



## **ANÁLISE E MODELAGEM DA ESTRUTURA DE OFERTA DA CULTURA DE SOJA NO ESTADO DO PARÁ ENTRE OS ANOS DE 1997 E 2014**

**Rebeca Rodrigues Crespo Teixeira**

UEPA

**Isaac da Silva Lima**

UEPA

**Ana Livia Cantuária Andrade**

UEPA

**Heriberto Wagner Amanajás Pena**

Faculdade Faci /Devry

[professorheriberto@gmail.com](mailto:professorheriberto@gmail.com)

Universidade Do Estado Do Pará- UEPA

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Rebeca Rodrigues Crespo Teixeira, Isaac da Silva Lima, Ana Livia Cantuária Andrade y Heriberto Wagner Amanajás Pena (2016): "Análise e modelagem da estrutura de oferta da cultura de soja no estado do Pará entre os anos de 1997 e 2014", Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, Brasil, (octubre 2016). En línea: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/16/ofertasoja.html>

### **RESUMO**

A exportação da soja é de grande importância para a economia brasileira, uma vez que uma parcela significativa do PIB nacional está relacionada a esta commodity. Entretanto, diversos fatores ainda atuam como barreiras para o Brasil em relação à competitividade no mercado internacional, e os preços dos derivados da soja tendem a apresentar grande volatilidade. Neste contexto, o artigo buscou analisar a estrutura da oferta da cultura da soja no Estado do

Pará no período compreendido entre os anos de 1997 e 2014 segundo um modelo econométrico e matemático com auxílio do MS Excel. Através de análises de regressão linear simples com dados ajustados, foi possível inferir que a oferta estudada se encaixou na hipótese estabelecida na metodologia, com uma relação de proporção direta entre a quantidade produzida e o preço da soja no período estudado.

Palavras-chave: commodities; oferta; soja; modelagem; exportação.

## **RESUMEN**

La exportación de la soja es de gran importancia para la economía brasileña, ya que una parte importante del PIB está relacionado con este producto. Sin embargo, varios factores siguen actuando como barreras para el Brasil en relación con la competitividad en el mercado internacional y los precios de los productos de soja tienden a tener una alta volatilidad. En este contexto, el artículo pretende analizar la estructura de la oferta de soja en el estado de Pará, en el periodo comprendido entre los años 1997 y 2014 de acuerdo con un modelo econométrico y matemática con ayuda de MS Excel. A través de regresión lineal simple análisis de los datos ajustados, se puede inferir que la oferta estudiada cayó dentro de la hipótesis establecida en la metodología, con una relación directamente proporcional entre la cantidad producida y el precio de la soja en el período estudiado.

Palabras clave: productos básicos; oferta; soja; modelado; exportación.

## **ABSTRACT**

The export of soy is of great importance for the Brazilian economy, since a significant portion of GDP is related to this commodity. However, several factors still act as barriers to Brazil in relation to the competitiveness in the international market, and the prices of soybean products tend to have high volatility. In this context, the article seeks to analyze the soybean supply structure in the state of Pará in the period between the years 1997 and 2014 according to an econometric and mathematical model with MS Excel help. Through simple linear regression analyzes adjusted data, it was possible to infer that the offer

studied fell within the hypothesis established in the methodology, with a directly proportional relationship between the amount produced and the price of soybeans in the period studied.

Keywords: commodities; offer; Soy; modeling; export.

## **1. INTRODUÇÃO**

O Brasil é um país onde as produções agrícola e do agronegócio correspondem a grande parte do PIB nacional. Dentro desta parcela específica do PIB, parte significativa está relacionada à da soja, uma cultura que gera divisas e envolve um amplo número de agentes e organizações ligados aos mais diversos setores econômicos, além de ter grande importância na geração de empregos no país.

O Brasil passou, nas últimas duas décadas, a ocupar lugar de destaque no panorama internacional da produção da soja, pois, além de além de ter se tornado o segundo maior produtor mundial do grão, apresenta as maiores potencialidades de expansão do cultivo da oleaginosa. Percebe-se, entretanto, que apesar dos crescentes números relacionados a produção de soja no país, o Brasil ainda apresenta importantes problemas em relação à competitividade com outros mercados internacionais que também exportam esta commodity, ligados aos altos custos de frete, taxa de juros, carga tributária, despesas portuárias, entre outros.

