



Revista ADM.MADE, Rio de Janeiro, ano 16, v.20, n.1, p.1-14, janeiro/abril, 2016

Revista do Mestrado em Administração e Desenvolvimento Empresarial da Universidade

Estácio de Sá – Rio de Janeiro (MADE/UNESA). ISSN: 2237-5139

Conteúdo publicado de acesso livre e irrestrito, sob licença Creative Commons 3.0.

Editor responsável: Marco Aurélio Carino Bouzada

Auditoria Fiscal do Trabalho e fiscalização do FGTS: uma comparação de métodos de previsão para a arrecadação

Jeronymo Marcondes Pinto¹

Artigo recebido em 05/11/2015 e aprovado em 05/01/2016. Artigo avaliado em *double blind review*.

¹ Doutor em Economia Aplicada pela Universidade de São Paulo. Auditor Fiscal do Trabalho. Endereço: Rua Martins Fontes, 109. Centro, São Paulo - SP. CEP: 01050-000. Email: jeronymobj@hotmail.com.

Auditoria Fiscal do Trabalho e fiscalização do FGTS: uma comparação de métodos de previsão para a arrecadação.

O objetivo do presente trabalho é realizar um teste de desempenho entre diferentes metodologias passíveis de serem aplicadas à previsão de arrecadação de Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) pela auditoria fiscal do trabalho. O resultado desse estudo poderá servir de base para o desenvolvimento de um procedimento computacional automático para a Administração Pública monitorar sua provável entrada de recursos. Com base na literatura especializada de previsões de séries temporais e devido às suas facilidades computacionais, as classes avaliadas serão as de modelos univariados, ou seja, cuja descrição do comportamento dinâmico da variável é baseada somente em seu comportamento no passado. Esses modelos univariados permitem que, dado o acesso ao banco de dados, o cálculo das previsões seja automático. Os modelos univariados avaliados no presente estudo serão: Suavização Exponencial de Holt-Winters, SARIMA e método ingênuo de previsão sazonal.

Palavras-chave: previsão de séries temporais; modelos univariados; auditoria fiscal do trabalho.

Keywords: time series forecasting; univariate models; Labor tax auditing.

Labor tax auditing and FGTS surveillance: a comparison of forecasting methods for the collection.

The objective of this study is to conduct a performance test between different methodologies that can be applied to the FGTS revenues forecast by Labor tax auditing. The result of this study may serve as a basis for the development of an automated computational procedure so that the Public Administration can monitor its likely inflow of funds. Based on time series forecast literature and due to its computational facilities, the evaluated classes will be of univariate models, ie, whose description of the dynamic behavior of the variable is based on their past behavior only. These univariate models allow, given access to the database, an automatic calculation of forecasts. The univariate models evaluated in this study are: Holt-Winters exponential smoothing, SARIMA and naive method of seasonal prediction.

1 Introdução

O Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS) foi criado com o objetivo de proteger o trabalhador demitido sem justa causa, mediante a abertura de uma conta vinculada ao contrato de trabalho. Essa conta é formada pelos depósitos feitos pelos empregadores em nome de cada empregado, no valor de 8% do salário de cada um. Os recursos do FGTS podem ser utilizados pelo governo em obras de habitação e de saneamento, dentre outros fins sociais, o que o torna importante mecanismo financiador de políticas públicas no Brasil.

A fiscalização do cumprimento da obrigação relativa ao FGTS pelos empregadores é competência da Auditoria Fiscal do Trabalho, tal como descrito lei 8.036/1990. Nas palavras do normativo legal em questão (BRASIL, 1990, p. 8968):

Art. 23. Competirá ao Ministério do Trabalho e da Previdência Social a verificação, em nome da Caixa Econômica Federal, do cumprimento do disposto nesta lei, especialmente quanto à apuração dos débitos e das infrações praticadas pelos empregadores ou tomadores de serviço, notificando-os para efetuarem e comprovarem os depósitos correspondentes e cumprirem as demais determinações legais, podendo, para tanto, contar com o concurso de outros órgãos do Governo Federal, na forma que vier a ser regulamentada.

§ 1º Constituem infrações para efeito desta lei:

I – não depositar mensalmente o percentual referente ao FGTS, bem como os valores previstos no art. 18 desta Lei, nos prazos de que trata o § 6º do art. 477 da Consolidação das Leis do Trabalho – CLT;

II – omitir as informações sobre a conta vinculada do trabalhador;

III – apresentar as informações ao Cadastro Nacional do Trabalhador, dos trabalhadores beneficiários, com erros ou omissões;

IV – deixar de computar, para efeito de cálculo dos depósitos do FGTS, parcela componente da remuneração;

V – deixar de efetuar os depósitos e os acréscimos legais, após notificado pela fiscalização.

