

Previsão da Arrecadação do ITBI do Município do Rio de Janeiro- um estudo da capacidade de previsão de alguns modelos estatísticos

Autoria: Mônica dos Santos Vieira

Resumo

Esta é uma avaliação do desempenho de três modelos econométricos selecionados: Modelo de Regressão Linear Múltipla, Modelo de Holt-Winter com efeitos sazonais aditivos e multiplicativos para séries temporais e Modelo Auto-Regressivo Integrado de Médias Móveis para séries temporais com sazonalidade (SARIMA), na previsão da arrecadação do Imposto sobre a Transmissão de Bens Imóveis e Direitos a Eles Relativos - **ITBI**, com o objetivo de buscar alternativas para o aperfeiçoamento das estimativas de receitas orçamentárias realizadas pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.

A série estudada é a arrecadação mensal do ITBI ao longo de seis (6) anos, mensalmente, perfazendo um total de setenta e duas (72) observações, no período de Jan/1995 a Dez/2000, obtidas na Coordenadoria de Orçamento da Secretaria Municipal de Fazenda da Cidade do Rio de Janeiro (F/SOR). Tal série foi utilizada na formulação dos modelos, cujo desempenho na previsão dos valores do período imediatamente posterior (jan/2001 a dez/2001) foi medido, comparando-se com os valores efetivamente arrecadados ao longo do ano de 2001 já conhecidos.

O resultado apontou o Modelo de Regressão Linear Múltipla como de melhor desempenho nos testes realizados, seguido bem de perto pelo modelo SARIMA.

1 - Introdução

O correto dimensionamento das receitas, um dos maiores desafios do administrador público, proporciona-lhe um melhor desempenho na elaboração do orçamento que se reflete na distribuição adequada dos recursos públicos.

A Lei Complementar n.º 101, de 04/05/00, publicada no D.O.U., seção 1 de 05/05/2000, conhecida como *Lei de Responsabilidade Fiscal – LRF*, obrigou a previsão de todos os tributos de competência do ente da Federação para cada intervalo de dois meses, cuja inobservância implica em suspensão dos recebimentos das transferências voluntárias. Além disso, estabeleceu que as previsões de receita deveriam ser acompanhadas da metodologia de cálculo e premissas utilizadas¹. Tal disposição legal conferiu uma maior seriedade e responsabilidade ao exercício da previsão de receitas, que, se realizado com capacidade e precisão, constitui uma vantagem sem tamanho para o Estado moderno, corroborando a importância de serem aperfeiçoadas as metodologias de predição utilizadas atualmente, através de modelos de predição como os apresentados neste estudo.

O trabalho avalia a performance de três modelos estatísticos, a saber, Modelo de Regressão Linear Múltipla, Modelo de Holt-Winter com efeitos sazonais aditivos ou multiplicativos para séries temporais e Modelo Auto-Regressivo Integrado de Médias Móveis para séries temporais sazonais – SARIMA, na previsão da arrecadação do Imposto sobre a Transmissão de Bens Imóveis e Direitos a Eles Relativos (ITBI).

2 - O imposto de transmissão

O Imposto sobre a Transmissão de Bens Imóveis e Direitos a Eles Relativos - ITBI, é um imposto municipal, que incide sobre a transmissão, a qualquer título, da propriedade ou do

domínio útil de bens imóveis. Embora não tenha participação expressiva no total das receitas tributárias municipais, a arrecadação deste tributo é sensível às oscilações da economia como um todo e, portanto, passível de servir de modelo para um estudo desta natureza, cuja metodologia poderá ser utilizada na previsão de outros impostos tais como IPTU, ISS, bem como outros impostos fora do âmbito municipal.

3 - Os modelos de previsão utilizados atualmente nas estimativas feitas pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro

Em 2002, a metodologia de previsão utilizada pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro baseou-se em um modelo similar ao utilizado pela receita federal e descrito como “método dos indicadores”, que confere tratamento diferenciado para os impostos diretos:

- para o ISS e ITBI, impostos afetados mais diretamente pela atividade econômica, o modelo consiste da aplicação de um índice de preço e de um índice de quantidade ao montante da arrecadação do exercício imediatamente anterior. Os índices utilizados no momento são o Índice de Preços ao Consumidor Amplo Especial - IPCA-E, e a variação do PIB, ambos calculados pelo IBGE;
- para o IPTU o modelo baseia-se principalmente na correção monetária através da aplicação do mesmo índice de preço citado.