A soja é uma commodity com mercado mundial bem definido e estruturado. Entretanto, os preços do grão, farelo e óleo de soja tendem a apresentar grande volatilidade. Isso ocorre, sobretudo, devido a incertezas que estão relacionadas com questões envolvendo a oferta e a demanda desses tipos de produtos, e também com o mercado de derivativos agropecuários (no qual a soja se inclui) que atualmente sofrem forte influência de fundos de investimento especulativos (LAZZAROTTO E HIRAKURI, 2009).

A partir desta situação, o presente artigo tem como objetivo a análise da estrutura da oferta da cultura de soja, especificamente no contexto do Estado do Pará, desde o ano de 1997, quando o plantio desta commodity foi introduzido no estado, até o ano de 2014.

## **2. OBJETIVOS**

**2.1. Geral:** Analisar a estrutura da oferta da cultura da soja no Estado do Pará no período compreendido entre os anos de 1997 e 2014.

### **2.2. Específicos:**

- Avaliar a evolução da quantidade produzida de soja;
- Determinar o preço em cada um dos anos do período estudado;
- Estimar o módulo de oferta de soja.

## **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **3.1. Oferta**

Segundo Santana (2005), as variáveis que influenciam a quantidade ofertada ficam constantes e apenas o preço varia. Na lei da oferta, a quantidade ofertada apresenta relação direta com o preço. A oferta, entre outros fatores, determina o preço de mercado de determinado bem ou serviço. Ela é representada pela quantidade de bens ou de serviços que se deseja ou são ofertados, aos vários preços de mercado em um determinado período de tempo, *ceteris paribus*.

A relação direta entre a quantidade ofertada de um produto e seu preço é expressa pela equação abaixo:

$$Q_x = c + dP_x$$

Em que:

$Q_x$ : Quantidade ofertada do produto x;

$P_x$ : Preço do produto x;

c: coeficiente linear da reta;

d: coeficiente angular da reta.

### **3.2. Regressão linear simples**

Para o estudo das relações existentes entre as variáveis do modelo matemático e econométrico acerca da commodity soja, usou-se a regressão linear simples, método que estabelece uma relação matemática linear que descreve as interações entre duas variáveis (dependente e independente)

(CARDOSO et al, 2016). Este tipo de regressão se encaixa no modelo descrito pela equação a seguir:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + E$$

Onde:

Y = variável dependente;

X = variável independente;

$\beta_0$  e  $\beta_1$  = parâmetros desconhecidos do modelo que a aplicar;

E = variável aleatória residual em que são incluídas todas as influências do comportamento da variável dependente Y que não podem ser explicadas linearmente através do comportamento da variável independente X.

## **4. METODOLOGIA**

### **4.1. Dados utilizados**

Para realização da análise econométrica, foi necessário obter os dados de valor (em mil reais) e quantidade produzida de soja (em Kg por Hectare) entre os anos de 1997 e 2014. Estes dados foram obtidos através do site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, na ferramenta SIDRA. A base de dados e a realização da análise foram feitas com o suporte do software MS Excel.

### **4.2. Procedimentos e ajuste de dados**

Primeiramente, foi necessário, a partir das variáveis quantidade e valor, obter a variável preço. Isso foi feito multiplicando a variável valor por 1000 e dividindo-a pela variável quantidade do ano correspondente. Após isto, foi realizada a correlação entre as variáveis quantidade e preço. Entretanto, a correlação foi de aproximadamente 0,4756, considerada moderada. Logo, para aumentá-la a um valor considerado alto, calculou-se o logaritmo natural das duas variáveis e repetiu-se o cálculo da correlação, obtendo resultado satisfatório. Em seguida, realizou-se a análise de regressão linear simples com os dados tratados, onde foram analisados os resultados de coeficiente de determinação, coeficiente de determinação ajustado, estatística F e valor-p. Além disso, foi feita a análise dos resíduos e a equação econométrica de quantidade e preço.

