

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP**

**CAMPUS DE JABOTICABAL**

**IMPACTOS DOS PREÇOS SOBRE A OFERTA CANAVIEIRA  
NO ESTADO DE SÃO PAULO ENTRE 1995 A 2015**

**Adriana Ferreira de Moraes Oliveira**  
Contador

2017

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP**

**CAMPUS DE JABOTICABAL**

**IMPACTOS DOS PREÇOS SOBRE A OFERTA CANAVIEIRA  
NO ESTADO DE SÃO PAULO ENTRE 1995 A 2015**

**Adriana Ferreira de Moraes Oliveira**

**Orientador: Prof. Dr. Sérgio Rangel Fernandes Figueira**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Administração

**2017**

O48i Oliveira, Adriana Ferreira de Moraes  
Impactos dos preços sobre a oferta canavieira no estado de São Paulo entre 1995 a 2015 / Adriana Ferreira de Moraes Oliveira. -- Jaboticabal, 2017  
xi, 67 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017  
Orientador: Sérgio Rangel Fernandes Figueira  
Banca examinadora: Adhemar Sanches, Walter Belik  
Bibliografia

1. Preço da cana-de-açúcar. 2. Preço da carne bovina. 3. Modelagem. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 615.012:633.61

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: IMPACTOS DOS PREÇOS SOBRE A OFERTA CANAVIEIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO ENTRE 1995 E 2015

**AUTORA: ADRIANA FERREIRA DE MORAES OLIVEIRA**

**ORIENTADOR: SÉRGIO RANGEL FERNANDES FIGUEIRA**

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em ADMINISTRAÇÃO, área: GESTÃO DE ORGANIZAÇÕES AGROINDUSTRIAIS pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. SÉRGIO RANGEL FERNANDES FIGUEIRA  
Departamento de Economia, Administração e Educação / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof. Dr. WALTER BELIK - VIDEOCONFERÊNCIA  
Núcleo de Economia Agrícola / Instituto de Economia / UNICAMP - Campinas/SP

Prof. Dr. ADHEMAR SANCHES  
Departamento de Ciências Exatas / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 05 de setembro de 2017

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**ADRIANA FERREIRA DE MORAES OLIVEIRA** – Nascida em 08 de julho de 1986, no município de Muzambinho, Estado de Minas Gerais, Brasil. Ingressou no curso Técnico em Contabilidade no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sul de Minas – Campus Muzambinho em Agosto de 2002. Em 2004 iniciou sua carreira profissional realizando estágio por três meses e após o mesmo sendo contratada; nesse mesmo ano ingressou no curso de Bacharel em Ciências Contábeis. No ano de 2008 estagiou por 8 meses em órgão público e concluiu a graduação. Em 2009 iniciou uma nova atividade profissional, atuando até a presente data como Contadora. Iniciou o curso de pós-graduação *Stricto sensu* na modalidade Mestrado em Administração em agosto de 2014, na Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, no Campus de Jaboticabal, no Departamento de Economia Rural, sob a orientação do Prof. Dr. Sérgio Rangel Fernandes Figueira, atuando em pesquisas na área de Economia.

“A mente que se abre a uma nova ideia, jamais voltará ao seu tamanho original”

*Albert Einstein*

## **DEDICO**

A Deus, o grande doutor da vida.

Ao meu marido, Lucas Eduardo de Oliveira Aparecido, companheiro para todos os momentos.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, pela oportunidade concedida para a realização do Mestrado em Administração.

Ao Programa de Pós-graduação em Administração e a todos os professores que, ao longo da minha formação, tive o privilégio de conviver e que foram decisivos para que eu chegasse até este momento.

Ao professor Dr. Sergio Rangel Fernandes Figueira, pela orientação, confiança, incentivo e parceria ao longo dos anos de pós-graduação. Sua orientação durante esta caminhada foi determinante para minha formação.

Ao meu marido, Lucas Eduardo de Oliveira Aparecido, um grande cientista, acima de tudo um companheiro.

Aos meus pais, Lourenço Afonso de Moraes e Tereza Galdina de Moraes, que sempre me ajudaram e apoiaram na minha formação pessoal e profissional desde o início da minha carreira.

Ao meu irmão, Adriano Ferreira de Moraes, que foi companheiro em mais essa jornada em minha vida.

Enfim, agradeço a todos, professores, amigos e conhecidos que em algum momento da vida contribuiu para elaboração deste trabalho.

*Muito Obrigado!*



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Produção e área de corte de cana-de-açúcar no Brasil.....	6
Figura 2. Variação da produção de açúcar e de etanol total do Brasil no período de 1980 a 2017.....	10
Figura 3. Regiões produtoras de Cana-de-açúcar no Brasil.....	11
Figura 4. Variação da produção de açúcar e etanol total no estado de São Paulo no período de 1980 a 2017.....	15
Figura 5. Regiões produtoras de Cana-de-açúcar em São Paulo, Brasil.....	16
Figura 6. Produção e área de corte de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, Brasil.....	18
Figura 7. Escritórios de Desenvolvimento Regional (EDR) do Estado de São Paulo.....	18
Figura 8. Produção, área de corte e produtividade de cana-de-açúcar nas regiões norte/central do estado de São Paulo.....	21
Figura 9. Produção, área de corte e produtividade de cana-de-açúcar nas regiões oeste/sudoeste do Estado de São Paulo.....	23
Figura 10. Exemplo de curva de demanda de um determinado produto.....	28
Figura 11. Exemplo de curva de oferta de um determinado produto.....	29

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Produção e área colhida de cana-de-açúcar nos principais países do mundo.....	6
Tabela 2. Produção de açúcar e etanol total do Brasil e suas principais regiões produtoras.....	10
Tabela 3. Evolução da produção de cana-de-açúcar em São Paulo, regiões Brasileiras e no Brasil do período de 1995 a 2015.....	12
Tabela 4. Produção de açúcar e etanol total do estado de São Paulo.....	14
Tabela 5. Produção de cana-de-açúcar e área de corte da cana-de-açúcar do Estado de São Paulo, Brasil.....	17
Tabela 6: Valores estimados das variáveis explicativas na produção de cana-de-açúcar nas trinta principais EDRs produtoras de cana-de-açúcar do Estado de São Paulo.....	36
Tabela 7: Valores estimados das variáveis explicativas na produção de cana-de-açúcar nas quinze principais EDRs produtoras de cana-de-açúcar das regiões Oeste e Sudoeste do Estado de São Paulo.....	37
Tabela 8: Valores estimados das variáveis explicativas na produção de cana-de-açúcar, entre o período de 1995 e 2015, quinze principais EDRs produtoras de cana-de-açúcar das regiões Norte, Central e Leste do Estado de São Paulo.....	38

Tabela 9: Valores estimados das variáveis explicativas na área de corte de cana-de-açúcar, entre o período de 1995 e 2015, das trinta principais EDRs com produção canavieira do Estado de São Paulo..... 40

Tabela 10 Valores estimados das variáveis explicativas na área de corte de cana-de-açúcar, entre o período de 1995 e 2015, das quinze principais EDRs com produção canavieira das regiões Oeste e Sudoeste do Estado de São Paulo..... 41

Tabela 11: Valores estimados das variáveis explicativas na área de corte de cana-de-açúcar, entre o período de 1995 e 2015, das quinze principais EDRs com produção canavieira das regiões Norte, Central e Leste do Estado de São Paulo... 42

Tabela 12: Valores estimados das variáveis explicativas na produtividade de cana-de-açúcar, entre o período de 1995 e 2015, das principais EDRs com produção canavieira do Estado de São Paulo..... 44

Tabela 13: Valores estimados das variáveis explicativas na produtividade de cana-de-açúcar, entre o período de 1995 e 2015, das principais EDRs com produção canavieira das regiões Oeste e Sudoeste do Estado de São Paulo..... 45

Tabela 14: Valores estimados das variáveis explicativas na produtividade de cana-de-açúcar, entre o período de 1995 e 2015, das principais EDRs com produção canavieira das regiões Norte, Central e Leste do Estado de São Paulo..... 46

## SUMÁRIO

Resumo.....	ii
Abstract.....	iii
Introdução.....	1
Revisão de Literatura.....	3
Material e Métodos.....	31
Resultados e Discussão.....	35
Resultados e Contribuições Gerenciais.....	47
Conclusão.....	49
Referências.....	51

## **IMPACTOS DOS PREÇOS SOBRE A OFERTA CANAVIEIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO ENTRE 1995 E 2015**

**RESUMO** – Entre 1995 e 2015 ocorreu grande elevação na produção canavieira paulista, passando de aproximadamente 158 milhões de toneladas na safra 1995/96 para aproximadamente 368 milhões de toneladas na safra 2015/2016. O objetivo do trabalho foi o de utilizar a metodologia de dados em painel contendo os trinta 30 principais Escritórios de Desenvolvimento Rural do estado de São Paulo para mensurar as elasticidades do preço da cana-de-açúcar e o da carne bovina sobre a oferta e nas suas duas formas: área de corte e produtividade canavieira no estado de São Paulo e também nas regiões tradicionais: Norte, Central e Leste e nas regiões de expansão do estado: Oeste e Sudoeste do estado. As mensurações das elasticidades do preço da cana-de-açúcar defasadas mostraram - se significativas quanto ao impacto na oferta de cana-de-açúcar, na área plantada e na produtividade tanto no estado de São Paulo como nas regiões analisadas. Como esperado pela teoria econômica, o preço da cana-de-açúcar demonstrou impactar positivamente na oferta, elevações de preço geram elevações na produção de cana-de-açúcar. Para o estado de São Paulo, constatou-se influência de quatro defasagens no preço da cana-de-açúcar sobre a produção, área plantada e produtividade. A segunda defasagem apresentou maiores coeficientes para a produção e a área de respectivamente 0,21 para a produção e 0,12 para a área. Quanto à produtividade, a quarta defasagem apresentou maiores coeficientes. O preço de carne bovina apresentou elasticidade negativa para a oferta de cana-de-açúcar e área plantada na segunda defasagem de respectivamente -0,227 e -0,26. Portanto, reduções nos seus preços desencadeiam elevação na produção de cana-de-açúcar. Constatou-se ainda maiores impactos dos preços da cana-de-açúcar e da carne bovina nas regiões de expansão em relação em relação às regiões tradicionais.

**Palavras-Chave:** Preço da cana-de-açúcar, Preço da carne bovina, Modelagem, Econometria.

## **PRICE IMPACTS ON THE CANAVIEIRA OFFER IN THE STATE OF SÃO PAULO BETWEEN 1995 AND 2015**

**ABSTRACT** - Between 1995 and 2015, there was a great increase in sugarcane production in São Paulo, going from approximately 158 million tons in the 1995/96 harvest to approximately 368 million tons in the 2015/2016 harvest. The objective of this study was to use the panel data methodology of the thirty 30 main Rural Development Offices of the state of São Paulo to measure the elasticities of the price of sugarcane and that of beef on the supply and in the its two forms: area of sugarcane crop and productivity in the state of São Paulo and also in the traditional regions: North, Central and East and in the regions of expansion of the state: West and Southwest of the state. Measurements of lagged sugarcane price elasticities were significant in terms of impact on sugarcane supply, planted area, and productivity both in the state of São Paulo and in the regions analyzed. As expected by economic theory, the price of sugarcane has been shown to have a positive impact on supply, price increases lead to increases in the production of sugarcane. For the state of São Paulo, there was influence of four lags in the price of sugarcane on production, planted area and productivity. The second lag presented higher coefficients for the production and the area of respectively 0.21 for the production and 0.12 for the area. As to productivity, the fourth lag presented higher coefficients. The price of beef showed a negative elasticity for the supply of sugarcane and planted area in the second lag of -0.227 and -0.26 respectively. Therefore, reductions in their prices trigger an increase in the production of sugarcane. There were also higher impacts of sugarcane and beef prices in the expansion regions in relation to the traditional regions.

**Key Words:** Price of sugar cane, Price of beef, Modeling, Econometrics.

## Introdução

O Brasil se destaca na produção canavieira, sendo o maior produtor de açúcar do mundo com 40.400 mil toneladas (CONAB, 2015) e segundo maior produtor do etanol com 28.914.242 m<sup>3</sup> (MAPA, 2014), ficando atrás apenas dos Estados Unidos da América. Nessas últimas décadas, o setor canavieiro brasileiro tem demonstrado um crescimento em sua produção. No período de 1990 até 2013 houve incremento de aproximadamente 213% na produção de cana-de-açúcar brasileira e de aproximadamente 200% na área cultivada com cana-de-açúcar (CONAB, 2015).

Em função dessa destacada importância econômica do setor há grande necessidade que os agentes econômicos ligados à agroindústria canavieira entendam o comportamento e a evolução da oferta canavieira no estado do São Paulo (RUDORFF et al., 2010). De maneira geral, a oferta de um determinado produto nada mais é do que as várias quantidades que os produtores estão dispostos e aptos a oferecer a um determinado mercado consumidor, em função principalmente, dos vários níveis possíveis de preços, em um dado período de tempo (MANKIWI, 2007).

O estado de São Paulo, além de apresentar uma elevada tradição na produção canavieira, ainda detém a maior parte da produção do Brasil. Entre 1995 e 2015, ocorreu crescimento da oferta canavieira no estado de São Paulo. O crescimento foi impulsionado principalmente pela ampliação das exportações de açúcar e pela demanda interna de etanol anidro e hidratado.

Estudar a variação da oferta nessas regiões é de suma importância uma vez que consiste em uma das maneiras de decidir a utilização do potencial tecnológico

disponível no processo produtivo agrícola, além do valor esperado pelo produto final (RUDORFF et al., 2010).

Dessa maneira, se faz necessário e importante analisar quais os fatores que determinam e desencadeiam a variação na oferta de cana-de-açúcar nestas regiões paulistas.

## **Objetivo**

O objetivo geral da pesquisa é mensurar o impacto do preço da cana-de-açúcar e o da carne bovina sobre a oferta canavieira no estado de São Paulo entre 1995 e 2015. Para se cumprir o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos serão atendidos:

i) Mensurar a elasticidade do preço da cana-de-açúcar e do preço da carne bovina sobre a produção, a área de corte e a produtividade com dados de trinta Escritórios de Desenvolvimento Regional (EDRs) correspondentes as principais regiões produtoras de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo.

ii) Mensurar a elasticidade do preço da cana-de-açúcar e do preço da carne bovina sobre a produção, a área planta e a produtividade de cana-de-açúcar nas regiões Norte, Central e Leste (Araraquara, Barretos, Bauru, Botucatu, Catanduva Franca, Jaboticabal, Jaú, Limeira, Lins, Mogi Mirim, Orlandia, Piracicaba, Ribeirão Preto e São João da Boa vista).

iii) Mensurar a elasticidade do preço da cana-de-açúcar e do preço da carne bovina sobre a produção, a área de corte e a produtividade de cana-de-açúcar nas regiões Oeste e Sudoeste (Andradina, Araçatuba, Assis, Avaré, Dracena,



Fernandópolis, General Salgado, Itapetininga, Jales, Ourinhos, Presidente Prudente, Presidente Venceslau, São José do Rio Preto, Tupã e Votuporanga).

#### Justificativa

A importância econômica da cana-de-açúcar para o Brasil é incontestável, seja na produção de biocombustível renovável ou na geração de divisas pela exportação de açúcar (KOHLHEPP, 2010). O setor sucroalcooleiro nacional contabilizou 1.283.258 empregos formais até 2008, sendo 37,5% desses ocupados pelo cultivo; 44,8% na produção e refino de açúcar e 17,7% na produção de etanol. Indiretamente, o setor canavieiro também emprega um grande número de pessoas, chegando a 3,84 milhões de funcionários (UNICA, 2015).

Com os resultados encontrados nesta pesquisa, as empresas privadas e órgãos públicos, terão uma ferramenta estratégica para mensurar a oferta canavieira através das variáveis econômicas, além de quantificar a oferta por meio da variação das variáveis, e conseqüentemente estimar a oferta em períodos futuros. Além disso, os resultados dessa pesquisa também poderão servir como molde para trabalhos futuros, como trabalhos acadêmicos, relatórios de empresas e boletins informativos.