Os modelos descritos são revistos em decorrência da tendência verificada na arrecadação dos impostos até a data da elaboração da previsão, ou seja se a arrecadação encontra-se em alta no exercício em curso, aplica-se um delta (Δ) positivo (seria o erro estatístico) às previsões para o próximo exercício, e no caso inverso, um delta negativo. Em decorrência de políticas tributárias aplicáveis no período ou outros fenômenos aleatórios e esporádicos que possam influenciar significativamente a arrecadação, as previsões são ajustadas da mesma forma.

Tal modelo levou às seguintes previsões dos anos de 1997 a 2001 para a arrecadação anual do ITBI²:

	1997	1998	1999	2000	2001
Previsto	96.000.000	111.228.000	105.070.781	127.000.000	141.786.000
Arrecadado	96.444.034	101.123.879	118.913.687	130.750.207	133.103.347
Erro %	-0,46%	9,99%	11,64%	2,87%	6,52%

4 - Os modelos de previsão testados no trabalho

Modelo econométrico é uma forma de representação da realidade, expressa através de fórmulas matemáticas, visando uma melhor compreensão de um fenômeno econômico, utilizado, dentre outras coisas, na previsão de variáveis econômicas. Os modelos empregados nesta avaliação foram selecionados dentre os disponíveis na literatura especializada, por tratarem a matéria com abordagens diferentes:

1. o Modelo de Regressão Linear Múltipla é elaborado através da verificação de quais fatores externos influenciam a composição da curva de arrecadação do imposto e expressa matematicamente esta influência com a construção de um modelo para a realização das estimativas;

2. os Modelos de Holt-Winter supõem que a própria série mensal de arrecadação do ITBI já possui em si mesma todos os elementos e todas as informações necessárias para a construção de um modelo adequado de previsão. Neste sentido, procura identificar na série de dados amostrais características que possam servir de parâmetros para a estimação de valores futuro. Estas características podem ser, por exemplo, determinado comportamento sistemático na série ao longo do tempo, como uma tendência que continuará a se repetir, ou certa flutuação sazonal previsível que auxilie nas estimativas futuras. Os efeitos sazonais identificados neste modelo podem se propagar de forma aditiva ou multiplicativa³;

3. o Modelo ARIMA, como o modelo anterior, concentra-se na própria série estudada ao longo do tempo, não levando em consideração fatores externos que possam influenciar seu desempenho. Este modelo utiliza “filtros” que, aplicados à série, retêm todas as informações de como o passado a influenciou, de forma que estas informações auxiliem na identificação do processo gerador da série original, e seu reflexo no comportamento atual da série⁴. Neste modelo a série temporal é vista como uma realização particular de um processo probabilístico intrínseco de um sistema em estudo, ou seja, cada observação mensal da série de arrecadação do ITBI consiste de uma única realização de um processo macroeconômico capaz de gerar uma série de prováveis valores mensais, embora apenas um se realize ou concretize. Como em séries temporais não é possível repetir-se o processo para obter outra realização no mesmo tempo, sua estimativa consiste em utilizar a média e a variância dos valores efetivamente já observados ou realizados⁵. Se este modelo for utilizado para prever valores futuros de uma série, deve-se supor que suas propriedades estatísticas, tais como média e variância sejam constantes ao longo do tempo e as autocovariâncias, que consistem das covariâncias entre os termos da série temporal separados por k períodos de tempo, não dependam do tempo. Quando isto ocorre, o processo que gera a série em estudo é denominado *estacionário*. A metodologia de Box-Jenkins permite que um processo não estacionário possa ser transformado em estacionário através de diferenciações para que possa ser utilizado na previsão de valores futuros de uma série temporal.

Estes modelos aplicados às séries temporais com sazonalidade são conhecidos por SARIMA.