### 4.3. Modelo matemático

Para compreensão quantitativa dos valores obtidos durante o estudo, faz-se necessária a aplicação de um modelo matemático onde se apresenta as variáveis expressas da seguinte forma:

$$Q_p = \alpha_p + \beta_0 P$$

Onde:

$Q_p$ : variável dependente “quantidade produzida de soja”;

$\alpha_p$ : coeficiente linear da equação/valor do intercepto;

$\beta_0$ : coeficiente angular da equação/coeficiente da variável preço;

$P$ : variável independente “preço da soja”.

### 4.4. Modelo econométrico

Segundo Silva et al (2016), todo modelo econométrico precisa apresentar especificações necessárias para a aplicação empírica, bem como incorporar um termo residual para introduzir variáveis as quais não foi possível considerar explicitamente. Todo modelo é utilizado para avaliação das relações existentes nas variáveis econômicas. Assim, o modelo econométrico para o estudo da produção da soja no Estado do Pará de 1997 a 2014, é expresso por:

$$Q_p = \alpha_p + \beta_0 P + \varepsilon_p$$

Onde:

$Q_p$  = Variável dependente “quantidade produzida de soja”;

$\alpha_p$  = coeficiente linear/valor do intercepto;

$\beta_0$  = coeficiente da variável preço;

$P$  = Variável independente “preço da soja”;

$\varepsilon_p$  = Termo de perturbação/erro.

### 4.5. Hipóteses do modelo

$\beta_0$ :  $H_0 = 0$  (nula)  $\rightarrow \beta_0 < 0$  (negativa); O preço da oferta influencia negativamente na quantidade de soja.

$\beta_0$ :  $H_a$  (alternativa)  $\rightarrow \beta_0 > 0$  (positiva); O preço da soja exerce relação diretamente proporcional segundo a teoria elementar da oferta, *ceteris paribus*.

#### 4.6. O Software Utilizado

Para esta pesquisa, utilizou-se o MS Excel para montagem e organização da base de dados previamente coletados acerca da produção de soja no Pará. O mesmo programa também foi utilizado para a realização da correlação e regressão linear destes dados, e para a plotagem dos gráficos de resíduos e de ajuste de linha.

### 5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS ESTATÍSTICOS

#### 5.1. Correlação

Tabela 1. Matriz de correlação antes do tratamento de dados.

	<i>Qp</i>	<i>Preço</i>
<i>Qp</i>	1	
<i>Preço</i>	0,475636	1

Tabela 2. Matriz de correlação após o tratamento de dados.

	<i>LogQp</i>	<i>LogPreço</i>
<i>LogQp</i>	1	
<i>LogPreço</i>	0,851645	1

A matriz de correlação foi útil para verificar a associação linear da quantidade produzida e do preço da soja. Observa-se que a quantidade inicial “Qp” possui correlação moderada com o preço “P”, de aproximadamente 0,475636. A correlação alta só é estabelecida após o ajuste das duas variáveis, sendo de aproximadamente 0,8516. Por este motivo, escolheu-se as variáveis pós-ajuste para a realização da regressão.

## 5.2. Análise de regressão

Utilizando o MS Excel, foi feita a análise de regressão dos dados, com um nível de confiança de 95%. Segue abaixo o resultado do modelo:

Tabela 3. Análise dos coeficientes de determinação.

<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	0,851645
R-Quadrado	0,725299
R-quadrado	
ajustado	0,708131
Erro padrão	0,077932
Observações	18

Tabela 4. Análise da variância da regressão.

				<i>F</i>	<i>de</i>
	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>significação</i>
Regressão	1	0,256573	0,256573	42,24522	7,33E-06
Resíduo	16	0,097175	0,006073		
Total	17	0,353747			

Tabela 5. Análise da significância geral do modelo.

		<i>Erro</i>			<i>95%</i>	<i>95%</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>
	<i>Coefficientes</i>	<i>padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>inferiores</i>	<i>superiores</i>	<i>95,0%</i>	<i>95,0%</i>
				4,31E-				
Interseção	7,442057	0,071415	104,2086	24	7,290664	7,59345	7,290664	7,59345
				7,33E-				
LogPreço	0,048855	0,007517	6,499633	06	0,032921	0,06479	0,032921	0,06479



### **5.2.2. Coeficiente de determinação**

Foi observado (tabela 3) que o valor de R-quadrado obtido foi de 0,725299369, significando que o coeficiente de determinação aponta que 72,5299369% das variações da quantidade produzida de soja são explicadas pelas variáveis independentes do modelo de regressão, ou seja, a quantidade produzida e o preço deste produto. O restante (27,4700631%) foi explicado por outros fatores não contidos no modelo.