Assim, cabe ao auditor fiscal do trabalho (AFT), vinculado à Secretaria de Inspeção do Trabalho (SIT), identificar e autuar irregularidades relativas ao cumprimento das obrigações legais relativas ao FGTS.

É de fundamental importância, para qualquer fiscalização de atributos monetários, realizar previsões do volume a ser arrecadado em períodos futuros. No caso de auditorias de cunho prioritariamente tributário, a previsão do volume de recursos a ser arrecadado é essencial, conforme os ditames da Lei de Responsabilidade Fiscal.

Com vistas à previsão de variáveis de seu interesse, a Receita Federal do Brasil se utiliza da metodologia “Método dos Indicadores”. No Método dos Indicadores a arrecadação prevista é estimada ao multiplicar o valor recolhido pela Receita Federal na mesma competência de períodos anteriores por indicadores que refletem variações ocorridas em preços e em quantidade transacionadas de alguns bens, bem como em mudanças institucionais, como valores de alíquotas. Segundo Campos (2009), essa atividade de previsão, de análise e de controle vem ganhando importância na Receita Federal devido à necessidade crescente de recursos financeiros pelo Estado, aliada à impossibilidade de aumento da carga tributária em uma sociedade já saturada de tais elevações.

O uso desse indicador pela Receita Federal do Brasil recebeu diversas críticas na literatura especializada, tal como descrito em Campos (2009). A ideia básica desses trabalhos se centra na comparação da performance do Método dos Indicadores com as metodologias de previsão de séries temporais, como suavização exponencial e modelos ARIMA. Segundo esses comparativos, o Método dos Indicadores é inferior, em termos de performance de previsão, a todos as demais metodologias.

Muitos trabalhos recentes propuseram o uso de metodologias de previsão de séries temporais para arrecadação tributária (por exemplo, AZEVEDO et AL., 2015; PESSOA et AL., 2012; FABRIS; GONÇALVES, 2012). Porém, nenhum trabalho estudou o uso de metodologias de previsões de séries temporais na arrecadação do FGTS realizado pela Auditoria Fiscal do Trabalho. Atualmente, o Ministério do Trabalho e Emprego não se utiliza de nenhum método estatístico de previsão para estimar o valor a ser arrecadado via ação fiscal. Isso pode ser resultado da discussão relativa à natureza jurídica do FGTS e se ele pode ser considerado como tributo (FARIAS, 2013).

Entretanto, a natureza jurídica do FGTS não diminui a necessidade de previsão de arrecadação de seus recursos. Há uma necessidade premente do governo federal, em especial do Conselho Curador do FGTS, em determinar o quantitativo de recursos que serão arrecadados, de forma a planejar suas políticas públicas de forma mais consistente.

O objetivo do presente estudo é comparar o desempenho de diferentes metodologias de previsão de séries temporais quando aplicados à série de FGTS arrecadado pela Inspeção do Trabalho no exercício de suas funções.

A contribuição dessa pesquisa vai ao encontro do interesse da Administração Pública no desenvolvimento de uma metodologia que seja passível de automatização via algoritmos computacionais, de forma a desenvolver um sistema que permita o cálculo automático destas previsões. Isso serviria à Secretaria de Inspeção do Trabalho (SIT) para avaliar a efetividade de sua ação, bem como divulgar os resultados alcançados e a serem alcançados pela Auditoria Fiscal do Trabalho de forma eficaz e célere. Assim, com o intuito de atingir este objetivo, optou-se por analisar a classe de modelos de séries de tempo univariados, que descrevem a evolução de uma variável com base em seu comportamento no passado, o que facilita a criação de uma rotina computacional para o cálculo automático dessas previsões. Estes modelos univariados permitem que, dado o acesso ao banco de dados da variável de interesse, o cálculo das previsões seja automático, ou seja, o pesquisador não precisaria intervir a todo o momento, aumentando a celeridade do processo.

2 Aspectos do Método

Apesar de o uso de metodologias de previsão de séries temporais para arrecadação tributária ser fenômeno recente e ainda estar em desenvolvimento (AZEVEDO et al., 2015), os órgãos públicos ainda ressentem do uso de metodologias científicas na previsão de entrada de recursos.

Dentre a maior parte dos estudos de previsão de arrecadação tributária, a metodologia de previsão com base em séries temporais sempre apresentou desempenho superior às demais no que toca à acurácia da previsão. Uma análise da efetividade do uso de metodologias de séries temporais na arrecadação de recursos tributários é feita em Santos Cruz (2007).

