

---

## MODELOS ECONOMÉTRICOS PARA ESTIMATIVA DO PRODUTO INTERNO BRUTO DAS CIDADES BRASILEIRAS

Adriana Ferreira de Moraes<sup>1</sup>, Lucas Eduardo de Oliveira Aparecido<sup>2</sup> Washington Bruno Silva Pereira<sup>3</sup> Maiqui Izidoro<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ciências Contábeis, mestranda em administração, UNESP-FCAV, Jaboticabal. e-mail: [lucas-aparecido@outlook.com](mailto:lucas-aparecido@outlook.com)

<sup>2</sup>Eng. Agr., mestrando em produção vegetal, UNESP-FCAV, Jaboticabal, SP.

<sup>3</sup>Aluno de engenharia agrônoma, IFSULDEMINAS, Muzambinho, MG.

### RESUMO

Objetivou-se calibrar modelos econométricos estatísticos para estimar o produto interno bruto (PIB) médio das cidades brasileiras, identificando os elementos econométricos que mais influenciam o PIB. Foram utilizados dados do período de 2005 a 2014, de 5290 municípios brasileiros, englobando todos os estados e o distrito industrial. Os dados utilizados foram dados médios dos municípios do produto interno bruto médio da agropecuária, da indústria, do serviço e do PIB geral. As equações foram geradas em rotina de “Visual Basic for Applications” (VBA). A classificação dos melhores modelos foi pela acurácia (MAPE), pela precisão ( $R^2$  ajustado) e pelo valor-p. As regressões utilizadas foram lineares múltiplas. Os modelos econométricos desenvolvidos foram acurados para realizar a estimação do produto interno bruto médio das cidades brasileiras. O produto interno bruto dos serviços teve o maior aumento nos últimos anos, enquanto que o produto interno bruto da agropecuária o menor.

## INTRODUÇÃO

O Produto Interno Bruto (PIB) representa a soma, em valores monetários, de todos os bens e serviços finais produzidos numa determinada região. O PIB tem elevada importância, uma vez que consiste em um dos indicadores mais utilizados na macroeconomia, e tem o objetivo principal de mensurar a atividade econômica de uma região (FURTUOSO; GUILHOTO, 2003).

Uma maneira de avaliar a influência de fatores econométricos no PIB, além de conhecer com antecedência é através é por meio dos modelos de simulação (VIANNA; SENTELHAS, 2014), conhecidos como modelos econométricos. De acordo com os pesquisadores Jones et al., (1987) a representação matemática de um sistema é conhecida como modelo e o processo de desenvolvimento deste, a modelagem.

Poucos trabalhos buscam realizar a estimativa do PIB das cidades brasileiras utilizando parâmetros econométricos, devido à complexidade dos processos envolvidos. Assim, objetivou-se desenvolver modelos econométricos estatísticos para realizar a estimação do PIB médio das cidades brasileiras. Por sua vez, também se avaliou quais parâmetros econométricos mais influenciam a variação do PIB.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados neste trabalho dados de 5290 municípios brasileiros, englobando todos os estados e o também o distrito federal. Os dados utilizados foram do período de 2005-2014, obtidos no IBGE (2015). Foram utilizados dados médios dos municípios do produto interno bruto médio da agropecuária, da indústria, do serviço e do PIB geral.

Para realizar a modelagem da estimação do PIB brasileiro em função de variáveis econométricas foram utilizadas regressões lineares múltiplas, sendo que a variável dependente foi o PIB e as variáveis independentes os elementos econométricos.

$$Y = a \times X_1 + b \times X_2 + c \times X_3 + \dots + C.L. \quad (1)$$

Em que, Y consistem nos valores do PIB brasileiro; a, b, c,...; são os coeficientes (pesos) angulares,  $X_1, X_2, X_3, \dots$ , são as variáveis econométricas seleccionadas e C.L. o coeficiente linear.

As equações foram geradas em rotina de “Visual Basic for Applications” (VBA) no ambiente MS-Excel 2010. A classificação dos melhores modelos foi feita de acordo com os índices estatísticos de acurácia pelo erro percentual absoluto médio (MAPE) e precisão pelo coeficiente de determinação ajustado ( $R^2$  ajustado) (equações 2 e 3), considerando apenas regressões estatisticamente significativas pelo teste F (valor-p < 0,05).