### **5.2.3. Coeficiente de determinação ajustado**

O valor de R-quadrado ajustado (tabela 3), igual a 0,70813058, explica que 70,813058% da variação de soja é explicada pelas variações simultâneas da quantidade produzida e do preço deste produto, ou seja, as variáveis independentes do modelo utilizado.

### **5.2.4. Estatística F**

O valor da probabilidade da estatística F do modelo (tabela 4), que é de  $0,00000732775 \leq \alpha 0.05$  para um nível de confiança de 95%, demonstra que a regressão é significativa e que se deve aceitar a hipótese nula de normalidade do modelo.

### **5.2.5. Valor-p**

Analisando o valor-p das variáveis (tabela 5), expresso pela probabilidade das variáveis independentes, os valores encontrados para cada uma das duas variáveis foram de  $4,31288 \cdot 10^{-24}$  e  $7,33 \cdot 10^{-6}$ , abaixo de 0,05, ou seja 5%. Logo, todos os parâmetros são significativos estatisticamente a 5% da probabilidade, ou seja,  $\text{valor-p} \leq 5$ .

### **5.2.6. Modelo Econométrico**

Todos os parâmetros são aceitos para um nível de confiança de 95%. Assim, conclui-se que o modelo proposto é válido, apresentando a seguinte equação econométrica:

$$Q_p = 7,442 + 0,049P + \varepsilon_p$$

Onde:

$Q_p$  = Variável dependente “quantidade ofertada de soja”;

$P$  = Variável independente “preço da soja”.

Como os valores iniciais foram tratados através de logaritmo natural, a equação do modelo econométrico é dada em valores percentuais, e não absolutos. Portanto, ao analisá-la, nota-se que, para toda multiplicação entre 0,049 e o preço da soja, será somado 7,442% a esse valor para se encontrar a quantidade.

### 5.2.7. Análise Residual do Modelo

Gráfico 1. Plotagem de resíduos relativa ao preço (pré-ajuste de dados)

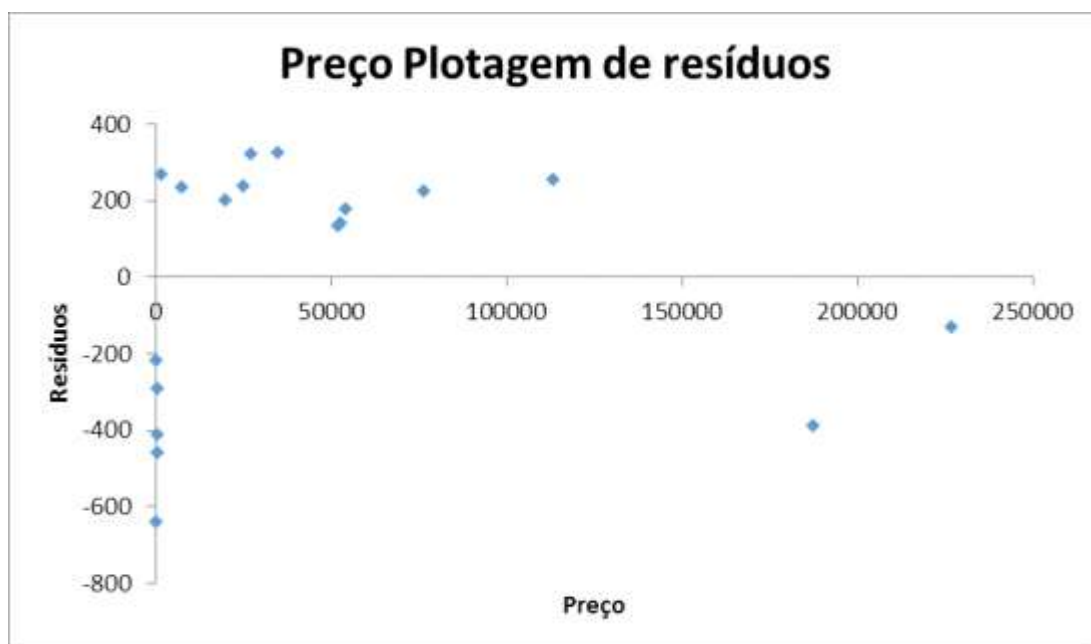


Gráfico 2. Plotagem do ajuste de linha relativo ao preço (pré-ajuste de dados)