Com o objetivo de realizar inferências sobre a utilidade do modelo de regressão apurado foram realizados os testes t e F ⁶. Na detecção de possíveis inconsistências no modelo foram calculados os fatores VIF (*Variance Inflation Factor*) e TOL (fator de tolerância) na detecção de multicolinearidade⁷ e realizados os testes F e de *Goldfeld-Quandt* na detecção de heterocedasticidade⁸ e o teste de *Durbin-Watson* na detecção de autocorrelação dos resíduos.

Na metodologia SARIMA utilizou-se para a seleção do melhor modelo o critério BIC (*Bayesian Information Criterion*)⁹ e para testar a acuracidade do modelo, a técnica de *Sobrefixação* descrita em Souza-Camargo (1996) e a *Análise dos Resíduos*¹⁰. Para verificação de inconsistências no modelo elaborado foram utilizados o teste de *Durbin-Watson* (autocorrelação) e o teste Q de *Ljung-Box* (estacionariedade)¹¹.

Os modelos testados foram selecionados em razão de figurarem entre os mais utilizados nas práticas de previsão de séries temporais.

5 - As variáveis utilizadas

A hipótese de incidência do ITBI verifica-se a cada ocorrência de transação imobiliária onerosa, seja ela de compra e venda, cessão, permuta, dação, arrematação e outras transações semelhantes. Portanto, o montante de arrecadação deste imposto é afetado diretamente pelo

aquecimento ou desaquecimento do mercado imobiliário, que é movimentado tanto por pequenos proprietários que adquirem imóveis através de planos habitacionais, cartas de crédito ou utilização dos fundos de garantia, como também por investidores que vêm neste mercado uma aplicação segura de baixo risco, principalmente em momentos de instabilidade da economia.

Neste sentido, a análise realizada na apuração do modelo de regressão verificou, numa sequência de alternativas, o grau de correlação entre determinados índices econômicos e a arrecadação do imposto, de forma a evidenciar quais deles estão em sincronia com as nuances da curva de arrecadação, e a que nível eles interferem ou determinam esta função. Desta forma foram utilizadas para regredir com a variável dependente - arrecadação mensal do ITBI, as seguintes variáveis independentes ou externas:

- taxa de juros do Banco Central - SELIC¹²;
- índice da Bolsa de Valores de São Paulo - IBOVESPA¹³;
- índice de preços ao consumidor amplo especial - IPCA-E¹⁴;
- série encadeada do índice trimestral do PIB a preços de mercado¹⁵;
- índice nacional de custo da construção civil - INCC¹⁶;
- cotações mensais do dólar americano comercial para venda no último dia útil do mês¹⁷;

Com o objetivo de filtrar características ou fenômenos não distinguíveis em escala numérica foram utilizadas as variáveis qualitativas (*dummies*)¹⁸ meses do ano e tempo.

Trabalhou-se com a série “seca” do ITBI, sem qualquer ajuste ou atualização. Na série do PIB, por ser trimestral, optou-se por repetir o mesmo valor para os três meses de cada trimestre de forma a torna-la mensal.

Como normalmente uma medida econômica vai levar algum tempo para fazer efeito na arrecadação do ITBI, foram defasadas todas as variáveis explicativas (Dólar, PIB, INCC, IBOVESPA, SELIC e IPCA) de 1 a 24 períodos de tempo (meses do ano) para regredirem com a arrecadação do ITBI no tempo “hoje”.

O critério para seleção de quais variáveis deveriam entrar no modelo de regressão e se o acréscimo de mais de uma variável contribuiria para melhora do modelo foi o “*Stepwise Selection*” ou seleção por “*Passo Sábio*”, descrito em Mendenhall (1996).

Nas metodologias de Holt-Winter e SARIMA, apenas a série histórica de arrecadação do ITBI foi utilizada na parametrização dos modelos.

6 - Testes de Performance

Numa avaliação de performance do tipo “*out of sample*”, os dados originais são divididos em dois conjuntos. O primeiro é utilizado na parametrização de cada modelo enquanto o segundo serve para cálculo dos erros incorridos na utilização dos modelos obtidos através dos dados do primeiro conjunto.

