por Zonatto, Rodrigues Filho e Toledo Filho (2014), e o modelo ARMA, testado nesta pesquisa.

As previsões de receitas públicas com qualidade superior promovem melhores desempenhos na gestão financeira dos municípios. Por consequência, podem acarretar em uma apropriada manutenção da entidade pública, no que tange aos pagamentos de dívidas, assim como vislumbrando a possibilidade de realização de novos investimentos (Santos & Alves, 2011). Portanto, torna-se necessário aos gestores públicos, acadêmicos, institutos de pesquisa, entre outros atores interessados na temática, discutirem com maior profundidade este assunto, visto que o atual modelo adotado pela SOF pode não estar fornecendo a melhor informação possível ao público contribuinte, que é o principal interessado (Barton, 2009).

Os achados encontrados nesta pesquisa apresentam mais uma contribuição para a melhora na qualidade de previsão de receitas, como estudos atuais de Zonatto, Rodrigues Junior e Toledo Filho (2014), Lima Filho *et al.* (2014) e Azevedo, Silva e Gatsios (2015) também fizeram, testando metodologias diferentes da observada neste estudo. Todavia, não é de interesse constatar que o modelo ARMA, ou qualquer outro modelo estatístico para previsão de receitas, é superior a metodologia adotada atualmente pela SOF em todos os contextos. O que se pretende é contribuir para com a gestão do ente público, divulgando uma metodologia alternativa,

que para alguns casos seja mais adequada, capaz de contribuir para a qualificação dos processos de gestão do ente público.

Além disso, cabe destacar que, por mais que sejam mencionados adicionalmente estudos que utilizaram modelos diferentes na comparação com o SOF, o objetivo deste trabalho quanto à realidade dos municípios paranaenses foi testar, exclusivamente, o potencial de previsibilidade do modelo ARMA, comparativamente ao modelo SOF, não tendo, portanto, vínculo com outros modelos alternativos de forma direta.

Por fim, destaca-se que novas pesquisas acerca do assunto, que ainda são escassas e recentes, tornam-se necessárias. Dentre algumas recomendações, sugere-se aos pesquisadores interessados em utilizar outros modelos para previsão de receitas como, por exemplo, o modelo ARIMA (Modelo Autorregressivo Integrado de Média Móvel), não testado no âmbito dos municípios brasileiros, proporcionando, assim, mais evidências ao tema. Além disso, é interessante estender pesquisas deste tipo com estas metodologias à realidade de outros municípios brasileiros, localizados em outros estados que ainda não foram investigados, localizados em regiões diferentes, para que se possa produzir um conjunto maior de evidências, capazes de contribuir para o entendimento das condições em que cada modelo pode contribuir para o alcance de uma previsão mais eficaz.

REFERÊNCIAS

- Angélico, J. (1994). *Contabilidade pública*. 8 ed. São Paulo: Editora Atlas.
- Azevedo, R. R., Silva, J. M. & Gatsios, R. C. (2015). *Comparação de Modelos de Previsão de Série Temporal com Base no ICMS Estadual*. Anais do Congresso USP de Controladoria e Contabilidade, São Paulo, SP, Brasil, XV.
- Barton, A. (2009). The Use and Abuse of Accounting in the Public Sector Financial Management Reform Program in Australia. *Journal of Accounting, Finance and Business Studies*, 45(2), 221-248.
- Barton, A. (2011). Why Governments Should Use the Government Finance Statistics Accounting System. *A Journal of Accounting, Finance and Business Studies*, 47(4), 411-445.
- Bogoni, N. M., Zonatto, V. C. S., Ishikura, E. R. & Fernandes, F. C. (2010). Proposta de um modelo de relatório de administração para o setor público baseado no Parecer de Orientação nº 15/87 da Comissão de Valores Mobiliários: um instrumento de governança corporativa para a administração pública. *Revista de Administração Pública*, 44(1), 119-142.
- Brasil. (2000). *Lei de Responsabilidade Fiscal*: lei complementar n. 101, de 04 de maio de 2000. Estabelece normas de finanças públicas voltadas para a responsabilidade na gestão fiscal e dá outras providências.
- Bretschneider, S. I., Gorr, W. L., Grizzle, G. & Klay, E. (1989). Political and Organizational Influences on the Accuracy of Forecasting State Government Revenues. *International Journal of Forecasting*, 5(3), 307-319.
- Buscarioli, B.; Emerick, J. (2011). *Econometria com Eviews – guia essencial e conceitos e aplicações*. São Paulo: Saint Paul Editora.
- Castanho, B. J. S. (2011). *Modelos para Previsão de Receitas Tributárias: o ICMS do Estado do Espírito Santo*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, Brasil.
- Cavalcante, P. L. (2007). O Orçamento Participativo: Estratégia Rumo à Gestão Pública mais Legítima e Democrática. *Revista de Políticas Públicas e Gestão Governamental*, 6(2), 11-28.
- Costa, E. A. A. (2011). *Fatores Institucionais que Influenciam a Previsão das Receitas Orçamentárias: um Estudo de Caso dos Governos Estaduais Brasileiros*. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.
- Downs, G. W. & Rocke, D. M. (1983). Municipal Budget Forecasting with Multivariate ARMA Models. *Journal of Forecasting*, 2(4), 377-387.
- Leal, T., Pérez, J., Tujula, M. & Vidal, J-P. (2007). Fiscal Forecasting Lessons from the Literature and Challenges. *European Central Bank*, 843(1), 2-38.
- Lima Filho, R. N., Silva, J., Amorim, R. J. R., Moreira, R. C. & Pinheiro, F. M. G. (2014). The Koyck Model in Predicting Public Revenues of the Mosto

