



ANAIS

IMPACTO DAS VARIÁVEIS ECONÔMICAS DA PRODUÇÃO CANAVIEIRA EM 5 MICRORREGIÕES TRADICIONAIS

VINICIUS DE CAMARGO NORONHA
noronha.agronomia@gmail.com
FCAV

SÉRGIO RANGEL FERNANDES FIGUEIRA
sergio.rf.figueira@unesp.br
FCAV/UNESP

RESUMO: Este trabalho tem o objetivo de compreender a expansão da cultura de cana-de-açúcar no estado de São Paulo através da análise de dados de 5 microrregiões significativas em termos de produção, no período de 2001 a 2016. Os dados foram extraídos do banco de dados eletrônico do Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA e as variáveis selecionadas foram: área colhida (hectares), quantidade produzida (toneladas), rendimento médio da produção (toneladas por hectare), valor da produção em reais, preço do adubo, preço do inseticida e herbicida, óleo diesel e salário mínimo. De modo geral, no estado de São Paulo a expansão foi de 3 milhões de hectares correspondendo a 243 milhões de toneladas. Esses valores correspondem a um aumento de respectivamente 118% e 122%, enquanto a produtividade apresentou um acréscimo de apenas 2%. Nesse mesmo período, para as cinco microrregiões analisadas a área colhida de cana de açúcar cresceu cerca de 345 mil hectares, representando um aumento de 42%, e a produção cresceu 28 milhões de toneladas, representando 45%. A produtividade também apresentou um acréscimo de apenas 2%. Foi possível inferir que os ganhos de produção canavieira foram fortemente influenciados pela expansão territorial, visto que a expansão na área plantada acompanhou a taxa de crescimento na produção, e não foram identificadas grandes variações de produtividade. Para que seja possível a continuidade da evolução da produção de cana-de-açúcar nos próximos anos serão necessários investimentos em ganhos verticais da cultura, com aumento de produtividade, redução dos custos de produção e adoção de técnicas de manejos eficazes, que ampliem a longevidade dos canaviais.

PALAVRAS CHAVE: Cana-de-açúcar, área colhida, produção, expansão

ABSTRACT: The goal of this study was to understand the expansion of the sugarcane in the State of São Paulo through the analysis of 5 significant micro-regions in terms of production, in the period from 2001 to 2016. The data were extracted from the electronic database of IBGE Automatic Recovery System - SIDRA and the selected variables were: Harvested area (hectares), Production (tons), Productivity (tons per hectare) and Value of production (reais). In general, in the state of São Paulo the expansion was 3 million hectares, corresponding to 243 million tons of sugarcane. These numbers correspond to an increase of 118% and 122%, respectively, while productivity increased by only 2%. In the same period, for the five micro-regions analyzed, the harvested area of sugarcane grew by approximately 345 thousand hectares, representing an increase of 42%, and production grew by 28 million tons, representing 45%. Productivity also increased by only 2%. It was possible to infer that the gains in sugarcane production were strongly influenced by the territorial expansion, since the expansion in the planted area followed the growth rate in production, and large variations in productivity were not identified. To enhance the sugarcane production in the coming years it will be necessary investments in vertical crop gains, with increased productivity, reduced production costs and the adoption of effective management techniques that increase longevity of sugarcane fields.

KEY WORDS: Sugarcane, harvested area, production, expansion

ANAIS

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, ocupando o primeiro lugar no ranking mundial de produção e exportação de açúcar, e o segundo lugar na produção de etanol (UNICA, 2018). O país continuará mantendo sua posição, e será responsável por 39% do volume mundial de cana-de-açúcar e 18% da produção mundial de açúcar até 2029. Além disso, a produção de etanol atingirá 39 bilhões de litros no mesmo período (FAO, 2020).

Na safra 2019/2020, a área colhida no Brasil foi de 8.442.000 ha, com uma produção de 642,72 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, (CONAB, 2019; CONAB, 2020). Na região Sudeste, no estado de São Paulo, que é responsável pela maior parte da produção da região e do Brasil, a área colhida foi de 4.302.200 ha com redução de 124.400 ha em relação à safra anterior. A produtividade foi de 79.636 kg/ha, 5,9% superior à da Safra 2018/2019, o que permitiu um aumento na produção, atingindo 342,61 milhões de toneladas de cana na Safra 2019/2020 (CONAB, 2019; CONAB, 2020).

No âmbito nacional, a produtividade média foi de 76.133 kg/há, 5,4% superior à temporada anterior. Dentre os fatores que justificam tal incremento destaca-se a condição edafoclimáticas. No estado de São Paulo, a Safra 2019/2020 contou com período de chuvas logo no início da safra, seguido por estiagem no período de maturação e colheita, os quais contribuíram para o desenvolvimento da cultura. Ademais, os investimentos em tecnificação e adoção de melhores práticas de manejo também foram cruciais para o aumento do rendimento médio das lavouras (CONAB, 2019; CONAB, 2020).