Portanto, embora já estivesse disponibilizada a série da arrecadação mensal do ITBI ao longo do ano de 2001, só foi utilizado o período de janeiro/95 a dezembro/2000 na construção dos modelos de previsão. Os valores da série de 2001 foram utilizados para verificação do desempenho dos modelos quando comparados os seus resultados com os valores efetivamente arrecadados.

Os critérios utilizados para avaliação de performance foram¹⁹:

- análise dos resíduos;
- medida da magnitude do erro da estimativa;
- princípio da simplicidade.

As medidas utilizadas na verificação da magnitude do erro das estimativas foram:

$$MAD = \frac{\sum |Y_t - \hat{Y}_t|}{n}, \text{ (desvio absoluto médio)}$$

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_t \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right|, \text{ (percentual de erro medio absoluto)}$$

$$MSE = \frac{\sum (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n}, \text{ (erro quadrático médio)}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n}} \text{ (raiz do erro quadrático médio)}$$

Sendo Y_t a efetiva arrecadação do ITBI em determinado mês do ano de 2001 e \hat{Y}_t a arrecadação estimada para o mesmo mês em 2001.

7 - Softwares utilizados

Para o modelo de regressão foi utilizado o Software *SPSS for Windows Base 10.0*®, especificamente nas funções *Análise de regressão linear* e no cálculo de estatísticas. Na realização dos testes *F* e de *Goldfeld-Quandt* para verificação de heterocedasticidade nos resíduos, foi utilizado o software *Excel 2000*®, pois o *SPSS* não realiza este teste e, na montagem do teste, as planilhas do *Excel* possuem melhores recursos.

Os cálculos dos modelos de Holt-Winter foram totalmente realizados em planilhas do *Excel 2000*®.

Os modelos SARIMA foram apurados com o auxílio do Software *Forecast Pro for Windows*® versão 2.11.

8 - Resultados Obtidos

8.1 - Modelo de Regressão Múltipla

Para o modelo de regressão múltipla foi utilizada a função de estimativa $E(Y_t) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k$, onde Y_t é a variável dependente em estudo, ou seja a arrecadação mensal do ITBI, $E(Y_t)$ é a média ou o valor esperado de Y_t , x_i 's são as variáveis que influenciam Y_t , β_i 's são os parâmetros do modelo e k é o número de variáveis independentes utilizadas.

Utilizando-se as variáveis disponíveis (k=8), com o tratamento já descrito, e o software *SPSS*, estimamos o modelo de regressão. Aplicando-se o método de seleção de variáveis “*Stepwise*”, o software determinou as variáveis relevantes, dentre as apresentadas, e o melhor modelo de previsão da arrecadação mensal do ITBI encontrado foi:

$$ITBI(t) = e^{[4,711 + 0,279 \ln \text{dólar}(t-10) + 2,348 \ln \text{PIB}(t-24) - 0,118 \text{ mês de janeiro}]}$$

8.2 - Modelo de Holt-Winter com efeitos sazonais aditivos

Para o modelo com efeitos sazonais aditivos, foi utilizada a função estimativa $\hat{Y}_{t+n} = E_t + n T_t + S_{t+n-p}$, onde n é o número de períodos no futuro a serem estimados ($n = 1, 2, \dots, p$), p é o número de períodos em um ano da série e:

$E_t = \alpha(Y_t - S_{t-p}) + (1-\alpha)(E_{t-1} + T_{t-1})$ é o valor esperado no tempo t ;

$T_t = \beta(E_t - E_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1}$ é o fator tendência no tempo t ;

$S_t = \lambda(Y_t - E_t) + (1-\lambda)S_{t-p}$ fator de sazonalidade ajustado para cada período t

$$e \quad 0 \leq \alpha \leq 1, \quad 0 \leq \beta \leq 1 \quad e \quad 0 \leq \lambda \leq 1.$$

Para determinar os valores otimizados dos pesos dos fatores do Valor Esperado, Tendência e Sazonalidade (α , β , λ) utilizou-se a ferramenta *Solver* do software Excel. Os valores dos pesos obtidos foram os que minimizaram o *Erro Quadrado Médio (MSE)*, entre os obtidos pelo modelo e os valores reais de y . Foram eles:

$\alpha = 0,155065$ (valor esperado), $\beta = 0,045675$ (tendência) e $\lambda = 0,403291$ (sazonalidade)

Os valores dos fatores valor esperado e tendência (E , T) obtidos foram:

$$E = 10.812.578 \quad e \quad T = 67.447$$

Os valores do fator sazonalidade (S) obtidos foram:

jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
1946073	1214512	167888	574453	754531	256346	536378	1918031	697991	563013	79049	1983902

8.3 - Modelo de Holt-Winter com efeitos sazonais multiplicativos

A função estimativa utilizada no modelo com efeitos sazonais multiplicativos foi $\hat{Y}_{t+n} = (E_t + n T_t) S_{t+n-p}$. Os valores dos pesos obtidos foram:

$\alpha = 0,141677597$ (valor esperado), $\beta = 0,029203087$ (tendência) e $\lambda = 0,427390505$ (sazonalidade)

Os valores dos fatores valor esperado e tendência (E , T) obtidos foram:

$$E = 10.497.838 \quad e \quad T = 59.883$$

Os valores do fator sazonalidade (S) obtidos foram:

jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
0,79653	0,87123	1,03577	1,07903	1,09675	1,04613	1,08392	1,21757	1,09574	0,97227	1,04043	1,24217

8.4 - Modelo SARIMA

A função estimativa de uma série na metodologia de Box-Jenkins que segue o processo autoregressivo integrado de média móvel é representada por:

$$w_t = \phi_1 w_{t-1} + \dots + \phi_p w_{t-p} + u_t - \theta_1 u_{t-1} - \dots - \theta_q u_{t-q}$$

onde

$$w_t = \Delta^d y_t$$

e ∇ é o operador de diferença, definido por: $\nabla y_t = y_t - y_{t-1} = (1 - B)y_t$

ou seja, uma combinação linear finita de valores prévios de Y_t (variável em estudo) diferenciados menos uma combinação linear de erros ($u_t = Y_t - Y_{t-1}$) correntes e passados.

A série de arrecadação do ITBI por não ser estacionária teve que ser diferenciada uma (1) vez e o modelo encontrado está descrito por:

$$ITBI_t = b_1 u_{t-1} + A_{12} ITBI_{t-12} + e_t$$

ou seja, um componente de média móvel na série mensal e um componente autoregressivo a cada período sazonal.

9 - Comparação dos Resultados

No quadro abaixo são comparados os resultados das previsões fornecidas por cada um dos modelos testados com a arrecadação efetiva do ITBI ao longo do ano de 2001 e as medidas de extensão dos erros incorridos pelas respectivas estimativas (já descritas anteriormente) frente à arrecadação real do ITBI.

Meses	ITBI	Regressão	H-W adit.	H-W mult.	SARIMA
jan/01	10.709.063	8.471.842	8.933.952	8.409.494	8.806.494
fev/01	9.249.175	9.622.220	9.732.960	9.250.352	10.099.536
mar/01	9.588.525	9.651.673	11.182.807	11.059.410	10.511.705
abr/01	10.976.318	11.082.437	11.656.819	11.585.906	11.341.737
mai/01	12.943.507	11.038.929	11.904.344	11.841.854	12.164.105
jun/01	11.151.327	11.122.446	11.473.606	11.357.986	11.273.890
jul/01	10.659.203	11.765.283	11.821.084	11.833.180	11.296.460
ago/01	12.612.372	11.880.088	13.270.184	13.365.117	14.665.377

set/01	10.510.240	11.967.117	12.117.591	12.093.417	11.947.110
out/01	11.817.121	11.447.857	10.924.034	10.788.921	10.407.112
nov/01	10.686.819	11.473.428	11.633.544	11.607.561	10.511.705
dez/01	12.199.711	11.592.170	13.605.843	13.932.664	11.875.642
Soma =	133.103.381	131.115.490	138.256.768	137.125.861	134.900.876