#### **Revisão de Literatura**

Na revisão de literatura serão abordados inicialmente as características da produção canavieira no Brasil e no estado de São Paulo. Posteriormente, insere-se a fundamentação teórica de como os preços impactam na oferta de um bem. Finaliza-se o tópico, apresentando-se pesquisas sobre a oferta canavieira.

## A produção canavieira no Brasil e no Estado de São Paulo

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) pertence à família Poaceae, e ao gênero *Saccharum*. Atualmente, existem várias espécies pertencentes ao gênero, sendo as mais conhecidas as espécies *S. officinarum* L., *S. spontaneum* L., *S. robustum* J., *S. sinense* R., *S. barberi* J., *S. edule*. A origem das espécies ainda é incerta, sendo que um grande número de algumas espécies foram encontradas na Nova Guiné para *S. officinarum* e *S. robustum*, a China para *S. sinense* e o norte da Índia para *S. barberi* (ROACH; DANIELS, 1987; AGUIRRE JUNIOR, 1936; DANIELS, 1975).

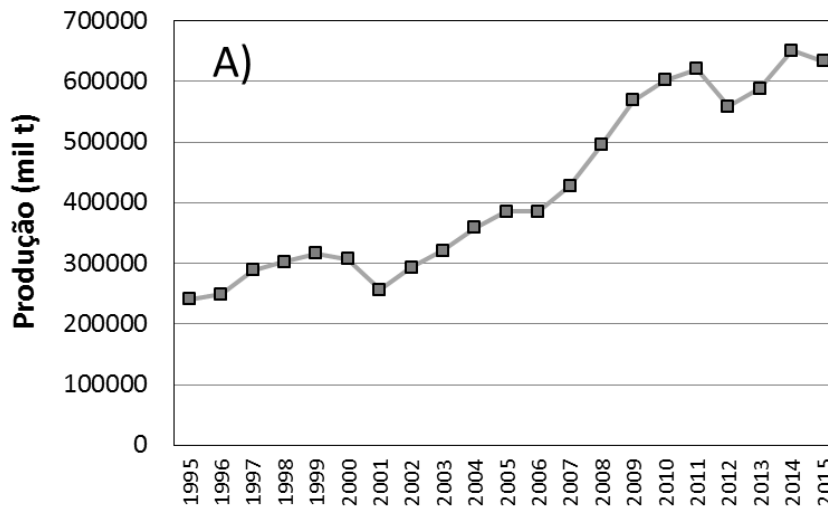
A cana-de-açúcar pode ser cultivada em climas tropicais e subtropicais (CLAYTON; DANIELS, 1975; JAMES; BLACKBURN, 2004), o que permite o cultivo ser implantada em diversas áreas do mundo. Segato, Mattiuz ; Mozambani (2006) destacaram que, além da vantagem da larga aptidão climática, a cana-de-açúcar também apresenta uma elevada resiliência a diversos intemperes, como problemas climáticos e de manejo. A resiliência é a capacidade de o indivíduo lidar com problemas, adaptar-se a mudanças e resistir à pressão de situações adversas visando superar os obstáculos.

O sistema de produção da cana-de-açúcar é constituído de uma safra oriunda do plantio que ocorreu no ano anterior, a partir desta etapa, ocorrerá de cinco ou mais safras sucessivas, que são oriundas das rebrotas das soqueiras que formaram após os cortes (SEGATO; MATTIUZ; MOZAMBANI, 2006; MOZAMBANI et al., 2006). Essa característica de rebrota do cultivo após os cortes na colheita, torna a planta com um hábito perene (RUDORFF et al., 2005; OTTO et al., 2008), uma vez que não ocorre a necessidade de realizar o plantio após a colheita (VIDAL; TREZZI,

2011). A cana-de-açúcar depois de plantada é colhida vários anos ocorrendo declínio de seu rendimento após cada colheita (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2013).

A cana-de-açúcar tem uma grande importância no setor agrícola mundial, além do Brasil a cultura é implantada em diversos países, como Austrália, Guatemala, Índia, China e a Tailândia. No Brasil a cana-de-açúcar foi introduzida no período colonial e com o passar dos anos se transformou em uma das principais culturas da economia do setor agrícola brasileiro (PRADO, 2001; CANABRAVA, 2005).

O Brasil é o maior produtor mundial com mais de 600 milhões de toneladas, sendo seguido pela Índia com produção anual em torno de 400 milhões de toneladas, na safra de 2007/08 e chegando a mais de 600 milhões de toneladas na safra de 2015 (Figura 1).



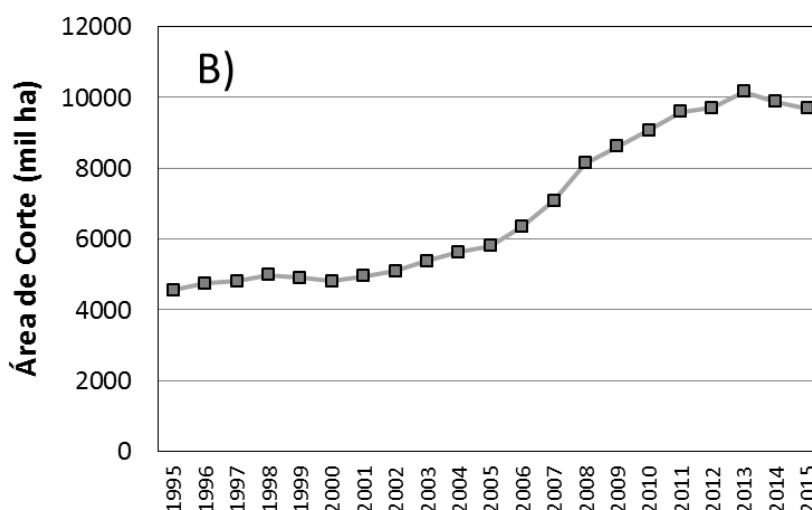


Figura 1. Produção (A) e área de corte (B) de cana-de-açúcar no Brasil (dados obtidos junto as EDRs).

Além do Brasil, outros grandes países produtores são China, Tailândia, Paquistão e México (Tabela 1), com produções menores que 100 milhões de toneladas (FAO, 2012).

Tabela 1. Produção e área colhida de cana-de-açúcar nos principais países do mundo.

País	Produção (milhões t)	Área colhida (milhões ha)
Brasil	736,70	10,40
Índia	352,14	5,01
China	125,61	1,76
México	56,67	0,76
Tailândia	103,69	1,35
Paquistão	62,82	1,14
Colômbia	36,50	0,40

Fonte: FAOSTAT (2017).

A produção de açúcar para exportação, produto mais tradicional do setor sucroalcooleiro brasileiro, ocorre desde o período colonial. No entanto, a partir dos

governos militares, tem ocorrido incremento nos estímulos para a produção canavieira com o intuito de se elevar as exportações de açúcar principalmente no estado de São Paulo e na região Centro-Sul. Além do açúcar, a partir da crise do petróleo de 1974, passou-se a incentivar a produção de cana-de-açúcar para a utilização como combustível nas formas de etanol anidro, misturado na gasolina, e etanol hidratado, consumido sem a necessidade de mistura com a gasolina (FERREIRA; ALVEZ, 2009).

Um grande avanço no setor sucroalcooleiro foi em questão do Proálcool (Programa Nacional do Álcool), que consistiu em uma iniciativa do governo brasileiro de intensificar a produção de álcool combustível (etanol) para substituir a gasolina. Desde o lançamento do Proálcool em 1975, o setor canavieiro percorreu um elevado caminho até estabelecer a cana-de-açúcar como matéria-prima de elevada importância na matriz energética nacional (BELIK et al., 2016).

O grande determinante dessa iniciativa foi à crise mundial do petróleo, durante a década de 1970, pois o preço do produto estava muito elevado. Em 1975, o Proálcool foi criado, na qual foram oferecidos vários incentivos fiscais e empréstimos bancários com juros abaixo da taxa de mercado para os produtores de cana-de-açúcar e para as indústrias automobilísticas que desenvolvessem carros movidos a álcool. A grande intensificação do cultivo de cana-de-açúcar com o Proálcool foi em 1979 (GERIN et al., 1996).

Com o Proálcool apareceu resultados positivos, pois os consumidores priorizavam os automóveis movidos a álcool principalmente por incentivos fiscais para a sua aquisição. Em 1983, as vendas dos veículos movidos a álcool dominaram o mercado brasileiro. Já, em 1991, aproximadamente 60% dos carros do país (cerca

de 6 milhões) eram movidos por essa fonte energética. No entanto, no final da década de 1980 e na década de 1990, o programa de etanol combustível brasileiro passa a entrar em crise como decorrência da crise fiscal do estado brasileiro, reduzindo os incentivos para a venda de carros e das exportações de açúcar do setor sucroalcooleiro (FIGUEIRA, 2005).

Na década de 2000, principalmente entre 2002 e 2008, ocorreram expectativas favoráveis relacionadas aos principais produtos do setor sucroalcooleiro o que levou a um crescimento da área de corte e da capacidade das usinas para produzirem açúcar e etanol. As expectativas favoráveis ao setor no período decorriam do crescimento do valor e das possibilidades de exportação do açúcar no mercado internacional, do crescimento das vendas no mercado de combustível automotivo brasileiro principalmente de etanol hidratado, como também de etanol anidro. Existia ainda a expectativa de crescimento das exportações de etanol para os Estados Unidos e a União Europeia (FERREIRA; ALVEZ, 2009).

A partir de 2009, os principais produtos oferecidos pelo setor sucroalcooleiro passaram a enfrentar problemas. Com a queda na venda de etanol hidratado para o mercado de combustíveis brasileiro. A partir deste ano, a gasolina C ampliou a participação de mercado em detrimento do etanol hidratado. As exportações de etanol foram reduzidas, principalmente para a Europa e o Japão e as perspectivas de exportação do etanol tornaram-se mais remotas devido as persistentes barreiras protecionistas na Europa e nos Estados Unidos. Vale ressaltar, que entre 2011 e 2014, ocorreu à queda no preço do açúcar no mercado internacional (FERREIRA; ALVEZ, 2009).

A produção de açúcar e etanol demonstrou um grande crescimento desde os anos de 1990 até os anos de 2017. Em 1990 o Brasil produzia 7365,3 mil toneladas de açúcar e 11515,0 mil m<sup>3</sup> de etanol total, em na safra de 2016/2017 houve uma produção de 38734,1 mil toneladas de açúcar e 27254,4 mil m<sup>3</sup> de etanol total (Tabela 2 e Figura 2).

Tabela 2. Produção de açúcar e etanol total do Brasil e suas principais regiões produtores. Fonte: UNICA, (2015).

Safra	Açúcar (Mil toneladas)			Etanol total (Mil m <sup>3</sup> )		
	Centro-Sul	Norte-Nordeste	Brasil	Centro-Sul	Norte-Nordeste	Brasil
1990/1991	4508,8	2856,5	7365,3	9708,0	1807,0	11515,0
1991/1992	5760,9	2769,6	8530,5	10927,0	1796,0	12722,0
1992/1993	6118,2	3146,0	9264,1	10058,0	1672,0	11729,0
1993/1994	7303,8	1858,4	9162,1	10381,0	911,0	11292,0
1994/1995	9406,7	3244,9	12651,6	11133,0	1619,0	12752,0
1995/1996	10184,6	3328,3	13512,8	10844,0	1767,0	12611,0
1996/1997	11617,5	3210,5	14828,1	12078,0	2317,0	14395,0
1997/1998	11354,5	3532,8	14887,2	13252,0	2164,0	15415,0
1998/1999	15160,3	2863,3	18023,6	12217,0	1660,0	13876,0
1999/2000	16900,2	2487,4	19387,6	11604,0	1379,0	12983,0
2000/2001	12643,3	3554,4	16197,7	9064,0	1527,0	10592,0
2001/2002	15972,2	3245,8	19218,0	10176,0	1360,0	11536,0
2002/2003	18778,1	3789,2	22567,3	11152,0	1471,0	12623,0
2003/2004	20426,0	4492,6	24918,6	13013,0	1723,0	14736,0
2004/2005	22149,0	4536,1	26685,1	13563,0	1826,0	15389,0
2005/2006	22015,1	3807,9	25823,0	14311,0	1509,0	15821,0
2006/2007	25795,8	4192,0	29987,8	16066,0	1779,0	17844,0
2007/2008	26200,6	4825,6	31026,2	20333,0	2193,0	22527,0
2008/2009	26749,8	4299,4	31049,2	25115,0	2411,0	27526,0
2009/2010	28644,8	4311,5	32956,4	23686,0	2005,0	25691,0
2010/2011	33500,7	4505,0	38005,7	25385,0	1992,0	27376,0
2011/2012	31304,2	4620,8	35925,0	20542,0	2139,0	22682,0
2012/2013	34097,0	4148,7	38245,7	21362,0	1864,0	23226,0
2013/2014	34294,7	3298,9	37593,7	25575,0	1901,0	27476,0
2014/2015	32010,7	3560,4	35571,1	26232,0	2249,0	28480,0
2015/2016	31221,5	2615,9	33837,3	28224,5	2007,9	30232,4
2016/2017	35627,5	3106,6	38734,1	25651,3	1603,1	27254,4

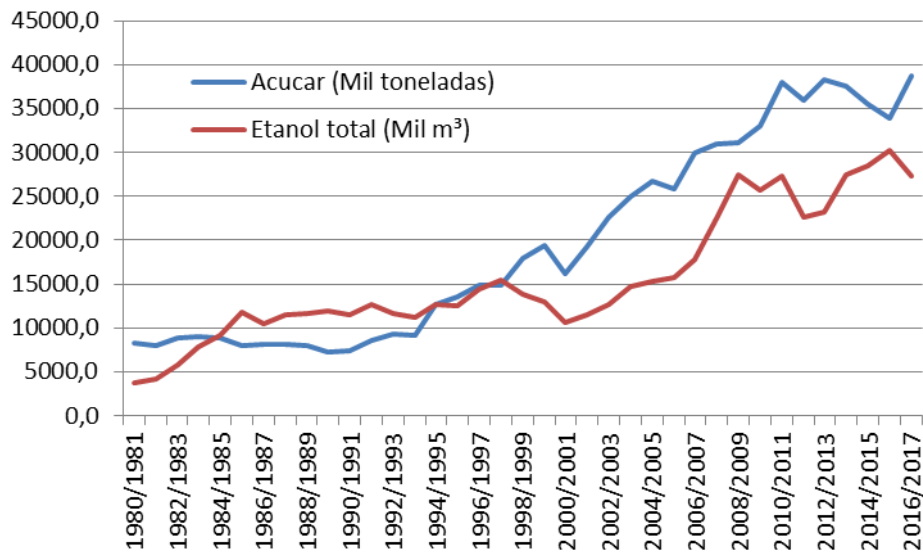


Figura 2. Variação da produção de açúcar e de etanol total do Brasil no período de 1980 a 2017. Fonte: ÚNICA (2015).

Os principais estados produtores de cana-de-açúcar são os Estados de São Paulo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná, Alagoas e Pernambuco (Figura 3).



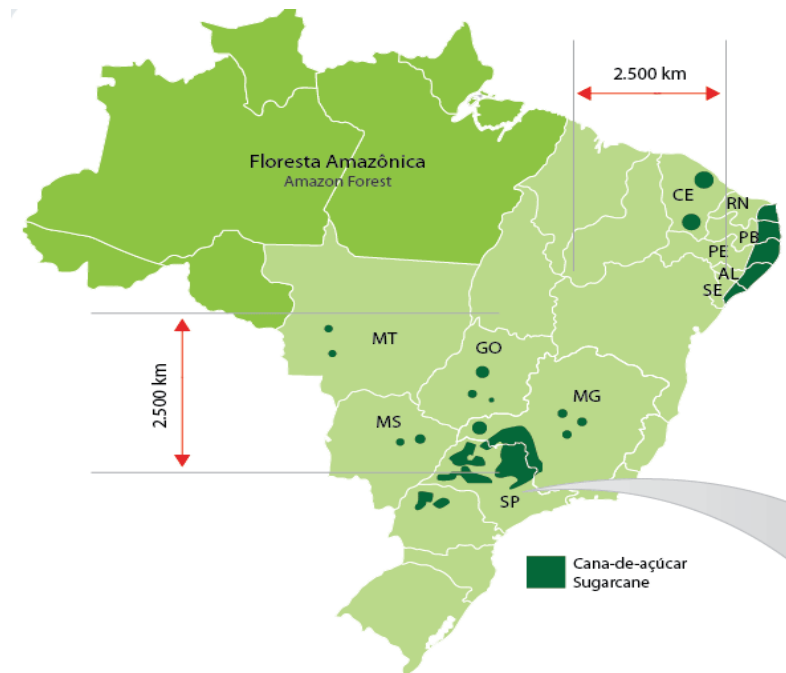


Figura 3. Regiões produtoras de Cana-de-açúcar no Brasil (UNICA, 2015).