Conforme será demonstrado mais adiante, a série de arrecadação de FGTS pela Auditoria Fiscal do Trabalho a ser estudada tem características importantes no que se refere à presença de tendência e à sazonalidade. Uma explicação detalhada de como uma série de

tempo pode ser decomposta em vários componentes, incluindo tendência e sazonalidade, é dada por Jardini (2010, p. 20):

A tendência representa todas as mudanças sofridas pela variável durante os períodos anteriores devido a fatores históricos de longo prazo. A sazonalidade são variações normais em series temporais que normalmente se repetem a cada 12 meses. A variação cíclica consiste nas ondulações de longo prazo na demanda padrão. A variação residual é aquela não explicada por nenhum dos três itens levantados anteriormente.

Portanto, a classe de modelos ARIMA e de suavização exponencial a serem utilizadas serão aquelas que levam em conta a presença de sazonalidade na série, a saber, SARIMA e suavização exponencial de Holt-Winters, conforme discussão a seguir. Além disso, será testado o chamado “método ingênuo de previsão” com sazonalidade. Todas as análises serão realizadas por meio de pacotes computacionais do programa R-Studio (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011).

Para a realização deste estudo, será avaliada uma série temporal mensal da soma dos valores arrecadados a título de FGTS recolhido sob ação fiscal com o FGTS notificado sob ação fiscal, variável que será denominada “arrecadação de FGTS”². Os dados em questão foram extraídos do sítio do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 2015) e se referem ao período de agosto de 2008 a junho de 2015.

2.1 Estacionariedade da série

A técnica de previsão não pode prescindir de uma análise de estacionariedade da série. Segundo Enders (2015, p.52), uma série estacionária é aquela que possui função média constante e finita e função autocovariância dependente apenas do valor de defasagem. Analiticamente, uma série (y_t) é dita estacionária se, e, somente se:

$$\left\{ \begin{array}{l} E(y_t) = \text{constante} \\ Cov(y_t, y_{t+\tau}) = f(\tau) = \text{função da defasagem} \end{array} \right\}$$

Basicamente, essa característica implica que choques externos sobre a variável em análise não serão perpetuados indefinidamente em seu valor final. Nesse diapasão, a previsão de uma variável pode estar sendo afetada por choques externos, sendo necessário verificar a estacionariedade da mesma. O teste de Dickey-Fuller Aumentado testa a hipótese nula de que a série não é estacionária.

2.2 Suavização exponencial de Holt-Winters

O modelo de suavização exponencial de Holt Winters faz parte de uma classe de modelos univariados utilizados para realizar previsão quando os componentes relativos a

² A diferença básica entre estas duas formas de auditoria é que o recolhimento sob ação fiscal é feito diretamente pelo empregador sob orientação do auditor, enquanto que o FGTS notificado refere-se à situação de levantamento de débito por parte do Auditor Fiscal do Trabalho e inscrição do mesmo em dívida ativa. A escolha da metodologia utilizada, em termos práticos, está sob a discricionariedade do auditor.

tendência e a sazonalidade são importantes na dinâmica da série (MILESKI Jr., 2007). A modelagem básica se baseia na decomposição da dinâmica de uma série de dados em tendência, sazonalidade, nível e resíduos. Essa decomposição pode ser realizada via modelo multiplicativo ou aditivo. No caso do modelo aditivo, uma série de dados (y_t) seria expressa da seguinte forma:

$$y_t = \mu_t + T_t + S_t + e_t$$

Sendo μ_t o nível (média) da série, T_t a tendência, S_t o componente sazonal e e_t o resíduo.

A definição desses parâmetros é atualizada a cada período por meio de um processo iterativo, cujo algoritmo é dado por:

$$\mu_t = \alpha(y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(\mu_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(y_t - y_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

$$S_t = \gamma(y_t - \mu_t) + (1 - \gamma)S_{t-s}$$

O subscrito "s" é referente ao período de padrão sazonal, e α , β e γ são, respectivamente, as constantes de suavização do nível, tendência e sazonalidade. Nesse contexto de atualização, uma previsão k passos à frente será dada por:

$$y_k = \mu_t + kT_t + S_{t-s+k}$$

No caso do modelo multiplicativo, a amplitude das flutuações sazonais é proporcional ao nível da série. Mais especificamente:

$$y_t = \mu_t S_t + T_t + e_t$$

A definição destes valores é dada por meio da atualização do seguinte sistema de equações:

$$\mu_t = \alpha \left(\frac{y_t}{S_{t-s}} \right) + (1 - \alpha)(\mu_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(y_t - y_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

$$S_t = \gamma \left(\frac{y_t}{\mu_t} \right) + (1 - \gamma)S_{t-s}$$

Neste caso, a previsão k passos à frente será dada por:

$$y_k = (\mu_t + kT_t)S_{t-s+k}$$

2.3 Modelo SARIMA

Segundo Enders (2015), os modelos autoregressivos de médias móveis (ARMA) são dados por:

$$y_t = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i y_{t-i} + x_t$$

O que é equivalente a:

$$y_t = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i y_{t-i} + \sum_{i=0}^q b_i e_{t-i}$$