MAD	814.304	1.047.342	1.073.444	914.985
------------	---------	-----------	-----------	---------

MAPE	7,25000	9,57524	9,69256	8,265988
-------------	---------	---------	---------	----------

RMSE	1.072.154	1.140.576	1.239.585	1.109.072
-------------	-----------	-----------	-----------	-----------

Quadro 9.1 - resultados mensais obtidos para cada um dos modelos e respectivas medidas de erros

Como as previsões realizadas pela F/SOR na Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro até 2001 foram realizadas anualmente, para efeito de comparação, elaboramos os quadros abaixo onde relacionamos as previsões anuais realizadas por cada modelo e calculamos o percentual de erro em relação ao valor anual efetivamente arrecadado.

	F/SOR	Regressão	H-W adit.	H-W mult.	SARIMA
Valores anuais previstos	141.786.000	131.115.490	138.256.768	137.125.861	134.900.876
Diferença do Arrecadado	8.682.619	1.987.890	5.153.387	4.022.480	1.797.495
%	6,12%	1,49%	3,73%	2,93%	1,33%

Quadro 9.2 - previsões anuais

	1997	1998	1999	2000	2001
Previsto	96.000.000	111.228.000	105.070.781	127.000.000	141.786.000
Realizado	96.444.034	101.123.879	118.913.688	130.750.207	133.103.381
Diferença	-444.034	10.104.121	-13.842.907	-3.750.207	8.682.619
%	-0,46%	9,08%	-13,17%	-2,95%	6,12%

Quadro 9.3 - estimativas da F/SOR dos últimos cinco anos

As medidas que verificam a extensão do erro das estimativas apontam para um bom desempenho do modelo de Regressão Linear, com um percentual de erro médio absoluto (*MAPE*) de 7,25%, um desvio médio absoluto (*MAD*) de 814.304 e um valor do *RMSE* que caracteriza o modelo com a melhor capacidade mensal preditiva de 1.072.154, porém com pequena diferença (1,49%) na previsão anual.

A metodologia de Box-Jenkins desponta como a segunda melhor performance nas medidas de magnitude dos erros, superando a de Holt-Winters, tanto com efeitos aditivos quanto multiplicativos.

A diferença percentual entre os valores anuais previstos e os valores arrecadados, embora não represente uma medida de magnitude de erro de estimativa, traduz de forma clara a eficácia do Modelo de Regressão Linear, que chegou muito perto do valor efetivamente realizado, ou seja em uma ordem de grandeza de 133 milhões que foi o total arrecadado, o erro foi de apenas 1,5 milhão, ou de 1,49%. Nesta verificação, o modelo SARIMA mostrou-se superior ao de regressão, alcançando o percentual de 98,67% de acerto no total de valores arrecadados no ano de 2001.

O método utilizado pela Prefeitura foi o que apresentou o desempenho mais fraco, porém, analisando o perfil dos últimos cinco anos, podemos perceber que já obteve resultados muito bons em anos anteriores, inclusive, alcançando no ano de 1997 uma diferença negativa percentual de 0,46%.

Na checagem dos resíduos ambos os modelos de Regressão Múltipla e o Modelo SARIMA apresentaram resíduos não significativos.

Pelo princípio da simplicidade o modelo SARIMA, por utilizar apenas a série original em sua elaboração, talvez deva ser considerado mais parcimonioso, embora para sua execução seja necessário maior experiência e habilidade do estimador do que o exigido nos demais modelos.

No total das avaliações, foi escolhido o modelo de Regressão Linear como o de melhor performance preditiva para a variável arrecadação mensal do ITBI.

9- Conclusão

Este trabalho se propôs a investigar modelos matemáticos de previsão com a finalidade de aperfeiçoar a difícil tarefa de prever o montante anual da arrecadação do Imposto sobre a Transmissão de Bens Imóveis e Direitos a Eles Relativos na Prefeitura do Rio de Janeiro, em obediência à Lei de Responsabilidade Fiscal.

Os modelos testados foram a Regressão Linear, o método de Holt-Winters com efeitos sazonais aditivos, o método de Holt-Winters com efeitos sazonais multiplicativos e a metodologia de Box-Jenkins.