A produção paulista respondeu por mais de 350 milhões de toneladas na safra de 2015, como demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3. Evolução da produção de cana-de-açúcar em São Paulo, regiões Brasileiras e no Brasil do período de 1995 a 2015.

Estado/Safra	São Paulo	Região Centro-Sul	Região Norte-Nordeste	Brasil
1994/1995	148.942	196.037	44.811	240.848
1995/1996	152.098	204.383	44.547	248.930
1996/1997	170.422	231.558	57.236	288.795
1997/1998	180.597	248.730	53.883	302.613
1998/1999	199.521	269.749	46.730	316.479
1999/2000	194.179	263.894	43.119	307.013
2000/2001	148.256	207.099	49.718	256.818
2001/2002	176.574	244.218	48.824	293.042
2002/2003	192.487	270.407	50.243	320.650
2003/2004	207.810	298.772	59.990	358.762
2004/2005	230.167	327.806	57.393	385.199
2005/2006	242.829	336.783	48.345	385.129
2006/2007	264.339	372.754	54.904	427.658
2007/2008	296.243	431.114	64.610	495.723
2008/2009	346.293	505.116	64.100	569.216
2009/2010	361.261	541.962	60.231	602.193
2010/2011	359.503	556.945	63.464	620.409
2011/2012	304.230	493.159	66.056	559.215
2012/2013	329.923	532.758	55.720	588.478
2013/2014	367.450	597.061	54.233	651.294
2014/2015	336.987	573.145	60.782	633.927
2015/2016	368.323	617.709	49.115	666.824

### **A produção de cana-de-açúcar no estado de São Paulo**

O estado de São Paulo constitui se como importante produtor dos principais produtos agrícolas da economia brasileira (FELIPE, 2008). Em relação à cana-de-açúcar, o estado de São Paulo evidencia grande representatividade, com uma área de 4.696,3 mil hectares, a qual corresponde a 51,7% de todo setor canavieiro do Brasil (KOGA-VICENTE; ZULO JUNIOR e AIDAR, 2013). O estado de Goiás tem um plantio de 878,27 mil hectares, o que corresponde a 9,3%, Minas Gerais com 788,88

mil hectares, Mato Grosso do Sul com 712,39 mil hectares, Paraná com 644,65 mil hectares, Alagoas com 390,40 mil hectares e Pernambuco com 277,74 mil hectares (CONAB, 2016). Conjuntamente, esses Estados são responsáveis por 91,9% da produção nacional (UNICA, 2015).

O estado de São Paulo reúne condições climáticas e de solos favoráveis ao cultivo canavieiro, e boa infraestrutura de transportes, o que impulsionou o cultivo canavieiro, e dessa maneira colocou São Paulo como maior produtor nacional e o estado com maior número de usinas de açúcar e álcool (KOGA-VICENTE; ZULO JUNIOR; AIDAR, 2013).

A produção de açúcar e etanol demonstrou um crescimento acelerado até 2008, na qual o estado de São Paulo chegou a apresentar mais de 500.000 empregos formais no setor canavieiro (BELIK et al., 2016). A partir de 2008, houve uma estabilização no crescimento do açúcar e do etanol no estado de São Paulo e também no Brasil (Tabela 4 e Figura 4).

Tabela 4. Produção de açúcar e etanol total do estado de São Paulo.

Safra	Açúcar (Mil toneladas)	Etanol total (Mil m <sup>3</sup> )
1990/1991	3471,1	7766,9
1991/1992	4509,8	8578,9
1992/1993	4937,6	7925,9
1993/1994	5833,3	8289,7
1994/1995	7598,4	8696,4
1995/1996	8113,2	8112,3
1996/1997	9068,7	8951,0
1997/1998	8704,9	9496,5
1998/1999	11787,8	9020,1
1999/2000	13091,4	8442,5
2000/2001	9675,5	6439,1
2001/2002	12350,3	7134,5
2002/2003	14347,9	7690,7
2003/2004	15188,9	8804,9
2004/2005	16576,1	9121,3
2005/2006	16762,4	9943,8
2006/2007	19510,5	10966,2
2007/2008	19139,1	13334,8
2008/2009	19662,4	16722,5
2009/2010	20729,4	14912,4
2010/2011	23446,1	15354,3
2011/2012	21068,0	11597,6
2012/2013	23289,4	11830,5
2013/2014	23963,4	13944,1
2014/2015	21877,4	13722,9
2015/2016	21567,5	14576,6
2016/2017	24248,1	13196,9

Fonte: UNICA, (2015).

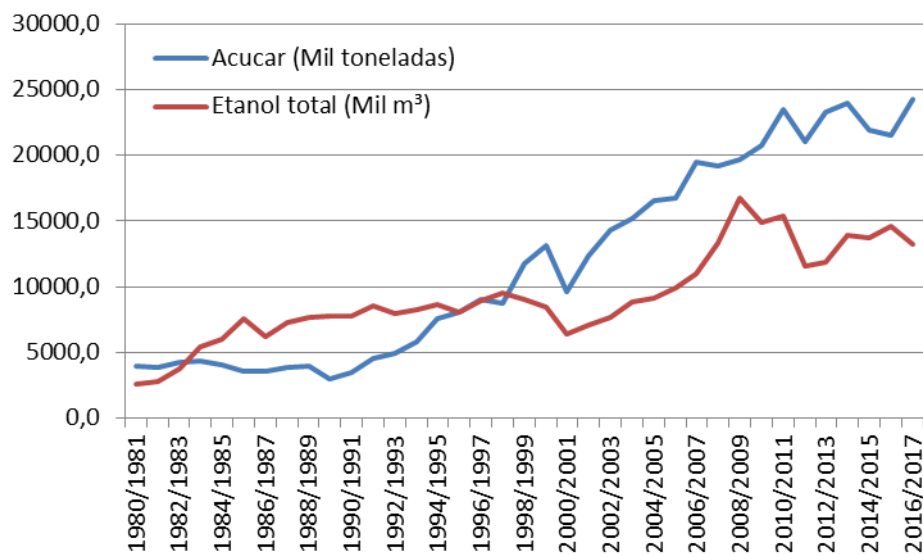


Figura 4. Variação da produção de açúcar e etanol total no estado de São Paulo no período de 1980 a 2017. Fonte: UNICA, (2015).

Notavelmente, São Paulo foi responsável na safra de 2014/15 por 9130,1 mil hectares plantados com a cultura da cana-de-açúcar, a qual corresponde a 53% da produção brasileira (CONAB, 2015). A produção canavieira está praticamente distribuída por todo o estado de São Paulo, sendo que as regiões do Estado que apresentaram as maiores produções de cana-de-açúcar são as regiões Norte e Nordeste (Figura 5).

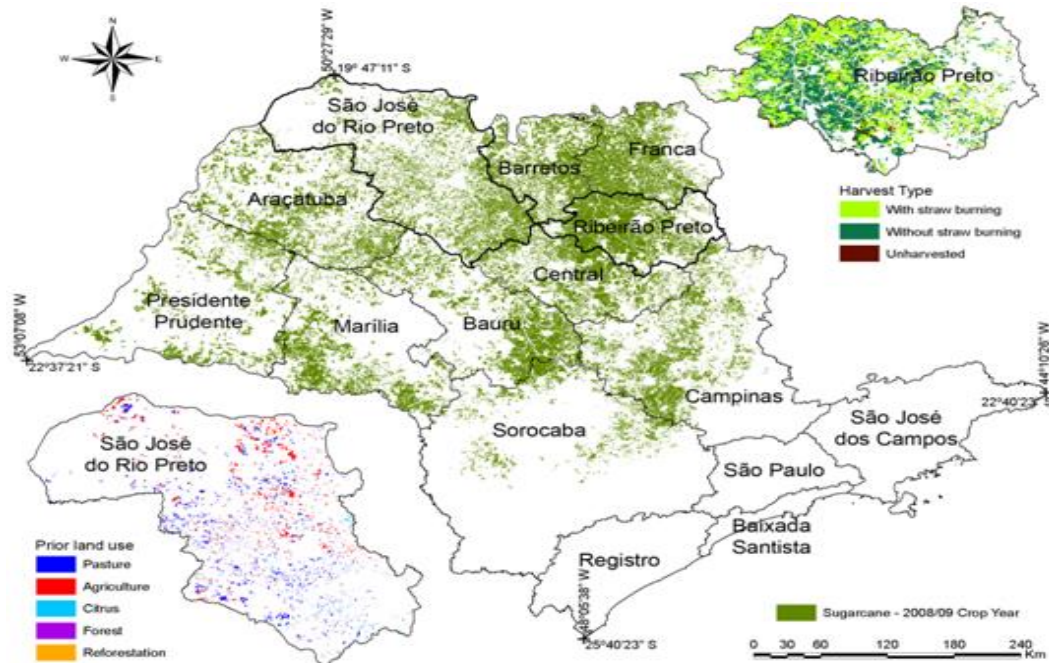


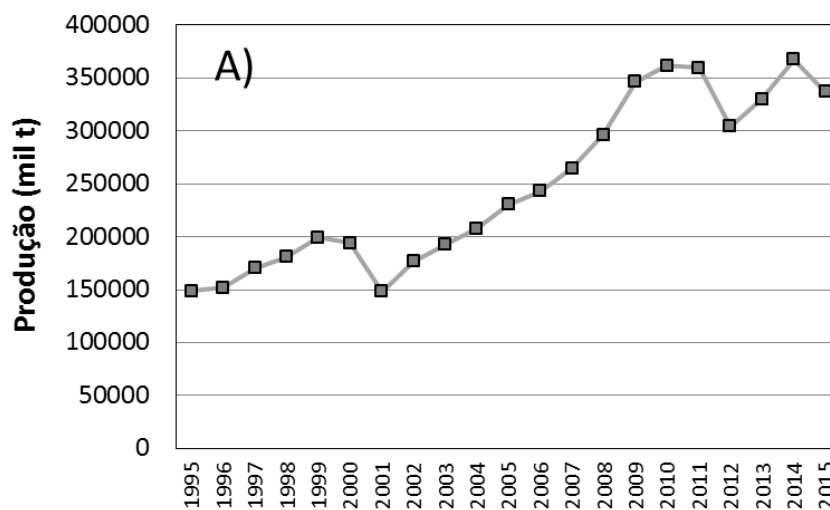
Figura 5. Regiões produtoras de Cana-de-açúcar em São Paulo, Brasil (RUDORFF et al., 2010).

A evolução anual entre o período de 2005 a 2015 das séries de produção e área de corte do estado de São Paulo podem ser analisados na Figura 6 e Tabela 5. A produção de cana-de-açúcar e área de corte do Estado de São Paulo demonstrou uma tendência de crescimento semelhante aos dados do Brasil (Figura1). De maneira geral, houve um aumento da produção de cana-de-açúcar em São Paulo a partir de 2001 e da área de corte após 2005.

Tabela 5. Produção de cana-de-açúcar e área de corte da cana-de-açúcar do Estado de São Paulo, Brasil.

Safra	Área de Corte (há)	Produção (t)
1995	2258900	148941517
1996	2493180	152097970
1997	2446300	170422412
1998	2565150	180596909
1999	2555000	199521253
2000	2484790	194179485
2001	2567178	148256436
2002	2660950	176574250
2003	2817604	192486643
2004	2951804	207810459
2005	3084752	230166870
2006	3498265	242828824
2007	3890414	264338704
2008	4530784	296242813
2009	4781465	346292969
2010	4986634	361260727
2011	5205841	359502680
2012	5150461	304229861
2013	5399235	329922736
2014	5045885	367449592
2015	4921980	336987026

(IEA, 2017)



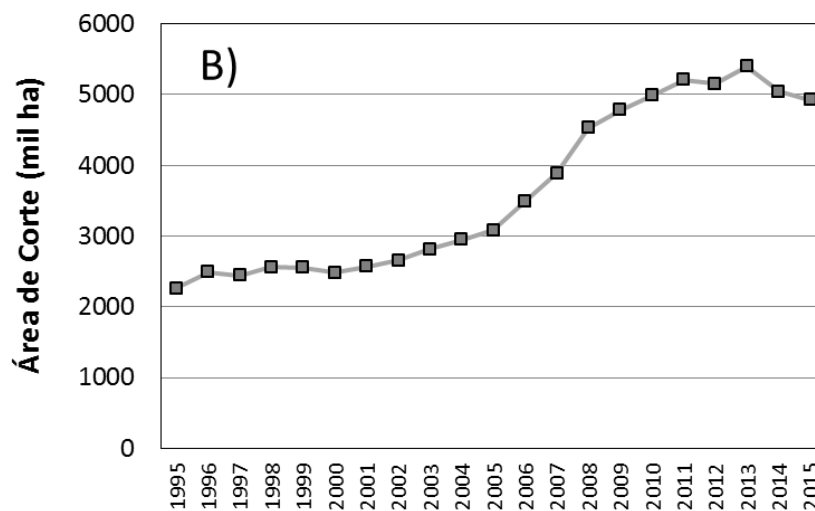


Figura 6. Produção (A) e área de corte (B) de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, Brasil (dados obtidos junto as EDRs).

O estado de São Paulo é dividido territorialmente em Escritórios de Desenvolvimento Regional (EDR), sendo ao todo 40 EDRs que podem ser visualizados na Figura 7.



Figura 7. Escritórios de Desenvolvimento Regional (EDR) do Estado de São Paulo



(IEA, 2017).

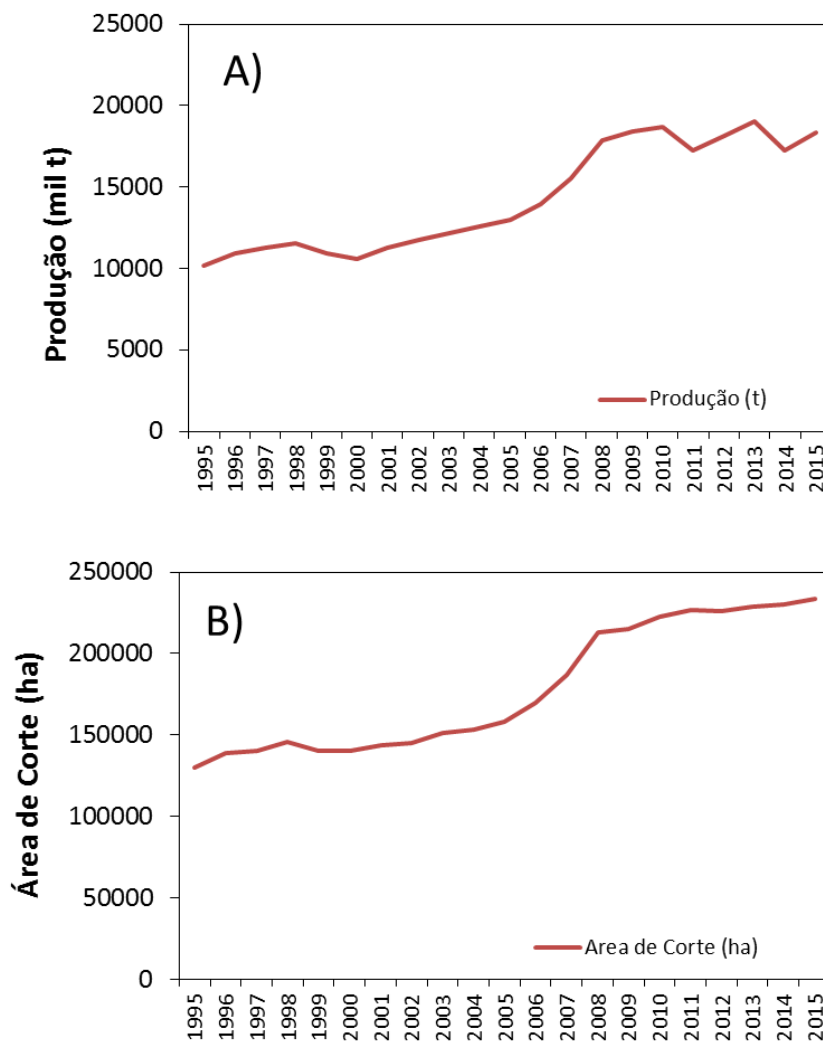
Camargo et al., (2008) realizaram uma divisão do Estado de São Paulo em seis grandes regiões compostas pelos Escritórios de Desenvolvimento Regional (EDRs), para uma melhor discussão dos resultados:

- ⇒ Região Oeste - Dracena, Tupã, São José do Rio Preto, General Salgado, Andradina, Votuporanga, Araçatuba, Fernandópolis, Presidente Venceslau, Presidente Prudente e Jales;
- ⇒ Região Norte - Barretos, Catanduva, Franca, Jaboticabal, Orlândia e Ribeirão Preto;
- ⇒ Região Central - Araraquara, Bauru, Botucatu, Campinas, Jaú, Limeira, Lins, Marília e Piracicaba;
- ⇒ Região Leste - Bragança Paulista, Guaratinguetá, Pindamonhangaba,
- ⇒ Mogi das Cruzes, Mogi-Mirim, São João da Boa Vista e São Paulo;
- ⇒ Região Sudoeste - Sorocaba, Itapetininga, Itapeva, Avaré, Ourinhos e Assis; e
- ⇒ Região Sul - Registro.