Sendo $x_t = \sum_{i=0}^q b_i e_{t-i}$.

A parte autoregressiva (AR) do modelo é dada pela equação em diferenças da variável em estudo (y), enquanto a parcela de média móvel (MA) é representada pelo processo x_t . O procedimento-padrão para estimar estes modelos é dado por meio da metodologia Box-Jenkins (ENDERS, 2004).

Sob condições de não estacionariedade e de sazonalidade, a metodologia Box-Jenkins pode ser generalizada para os modelos SARIMA (modelos ARIMA sazonais). A ideia básica consiste em diferenciar as séries em estudo de forma a garantir o controle adequado desses fenômenos. O modelo SARIMA multiplicativo é dado por:

$$ARIMA(p, q, d) \times (P, D, Q)S$$

Sendo:

$p =$ ordem do AR não sazonal

$q =$ ordem do MA não sazonal

$d =$ ordem da diferenciação não sazonal

$P =$ ordem do AR sazonal

$Q =$ ordem do MA sazonal

$D =$ ordem da diferenciação sazonal

O modelo Box-Jenkins para um processo sazonal autoregressivo de médias móveis será dado por:

$$\phi(B)\Phi(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D y_t = \Theta_0 + \theta(B)\Theta(B^s)e_t$$

Sendo:

$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \phi_3 B^3 \dots - \phi_p B^p =$ ordem p do modelo AR não sazonal

$\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \theta_3 B^3 \dots - \theta_q B^q =$ ordem q do modelo MA não sazonal

$\Phi(B) = 1 - \Phi_1 B - \Phi_2 B^2 - \Phi_3 B^3 \dots - \Phi_P B^P =$ ordem P do modelo AR sazonal

$\Theta(B) = 1 - \Theta_1 B - \Theta_2 B^2 - \Theta_3 B^3 \dots - \Theta_Q B^Q =$ ordem Q do modelo MA sazonal

$(1-B)^d =$ ordem da diferenciação não sazonal

$(1-B^s)^D =$ ordem da diferenciação sazonal

$S =$ ordem de ocorrência da sazonalidade

$B =$ operador defasagem

2.4 Método “ingênuo” de previsão com sazonalidade

Este modelo é relativamente simples, sendo a previsão k passos à frente de uma variável (y_t) dada pelo valor que ela assumiu no período sazonal anterior.

A título de ilustração, no caso em estudo, uma previsão para a arrecadação em fevereiro de 2017 seria dada pelo valor que essa variável assumiu em fevereiro de 2016, dado que se trabalha com dados mensais. Em termos analíticos, a previsão de uma variável y_t para um período k será dada por:

$$y_k = y_{k-t}$$

Sendo t igual à periodicidade da série. O presente estudo trabalha com dados mensais, sendo $t = 12$.

2.5 Métodos para comparação de eficiência de previsão

Dada a previsão de uma variável y_t para o período k (\hat{y}_k), os erros de previsão são definidos como a diferença entre o valor previsto e o efetivamente ocorrido:

$$\varepsilon_k = y_k - \hat{y}_k$$

Os métodos mais tradicionais para comparação de erros de previsão entre diferentes métodos são o Erro Absoluto Médio (MAE), Raiz Quadrada do Erro Quadrático Médio (RMSE) e Porcentagem de Erro Absoluto Médio (MAPE). Estas estatísticas são dadas por:

$$MAE = \frac{\sum_{t=1}^n |\varepsilon_t|}{n}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (\varepsilon_t)^2}{n}}$$

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left(\frac{|\varepsilon_t|}{|y_t|} \right)}{100 \times n}$$

Estas estatísticas serão utilizadas para averiguar a qualidade de previsão de uma metodologia com relação a outra, sendo que, quanto menor o valor que a estatística assumir, mais acurada terá sido a previsão.

3 Previsão da arrecadação de FGTS

A Figura 1 demonstra a evolução a arrecadação de FGTS de agosto de 2008 a junho de 2015, enquanto a Tabela 1 mostra a série de dados que originou a figura.