A área colhida de cana-de-açúcar no Brasil, por sua vez, apresentou uma redução de 1,7% em relação à Safra 2018/2019. Especificamente no estado de São Paulo a redução foi de 2,8%, sendo que a maior parte dessa redução aconteceu em área de fornecedores. Mesmo com tais reduções, o aumento na produtividade propiciou um crescimento na produção de cana-de-açúcar, 3,6% superior à temporada anterior no âmbito nacional e 2,9% no estado de São Paulo (CONAB, 2019; CONAB, 2020).

Como pode ser observado, a melhoria da produtividade dos canaviais é condição fundamental para o incremento da produção de cana-de-açúcar. Alguns dos fatores que justificam a competitividade do Brasil estão relacionados às pesquisas agronômicas e melhoramento genético (SALLES-FILHO et al. 2017), as tecnologias adotadas e custos de produção (FARINELLI; SANTOS, 2017). Devido ao destaque e a importância econômica que o setor representa, faz-se necessário que os agentes econômicos considerem a evolução e o comportamento da oferta canavieira, de modo especial no estado de São Paulo (RUDORFF et al., 2010).

O objetivo geral do artigo é o de realizar uma análise comparativa descritiva da oferta canavieira em 5 microrregiões do estado de São Paulo: Araraquara, Jaboticabal, Piracicaba, Ribeirão Preto e São Carlos entre os anos de 2001 a 2016.

Para se cumprir o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos serão atingidos:

ANAIS

1. Apresentação das séries históricas no período de 2001 a 2016 para as variáveis: área colhida (hectares), quantidade produzida (toneladas), rendimento médio da produção (toneladas por hectare), valor da produção em reais, preço do adubo, preço do inseticida e herbicida, óleo diesel e salário mínimo.

2. Estatísticas descritivas das variáveis: média, mediana, desvio padrão, mínimo e máximo das séries históricas.

Justifica-se este estudo em função da importância do setor sucroenergético na produção agrícola brasileira e paulista e a necessidade de compreensão de suas tendências. As microrregiões analisadas são significativas para a produção do setor no estado de São Paulo, que por sua vez é responsável por mais da metade da produção nacional. Portanto, a inferência sobre a produção canavieira paulista reflete na produção canavieira brasileira.

2. REVISÃO TEÓRICA

Na Revisão teórica, serão abordados aspectos relevantes para os Resultados e Discussões, elaborando um breve panorama da produção canavieira no estado de São Paulo, os fatores determinantes da cultura da cana-de-açúcar e da produtividade canavieira e os fatores econômicos determinantes da produção agrícola.

2.1. Panorama da produção de cana-de-açúcar no estado de São Paulo

O estado de São Paulo possui características importantes para a produção de cana-de-açúcar, como o clima e o ambiente de solos favoráveis, além da boa infraestrutura logística. Por esse motivo, grandes empresas do setor sucroenergético se instalaram no estado, o que o conduziu como maior produtor nacional (KOGA-VICENTE, et al., 2013). No estado, as regiões norte e central são as mais tradicionais no cultivo de cana-de-açúcar (KOGA-VICENTE, et al., 2013).

Cordeiro et al (2019), ao analisar a produção de cana-de-açúcar dos estados do Paraná, São Paulo e Minas Gerais, no período de 1980 a 2016, detectaram uma maior semelhança do comportamento da produção de São Paulo com a produção nacional, evidenciando sua importância para o Setor Sucroenergético. Oliveira, Turci e Capitani (2020) identificaram que 55% do crescimento da área plantada de cana-de-açúcar, de 2000 a 2014, ocorreu no estado de São Paulo, correspondendo a 52% do acréscimo da produção nacional e auferindo ganhos econômicos de R\$ 18 bilhões no valor da produção.

Um estudo realizado nos últimos anos pelo Instituto de Economia Agrícola - IEA em conjunto com a Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI mostrou que houve um aumento de 77,9% da área em produção, e de 69,7% na produção entre os anos de 1995 e 2015. Os principais Escritórios de Desenvolvimento Rural - EDRs que apresentaram 54,4% da produção total no estado no ano de 2015 foram: Barretos, Orlandia, Ribeirão Preto, Jaboticabal, São José do Rio Preto, Araraquara, Presidente Prudente, Jaú, Andradina e Assis (IEA, 2016)

ANAIS

Camara e Calderelli (2016) concluíram que a expansão canavieira no Estado de São Paulo teve como causas principais a expansão territorial e os incentivos de mercado visto que a produtividade diminuiu nesse período. Gilio e De Moraes (2016) detectaram uma expansão tanto na área cultivada quanto na presença de usinas de etanol e açúcar no período de 2005 a 2011, e seu efeito positivo no desenvolvimento socioeconômico dos municípios.