As regiões norte e central do estado de São Paulo já são áreas consolidadas na plantação de cana-de-açúcar (KOGA-VICENTE; ZULO JUNIOR e AIDAR, 2013), por isso demonstrou pouco crescimento no período analisado, como observado na Figura 8. Em 1995 a produção média de cana-de-açúcar foi de 10.172,22 mil toneladas, enquanto que em 2015 a produção média foi de 18.344,97 mil toneladas.

Vale ressaltar, que esse valor representa um aumento de 80,3% na produção canavieira (Figura 8A).

Observaram-se na Figura 8, as regiões norte e central do estado de São Paulo evidenciaram pequenas variações na produtividade, entre o período de 1995 a 2015, demonstrando um valor médio de 80,8 toneladas e um desvio padrão (DP) de  $\pm 2,63$  toneladas por hectare (Figura 8C).



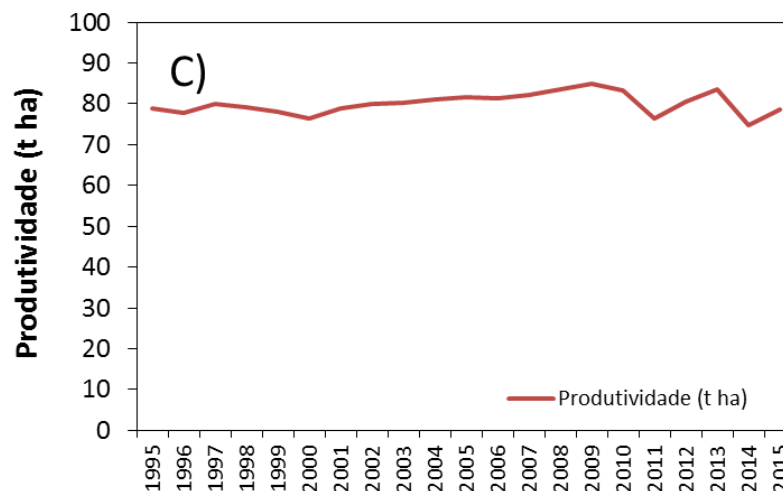


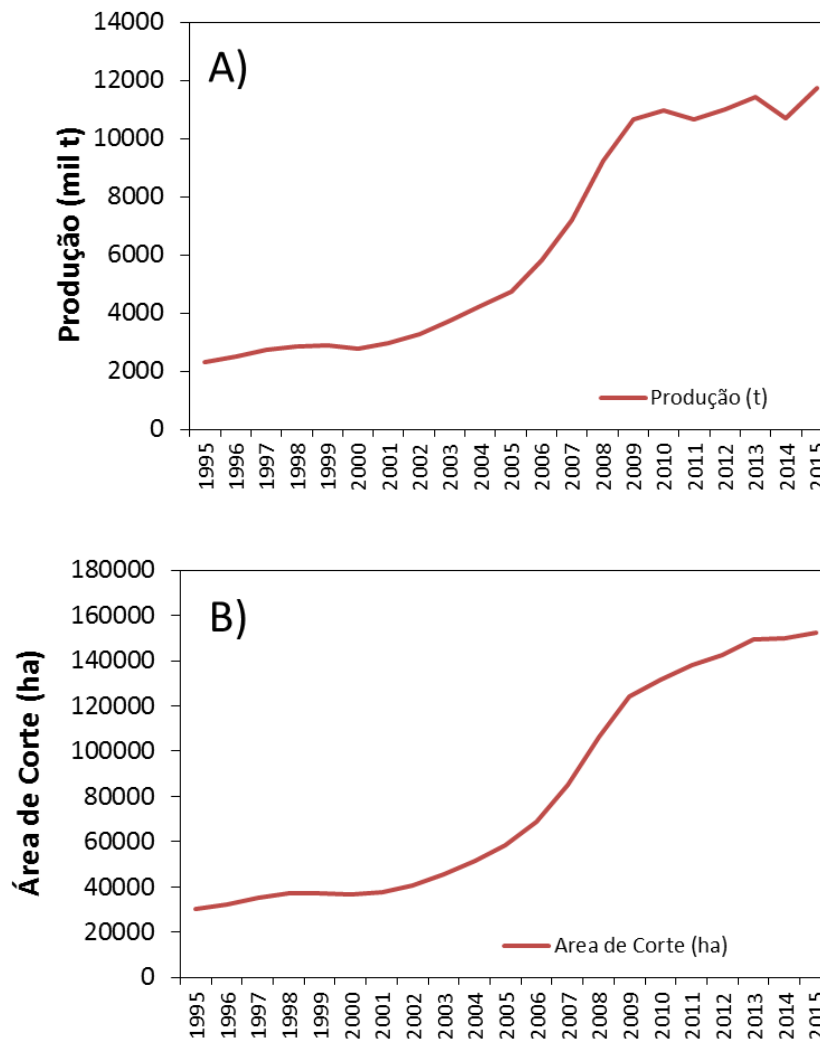
Figura 8. Produção (A), área de corte (B) e produtividade (C) de cana-de-açúcar nas regiões norte/central do estado de São Paulo.

A área de produção do Estado de São Paulo que mais se expandiu nos últimos anos foi à região oeste e sudeste (KOGA-VICENTE; ZULO JUNIOR e AIDAR, 2013), essa expansão pode ser observada na Figura 9. A expansão da área de corte depende de expectativas dos preços desta cultura em relação a expectativa dos preços de outros produtos agropecuários pelos quais a empresa poderia produzir.

Em 1995 a produção média de cana-de-açúcar foi de 2.329,53 mil toneladas, enquanto que em 2015 a produção média foi de 11.721,71 mil toneladas, o que representa um aumento de 503,18% na produção canavieira (Figura 9A). A área de corte canavieira também demonstrou um significativo aumento na quantidade entre o período de 1995 a 2015 (Figura 9B).

A produtividade nas regiões oeste/sudoeste do estado de São Paulo demonstrou pequenas variações, entre o período de 1995 a 2015, com um valor médio de 79,7 e um desvio padrão (DP) de  $\pm 4,28$  toneladas por hectare (Figura 9C).

Vale ressaltar, que a produtividade depende de fatores tecnológicos, econômicos e climáticos. Quanto aos fatores tecnológicos, inclui-se o desenvolvimento de variedades de plantas que detêm maiores produtividades, além do desenvolvimento de adubos, herbicidas, fungicidas, etc. Por sua vez, quanto aos aspectos econômicos pode-se incluir a viabilidade econômica de utilização dos insumos disponíveis para incrementar a produtividade.



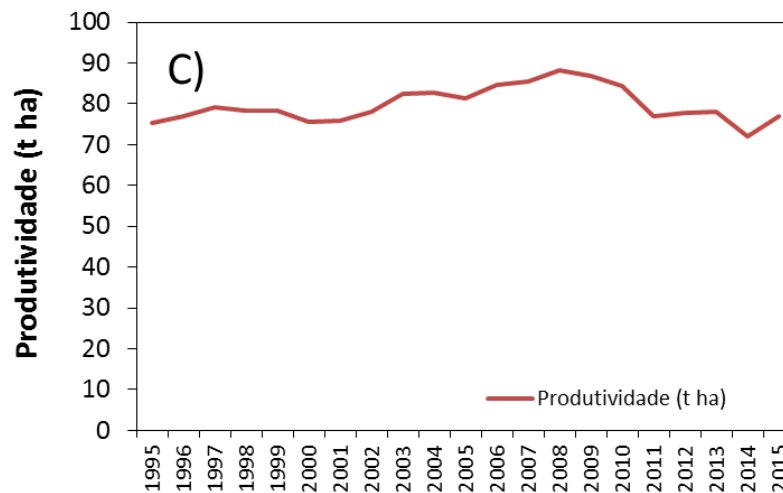


Figura 9. Produção (A), área de corte (B) e produtividade (C) de cana-de-açúcar nas regiões oeste/sudoeste do Estado de São Paulo (dados obtidos junto as EDRs).

### A oferta de produtos agrícolas

Barros (2007) utiliza da teoria econômica para propor pesquisa aplicada sobre a oferta de produtos agrícolas, fazendo os necessários ajustes para a teoria geral de microeconomia poder se aplicada as especificidades da produção agrícola. Neste sentido, a variação da oferta de produtos agrícolas decorre tanto da variação da produtividade (toneladas por hectare) como da variação da área cultivada (hectares), (Equação 1).

$$\text{Oferta} = \text{Produtividade} \times \text{Área planta} \quad (1)$$

A produtividade agrícola decorre de fatores tecnológicos, econômicos e climáticos. Quanto aos fatores tecnológicos, o desenvolvimento de herbicidas, fertilizantes, de novas técnicas de cultivo, como o plantio direto e a rotação de cultura, dentre outras inovações permitem ampliar a produtividade da área cultivada.

A decisão de utilizar todo o potencial tecnológico disponível para o processo produtivo agrícola depende do valor esperado pelo produto final em relação ao preço dos insumos. Por fim, a produtividade depende também de variáveis climáticas como nível de chuva e temperatura do ar.

A expansão da área plantada com determinada cultura decorre da expectativa de preço obtida com a atividade agrícola e da produtividade esperada da nova área plantada. As diferenças quanto ao tipo de solo, as características climáticas de temperaturas e chuvas e a declividade do terreno geram diferenças regionais quanto à produtividade agrícola.

### **Características da produção da cana-de-açúcar**

Alguns fatores de grande influencia na produtividade, conseqüentemente produção canavieira, são os fertilizantes empregados e a etapa de renovação dos canaviais.

A renovação dos canaviais é uma prática comum no manejo da cana-de-açúcar, sendo fundamental para impedir o envelhecimento das plantas (VALOR ECONÔMICO, 2017). A renovação é a retirada do Canavial velho para o plantio de um canavial novo, que seja mais produtivo. De maneira geral, a renovação é feita de 5 em 5 anos, podendo variar de acordo com as condições climáticas, a cultivar e manejo do canavial (GERIN et al., 1996; CHIARADIA et al., 2009). De maneira geral, as usinas de cana-de-açúcar renovam 18% de seus canaviais (VALOR ECONÔMICO, 2017).

A grande necessidade de renovar os canaviais é devido a perda de

produtividade que ocorre entre os distintos cortes. Constatou-se em pesquisa envolvendo as safras de 2007/08 e a safra 2011/12, a produtividade média do primeiro corte no Centro-Sul foi de 104 toneladas por hectare, ocorrendo queda de produtividade nos cortes seguintes (UNICA, 2011). A produtividade média do segundo corte foi de 89,34, do terceiro corte de 78,18, do quarto corte de 70,88, do quinto corte de 66,30 e a produtividade média de mais de seis cortes foi de 70,41 (CONAB, 2012).

Apesar da queda de produtividade devido a não renovação do canavial, a maior parte da cana-de-açúcar colhida, 23,77%, no estado de São Paulo na safra 2011/12 foi de mais de seis cortes e 14,36% da cana colhida foi de primeiro corte. Portanto, muitos produtores optam por não renovar o canavial devido aos custos ou a restrições financeiras (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2013).

Além da renovação do canavial, a produtividade do canavial depende de uma série de operações mecânicas e manuais, denominadas de tratos culturais, os quais são responsáveis diretos pela manutenção do potencial produtivo e pela longevidade do canavial através da aplicação de insumos e recuperação do ambiente de produção. Os principais tratos culturais são a aplicação de herbicidas e o fornecimento de adubação complementar ao plantio (BEUCLAIR; TEZOTTO; MANOCCHIO JÚNIOR, 2015).

Embora exista um expressivo custo ao produtor para efetuar a adubação, este trato cultural permite não apenas ampliar a produtividade do atual corte da cana, como também amplia a longevidade do canavial. Fato desejável ao reduzir o custo de produção total, pois evita os custos de implantação do canavial onde incidem as maiores despesas (ROSSETTO; DIAS; VITTI, 2008).

Os fertilizantes são de grande importância uma vez que promovem a reposição dos nutrientes utilizadas pelo cultivo durante o ciclo de desenvolvimento. Vale ressaltar que, a indústria de fertilizantes vendeu aos produtores de cana-de-açúcar mais de 4200 mil toneladas de fertilizantes, gerando um faturamento estimado de 2,44 bilhões de dólares. Esse volume faturado corresponde a 14% das vendas totais de fertilizantes no Brasil (NEVES; KALAKI, 2015).

Para a adubação dos canaviais, além dos fertilizantes adquiridos comercialmente, utiliza-se a vinhaça (resíduo industrial após a destilação fracionada da cana-de-açúcar) para auxiliar no processo de adubação dos canaviais. No entanto, a utilização da vinhaça depende da topografia, da distribuição de terras da usina e da legislação ambiental no estado de São Paulo, por exemplo, existe uma restrição para a utilização da vinhaça em áreas vulneráveis ambientalmente como pontos de recarga de importantes aquíferos paulistas, (BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL; CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2008)

Apesar de a vinhaça também ser um resíduo industrial sem custos, o transporte da vinhaça para ser utilizado como fertilizante constitui uma operação crítica, pois é um fertilizante orgânico e possui teores relativamente baixos dos nutrientes, sendo necessárias várias aplicações de altas quantidades do material para suprir as necessidades nutricionais da cultura. Existindo três modalidades de transporte: por caminhão, por canal ou adutora. O transporte por caminhão é bastante flexível, mas exige alto custo operacional, o transporte por canal é bastante acessível, mas existe uma série de dificuldades para sua implantação como a restrição topográfica, passar por outras propriedades e dificuldade para a



mecanização. O transporte por adutora, evita a exposição do canal, mas tem custos de implantação adicionais (BEUCLAIR; TEZOTTO; MANOCCHIO JÚNIOR, 2015).

### **Fundamentação teórica sobre o impacto dos preços na oferta de um bem**

A teoria microeconômica estuda o comportamento dos consumidores e das empresas em um ambiente de mercado (PINDYCK; RUBINFELD, 1994; VARIAN, 2006). A microeconomia avalia os fatores determinantes da oferta, demanda e da formação de preços de bens e serviços (FERGUSON, 1999; VARIAN, 2012), analisando, por exemplo, como variações de preços impactam na quantidade ofertada pelas empresas de determinado bem ou serviço ou como a variação de preços impactam na quantidade demandada pelos consumidores de determinados bens ou serviços (ANDRADE; MADALOZZO, 2003; FRANK, 2013).

Um ponto de extrema importância dentro das questões da microeconomia é o mercado. Os mercados ocorrem onde produtores e consumidores trocam bens e serviços, podendo ocorrer em vários níveis ou escalas de tamanho, podendo ainda ter um local físico ou não (RENNÓ; SPANAKOS, 2006). Por meio das formas do mercado, consegue-se saber seus componentes, além de definir a sua capacidade e a possibilidade de se operar em meio a concorrência (VASCONCELLOS; GARCIA, 2006).