As estatísticas descritivas para a série em questão encontram-se na Tabela 2.

Por meio de análise gráfica, percebe-se que a série apresenta tendência de crescimento em seu valor médio, comportamento mais evidente principalmente a partir de 2011. A diferença entre os valores mínimo e máximo da série indica amplitude elevada, com

um alto valor de desvio padrão (R\$ 60.199.450). Entretanto, percebe-se um comportamento dinâmico muito diferente entre os valores estatísticos assumidos pela série quando são comparadas observações “pré 2011” e “pós 2011”. No caso, a amplitude e o desvio padrão destes segmentos são bem inferiores do que os da série total. Esses resultados indicam uma possível quebra estrutural no modelo a partir de 2011, o que decorre da entrada em atividade dos auditores fiscais do concurso público de 2010, cujo foco de treinamento foi a auditoria em FGTS.

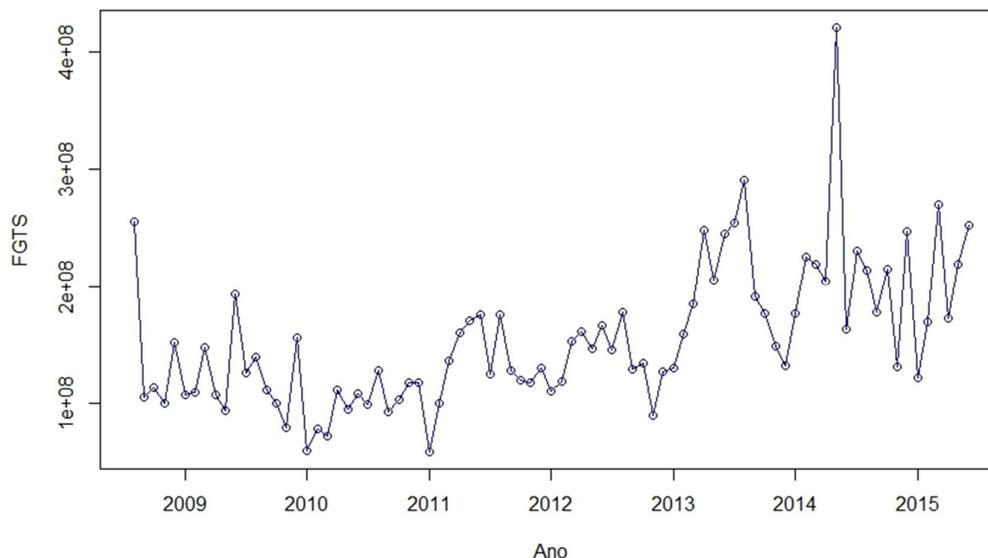


Figura 1 - Arrecadação Mensal do FGTS - agosto de 2008 a junho de 2015 (em R\$)

Fonte: Sistema Federal de Inspeção do Trabalho/Ministério do Trabalho e Emprego.

Tabela 1 - Arrecadação Mensal do FGTS – agosto de 2008 a junho de 2015 (em R\$)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Janeiro		107.764.520	59.891.950	59.377.165	110.665.864	130.047.521	177.388.363	122.273.274
Fevereiro		109.394.360	78.878.130	100.706.090	118.556.866	159.506.080	225.572.015	169.829.990
Março		148.054.980	72.864.580	136.533.166	153.336.479	185.766.179	219.889.115	269.825.954
Abril		108.104.490	111.752.110	160.772.909	161.645.261	248.488.385	204.629.276	172.931.667
Mai		94.026.360	94.817.150	170.305.394	146.522.400	205.950.452	420.127.511	219.950.389
Junho		193.397.800	108.400.450	175.666.680	166.854.758	245.661.819	163.948.496	252.859.930
Julho		126.221.470	99.433.810	125.722.690	146.208.980	254.370.260	231.088.107	
Agosto	255.893.550	139.803.480	128.769.389	176.112.087	178.555.740	290.759.559	214.221.214	
Setembro	105.306.560	111.296.690	92.745.992	128.025.588	129.661.726	191.412.690	178.552.269	
Outubro	113.364.130	99.912.450	103.087.392	120.556.552	135.087.089	177.044.099	215.265.601	
Novembro	100.243.670	79.829.190	117.905.459	117.505.288	90.125.179	149.248.027	131.533.908	
Dezembro	151.684.240	156.578.270	117.905.459	130.660.686	126.828.968	132.861.144	247.251.212	

Fonte: Sistema Federal de Inspeção do Trabalho/Ministério do Trabalho e Emprego.