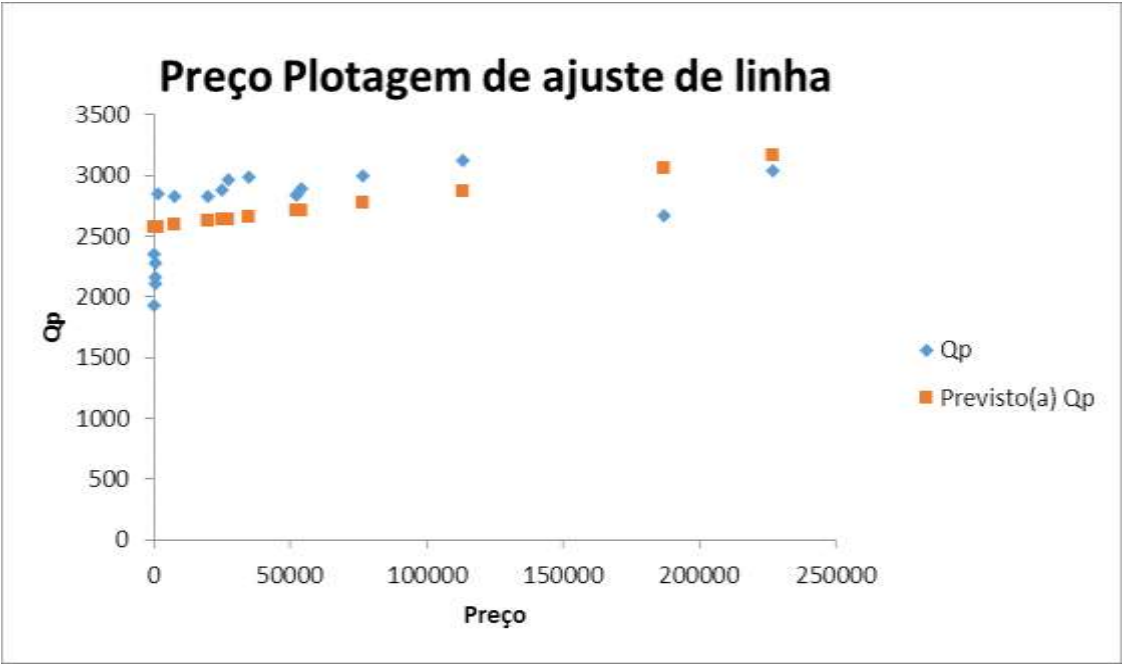


Gráfico 3. Plotagem de resíduos relativa ao logaritmo natural do preço (pós-ajuste de dados)