Grande parte dos produtos agrícolas têm seus preços estabelecidos no mercado em virtude do equilíbrio entre as curvas de oferta e de demanda. Ferguson (1999) relata que há três conjuntos de agentes econômicos: consumidores, empresários e proprietários de recursos. Os proprietários de recursos são os que

forneem os bens determinados pelas foras de mercado, em contrapartida recebem uma renda monetária.

A demanda corresponde à quantidade de produtos que o mercado quer consumir em um determinado tempo e local. A curva de demanda expressa a relação entre o preço e a quantidade (Figura 10). É interessante ressaltar que a quantidade demandada varia inversamente com o preço (FERGUSON, 1999). Essa declividade negativa ocorre por que com preços elevados, você compraria somente uma pequena quantidade do produto, mas a preços baixos, você compraria mais do determinado produto. Destaca-se que as curvas que expressam a demanda muitas das vezes são conhecidas como a curva de disposição-a-pagar ou curva de benefício marginal (MANKIW; MONTEIRO, 2001).

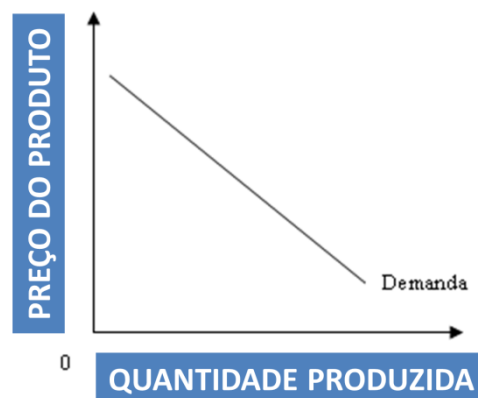


Figura 10. Exemplo de curva de demanda de um determinado produto (FONTE: AUTOR).

A quantidade produzida de um determinado produto em um determinado tempo é conhecida como oferta. Mas, precisamente a oferta corresponde aos bens e serviços colocados à venda em certo período de tempo, buscando a obtenção de um possível lucro. Quando ocorre um acréscimo no preço de um determinado bem ou

serviço, a quantidade ofertada desse bem deve se elevar (MANKIW; MONTEIRO, 2001).

Hall ; Lierberman (2003) relatam que quando o valor de um determinado produto é alterado, há um movimento na curva da oferta (Figura 11), podendo ser para direita ou esquerda, e assim promovendo uma alteração no volume ofertado do produto.



Figura 11. Exemplo de curva de oferta de um determinado produto (FONTE: AUTOR).

Vale ainda ressaltar que variações nos preços de outros produtos também interferem na produção de determinado bem ou serviço, pois elevações nos preços de outros bens nos quais o produtor poderia produzir podem reduzir a oferta do bem analisado, ou a redução do preço dos outros bens podem ampliar a oferta de um bem ou serviço analisado.

### **Alguns estudos com análises econométricas**

Na literatura foram encontrados alguns trabalhos que utiliza de análises econométricas avaliar a oferta de cana-de-açúcar, açúcar, e etanol, como por exemplo: Shikida et al., (2007) que realizaram uma análise econométrica preliminar das ofertas de açúcar e álcool no Estado do Paraná no período de 1980 a 2015, e ao final observaram que a oferta de açúcar varia inversamente ao preço do álcool, e a oferta de álcool varia inversamente ao preço do açúcar, porém este último não demonstrou ser significativo estatisticamente. Considerando apenas os resultados significativos, os autores observaram que uma variação de 1% no preço real do açúcar gera 1,2% de variação positiva na oferta deste produto, e se o preço real do álcool se eleva em 1%, a quantidade ofertada de açúcar sofre uma queda de 2,0%.

Satolo ; Bacchi (2009) que utilizaram das análises econométricas para avaliar o papel de choques de oferta e de demanda na evolução recente da produção de cana-de-açúcar abrangendo o período de 1976 a 2006, para o estado de São Paulo. Ao final, os autores concluíram que a variação do preço da cana-de-açúcar apresentou impacto de mais de 40% sobre a produtividade influenciando na oferta de cana-de-açúcar do Estado.

Dias; Alves; Shikida (2009) avaliando as ofertas de açúcar e de álcool paranaenses no período de 1981 a 2006, por meio de análise de cointegração, observaram que em relação à oferta do álcool, um aumento em seu preço real a eleva em 0,77% e aumentando-se o preço real do açúcar internacional em 1% promove uma queda de 0,42% na oferta do álcool.

## **Material e Métodos**

Este trabalho é uma pesquisa aplicada, de caráter descritivo e abordagem quantitativa, na qual se empregou como método de pesquisa o levantamento de dados para a obtenção das informações.

A pesquisa foi realizada utilizando dados dos principais Escritórios de Desenvolvimento Regional (EDRs) de regiões produtoras do Estado de São Paulo. Essas regiões contemplam em vários anos as maiores participações da produção canavieira Paulista.

Neste trabalho foram analisados trinta EDRs de regiões com a maior produção de cana-de-açúcar no estado de São Paulo. Estas EDRs estão localizadas nas regiões oeste, sudoeste, norte e central do Estado. A evolução da produção canavieira nas trinta EDRs do Estado de São Paulo podem ser observadas no ANEXO 1.

Foram utilizadas séries históricas de dados econômicos e da oferta, área e produtividade canavieira que englobam todo o período de 1995-2015. Os dados foram obtidos junto ao Instituto de Economia Agrícola (IEA).

Os dados foram de oferta de cana-de-açúcar (toneladas), produtividade de cana-de-açúcar (toneladas de cana produzidas por hectare), área de corte com cana-de-açúcar (hectares), preço da cana-de-açúcar (reais por toneladas) e do preço da carne bovina (reais por arroba). Foi utilizado o preço da carne bovina devido às áreas com pastagens já ter sido um dos principais produtos concorrentes das áreas com cana-de-açúcar como destacado por Igreja et al., (2008).

Os dados foram submetidos a transformação em logaritmo das variáveis, modelo *log-log*, com o intuito de mensurar as elasticidades das variáveis explicativas sobre a variável dependente (GUJARATI; PORTER, 2008). Aplicou-se ainda a diferença em todas as variáveis analisadas, com o intuito de tornar as variáveis estacionárias após o diagnóstico de não estacionariedade pelo teste Kwiatkowski–Phillips–Schmidt–Shin (*KPSS*).

Como a cana-de-açúcar possui a característica da plantação permitir a colheita em várias safras, a decisão de área plantada, produção e produtividade possui defasagem temporal. Devido a este fator, adotaram-se variáveis explicativas defasadas. O teste de Akaike e Schwarz foram utilizados para ajudar na escolha do melhor modelo.

A seguir, foram apresentados os modelos matemáticos teóricos utilizados neste trabalho. As variáveis dependentes na construção dos modelos foram à oferta canavieira, a produtividade por área de cana-de-açúcar e a área de corte do cultivo canavieiro.

A oferta de cana-de-açúcar (*OCA*) é função das variáveis independentes: preço da cana de cana-de-açúcar (*PC*, reais) e do preço da carne bovina (*PB*, reais) (Equação 2).

$$\Delta \ln OCA_{it} = \alpha_i + \beta_1 \Delta \ln PC_{i(t-1)} + \beta_p \Delta \ln PB_{i(t-1)} + \mu_{it} \quad (2)$$

A produtividade da cana-de-açúcar (*PCA*) é função das seguintes variáveis independentes: área de corte (*AC*) e do preço da cana-de-açúcar (*PC*, reais). (Equação 3).

$$\Delta \ln PCA_{it} = \alpha_i + \beta_1 \Delta \ln AC_{i(t-1)} + \beta_p \Delta \ln PC_{i(t-1)} + \mu_{it} \quad (3)$$

A área de corte de cana-de-açúcar (*AC*) é função das seguintes variáveis

independentes: produtividade (PCA), do preço de cana-de-açúcar (PC, reais) e do preço da carne bovina (PB, reais) (Equação 4).

$$\Delta \ln AC_{it} = \alpha_i + \beta_1 \Delta \ln PCA_{i(t-1)} + \beta_p \Delta \ln PC_{i(t-1)} + \beta_p \Delta \ln PB_{i(t-1)} + \mu_{it} \quad (4)$$

Com os modelos calibrados também foi aplicada a análise de sensibilidade, também conhecida como “elasticidade”. Essa análise é um instrumento útil em diferentes áreas para determinar a importância de uma variável sobre o resultado final de outra (GUJARATI; PORTER, 2011). Nesta análise é feita uma comparação entre os coeficientes angulares (peso) das variáveis independentes, e quanto maior o peso, maior será a influência daquela variável na oferta canavieira do Estado Paulista.

Foram utilizados como métodos de estimações: mínimo quadrado ordinário (MQO), método de efeito fixo e método do efeito aleatório. Foram testados esses 3 tipos de métodos de estimação do modelo devido a estrutura dos dados serem em painel. A escolha do melhor método de estimação foi realizada com o teste de Hausman.

O teste de Hausman é um teste estatístico que avalia a consistência de um estimador comparado a um outro estimador alternativo. Assim, por meio deste teste é possível verificar se o modelo estimado pelo método de efeito fixo é mais adequado do que o modelo estimado pelo método do efeito aleatório.

As avaliações, assim como a mensuração, foram realizadas utilizando o software Gretl (Regression, Econometrics e Time-series Library). A seleção do melhor modelo calibrado foi pelos testes de Hausman. A significância dos parâmetros dos modelos foi verificada pela Estatística t (\* p<0.05, \*\* p<0.01 e \*\*\* p<0.001).

## **Análise de dados em painel**

A estrutura de dados em painel apresenta duas dimensões, sendo uma espacial (no caso deste estudo as diferentes regiões canavieiras “EDRs”) e outra temporal, no caso os anos. Dessa maneira, em modelagem consegue-se anular o efeito de variáveis não observadas que variam entre as entidades, mas que são constantes ao longo do tempo, reduzindo assim o viés de variável omitida (GUJARATI; PORTER, 2011).

Existem três métodos de estimação de modelos para as regressões com dados em painel: Mínimos Quadrados Ordinários (Pooled), Efeitos fixos (EF), e Efeitos Aleatórios (EA).

Para utilizar o método de mínimos quadrados ordinários na análise parte da premissa de que todos os coeficientes são constantes ao longo do tempo e também entre os fatores. Por sua vez, as análises com efeitos fixos pode ser realizada pelas maneiras: 1) com coeficiente angular constante e intercepto variando entre entidades; 2) com coeficiente angular constante e intercepto variando com o tempo; 3) com coeficiente angular constante e intercepto variando entre entidades e com o tempo e; 4) com todos os coeficientes variando entre as entidades. Já, o modelo de Efeitos Aleatórios é constituído sob a premissa de que o intercepto é uma extração aleatória de uma população muito maior e que os erros gerados não são correlacionados com os parâmetros utilizados no modelo (GUJARATI; PORTER, 2011).



## Resultados e Discussão

### Variável Produção

Para a variável dependente produção foram estimados os modelos pelos métodos mínimos quadrados ordinários (MQO), pelo efeito fixo e também pelo efeito aleatório, mas como o teste de Hausman foi  $\approx 1$ , rejeita-se a hipótese alternativa e aceita-se a hipótese nula ( $H_0$ ), e dessa maneira, selecionou-se os modelos estimados pelo método do efeito aleatório para todas as regiões e o estado de São Paulo.

A Tabela 6 descreve as estimações dos modelos que visavam o estudo da relação entre a produção canavieira do Estado de São Paulo e as variáveis referentes ao preço da cana-de-açúcar e o preço da carne bovina, ambas com suas respectivas defasagens. No estado de São Paulo pode-se verificar que as variáveis referentes ao preço da cana-de-açúcar na primeira, segunda e quarta defasagens e o preço da carne bovina na segunda defasagem mostraram ter efeito significativo na variável dependente produção de cana-de-açúcar.

Avaliando a elasticidade do modelo, verificou-se que a variável com maior influência na produção de cana-de-açúcar do Estado de São Paulo foi o preço da carne bovina na segunda defasagem, demonstrando um coeficiente de -0,227. Assim, se o preço da carne bovina aumentar em 1%, a produção da cana-de-açúcar reduz em 0,227%, *ceteris paribus*. Já, o preço da cana-de-açúcar na segunda defasagem foi a segunda variável com maior influência, com um coeficiente de 0,2130. Dessa maneira, se o preço da cana-de-açúcar aumentar em 1%, a produção

da cana-de-açúcar aumenta em 0,213%,

Tabela 6: Valores estimados das variáveis explicativas na produção de cana-de-açúcar nas trinta principais EDRs produtoras de cana-de-açúcar do Estado de São Paulo.

Variáveis	Pooled (MQO)	EfeitoFixo	EfeitoAleatório
Const	0,0753***(2,32e-020)	0,0753***(3,15e-208)	0,0753*** (4,01e-014)
d_1_PCana_1	0,0946*(0,0976)	0,0946(0,1833)	0,0946* (0,0914)
d_1_PCana_2	0,2130 *** (0,0003)	0,2130***(4,87e-08)	0,2130*** (0,0002)
d_1_PCana_3	0,0896(0,1303)	0,0896** (0,0132)	0,0896(0,1231)
d_1_PCana_4	0,1818*** (0,0029)	0,1818***(0,0002)	0,1818***(0,0024)
d_1_PCarneBovi~_1	0,0927(0,3892)	0,0927* (0,0840)	0,0927(0,3802)
d_1_PCarneBovi~_2	-0,2277* (0,0647)	-0,227*** (0,0034)	-0,227* (0,0597)
Testes conjuntos	F=4,32***	F= 8,49***	
R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> = 0,0519 R <sup>2</sup> ajustado = 0,0399	R <sup>2</sup> = 0,143	
Teste de Hausmann			X <sup>2</sup> = 0 Prob>chi2 = 1
N.observações	480	480	480

Coefficiente da regressão é o valor sem parênteses;

Valor dentro dos parênteses é a Estatística t (\* p<0.10, \*\*p<0.05, \*\*\* p<0.01)

F = teste F

A Tabela 7 descreve as estimações dos modelos que visavam o estudo da relação entre a produção canavieira das regiões Oeste e Sudoeste do Estado de São Paulo com as variáveis: preço da cana-de-açúcar e preço da carne bovina, ambas com variáveis defasagens. Nas regiões Oeste e Sudoeste do Estado de São Paulo a produção de cana-de-açúcar foi afetada significativamente pelo preço da cana-de-açúcar na segunda e quarta defasagem e o preço da carne bovina na segunda defasagem.

A variável que demonstrou a maior influência a produção de cana-de-açúcar

das regiões Oeste e Sudoeste também foi o preço da carne bovina na segunda defasagem, demonstrando uma elasticidade de -0,429. Assim, se o preço da carne bovina aumentar em 1%, a produção da cana-de-açúcar reduz em 0,429%, *ceterisparibus*. A segunda variável com maior influência foi o preço da cana-de-açúcar na segunda defasagem com um coeficiente de 0,220. Com isso, se o preço da cana-de-açúcar aumentar em 1%, a produção da cana-de-açúcar aumenta em 0,220% (Tabela 7).

Tabela 7: Valores estimados das variáveis explicativas na produção de cana-de-açúcar nas quinze principais EDRs produtoras de cana-de-açúcar das regiões Oeste e Sudoeste do Estado de São Paulo.