Apesar da tendência visível de crescimento em seu valor médio, pode ser inferido, por meio de análise da tabela 2, que é possível rejeitar a hipótese nula de que a série de arrecadação de FGTS é não estacionária a 5%, o que indica comportamento estacionário para a variável em questão. Esse resultado foi obtido por meio da aplicação do teste de Dickey-Fuller aumentado no modelo com tendência e intercepto, versão menos restrita do

teste, o que aumenta confiabilidade das previsões a serem realizadas. Para mais detalhes da forma de aplicação do teste de Dickey Fuller, vide Enders (2015).

Tabela 2 - Estatísticas descritivas para a arrecadação total de FGTS - agosto de 2008 a junho de 2015 (em R\$)

Estatística	Valor
Mínimo	59.377.165
1° Quartil	111.524.400
Mediana	139.803.480
Média	154.958.749
3° Quartil	178.554.004
Máximo	420.127.511
Dickey-Fuller (p-valor)	0,01

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por meio de decomposição da série referente à arrecadação de FGTS é possível verificar o comportamento de cada um dos componentes existentes (ver Figura 2).

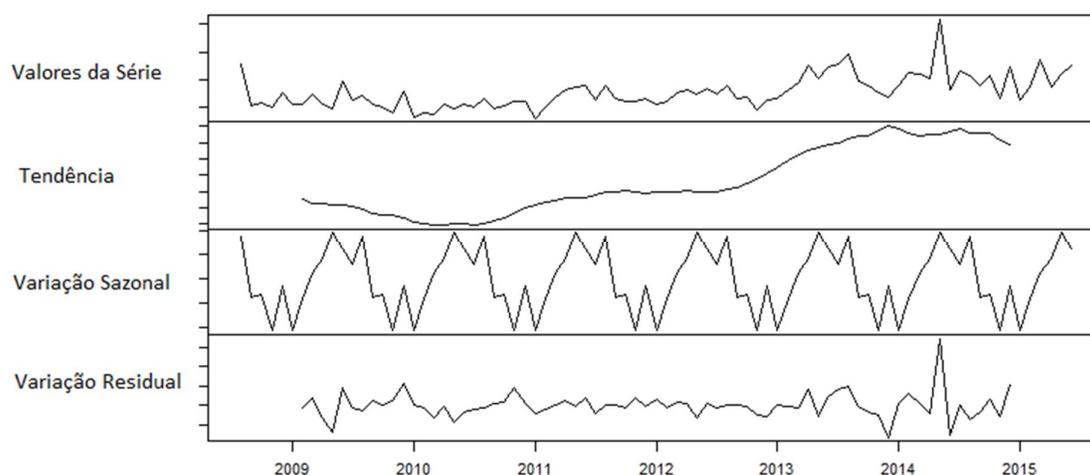


Figura 2 – FGTS - Decomposição da série de tempo relativa à arrecadação de FGTS nos componentes tendência, sazonalidade e variação residual.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com base em análise da figura 2, pode-se verificar tendência clara de crescimento a partir do ano de 2011, mas que tende a se estabilizar, e um padrão de variação sazonal característico. Essa avaliação permite identificar como os componentes geradores da série de tempo em estudo influenciam em sua dinâmica, facilitando-lhe o entendimento da evolução.

Por meio da decomposição acima fica evidente a importância do componente sazonal na definição da dinâmica da série, característica decorrente de períodos de maior concentração das ações fiscais. Essa tese reforça a necessidade de estimadores que levem em conta o forte componente sazonal presente na série em estudo - a saber, suavização

exponencial de Holt-Winters, classe de modelos SARIMA e previsão ingênua sazonal - tal como explicados na seção anterior.

Adicionalmente, pode-se inferir que a decomposição da série acima descrita se mostra bem ajustada, o que é devido pela característica de ruído branco da variação residual.

3.1 Resultados

A partir da metodologia de suavização exponencial de Holt-Winters, foram estimados os coeficientes α , β e γ previstos para a abordagem aditiva e multiplicativa (ver Tabela 3).

Tabela 3 - Resultados das estimativas para o modelo Holt-Winters.

Parâmetros de Suavização	Modelo Aditivo	Modelo Multiplicativo
α	0,1794	0,1883
β	0,0590	0,0273
γ	0,3745	0,4563
Teste Ljung-Box (p-valor)	0,7403	0,6303

Fonte: Elaborado pelo autor.

No caso do ajustamento do modelo SARIMA, a classe de modelo a ser utilizada será determinada por meio de um procedimento automático que permite encontrar o modelo que melhor se ajusta à série de dados. Isso é feito por meio do pacote estatístico `auto.arima` para o *software* R, conforme descrito em Hyndman e Khandakar (2008).