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^N \left( \left| \frac{Y_{est_i} - Y_{obs_i}}{Y_{obs_i}} \right| * 100 \right)}{N} \quad (2)$$

$$R^2 \text{ ajustado} = \left[ 1 - \frac{(1-R^2) \times (n-1)}{N-k-1} \right] \quad (3)$$

Em que,  $Y_{est_i}$ : produtividade estimada no ano i;  $Y_{obs_i}$ : produtividade observada; N: número de dados e k: número de variáveis independentes da regressão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O produto interno bruto (PIB) médio das cidades brasileiras é mais influenciado pelo PIB industrial e o PIB serviços (0,99 de correlação) em relação ao PIB agropecuário, que demonstrou uma correlação menor de 0,94 (Tabela 1). De maneira geral, o PIB agropecuário, o PIB industrial e o PIB serviço apresentou uma relação linear positiva com o PIB geral (Figura 1), com taxas de crescimento de 0,04; 0,24 e 0,55, respectivamente.

Tabela 1. Correlação das variáveis econométricas mais importantes para determinação do PIB das cidades brasileiras.

	<i>PIB (Geral)</i>	<i>PIB Agro</i>	<i>PIB Ind</i>	<i>PIB Serv</i>
<i>PIB (Geral)</i>	1			
<i>PIB Agro</i>	0,949	1		
<i>PIB Ind</i>	0,995	0,953	1	
<i>PIB Serv</i>	0,998	0,935	0,988	1

• Correlação de Pearson

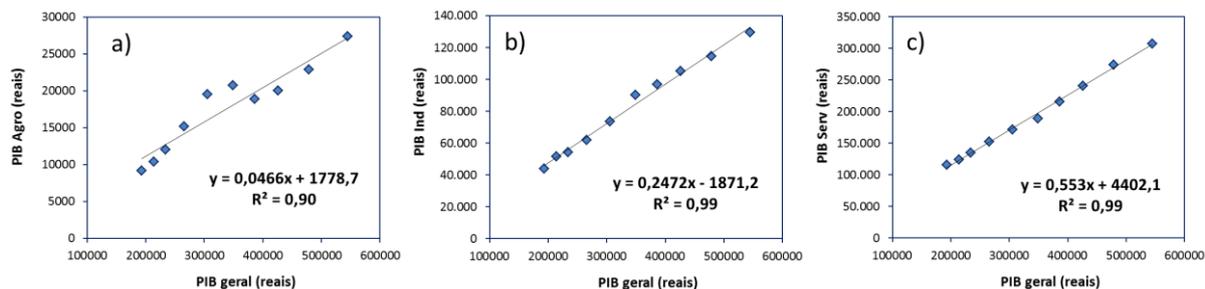


Figura 1. Produto interno bruto (PIB) médio da agropecuária, da indústria e do serviço das cidades brasileiras em função do PIB geral.

O PIB médio das cidades brasileiras que demonstraram o maior crescimento foram o PIB serviços, seguido pelo PIB industrial. De maneira geral, o PIB serviços e PIB industrial demonstraram um crescimento de 21.269 e 9.623 reais ano<sup>-1</sup>, respectivamente. O PIB agropecuário também demonstrou um crescimento no decorrer dos anos, porém bem melhor em relação aos demais, sendo em torno de 1838 reais ano<sup>-1</sup> (Figura 2).

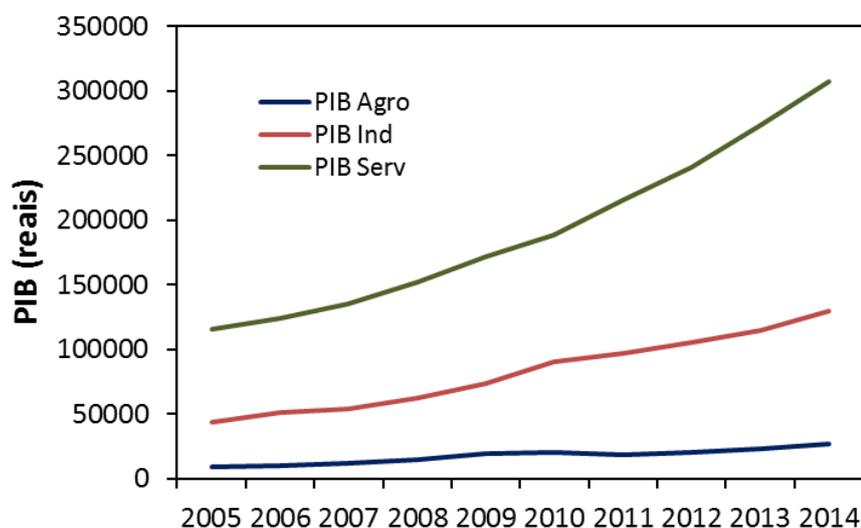


Figura 2. Variação do produto interno bruto (PIB) médio da agropecuária, da indústria e do serviço das cidades brasileiras.