Variáveis	Pooled (MQO)	EfeitoFixo	EfeitoAleatório
Const	0,1107*** (5,71e-017)	0,1107*** (7,40e-138)	0,1107*** (1,07e-014)
d_1_PCana_1	0,0906 (0,4838)	0,0906 (0,4838)	0,0906 (0,3576)
d_1_PCana_2	0,2206*** (0,0017)	0,2206*** (0,0017)	0,2206** (0,0282)
d_1_PCana_3	0,0601 (0,3081)	0,0601 (0,3082)	0,0601 (0,5555)
d_1_PCana_4	0,2194** (0,0120)	0,2194** (0,0120)	0,2194** (0,0369)
d_1_PCarneBovi~_1	-0,0213 (0,7381)	-0,0213 (0,7381)	-0,0213 (0,9084)
d_1_PCarneBovi~_2	-0,4297*** (0,0002)	-0,4297*** (0,0002)	-0,4297** (0,0437)
Testes conjuntos	F=5,92***	F= 5,92***	
R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> = 0,0607 R <sup>2</sup> ajustado = 0,0365	R <sup>2</sup> = 0,1157	
Teste de Hausmann			X <sup>2</sup> = 1,06581e-013 Prob>chi2 = 1
N.observações	240	240	240

Coeficiente da regressão é o valor sem parênteses;

Valor dentro dos parênteses é a Estatística t (\* p<0.10, \*\*p<0.05, \*\*\* p<0.01)

F = teste F

A Tabela 8 descreve as estimações dos modelos que visavam o estudo da relação entre a produção canavieira das regiões Norte, Central e Leste do Estado de São Paulo e as variáveis referentes ao preço da cana-de-açúcar e o preço da carne bovina, ambas com suas respectivas defasagens. Nas regiões Norte, Central e Leste a produção de cana-de-açúcar foram afetadas significativamente pelo preço da cana-de-açúcar na segunda defasagem e o preço da carne bovina na primeira defasagem. A variável que demonstrou a maior influência a produção de cana-de-açúcar das regiões Norte, Central e Leste também foi o preço da carne bovina, porém na primeira defasagem, demonstrando uma elasticidade de -0,252. Assim, se o preço da carne bovina aumentar em 1%, a produção da cana-de-açúcar reduz em 0,252%, *ceterisparibus*.

Tabela 8: Valores estimados das variáveis explicativas na produção de cana-de-açúcar, entre o período de 1995 e 2015, quinze principais EDRs produtoras de cana-de-açúcar das regiões Norte, Central e Leste do Estado de São Paulo.

Variáveis	Pooled (MQO)	EfeitoFixo	EfeitoAleatório
Const	0,0362*** (4,43e-010)	0,0362*** (1,30e-077)	0,0362*** (1,21e-06)
d_1_PCana_1	-0,0808 (0,1100)	-0,0808 (0,1101)	-0,0808 (0,1172)
d_1_PCana_2	0,0758*** (0,0005)	0,0758*** (0,0005)	0,0758** (0,0474)
d_1_PCana_3	0,0582 (0,1865)	0,0582 (0,1866)	0,0582 (0,1814)
d_1_PCarneBovi_1	-0,2524*** (0,0003)	-0,2524*** (0,0003)	-0,252** (0,0138)
Testes conjuntos	F=8.59***	F= 8,59***	
R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> = 0,0443 R <sup>2</sup> ajustado = 0,0290	R <sup>2</sup> = 0,0808	
Teste de Hausman			X <sup>2</sup> = 0 Prob>chi2 = 1
Nº Observações	255	255	255

Coefficiente da regressão é o valor sem parênteses;

Valor dentro dos parênteses é a Estatística t (\* p<0.10, \*\*p<0.05, \*\*\* p<0.01)

F = teste F

## Variável área de corte canavieira

Para a variável independente área de corte foram estimados os modelos pelos métodos mínimos quadrados ordinários (MQO), pelo efeito fixo e também pelo efeito aleatório, mas como o teste de Hausman foi  $\approx 1$ , rejeita-se a hipótese alternativa e aceita-se a hipótese nula ( $H_0$ ), e dessa maneira, foi selecionado o modelo estimado pelo método do efeito aleatório para todas regiões e também o estado de São Paulo.

A Tabela 9 descreve as estimações dos modelos que visavam o estudo da relação entre a área de corte canavieira do Estado de São Paulo e as variáveis referentes ao preço da cana-de-açúcar, o preço da carne bovina e à produtividade canavieira, ambas com suas respectivas defasagens. A área de corte de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo foi influenciada pelas variáveis: preço da cana-de-açúcar na segunda e quarta defasagens, o preço da carne bovina na segunda defasagem e a produtividade na primeira e terceira defasagens.

Vale apenas ressaltar que a variável com maior influência na área de corte paulista foi à produtividade da cana-de-açúcar na primeira defasagem, uma vez que demonstrou um coeficiente de 0,2743. Assim, se a produtividade aumentar em 1%, a área de corte da cana-de-açúcar aumenta em 0,274%, *ceterisparibus*. O preço da carne bovina em segunda defasagem foi a segunda variável com maior influência com uma elasticidade de -0,264. Assim, quando ocorre um aumento no preço da carne bovina de 1%, ocorre uma redução na área de corte da cana-de-açúcar em 0,264%, *ceterisparibus*.

Tabela 9: Valores estimados das variáveis explicativas na área de corte de cana-de-açúcar, entre o período de 1995 e 2015, das trinta principais EDRs com produção canavieira do Estado de São Paulo.

Variáveis	Pooled (MQO)	Efeito Fixo	Efeito Aleatório
Const	0,0075 *** (7,42e-014)	0,07557***(2,21e-262 )	0,0755*** *( 5,45e-014)
d_1_PCana_1	0,0435 (0,2669)	0,0459 (0,2491 )	0,0451 (0,3049)
d_1_PCana_2	0,1247*** (4,80e-06)	0,1288*** (1,31e-06 )	0,1273 *** (0,0059)
d_1_PCana_3	0,0357 (0,1198)	0,0398 * (0,0804)	0,0383 (0,4085)
d_1_PCana_4	0,0886*** (0,0025)	0,0899*** (0,0022 )	0,0894 * (0,0539)
d_1_PCarneBovi~_1	0,0177 (0,6586)	0,0226 (0,5615)	0,0208 (0,8086)
d_1_PCarneBovi~_2	-0,2680*** (9,92e-06)	-0,2620*** (1,93e-05)	-0,2642*** (0,0057)
d_1_Produtivid~_1	0,2612 *** (1,16e-05)	0,2817*** (3,80e-06)	0,2743*** (0,0003)
d_1_Produtivid~_2	0,1108 (0,2498)	0,1347 (0,2017)	0,1261 (0,1170)
d_1_Produtivid~_3	0,1531** (0,0241)	0,1751** ( 0,0131 )	0,1672** (0,0293)
Testes conjuntos	F=11,79***	F= 12,27***	
R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> = 0,0724 R <sup>2</sup> ajustado = 0,0547	R <sup>2</sup> = 0,221	
Teste de Hausmann			X <sup>2</sup> =4,11 Prob>chi2 = 0,90
N.observações	480	480	480

Coefficiente da regressão é o valor sem parênteses;

Valor dentro dos parênteses é a Estatística t (\* p<0.10, \*\*p<0.05, \*\*\* p<0.01)

F = teste F

Na Tabela 10 podem ser observadas as estimações dos modelos que visavam o estudo da relação entre a área de corte das regiões Oeste e Sudoeste do Estado de São Paulo com o preço da cana-de-açúcar e da carne bovina, além da produtividade canavieira, ambas com suas respectivas defasagens. Por sua vez, nas regiões Oeste e Sudoeste do Estado de São Paulo observou-se que o preço da cana-de-açúcar nas segundas e quarta defasagens, o preço da cana-de-açúcar na segunda defasagem e a produtividade na primeira e terceira defasagem foram as variáveis que influenciaram a área de corte canavieira.

Analisando a elasticidade do modelo, pode-se observar que a variável que demonstrou a maior influência na área de corte das regiões Oeste e Sudoeste paulista foi o preço da carne bovina em segunda defasagem, uma vez que demonstrou um coeficiente de - 0,333. Assim, se o preço da carne bovina aumentar em 1%, a área de corte reduz em 0,333%, *ceterisparibus*. A produtividade em primeira defasagem foi a segunda variável com maior influência, demonstrando uma elasticidade de 0,3068.

Tabela 10 Valores estimados das variáveis explicativas na área de corte de cana-de-açúcar, entre o período de 1995 e 2015, das quinze principais EDRs com produção canaveira das regiões Oeste e Sudoeste do Estado de São Paulo.

Variáveis	Pooled (MQO)	EfeitoFixo	EfeitoAleatório
Const	0,1125*** (7,29e-0171)	0,1125***(1,04e-164)	0,1125*** ( 2,71e-013)
d_1_PCana_1	0,0824 (0,1662)	0,0834 (0,1652)	0,0829 (0,2867)
d_1_PCana_2	0,1721*** (0,0001)	0,1739***(0,0001)	0,1730** (0,0331)
d_1_PCana_3	0,0695 * (0,0559)	0,0715 ** (0,0478)	0,07054 (0,3874)
d_1_PCana_4	0,1474*** (0,0013)	0,1480***(0,0013)	0,1477 * (0,0726)
d_1_PCarneBovi~_1	-0,0212 (0,7582)	-0,0193 (0,7792)	-0,02033 (0,8916)
d_1_PCarneBovi~_2	-0,3348***(0,0008)	-0,3324***(0,0009)	-0,3336** (0,0483)
d_1_Produtivid~_1	0,3019*** (0,0001)	0,3120*** (8,07e-05)	0,3068*** (0,0047)
d_1_Produtivid~_2	0,1397 (0,2548)	0,1477 (0,2489)	0,1436 (0,1957)
d_1_Produtivid~_3	0,1994** (0,0130)	0,2129*** (0,0093)	0,2060* (0,0560)
Testes conjuntos	F=19,52***	F= 21,14***	
R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> = 0,0948 R <sup>2</sup> ajustado = 0,059	R <sup>2</sup> = 0,1835	
Teste de Hausmann			X <sup>2</sup> = 1,03 Prob>chi2 = 0,99
N.observações	240	240	240

Coefficiente da regressão é o valor sem parênteses;

Valor dentro dos parênteses é a Estatística t (\* p<0.10, \*\*p<0.05, \*\*\* p<0.01)

F = teste F

A Tabela 11 apresenta as estimações dos modelos que visavam o estudo da relação entre a área de corte das regiões Norte, Central e Leste do Estado de São Paulo com o preço da cana-de-açúcar e da carne bovina, além da produtividade canavieira, ambas com suas respectivas defasagens. Já, a variável área de corte da cana-de-açúcar das regiões Norte, Central e Leste do Estado de São Paulo foram afetados significativamente pelo preço da cana-de-açúcar na segunda defasagem e o preço da carne bovina na segunda defasagem e também pela produtividade na primeira e quarta defasagem.

A variável com maior influência na área de corte das regiões Norte, Central e Leste, também foi à produtividade, porém na quarta defasagem, demonstrando um coeficiente de 0,3006. Dessa maneira, se a produtividade aumentarem 1%, a área de corte da cana-de-açúcar aumenta em 0,300%, *ceterisparibus*. Essa condição da produtividade ser a variável mais influente também foi observadas nas análises do estado de São Paulo.

Tabela 11: Valores estimados das variáveis explicativas na área de corte de cana-de-açúcar, entre o período de 1995 e 2015, das quinze principais EDRs com produção canavieira das regiões Norte, Central e Leste do Estado de São Paulo.

Variáveis	Pooled (MQO)	EfeitoFixo	EfeitoAleatório
Const	-0,01305*** (4,15e-08)	0,03794*** (7,47e-101)	0,0379*** (1,53e-06)
d_1_PCana_1	0,0743 (0,8028)	-0,0119 (0,8200)	-0,0124 (0,7604)
d_1_PCana_2	0,0691** (0,0272)	0,0761** (0,0275)	0,0752* (0,0912)
d_1_PCana_3	-0,0104 (0,7286)	-0,0102 (0,7458)	-0,0103 (0,8158)
d_1_PCana_4	0,0380 (0,2193)	0,0378 (0,2389)	0,0379 (0,3767)
d_1_PCarneBovi~_1	0,0494 (0,1443)	0,0553* (0,0999)	0,0525 (0,5383)
d_1_PCarneBovi~_2	-0,2189*** (0,0020)	-0,2189*** (0,0027)	-0,2189** (0,0154)
d_1_Produtivid~_1	0,1663** (0,0132)	0,1875*** (0,0068)	0,1803* (0,0844)
d_1_Produtivid~_2	0,1397 (0,1880)	0,1721 (0,2239)	0,1693 (0,1997)



<b>d_1_Produtivid~_3</b>	0,1705 (0,1649)	0,1739 (0,2115)	0,1723 (0,1585)
<b>d_1_Produtivid~_4</b>	0,2996*** (0,0002)	0,3016 *** (0,0023)	0,3006*** (0,0077)
Testes conjuntos	F=23,17***	F= 3,59***	
R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> = 0,093 R <sup>2</sup> ajustado = 0,0369	R <sup>2</sup> = 0,188	
Teste de Hausmann			X <sup>2</sup> =1,81 Prob>chi2 = 0,99
N.observações	240	240	240

Coefficiente da regressão é o valor sem parênteses;

Valor dentro dos parênteses é a Estatística t (\* p<0.10, \*\*p<0.05, \*\*\* p<0.01)

F = teste F

### Variável produtividade canavieira

Para a dependente produtividade canavieira também foi selecionado o modelo estimado pelo método do efeito aleatório, uma vez que o teste de Hausman foi  $\approx 1$  para todas as regiões do estado de São Paulo.

A Tabela 12 descreve as estimações dos modelos que visavam o estudo da relação entre a produtividade canavieira do Estado de São Paulo e as variáveis referentes ao preço da cana-de-açúcar e a produtividade, com suas respectivas defasagens. No estado de São Paulo as variáveis referentes ao preço da cana-de-açúcar na segunda, terceira e quarta defasagem e a produtividade na primeira e segunda defasagem foram as variáveis que evidenciaram efeito significativo na produtividade da cana-de-açúcar.

Destaca-se que a variável que demonstrou a maior influência na produtividade da cana-de-açúcar paulista foi à produtividade com uma defasagem, uma vez que demonstrou uma elasticidade de - 0,336. Por sua vez, a variável com a

segunda maior influência foi à produtividade em segunda defasagem com uma elasticidade de - 0,297 (Tabela 12).

Tabela 12: Valores estimados das variáveis explicativas na produtividade de cana-de-açúcar, entre o período de 1995 e 2015, das principais EDRs com produção canavieira do Estado de São Paulo.

Variáveis	Pooled	EfeitoFixo	EfeitoAleatório
Const	-0,0007 (0,5992)	-0,0008 (0,1582)	-0,0007 (0,8333)
d_1_PCana_1	0,0292 (0,4418)	0,0287 (0,4456)	0,0292 (0,2976)
d_1_PCana_2	0,0454** (0,0186)	0,0450 ** (0,0196)	0,0454* (0,0647)
d_1_PCana_3	0,0429* (0,0975)	0,0428 * (0,0975)	0,0429* (0,0831)
d_1_PCana_4	0,0880*** (0,0047)	0,0878*** (0,0046)	0,0880*** (0,0030)
d_1_Produtivid~_1	-0,3664*** (4,32e-08)	-0,3710*** (6,83e-08)	-0,3664*** (1,64e-015)
d_1_Produtivid~_2	-0,2971*** (1,19e-07)	-0,3008*** (5,55e-08)	-0,2971*** (1,77e-09)
Testes conjuntos	F=22,71***	F= 23,34***	
R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> = 0,1777 R <sup>2</sup> ajustado = 0,1673	R <sup>2</sup> = 0,1833	
Teste de Hausmann			X <sup>2</sup> =2,27 Prob>chi2 =0,89
N.observações	480	480	480

Coefficiente da regressão é o valor sem parênteses;

Valor dentro dos parênteses é a Estatística t (\* p<0.10, \*\*p<0.05, \*\*\* p<0.01)

F = teste F

Na Tabela 13 pode se observar as estimações dos modelos que visavam o estudo da relação entre a produtividade canavieira das regiões de expansão (Oeste e Sudoeste) do estado de São Paulo e as variáveis referentes ao preço da cana-de-açúcar e a produtividade, com suas respectivas defasagens. Por sua vez, nas regiões Oeste e Sudoeste do Estado de São Paulo o preço da cana-de-açúcar na quarta e sexta defasagem, juntamente com a produtividade na segunda defasagem, foram as variáveis que demonstraram ser significativas na explicação da produtividade canavieira. A variável que demonstrou a maior influência na

produtividade da cana-de-açúcar das regiões Oeste e Sudoeste paulista foi à produtividade em segunda defasagem, uma vez que demonstrou um coeficiente de -0,206. Já o preço da cana-de-açúcar em quarta defasagem, segundo variável mais influente, demonstrou uma elasticidade de 0,105.