Com base nesse procedimento, foi escolhido um modelo SARIMA (1,0,1)x(0,1,1)x12. Cabe destacar que o procedimento `auto.arima` baseia-se no valor do critério de informação calculado para escolher o modelo mais adequado e, em todos os testes com todos os critérios, o modelo SARIMA em questão foi o selecionado. Os resultados estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultados das estimativas para o modelo SARIMA.

Componente	Estimativa	Erro Padrão
Componente MA não sazonal	-0,7718	0,1056
Componente AR não sazonal	0,9439	0,0780
Componente MA sazonal	-0,8029	0,2504
Critério de Akaike	2264,3	
Critério de Schwarz	2275,6	
Teste Ljung-Box (p-valor)	0,3925	

Fonte: Elaborado pelo autor.

A previsão dos três modelos para o período de seis meses que se segue após junho de 2015 está descrita na Tabela 5.

A comparação entre esses métodos é feita por meio de uma avaliação dos erros de previsão incorridos quando o modelo é aplicado retroativamente aos dados de agosto de

2008 a junho de 2015, com base nos métodos discutidos na seção 2.5. Os resultados dessa avaliação estão na Tabela 6.

Tabela 5 - Previsão de arrecadação de FGTS estimada pelos modelos testados

Método	Competência	Estimativa pontual	Limite Inferior (95%)	Limite Superior (95%)
Holt-Winters Aditivo	jul/15	219.451.212	126.869.322	312.033.101
	ago/15	233.390.643	139.151.839	327.629.448
	set/15	181.837.300	85.785.283	277.889.317
	out/15	190.576.238	92.553.561	288.598.915
	nov/15	148.706.611	48.555.507	248.857.716
	dez/15	203.790.078	101.353.213	306.226.943
Holt-Winters Multiplicativo	jul/15	222.876.383	171.831.334	273.921.432
	ago/15	241.020.068	186.530.089	295.510.047
	set/15	182.369.808	127.580.648	237.158.969
	out/15	192.997.558	134.527.173	251.467.943
	nov/15	142.282.630	85.383.778	199.181.482
	dez/15	203.828.555	135.997.784	271.659.326
SARIMA	jul/15	221.639.364	125.307.408	317.971.320
	ago/15	251.622.467	154.311.082	348.933.853
	set/15	189.981.838	91.455.233	288.508.443
	out/15	195.997.317	96.402.074	295.592.560
	nov/15	163.700.682	63.164.675	264.236.690
	dez/15	206.448.199	105.083.362	307.813.036
Método Ingênuo	jul/15	231.088.107	113.274.390	348.901.824
	ago/15	214.221.214	96.407.497	332.034.931
	set/15	178.552.269	60.738.552	296.365.986
	out/15	215.265.601	97.451.884	333.079.318
	nov/15	131.533.908	13.720.191	249.347.625
	dez/15	247.251.212	129.437.495	365.064.929

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6 - Comparação dos métodos de previsão

Método de Previsão	MAE	RMSE	MAPE
Holt-Winters Aditivo	34.085.464	47.050.866	23,9909
Holt-Winters Multiplicativo	32.552.189	46.536.857	22,3996
SARIMA	26.458.437	40.910.519	17,0683
Método Ingênuo	43.748.246	60.110.144	26,7086

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com base na Tabela 6, verifica-se que o modelo SARIMA é o que apresenta o menor valor para todos os métodos de avaliação dos erros de previsão *in-sample*. Portanto, infere-se que este modelo mostra-se como o mais bem ajustado para previsão desta série de dados. Além disso, a aplicação do teste Ljung-Box nos resíduos gerados a partir desse modelo indica que não é possível rejeitar a hipótese nula de que eles são não autocorrelacionados, indicando uma adequada especificação funcional.

4 Considerações Finais

Os modelos univariados mostraram-se adequados para prever a arrecadação de FGTS pela Auditoria Fiscal do Trabalho, dado que todos os modelos apresentaram um ajuste adequado à série de dados e resíduos não autocorrelacionados, à exceção do modelo de previsão ingênua, com um p-valor de 0,004 para o teste de Ljung-Box. O modelo de SARIMA é aquele que menos gera menos erros de previsão dentre os demais métodos, quando avaliados na série em estudo, sob a ótica das estatísticas MAE, RMSE e MAPE. Este resultado indica que o modelo SARIMA pode ser o mais adequado para a operacionalização de um método automático de previsão de arrecadação de FGTS pelos auditores fiscais do trabalho. Com base no conhecimento gerado nesse trabalho, sabe-se que é viável utilizar o modelo SARIMA como método-padrão para operacionalização de um método que permita a geração de relatórios *online* com estatísticas a respeito da variável.