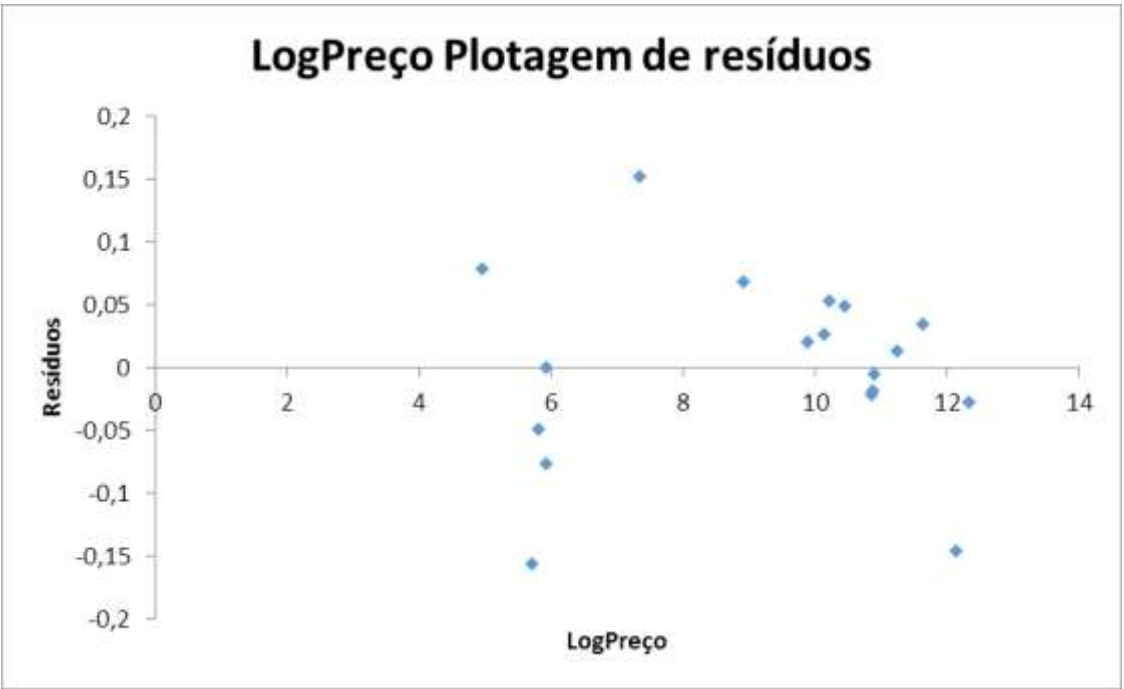
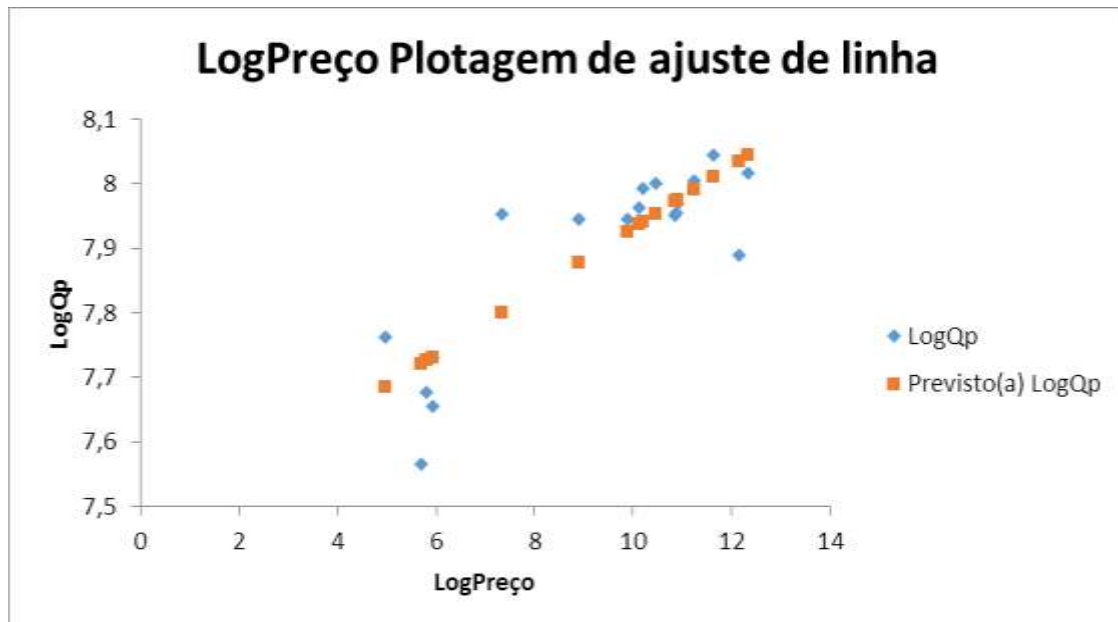


Gráfico 4. Plotagem do ajuste de linha relativo ao logaritmo natural do preço (pós-ajuste de dados)



Ao comparar os dois gráficos de resíduos (gráficos 1 e 3), antes e depois do tratamento dos dados a partir do cálculo do logaritmo natural, percebe-se que o primeiro está muito mais disperso do que o segundo, com amplitude de dados entre, aproximadamente, 300 e -650, enquanto que o segundo está entre, aproximadamente, 0,15 e -0,15.