Tabela 13: Valores estimados das variáveis explicativas na produtividade de cana-de-açúcar, entre o período de 1995 e 2015, das principais EDRs com produção canavieira das regiões Oeste e Sudoeste do Estado de São Paulo.

Variáveis	Pooled	EfeitoFixo	EfeitoAleatório
Const	0,0023 (0,6062)	0,0023*** (0,0005)	0,0023 (0,6946)
d_1_PCana_2	0,0471 (0,2402)	0,0471 (0,2396)	0,0471 (0,3632)
d_1_PCana_3	0,0339 (0,3572)	0,0339 (0,3572)	0,0339 (0,5193)
d_1_PCana_4	0,1053*** (0,0006)	0,1053*** (0,0006)	0,1053* (0,0609)
d_1_PCana_5	-0,0296 (0,5354)	-0,0296 (0,5356)	-0,0296 (0,5891)
d_1_PCana_6	0,0888** (0,0258)	0,0888** (0,0259)	0,0888* (0,0815)
d_1_Produtivid~_2	-0,2069** (0,0159)	-0,2063** (0,0163)	-0,2069*** (0,0003)
Testes conjuntos	F=3,49***	F= 3,48***	
R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> = 0,113 R <sup>2</sup> ajustado = 0,0877	R <sup>2</sup> = 0,047	
Teste de Hausmann			X <sup>2</sup> = 0,039 Prob>chi2 =0,99
N.observações	210	210	210

Coefficiente da regressão é o valor sem parênteses;

Valor dentro dos parênteses é a Estatística t (\* p<0.10, \*\*p<0.05, \*\*\* p<0.01)

F = teste F

A Tabela 14 demonstra as estimações dos modelos que visavam o estudo da relação entre a produtividade canavieira das regiões tradicionais (Norte, Central e Leste) do estado de São Paulo e as variáveis referentes ao preço da cana-de-açúcar e a produtividade canavieira, com suas respectivas defasagens. Em relação a variável produtividade da cana-de-açúcar das regiões Norte, Central e Leste do

Estado de São Paulo, observou-se que todas as variáveis demonstraram ser significativas para explicar a variação da produtividade da cana-de-açúcar.

O preço da cana-de-açúcar da primeira a quarta defasagem demonstrou impactar na produtividade. Além dos preços da cana-de-açúcar, a produtividade dos anos anteriores declinam a produtividade de anos posteriores.

De maneira geral, para todo o estado de São Paulo o preço da cana-de-açúcar demonstrou ter uma relação direta com a produtividade canavieira. Dessa maneira, pode se inferir que, conforme ocorre o aumento do preço da cana-de-açúcar no mercado, ocorre um maior investimento por parte dos produtores para obter maiores produtividades da cana-de-açúcar e assim, obter mais lucros.

Tabela 14: Valores estimados das variáveis explicativas na produtividade de cana-de-açúcar, entre o período de 1995 e 2015, das principais EDRs com produção canavieira das regiões Norte, Central e Leste do Estado de São Paulo.

Variáveis	Pooled	EfeitoFixo	EfeitoAleatório
Const	0,0008 (0,6359)	0,0008 (0,2264)	0,0008 (0,8176)
d_1_PCana_1	0,0529 *** (0,0053)	0,0521*** (0,0056)	0,0529* (0,0556)
d_1_PCana_2	0,0444** (0,0401)	0,0434** (0,0454)	0,0444* (0,0727)
d_1_PCana_3	0,0589** (0,0121)	0,0583** (0,0132)	0,0589** (0,0160)
d_1_PCana_4	0,1053*** (2,67e-05)	0,1044*** (2,96e-05)	0,1053*** (0,0004)
d_1_Produtivid~_1	-0,5267*** (8,59e-013)	-0,5320*** (9,81e-013)	-0,5267*** (2,65e-016)
d_1_Produtivid~_2	-0,4429*** (1,00e-015)	-0,4533*** (5,87e-016)	-0,4429*** (1,82e-08)
Testes conjuntos	F=35,41***	F= 37,01***	
R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> = 0,331 R <sup>2</sup> ajustado = 0,31	R <sup>2</sup> = 0,337	
Teste de Hausman			X <sup>2</sup> =1,97 Prob>chi2 =0,92
Nº .observações	240	240	240

Coefficiente da regressão é o valor sem parênteses;

Valor dentro dos parênteses é a Estatística t (\* p<0.10, \*\*p<0.05, \*\*\* p<0.01)

F = teste F

## Discussões e Contribuições Gerenciais

Analisando os coeficientes estimados para explicar a produção de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo e nas duas regiões analisadas: oeste e sudoeste e norte e central, constatou-se que as elasticidades preço da cana-de-açúcar e do preço da carne bovina foram maiores nas regiões de expansão, Oeste e Sudoeste (preço da cana-de-açúcar = 0,220 e preço da carne bovina = 0,429), em relação às regiões tradicionais, norte e central (preço da cana-de-açúcar = 0,0758 e preço da carne bovina = 0,252). As elasticidades preço da cana-de-açúcar e da carne bovina também se mostraram maiores na região de expansão em relação as regiões tradicionais para se explicar a área plantada. Estas maiores elasticidades podem ser explicadas pelo maior crescimento da área plantada nas novas regiões em relação as demais áreas.

É importante destacar que o preço da cana-de-açúcar na segunda defasagem foi à única variável a apresentar influência significativa na produção em todos os locais, deste o estado de São Paulo inteiro, como nas regiões Oeste, Sudoeste, Norte, Central e Leste do estado de São Paulo. Vale ressaltar que, todas as defasagens da variável preço da cana-de-açúcar apresentaram efeito positivo, enquanto que, o preço da carne bovina evidenciou um efeito negativo, na produção canavieira do estado de São Paulo, concordando com resultados encontrados na literatura.

Esse resultado comprova que quanto mais alto está o preço da cana-de-açúcar maior será a quantidade da produção canavieira. Resultados semelhantes foram também evidenciados por Satolo; Bacchi (2009) e Castro-Tomasetto et al.,

2015. Também se pode inferir por meio das análises, que a explicação do crescimento da área plantada e conseqüentemente da produção canavieira do estado de São Paulo foi influenciada pelos preços favoráveis apresentados para a produção canavieira e desfavoráveis para a produção de carne bovina. De maneira geral, o preço da cana-de-açúcar apresentou efeito positivo, enquanto que o preço da carne bovina demonstrou um efeito negativo, em relação à produção canavieira. Esse efeito negativo do preço da carne bovina já era esperando, pois a carne bovina é um dos principais produtos concorrentes da cana-de-açúcar no estado de São Paulo (IGREJA et al., 2008). Nas regiões Oeste e Sudoeste e no estado de São Paulo a produção canavieira sofreu influencia do preço da carne bovina na segunda defasagem, Norte, já nas regiões Central e Leste do estado de São Paulo a produção foi influenciada pelo preço da carne bovina na primeira defasagem.

Já a produção das regiões Norte, Central e Leste do Estado de São Paulo demonstrou ser influenciados por um menor número de variáveis, sendo elas o preço da cana-de-açúcar em segunda defasagem e o preço da carne bovina em primeira defasagem.

As mesmas variáveis que influenciaram a área de corte nas regiões Oeste e Sudoeste também influenciaram todo o estado de São Paulo. Já, nas regiões Norte, Central e Leste o preço da cana-de-açúcar demonstrou ser menos influente na área de corte, uma vez que o preço da cana-de-açúcar na quarta defasagem já não demonstrou ter efeito na área de corte.

O que se pode salienta para todas as regiões (Norte, Central, Leste, Oeste e Sudoeste) e para todo o estado de São Paulo é que o preço da carne bovina em segunda defasagem demonstra grande influência inversa na variação da área de

corte.

Quanto a produtividade, constatou-se influência dos preços da cana-de-açúcar defasados e da produtividade defasada sobre a produtividade defasada sobre a produtividade canavieira. Quanto ao preço da cana-de-açúcar, melhores preços induzem a investimentos em tratamentos culturais para melhoria da produtividade. Quanto à produtividade defasada, observou-se que a produtividade dos anos anteriores declina a produtividade de anos posteriores. Este fato corrobora com a característica da cana-de-açúcar de perder a produtividade após sucessivos cortes após o plantio.

Ao se analisar a produtividade, percebeu-se que os preços da cana-de-açúcar provocaram maiores impactos nas regiões tradicionais em comparação com a região de expansão. As regiões tradicionais demonstraram vários coeficientes significativos: 0,0529\*; 0,044\*; 0,0589\*\* e 0,1053\*\*\*, enquanto que as regiões de expansão demonstrou apenas um coeficiente de 0,1053\*, para os preços da cana-de-açúcar. A possível explicação para isto decorre da cultura canavieira estar mais adaptada nas regiões tradicionais em relação às novas regiões produtoras.

## **Conclusões**

Com a grande importância econômica do setor canavieira do Estado de São Paulo, e levando-se em conta toda a variação da produção canavieira, produtividade e área de corte no decorrer dos anos se viu necessário o desenvolvimento desse trabalho, sendo assim através das mensurações dos impactos do preço da cana-de-açúcar e da carne bovina podemos concluir que:

Os dados econômicos se ajustaram com acurácia ao modelo calibrado, indicando que as variáveis predeterminadas possuem adequado poder de explicação das variações da oferta canavieira, área de corte e produtividade da cana-de-açúcar do Estado de São Paulo.

Em todas as regiões, tanto as tradicionais (Norte, Central e Leste) como nas de expansão (Oeste e Sudoeste) do estado de São Paulo a variável preço da cana-de-açúcar demonstrou ter elevada influência nas variáveis dependentes estudadas, sendo elas a produção, a área de corte e a produtividade.

Além de deter elevada influência a variável preço da cana-de-açúcar demonstrou ter uma relação direta com a produção, a área de corte e a produtividade. Dessa maneira, com o aumento do preço da cana-de-açúcar ocorrerá um aumento na produção, na área de corte e também na produtividade canavieira do estado de São Paulo.

O preço da carne bovina também demonstrou ter efeito significativo na variação da, entretanto com uma correlação inversamente proporcional. Por exemplo, nas regiões Oeste e Sudoeste do Estado de São Paulo, uma queda no preço da carne bovina em 1%, deve gerar em média elevação de 0,33% da área plantada com cana-de-açúcar.

Essa relação inversa entre as variáveis: produção e área ocupada com cana-de-açúcar com o preço da carne bovina já era esperado, pois a área plantada com pastos para a produção da carne bovina foi quem mais cedeu área para a produção canavieira.

Ressalta-se para a necessidade de realização de novas pesquisas sobre o assunto incorporando o impacto do preço da terra sobre a área plantada com cana-



de-açúcar e o impacto dos preços da mão-de-obra e dos defensivos agrícolas sobre a produtividade da cana-de-açúcar.

## REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. Produção de cana-de-açúcar no Brasil. 2014. Disponível em: <http://www.agrianual.com.br/>. Acesso em: 08 dez. 2016.

ANDRADE, E.; MADALOZZO, R. **Microeconomia**. Publifolha, 2003.

AGUIRRE JUNIOR, J. M., de Criação de novas variedades de cana-de-açúcar no estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônomo, 1936. p. 64 (Boletim Técnico, n.º 34).

BARROS, G. S. C. Economia da comercialização agrícola. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), 2007.

BEAUCLAIR, E.; TEZOTTO, T.; MANOCCHIO JÚNIOR, C. R. Manejo da Cultura de Cana-de-Açúcar. IN: BELARDO, G. C.; CASSIA, M. T.; SILVA, R. P. Processos agrícolas e mecanização da cana-de-açúcar. Editora SBEA. 2015.

BELIK, W.; SOUZA, L. G. A.; FIGUEIRA, S. R.; VICENTE, A. K.; JURANDIR, Z.; J.; "Situação e perspectivas do setor sucroenergético paulista frente aos cenários macroeconômicos e de mudanças climáticas", 12/2016, ed. 1, UNICAMP, pp. 26, p.149-174, 2016.

BRASIL. **Evolução da Produtividade da Cana-de-Açúcar por corte**. 2007-2008 até 2011- 2012. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Departamento de cana-de-açúcar e agroenergia. 2012.

BRASIL. **Perfil do setor do açúcar e do álcool no Brasil**. Volume 5. Safra 2011/2012. 2013. 88 p. Brasília. Companhia Nacional de Abastecimento. 2008. Disponível em: <http://conab.com.br>. Acesso em 01 jun. 2017.

CANABRAVA, A. P. História econômica: estudos e pesquisas. São Paulo: Unesp, 2005. 320 p.

CASTRO-TOMASETTO, M. Z.; MARGARIDO, M. A.; SHIKIDA, P. F. A. Transmissão de preços no mercado de cana-de-açúcar entre os estados de São Paulo e paraná. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v.7, n.1, p.19-37, 2015.

CLAYTON, W.D; DANIELS, C.A Geographical, historical and cultural aspect of origin of the Indian and Chinese sugarcane *S.barberi* and *S.sinensis*. **ISSCT Sugarcane Breed**. Newslater, Mackknade, v. 36, p. 4-23, 1975.

CHIARADIA, J. J.; CHIBA, M. K.; ANDRADE, C. A. D.; OLIVEIRA, C. D.; LAVORENTI, A. Produtividade e nutri o de mamona cultivada em área de reforma de canavial tratada com lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 701–710, 2009.

CORTE, V. F. D.; DILL, M.; OLIVEIRA, C. O.; PIVOTTO, D. Agribusiness of wheat and wheat products: the effect of deregulation and reduction of subsidies in Brazil.

**Brazilian Journal of Management & Innovation**, v.3, n.1, 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira Cana-de-açúcar, safra 2014/2015 – primeiro levantamento.**

Brasília: Conab, 2015.

CRIBARI-NETO, F.; SOARES, A.C.N. Inferência em modelos heterocedásticos. **Rev.**

**Bras. Econ.**, v.57, n.2, p.319-335, 2003.

CHIARADIA, J. J.; CHIBA, M. K.; ANDRADE, C. A.; OLIVEIRA, C. LAVORENTI, A.

Produtividade e nutrição de mamona cultivada em área de reforma de canavial tratada com lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.3, p.701-709, 2009.

DANIELS, J.; SMITH, P.; PATON, N. The origin of sugarcane and centers of genetic diversity in *Saccharum*. **Sugarcane Breeding Newsletter**, v. 35, p. 4-18, 1975.

DIAS, L.C.; ALVES, L. R. A.; SHIKIDA, P.F.A. Determinantes das ofertas de açúcar e de álcool paranaenses (1981-2006): uma análise de co-integração. **Informe GEPEC** (Online), v. 13, p. 20-36, 2009.

DRAPER, N.R.; SMITH, H. Applied regression analysis.2.ed. New York: Wiley, 1980. 709p.

FAO.FAOSTAT - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso em: 20 jan. 2017.

FERREIRA, E. R.; ALVEZ, F. D. Organização Espacial Da Cana-De-Açúcar No Estado De São Paulo: Uma análise evolutiva. In:V Encontro de Grupos de Pesquisa, UFSM, 2009.

FIGUEIRA, S. R. F. Os programas de álcool combustível nos EUA, no Japão e na União Européia e as possibilidades de exportação do Brasil. Doutorado em Ciências (Economia Aplicada).Universidade de São Paulo, 2005.

FRANK, R. H. **Microeconomia e comportamento**. Bookman Editora, 2013.

FERGUSON, C. E. **Microeconomia**. Forense Universitária. 1999.

FELIPE. F.I. Dinâmica da agricultura no estado de São Paulo entre 1990 e 2005: uma análise através do modelo shift-share. São Paulo: **Revista de Economia Agrícola**, v.55, n 2. p.61-75, jul/dez 2008.

GERIN, M.A.N. et al., Adubação do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) em área de reforma de canavial. **Scientia Agricola**, v.53, n.1, p.84-87,1996.

GOURANGA, K.; ASHWANI, K. Forecasting rained rice yield with biomass of early phenophases, peak intercepted PAR and ground based remotely sensed vegetation indices. **Journal of Agrometeorology**.v.16, p.94-103, 2014.

GUIA DA CANA-DE-ACUCAR. Avanço científico beneficia o País. Conselho de informações sobre Biotecnologia. Setembro, 2009.

GUJARATI, D.N. Econometria Básica. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. Econometria básica. Porto Alegre, AMGH Editora Ltda, 2011.