A comparação dos resultados obtidos com cada um desses modelos revelou ser a Regressão Linear, utilizando para sua estimativa as variáveis dependentes PIB defasado de 24 períodos anteriores, dólar defasado de 10 períodos anteriores e, ainda, a variável qualitativa mês de janeiro representando o mês do ano onde se observa ostensiva queda de arrecadação, ser o modelo que demonstrou o melhor desempenho com um percentual de erro médio absoluto de 7,25%. A metodologia de Box-Jenkins apresentou um percentual de erro médio absoluto de 8,26%, mostrando-se superior ao modelo de Regressão na estimação do volume anual de arrecadação do imposto, com um erro de 1,33% em relação ao valor real arrecadado.

Como o ITBI é um imposto sobre bens imobiliários, cuja base de cálculo é o preço do imóvel, o modelo de regressão evidencia a influência exercida pelo dólar neste mercado, bem como as oscilações do nível de preços da economia que vão afetar o mercado imobiliário em até dois anos depois (PIB defasado em 24 períodos).

As diferenças entre o modelo SARIMA e o modelo de Regressão não são significativas, demonstrando a não superioridade de um sobre o outro. Isto sugere que ambas as metodologias devem ser testadas em futuros estudos.

Concluindo, esta pesquisa pretendeu extrair da área da ciência chamada *Econometria*, o que esta pode oferecer para aperfeiçoamento das previsões das receitas municipais, com o intuito de facilitar esta tarefa. Contudo, aliado a este conhecimento, o *feeling* dos profissionais da área do orçamento municipal, cuja experiência talhada na repetida observação e percepção de fatores aleatórios, impossíveis de serem detectados por qualquer modelo estatístico, concorrerá para o correto dimensionamento das receitas municipais.

10- Pesquisas Futuras

Extensões deste trabalho poderão envolver a combinação de modelos, estimando através da análise de regressão e os resíduos obtidos analisados com base nas técnicas de Box-Jenkins (Pindyck e Rubinfeld, 1997), previsões para as demais receitas municipais, ou ainda, a verificação do impacto sobre as previsões realizadas após as determinações estabelecidas pela Lei de Responsabilidade Fiscal.

11- Notas de final de texto

¹ artigos 11,12 e 13 do Capítulo III, e art. 58 do capítulo IX, da LRF

² previsões dos 4 anos (1998-2001) fornecida pela Coordenadoria de Orçamento da Secretaria Municipal de Fazenda (F/SOR) da Cidade do Rio de Janeiro

³ Ragsdale, 2001

⁴ Box-Jenkins, 1976

⁵ Equipe de Professores da USP, 2000

⁶ Carneiro de Matos, 2000

⁷ Gujarati, 2000

⁸ Equipe de Professores da USP, 2000

⁹ Enders, 1995

¹⁰ Equipe de Professores da USP, 2000

¹¹ Enders, 1995

¹² série coletada na página da internet do IPEA - www.ipeadata.gov.br

¹³ idem

¹⁴ série coletada do Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA, disponível na página da internet do IBGE - www.ibge.gov.br

¹⁵ idem

¹⁶ série coletada na revista “Conjuntura Econômica” publicada pela Fundação Getúlio Vargas - FGV

¹⁷ série coletada na página da internet da Gazeta Mercantil - www.gazetamercantil.com.br

¹⁸ Carneiro de Matos, 2000

¹⁹ Berenson e Levine (1996)

12- Bibliografia

ANDERSON, DAVID R., SWEENEY, DENNIS J., WILLIAMS THOMAS A., Quantitative Methods for Business, second edition, Minnesota, EUA: West Publishing, 1978. 647 p.