Isso significa que os dados pós-ajuste são muito mais homogêneos e possuem maior correlação. Além disso, comparando os gráficos de ajuste de linha (gráficos 2 e 4), percebe-se no gráfico 4, os pontos de valores previstos para LogQp formam uma linha com coeficiente angular mais alto que do gráfico 2, que foi feito antes do tratamento de dados.

### 5.2.8 Gráfico de Quantidade e Preço

Gráfico 5. Gráfico da quantidade produzida e preço dentro do período estudado.



Neste gráfico, percebe-se a relação entre as variações, através dos anos, das variáveis preço e quantidade produzida. Nota-se que o aumento do preço foi muito mais expressivo do que o aumento na quantidade produzida dentro do período estudado. Isto provavelmente reflete uma valorização da commodity soja no mercado, explicando a elevação da curva do preço em relação à curva da quantidade.

## 6. Conclusão

A partir dos dados coletados e dos resultados obtidos através dos cálculos de regressão relativos à quantidade e ao preço da soja do ano de 1997 até 2014, foi possível inferir que todos os valores estatísticos analisados (após o tratamento dos dados) se enquadravam dentro da hipótese estabelecida na metodologia, o que significa que o modelo proposto para este estudo foi válido. Por isso, pode-se dizer que a equação do modelo econométrico estabelece uma relação de proporção direta entre a quantidade produzida de soja e o

preço da soja: quando o preço aumenta, a quantidade também aumenta, e vice-versa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brenda de Farias Oliveira Cardoso, Gabriel Rodrigues de Oliveira Gadelha y Heriberto Wagner Amanajás Pena (2016): "Análise econométrica do impacto do preço e da área colhida na oferta de goiaba no estado do Pará", **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, Brasil, (febrero 2016). En línea: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/16/goiaba.html>  
<http://hdl.handle.net/20.500.11763/br-goiaba>.

**Castro de Souza, da Silva Pinheiro, Silva da Silva, Almeida dos Reis y Amanajás Pena:** *"Análise econométrica do consumo de carne bovina na região metropolitana de Belém utilizado o software EVIEWS 3.0."*, en Observatorio de la Economía Latinoamericana, Número 169, 2012. Texto completo en <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br>

CARDOSO, B. F. O.; GADELHA, G. R. O.; PENA, H. W. A. Análise econométrica do impacto do preço e da área colhida na oferta de goiaba no Estado do Pará. **Revista Eumednet**, fev. 2016.

**De Souza Ribeiro, de Amorim, Sabathé Vera, da Silva Tahara y Amanajás Pena:** *"Análise econométrica da demanda de carne de frango a partir do EVIEWS 3.0"*, en Observatorio de la Economía Latinoamericana, Número 169, 2012. Texto completo en <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/>

Heriberto Wagner Amanajás Pena, Kaio Lima Monteiro y Thiago Mendes de Freitas (2016): "Análise do perfil de consumo de carne bovina no município de Castanhal-PA, 2015", **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, Brasil, (enero 2016). En línea: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/16/carne.html>

LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial e brasileiro. **Londrina: Embrapa Soja**, 2009.

Roberto Vinicius da Rosa Ribeiro, Romulo Ferreira da Costa y Heriberto Wagner Amanajás Pena (2016): “Modelo econométrico da oferta de cacau no estado do Pará, Amazônia, Brasil”, Revista **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, Brasil, (enero 2016). En línea: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/16/cacau.html>

SANTANA, A. C. Elementos de economia, agronegócio e desenvolvimento local. **Belém: GTZ; TUD; UFRA**, 2005.

IBGE. Banco de Dados Agregados. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10/05/2016.

SILVA, F. S.; BENTES, M. H. V.; PENA, H. W. A. Modelagem de exportação da pimenta-do-reino no Estado do Pará entre 2000 e 2014, Amazônia, Brasil. **Revista Eumednet**, jan. 2016.