- Populous Districts in the State of Bahia, Brazil. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 8(15), 381-390.
- Makridakis, S. & Hibon, M. (1997). ARMA Models and the Box-Jenkins Methodology. *Journal of Forecasting*, 16(1), 147-163.
- Malbouisson, C.; Tiryaki, G.F. (2017). *Economia na Prática*. Rio de Janeiro: Editoria Alta Books.
- Maroco, J. (2007). *Análise estatística com utilização do SPSS*. 3ª ed. Lisboa: Editora Silabo.
- Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria do Orçamento Federal. *Manual Técnico do Orçamento (MTO) – versão 2015*. Disponível em: <http://www.orcamentofederal.gov.br/informacoes-orcamentarias/manual-tecnico/mto_2015_1a_edicao-150514.pdf>. Acesso em 17 de Julho de 2015.
- Morettin, P. A. & Toloí, C. M. C. (2006). *Análise de séries temporais*. 2ª Ed. Editora Edgard Blucher, São Paulo.
- Rocha, M. M. Q. (2008). *Análise do nível de eficiência no processo de previsão e arrecadação da receita pública dos municípios do estado do Rio Grande do Norte*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil.
- Santana, E. W. F., Pessoa, L. G. S. B., Cabral, L. M. M. A. C., Santos, S. R. B. & Diniz, J. A. (2007). *Eficácia Orçamentária Municipal: Os Impactos Produzidos pela Lei de Responsabilidade Fiscal*. Anais do Encontro da ANPAD, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, XXXI.
- Santos, S. R. T. & Alves, T. W. (2011). O impacto da Lei de Responsabilidade Fiscal no desempenho financeiro e na execução orçamentária dos municípios no Rio Grande do Sul de 1997 a 2004. *Revista de Administração Pública*, 45(1), 181-208.
- Scarpin, J. E. & Slomski, V. (2005). Acurácia da previsão de receitas no orçamento antes e após a Lei de Responsabilidade Fiscal: um estudo de caso. *Revista Universo Contábil*, 1(2), 23-39.
- Zmitrowicz, W., Biscaro, C. & Marins, K. R. C. C. (2013). *A Organização Administrativa do Município e o Orçamento Municipal*. Texto Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil III. Título IV. São Paulo: EDIUSP.
- Zonatto, V. C. S. & Hein, N. (2013). 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*, 37(1), 102-131.
- Zonatto, V. C. S., Rodrigues Junior, M. M. & Toledo Filho, J. R. (2014). Aplicação do Modelo Koyck na Previsão de Receitas Públicas: uma Análise das Previsões Orçamentárias Realizadas pelos 10 Maiores Municípios em População no Estado do Rio Grande do Sul. *Revista de Administração, Ciências Contábeis e Economia - RACE*, 13(1), 249-276.