Os modelos econométricos desenvolvidos para estimativa do PIB médio das cidades brasileiras foram todos acurados, com baixos valores de MAPE (erro) e apresentando p-valores significativos ( $p < 0,05$ ). O melhor modelo (Equação 4), demonstrou uma precisão elevada ( $R^2$  aju = 0,998) e 0,298% de MAPE (Figura 3).

Vale ressaltar, que um erro no modelo de 0,298% é muito baixo, uma vez que ocorre uma variação de apenas  $\pm 1013,8$  reais ano<sup>-1</sup> nas cidades brasileiras (PIB médio de 339.749 reais ano<sup>-1</sup>).

$$\text{PIB} = 1,224 \cdot \text{AGRO} + 1,157 \cdot \text{IND} + 1,18 \cdot \text{SERV} - 5193,33 \quad (4)$$

Em que: AGRO = PIB da agropecuária médio das cidades brasileiras (reais correntes); IND = PIB industrial (reais correntes); SERV = PIB dos serviços (reais correntes).

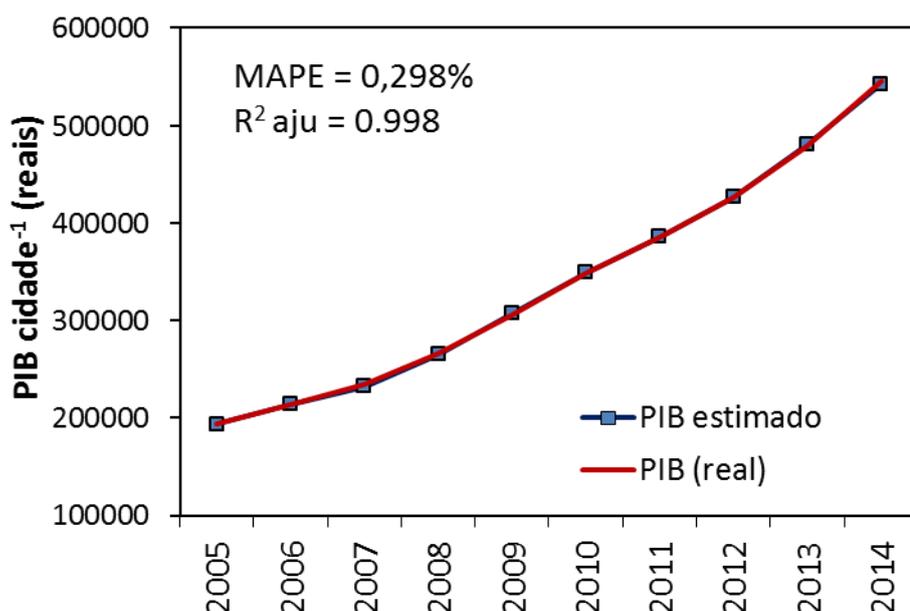


Figura 3. Produto interno bruto (PIB) médio das cidades brasileiras estimado pelo modelo econométrico.

De maneira geral, no processo de estimação a variável econométrica com maior importância para estimativa do PIB médio das cidades brasileiras foi o PIB da agropecuária, apresentando o maior coeficiente ajustado de 1,224. Todas as variáveis econométricas demonstraram apresentar uma relação diretamente proporcional com o PIB geral.

## CONCLUSÕES

Os modelos econométricos foram acurados para realizar a estimação do produto interno bruto médio das cidades brasileiras. O produto interno bruto dos serviços teve o maior aumento nos últimos anos, enquanto que o produto interno bruto da agropecuária o menor.

## REFERÊNCIAS

FURTADO, M. C. O.; GUILHOTO, J. J. M. Estimativa e mensuração do produto interno bruto do agronegócio da economia brasileira, 1994 a 2000. Revista de Economia e Sociologia Rural. v.41, n.4, 2003.

JONES, J. W.; BOOTE, K. J.; JAGTAP, S. S.; WILKERSON, G. G; HOOGENBOOM, G. MISHOE, J. W. SOYGRO v.5.4- Technical documentation. Agric. Eng. Dep. Res. Rep., University of Florida, Gainesville, 1987.

VIANNA, M. S.; SENTELHAS, P. C. Simulação do risco de déficit hídrico em regiões de expansão do cultivo de cana-de-açúcar no Brasil. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.49, n.4, p.237-246, 2014.