HALL, R. E.; LIEBERMAN, M. Microeconomia: princípios e aplicações. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

HUNSIGI, G. Sugarcane in agriculture and industry. Bangalore: Prism Books, 2001. p. 217.

IEA - INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Estatísticas da produção paulista. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br>. Acesso em: 01 jan. 2017.

IGREJA . A.C.M. Fatores locacional e tecnológico na competição cana *versus* pecuária para as regiões geográficas brasileiras. São Paulo. **Revista de Economia Agrícola**. v.55. n.2. p.89-103, 2008.

JAMES, G.; BLACKBURN, F. Sugar-cane Sugarcane (2nd ed. / edited by Glyn James). Blackwell Science, Oxford, 2004.

KOGA-VICENTE, A.; ZULLO JUNIOR, J.; AIDAR, T. Evolução da produção de cana-de-açúcar em regiões canavieiras tradicionais e em expansão no estado de São Paulo. Por dentro do estado de São Paulo: Regiões Canavieiras, v.6, p.29-40, 2013.

KOHLHEPP, Gerd. Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil. *Estud.* v.24, n.68, 2010.

KOLMOGOROV, A. "Sulladeterminazioneempiricadiunaleggedidistribuzione".G. Ist. Ital. Attuari, v.4, p.83–91, 1933.

LASDON, L.S.; WAREN, A.D. GRG2 user's guide. Depto of general Business, Shchool of Business Administration, University of Texas, Austin, TX, 1982.

LEITE, G. M. V.; ANDRADE, L. A. B.; GARCIA, J. C.; ANJOS, I. A. Efeitos de fontes e doses de silicato de cálcio no rendimento agrícola e na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, cultivar SP80-1816. **Ciênc. agrotec.**v.32, n.4, p. 1120-1125, 2008.

MANKIW, G. N. Introdução à Economia. 1. ed.. Thomson Learning: São Paulo, 2007.

MAPA. União dos produtores de bioenergia. Produção de Etanol Brasileiro. 2014.

Disponível

em:[http://www.udop.com.br/download/estatistica/acucar\\_producao/18nov15\\_producao\\_etanol\\_brasil.pdf](http://www.udop.com.br/download/estatistica/acucar_producao/18nov15_producao_etanol_brasil.pdf). Acesso em: 01jun. 2017.

MANKIW, N. G.; MONTEIRO, M. J. C.. Introdução à economia: princípios de micro e macroeconomia. **São Paulo**, 2001.

MOZAMBANI, A. E. et al. História e morfologia da cana-de-açúcar. In SEGATO, S. V et al. Atualização em produção de cana-de-açúcar. Piracicaba: [s.n], 2006. p. 11-18.

NEVES, M. F.; KALAKI, R. B. A dimensão do setor sucroenergético: mapeamento e quantificação da safra 2013-2014. In: BELARDO, G.; CASSIA, M.; DA SILVA R. Processos agrícolas e mecanização da cana-de-açúcar. Jaboticabal, São Paulo: SBEA, 2015.

OTTO, R et al. Root system distribution of sugar cane as related to nitrogen fertilization, evaluated by two methods: monolith and probes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 3, p. 601-611, 2009.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. Microeconomia. São Paulo: Makron Books, 1994, 5 ed.711p.

PRADO, R.M. Qualidades tecnológicas da cana-planta e da cana-soca em função da aplicação da escória de siderurgia e do calcário. **ScientiaAgrária**, v.2, 2001.

ROACH, B. T.; DANIELS, J.A review of the origin and improvement of sugar cane.In: COPERSUCAR INTERNATIONAL SUGARCANE BREEDING WOORKSHOP, 1987. Piracicaba: Copersucar, 1987. p. 1-31.

RENNÓ, L.; SPANAKOS, A. P. Fundamentos da economia, mercado financeiro e intenção de voto: As eleições presidenciais brasileiras de 1994, 1998 e 2002. **Dados**, v. 49, n. 1, p. 11-40, 2006.

ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F.; VITTI, A. C. Problemas nutricionais dos solos nas novas fronteiras canavieiras. **Revista Idea News**, v.8, p.78-90, 2008.

RUDORFF, B. F. T.; BERKA, L. M. S.; MOREIRA, M. A.; DUARTE, V.; XAVIER, A. C. Imagens de satélite no mapeamento e estimativa de área de cana-de-açúcar em São Paulo: ano-safra 2003/04. **Agricultura em São Paulo**, 52, 21-39, 2005.

RUDORFF, B. F. T.; AGUIAR, D. A.; SILVA, W. F.; SUGAWARA, L. M.; ADAMI, M. Studies on the Rapid Expansion of Sugarcane for Ethanol Production in São Paulo State (Brazil) Using Landsat Data. **Remote Sens**. v.2, p.1057-1076. 2010.

SATOLO, L. F.; BACCHI, M. R. P. Dinâmica econômica das flutuações na produção de cana-de-açúcar. Ribeirão Preto, Economia Aplicada, 2009.



SEGATO, S. V.; MATTIUZ, C. F. M.; MOZAMBANI, A. E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. 1. Ed. Divisão de Biblioteca e Documentação – ESALQ/USP. 2006. Cap2. p. 19-36.

SHIKIDA, P. F. A.; ALVES, L. R. A.; SOUZA, E. C.; CARVALHEIRO E. M. Uma análise econométrica preliminar das ofertas de açúcar e álcool paranaenses. **Revista de Economia Agrícola**. São Paulo, v. 54, n. 1, p. 21-32, jan./jun. 2007.

UNICA. União da indústria da cana-de-açúcar– Produção Brasileira 2015. Disponível em: <http://www.unicadata.com.br/historico-de-producao-e-moagem.php?idMn=31&tipoHistorico=2>. Acesso em: 02 jun. 2017.

UNICA. Única prevê redução da moagem na safra 2011/2012, com destaque para a queda de produção em SP. 2011. Disponível em: <http://www.unica.com.br/noticia/43665534920341709819/unica-preve-reducao-da-moagem-na-safra-2011-por-cento2F2012-por-cento2C-com-destaque-para-a-queda-de-producao-em-sp/>. Acesso em: 02 jun. 2017.

VALOR ECONÔMICO. Renovação de canaviais volta a crescer. Disponível em: <http://www.valor.com.br/agro/4868100/renovacao-de-canaviais-volta-crescer>. Acesso em: 1 jun. 2017.

VARIAN, H.R. **Microeconomia - princípios básicos**. Elsevier Brasil, 2006.

VARIAN, H. R. **Microeconomia. Uma Abordagem Moderna**. Elsevier Brasil, 2012.

VASCONCELLOS, M. A. S.; GARCIA, M. E. Fundamentos de economia. **SP: SARAIVA**, 2006.

VERMA, R. S. Sugarcane ratoon management. Lucknow: International Book Distributing, 2002. p. 202.

VIDAL, R.A.; TREZZI, M. M. Origem da cultura e sua importância. In: Teoria e prática do manejo de infestantes na cultura da cana-de-açúcar no Brasil. Porto Alegre: Ribas a. Vidal, 2011, 136 p.

WHITE, H.A heteroskedasticity-consistent covariance matrix and a direct test for heteroskedasticity. **Econometrica**, v.48, p.817–838, 1980.

## ANEXO

## Anexo 1. Evolução da produção canavieira nas trinta principais EDRs do Estado de São Paulo.

Anos	Araraquara	Botucatu	Barretos	Bauru	Jaboticabal	Lins	Orlândia	Piracicaba	Rib. Preto	Catanduva	Franca	Jaú	Limeira	São J. B. Vista	Mogi-Mirim
1995	12130,6	3626,4	11732,3	5061,5	10651,2	1856	13989,4	11864,6	21224,1	6237,5	3072,8	16436,5	10421,5	4960,8	3176,7
1996	13392,1	3377	13597,9	5498,5	10819,1	2059,7	18997,3	11204,6	21821,2	6791,6	3404,3	16809,8	10358,3	4958,7	2666,4
1997	13694,8	3932	15246,9	4764,2	11597,7	2724,5	19636,5	11384,7	20454,6	6893,2	5042,3	16348,6	10386,1	5438,5	3026,6
1998	18425,6	3788,1	14490,8	4693,8	12040,8	2747,7	19990,2	9744,6	21512,9	7333,7	5244,4	15311	10261,1	4829,4	2715,2
1999	13864,6	3540	14248,4	3598,4	11777,1	2106,4	19488,5	10424,5	22052,2	7473	5310,2	14736,6	10282,7	5367,9	2865,8
2000	13482,5	3531,5	14549,6	3357,8	10959,1	2280	18078,3	10826,6	21497,6	7874,1	5096	14550,9	9110,1	5147	3035,8
2001	14385	3560,3	17142,4	3537,7	11417,9	2341	20354,6	11196,1	20640,1	9467,5	5367	15891,9	9716,9	5411,8	2837
2002	14638,9	3515,3	18558	3518,5	12379,9	2282,2	20787,1	11168,7	21552,6	9402,7	6049	16878,6	9446,3	6863,4	2616,9
2003	12956	4363,8	20327,3	3649,6	12761,9	2813,4	23777,5	11100	21649,7	10671,3	6245,2	17069,5	9746,8	6661,7	3017,2
2004	12960,5	4790,8	20618,1	3804,8	12980,9	3246,6	24582,1	11167,3	22189,7	11956,7	6360,9	17711,2	10291,9	7524,9	3082,7
2005	13753,4	4662,8	22331,9	3896,2	14304,4	3472,5	24850,4	11003,6	22699,7	11738,4	7433,7	18283,1	9503,7	8132,5	3071,5
2006	13826	4973	26580,9	4567	13886,1	4248,6	27844,6	11139,9	23645,4	13101	8264,4	18187,4	10564,9	9289,3	3225,4
2007	14006	6067	29413,6	7469,1	17066,3	4292	30948,7	12098,4	24686,5	13840,7	9091,7	21867,1	9811,9	9938,7	3670,5
2008	19313,4	5896	31983	8887,9	18425,8	10050,2	33994	12194,7	28845,6	17050,1	10378,3	22615,7	11518,3	10469,3	4469,8
2009	15620,8	6323,8	35267,7	8846,7	19398,9	13236,9	31474,1	13143,8	31322,5	17992	11446,1	22608,5	12264	10305,9	5133,3
2010	18932,4	6376,4	36023,5	9730,6	19490,5	13151,1	31857,3	14456,5	29926,4	18341,5	11527,5	21330,3	11512,8	9955,1	3447,2
2011	17938,1	5950,3	30133,2	8181,3	19837,4	13293,7	29074,3	13865,8	26026,8	18519,5	9096,3	21476	12187,3	10216,4	3734,6
2012	19631	6458,9	33698,1	8452,9	21632,4	13433,2	30526	13646,5	27103,4	19800	10713,1	20437,5	11899,2	10841,6	4009,1
2013	21161	6872,3	35114,3	7505,2	26286,6	14550,6	30741	14129,4	28036,4	20776,8	11678,8	19734,9	12834,7	10877,3	3988,6
2014	18129,5	6080,8	33415,4	6510,7	22250,5	11735,9	29889,8	11701,7	26814	17628,8	10552,6	19734,9	10387	8885	3448,5
2015	21172,7	6642,5	35718,8	6270	22024,4	13166,3	30543,2	13190,7	26676,2	19008,8	11725,5	20277,6	12731,8	10287,6	3624,9

Anos	Andradina	Araçatuba	Assis	Avaré	Dracena	General Salgado	Ourinhos	Pres. Prudente	Pres. Venceslau	Votuporanga	São J. Rio Preto	Fernandópolis	Itapetininga	Jales	Tupã
1995	2833,5	5264,8	8660,5	1411,2	1107,6	1740,4	4713,0	1619,3	1480,5	950,6	2766,7	575,4	705,5	72,6	1041,4
1996	3159,8	5490,6	9035,1	1314,8	1086,5	2136,8	4873,0	1784,3	1585,3	1285,2	3166,6	656,0	710,0	122,1	1047,5
1997	3571,7	5830,0	9471,9	1450,0	1218,5	2927,4	4324,8	2611,1	1812,1	2158,6	2913,0	671,9	987,0	123,0	1141,8
1998	3893,0	6686,4	9998,8	1368,5	1258,6	3128,8	4523,6	2739,4	1815,9	1992,5	2708,9	640,9	1175,0	75,0	945,5
1999	3924,5	6489,7	9680,2	1168,0	1546,3	3926,7	4432,6	2690,5	1733,7	1944,3	2881,1	624,3	1040,0	75,0	1072
2000	4049,9	6704,1	8847,7	1000,0	1091,3	3924,4	4826,0	2631,1	1610,0	1597,2	2542,4	641,2	982,4	43,2	1011,2
2001	4932,9	7151,5	10314,2	1472,8	1371,3	2869,0	4913,9	3143,4	1132,0	2097,3	2220,7	714,1	955,0	21,7	1052
2002	5534,4	7827,7	10891,2	1710,0	1924,1	3236,5	4989,2	3423,3	1163,0	2351,9	2774,3	829,6	1056,0	36,1	1288,9
2003	6148,2	9662,3	11457,2	1736,5	2306,4	3607,6	6017,3	4624,4	924,9	2446,4	3513,6	818,6	1112,3	88,5	1696,4
2004	6185,9	10115,1	12074,0	1810,0	3912,6	4537,5	6258,7	5601,5	1206,1	2741,9	4943,2	857,4	1439,1	94,9	1947,1
2005	7097,2	10869,9	12603,3	1589,0	4379,3	5302,1	6622,8	5953,4	1901,9	3139,2	6338,3	1091,1	1767,0	96,0	2460,6
2006	9344,8	12199,3	14871,9	2345,1	5385,5	6461,7	6749,1	7386,8	3252,3	3873,8	8838,4	1115,9	2235,8	144,8	2987,6
2007	10427,8	15576,5	16994,8	3142,9	7456,1	8701,9	7829,7	7557,4	3837,6	5409,7	12546,8	1633,9	3126,0	291,5	3627,9
2008	15669,9	20103,0	18677,4	3677,8	9376,1	11443,9	8531,8	10499,4	4644,3	7435,4	16631,4	3122,1	3130,5	1494,3	4343,1
2009	18325,9	22549,6	19220,0	4425,1	11890,0	13936,5	9195,1	13464,1	6133,2	9530,8	17745,7	3426,7	3116,6	1800,0	5239,3
2010	19254,7	22909,5	16793,7	6259,4	12040,0	14799,8	9122,9	14996,1	6247,8	8374,3	18605,5	3934,8	3214,5	2256,9	5679,4
2011	20842,6	20681,1	15474,8	4497,0	11192,0	11511,5	8457,4	18044,2	7233,0	7977,7	19354,8	3942,8	2738,5	2454,3	5342
2012	18476,9	19208,7	17031,7	6034,0	10395,5	13527,3	8408,7	18833,7	8782,4	8605,7	19255,9	4087,5	4284,8	2682,9	5269,3
2013	19596,7	18861,4	17193,5	5806,1	10819,8	14119,4	9183,8	18032,6	9139,8	9410,3	21120,8	4758,5	4141,8	3324,2	6105,1
2014	18013,5	16375,6	16863,8	5373,9	9795,3	12546,1	8342,7	18322,1	8129,3	9492,8	19393,9	5245,4	3521,0	3575,5	5490,3
2015	19909,3	18080,5	19083,4	5373,9	10917,7	13412,5	8004,6	20465,2	9058,4	10879,6	21524,4	5485,5	3567,8	4093,9	5969,2

## Anexo 2. Evolução dos preços médios da cana de açúcar e da carne bovina no estado de São Paulo.

Anos	Preço da Cana (reais t Cana)	Preço da Carne Bovina (reais por arroba)
1995	69,74	117,80
1996	79,05	102,53
1997	79,43	109,11
1998	77,69	113,25
1999	59,81	117,02
2000	78,69	125,32
2001	75,81	119,23
2002	65,70	110,89
2003	59,17	117,72
2004	66,67	109,10
2005	82,80	99,45
2006	92,54	91,92
2007	58,64	97,87
2008	53,91	121,38
2009	65,43	118,24
2010	73,41	118,77
2011	84,48	128,55
2012	68,20	115,70
2013	58,78	116,87
2014	58,07	140,14
2015	54,76	146,27