Portanto, é possível desenvolver uma metodologia de previsão automática dos valores de FGTS a serem arrecadados pela Auditoria Fiscal do Trabalho. Esse procedimento possibilitaria a geração de rotinas computacionais que permitissem a constante divulgação desses valores, bem como seu uso no planejamento de ações fiscais e pelas entidades da sociedade civil. Assim, a presente pesquisa contribui para a melhoria na eficiência, efetividade e eficácia das políticas públicas relativas à arrecadação de FGTS pela inspeção no trabalho por meio da proposição de um conjunto de metodologias que podem ser utilizadas para prever o comportamento futuro dessa variável e, assim, dar subsídios para a tomada de decisões no setor público. A previsão de arrecadação é fundamental para que a Secretaria de Inspeção do Trabalho possa atuar de maneira eficaz sob as diferentes conjunturas em que a fiscalização pode estar inserida.

Cabe destacar que os resultados atingidos pela presente pesquisa ocorreram sob o horizonte de dados em estudo, a saber, agosto de 2008 a junho de 2015, entretanto nada garante que o modelo SARIMA ainda seria o mais adequado sob um horizonte temporal de análise diferente. Assim, constitui-se em limitação da pesquisa o fato de que só foram testadas três metodologias de previsão em um horizonte temporal definido. Com o intuito de garantir robustez ao resultado encontrado, cabe realizar experimentos adicionais, sob diferentes horizontes temporais e com outras metodologias possíveis, a fim de avaliar se o SARIMA ainda seria o modelo que geraria menos erros de previsão. Além disso, há a necessidade da realização de estudos adicionais com vistas a avaliar as possíveis quebras estruturais no modelo proposto e verificar se isso pode estar gerando perda preditiva.

Referências

- AZEVEDO, R. R., SILVA, J. M., GATSIOS, R. C. Comparação de Modelos de Previsão de Série Temporal com Base no ICMS Estadual. In: Congresso USP de Controladoria e Contabilidade, 15º, 2015, São Paulo. **Anais...**São Paulo: FEA/USP, 2015. Disponível em: <http://www.congressousp.fipecafi.org/>.
- BRASIL. Presidência da República. **Lei 8.036 de 11 de Maio de 1990**. Dispõe sobre o Fundo de Garantia do Tempo de Serviço, e dá outras providências. Diário Oficial da União, seção 1. 1990.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Resultados da fiscalização do trabalho**, 2015. Disponível em < <http://www3.mte.gov.br/geral/estatisticas.asp> >. Acesso em 05 nov. 2015.
- CAMPOS, C. **Previsão da arrecadação de receitas federais: aplicações de modelos de séries temporais para o estado de São Paulo**. 2009. 137 f. Dissertação (mestrado) em Economia Aplicada. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2009.
- ENDERS, W. **Applied Econometric Time Series**. Hoboken: Wiley, 2015.
- FABRIS, T., GONÇALVES, J. A previsibilidade das receitas tributárias para o município de Criciúma. **Textos de Economia, Florianópolis**, v.15, n.1, p. 41-59. 2012.
- FARIAS, L. FGTS: natureza jurídica e prescrição. **Revista JurES**, Vitória, v.5, n.10, p. 247-259. 2013.
- HYNDMAN, R. J., KHANDAKAR, Y. Automatic Time Series Forecasting: the forecast package for R. **Journal of Statistical Software**, Los Angeles, v. 27, n. 3, p. 1-22. 2008.
- JARDINI, P. H. **Previsão de demanda em uma rede de varejo de eletrodoméstico como apoio ao gerenciamento de estoque**. 2010. 59 f. Trabalho de conclusão de curso (graduação) em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.
- MILESKI JUNIOR, A. **Análise de métodos de previsão de demanda baseados em séries temporais em uma empresa do setor de perfumes e cosméticos**. 2007. 117f. Dissertação (mestrado) em Engenharia de Produção e Sistemas. Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2007.
- PESSOA, F., CORONEL, D. , LIMA, J. Previsão de arrecadação de ICMS para o Estado de Minas Gerais: uma comparação entre modelos ARIMA e ARFIMA. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v.9, n.2, p. 47-64. 2013.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, 2011. Disponível em <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em 05 nov. 2015.
- SANTOS CRUZ, C. **Análise de séries temporais para previsão mensal do ICMS: o caso do Piauí**. 2007. 82 f. Dissertação (mestrado profissional) em Economia. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.