-
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Apresentação de informação e documentação em trabalhos acadêmicos., Rio de Janeiro, 2002, 6 p. (NBR 14724)
- BOX, GEORGE E. P. AND JENKINS, GWILYM M., Time Series Analysis – Forecasting and Control, Oakland, California, EUA: Holden-Day, 1976. 575 p.
- CAMPOS, SILVIA BUTTERS, PULLIG, ANTONIO C., OLIVEIRA, DALRACI SENNA, Organização Administrativa., (Série Gestão Municipal), Rio de Janeiro: IBAM/SOMMA - BDMG, 1997.
- EQUIPE DE PROFESSORES DA USP, Manual de Econometria, São Paulo: Editora Atlas, 2000. 308 p.
- ENDERS, WALTER, Applied Econometrics Time Series, 1ª ed., New York: John Wiley & Son, 1995.
- GIAMBIAGI, FÁBIO, e ALÉM, ANA CLAUDIA, As Finanças Municipais na década de 90: o caso da cidade do Rio de Janeiro - Retrospecto 1993/1996 e simulações para 1997/2000, Rio de Janeiro: IPEA, 1997.
- GIAMBIAGI, FÁBIO, e ALÉM, ANA CLAUDIA, Finanças Públicas – Teoria e Prática no Brasil, São Paulo: Editora Campus, 1999.
- GOLDBERGER, A., S., A Course in Econometrics, Cambridge, Massachusetts: Harvard University, 1991.
- GUJARATI, DAMODAR N., Econometria Básica, São Paulo, SP: MAKRON Books do Brasil Editora, 2000. 846 p.
- HILLIER, FREDERICK S., LIEBERMAN, GERALD J., Introduction to Operations Research, Sixth edition, Singapore: Mc Graw-Hill Book, 1995.
- KHAIR, AMIR ANTÔNIO, Lei de Responsabilidade Fiscal – Guia de Orientação para os Municípios, São Paulo: Ministério do Planejamento e do Desenvolvimento, 2000. 83 p.
- KOUTSOYIANNIS, A., Theory of Econometrics : an introductory exposition of econometric methods, 2ª ed., EUA: Harper & Row Publishers, 1977.
- MATOS, ORLANDO CARNEIRO DE, Econometria Básica – Teoria e Aplicações, 3ª edição, São Paulo: Editora Atlas, 2000. 300 p.
- MELO, BRUNO STEPHAN VERAS, Modelo de Previsão para Arrecadação Tributária, Brasília: VI Prêmio Tesouro Nacional, Escola de Administração Fazendária - ESAF, 2001. 97 p.
- MENDENHALL, WILLIAM, SINCICH TERRY, A Second Course in Statistics – Regression Analysis, fifth edition, New Jersey, EUA: Prentice Hall, 1996.

-
- MILLS, T.C., Time Series Techniques for Economists, Cambridge, EUA: Cambridge University, 1990.
- MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO , Cartilha sobre a Lei de Responsabilidade Fiscal, 2000. 21 p.
- M. S. BARTLETT, On the Theoretical Specification of Sampling of Properties of Autocorrelated Time Series, Journal of the Royal Sattistical Society, série B, vol. 27, 1946.
- NÓBREGA, MARCOS, Lei de Responsabilidade Fiscal e Leis Orçamentárias, 1ª ed., São Paulo: Editora Juarez de Oliveira, 2002. 216 p.
- PECEGUINI, EDÍLSON EUGENIO, Análise Comparativa de Métodos de Previsão Aplicados à Arrecadação do ICMS - Estado de S. Paulo, Brasília: VI Prêmio Tesouro Nacional, Escola de Administração Fazendária - ESAF, 2001. 77 p.
- PINDYCK, R.S.,RUBINFELD, D.L., Econometric methods and economic forecasts, 4ª ed., New York: MacGraw-Hill, 1997.
- RAGSDALE, CLIFF T., Spreadsheet Modeling and Decision Analysis (a practical introduction to management science), 3rd ed, EUA, 2001
- SPSS Base 9.0, Applications Guide, Chicago, EUA: SPSS Inc, 1999.
- SINCICH, TERRY, Business Statistics by Example, fifth edition, EUA: Prentice-Hall, 1996.
- SOUZA, REINALDO CASTRO, CAMARGO, MARIA EMÍLIA, Análise e Previsão de Séries Temporais: Os modelos ARIMA, Ijuí, Rio Grande do Sul: SEDIGRAF, 1996. 241 p.
- TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, Manual Básico - Lei de Responsabilidade Fiscal, Instruções n.º 01/2000, 2000. 62 p.