Lourenzani e Caldas (2014) identificaram que a expansão da cultura da cana-de-açúcar no estado de São Paulo ocorreu predominantemente pela substituição de áreas de pastagem e, conseqüentemente, da atividade pecuária. Caldarelli e Gilio (2018) complementam que a área cultivada de cana-de-açúcar aumentou significativamente, em detrimento não apenas das áreas de pastagem, como comumente enfatizado em literatura, mas também de terras anteriormente dedicadas a culturas anuais e perenes de alimentos.

1

2.2. A cultura de cana-de-açúcar e fatores determinantes da produtividade do canavial

A produção de cana-de-açúcar depende de fatores inerentes à cultura e fatores ambientais. Em relação aos fatores inerentes à cultura, pode-se destacar a característica genética da variedade que influencia sua produtividade e resistência aos ataques de pragas e doenças. Em relação aos fatores ambientais, temos influência do clima, temperatura, umidade, luz e disposição de nutrientes (MENDONÇA, 2018).

No Brasil, as condições edafoclimáticas favoráveis propiciam a expansão da produção de cana-de-açúcar através do incremento da área plantada. No entanto, de modo a atender o mercado e preservar as áreas de interesse ambiental, é cada vez mais urgente, o incremento da produtividade (KOGA-VICENTE, et al., 2013).

A produtividade do canavial depende de várias operações mecânicas e manuais, denominadas de tratos culturais, que interferem diretamente no desempenho do potencial produtivo e na longevidade do canavial, através da utilização de insumos e da preservação do ambiente de produção. Entre as principais técnicas de manejo estão os tratos culturais que incluem a adubação complementar e aplicação de produtos fitossanitários (BEUCLAIR; TEZOTTO; MANOCCHIO JÚNIOR, 2015).

Apesar de representar um grande custo ao produtor, a adubação, permite potencializar a produtividade do atual corte do canavial, além de contribuir para a longevidade do canavial. Tais fatores implicam, conseqüentemente, na redução dos custos de produção, já que evita os custos da implantação de um novo canavial, responsável pelas maiores despesas (ROSSETTO; DIAS; VITTI, 2008).

Os fertilizantes promovem a reposição dos nutrientes da planta durante o seu ciclo de desenvolvimento. No ano de 2015, a indústria de fertilizantes comercializou com os produtores de cana-de-açúcar cerca de 4200 mil toneladas de fertilizantes, proporcionando um faturamento estimado de 2,44 bilhões de dólares, que corresponde ao faturamento de 14% das vendas totais de fertilizantes no território brasileiro (NEVES; KALAKI, 2015).

Por fim, a operação de colheita tem elevado valor agregado, devido principalmente as

ANAIS

operações de alto custo e demanda energética. Feita inicialmente de forma manual, a prática de queima da pré-colheita era utilizada para melhorar a eficiência da produção devido à redução do teor de água e, conseqüentemente, aumento do teor de açúcar, além da facilidade no transporte e proteção dos trabalhadores do campo de animais peçonhentos (DU, 2017; SILVA; ZAPPAROLI, 2017). A colheita mecanizada foi se expandindo ao longo dos anos, trazendo muitos benefícios, como o aumento do carbono orgânico do solo e a redução dos impactos na formação de oxidantes fotoquímicos (DU, 2017).

1

2.3. Fatores econômicos determinantes da produção agrícola

Barros (2007) considera a teoria econômica nas pesquisas aplicadas sobre a oferta de produtos agrícolas, sendo necessários ajustes para ser aplicável à produção de cana-de-açúcar, considerando suas características e particularidades. Nesse segmento, a variabilidade da oferta de insumos agrícolas transcorre da variação da área cultivada (hectares) e da produtividade (toneladas por hectare). A teoria microeconômica estuda o comportamento dos consumidores e das empresas em um ambiente de mercado (PINDYCK; RUBINFELD, 1994; VARIAN, 2006). Dentro da microeconomia são estudados fatores determinantes da demanda e da formação de preços da oferta (FERGUSON, 1999; VARIAN, 2012), como variações de preços que influenciam na quantidade ofertada por empresas de bens ou serviços, ou de como a variação de preços impactam na quantidade demandada pelos consumidores de bens ou serviços (ANDRADE; MADALOZZO, 2003; FRANK, 2013).

O mercado exerce ampla importância dentro das questões da microeconomia, uma vez que decorrem de um ambiente onde consumidores e produtores ofertam bens e serviços em vários níveis ou escalas (RENNÓ; SPANAKOS, 2006). Por meio das medidas do mercado, consegue-se avaliar seus componentes, e definir e prever a sua capacidade de atuar com a concorrência (VASCONCELLOS; GARCIA, 2006).

A quantidade de um produto disponível em um determinado tempo é conhecida como oferta, que corresponde aos bens e serviços comercializados na busca da obtenção de um provável retorno financeiro. Quando ocorre um acréscimo no preço de um determinado bem ou serviço, a quantidade ofertada desse bem deve se elevar (MANKIW; MONTEIRO, 2001).

Uma pesquisa conduzida por Satolo e Bacchi (2009), utilizou as análises econométricas para avaliar o papel de choques de oferta e de demanda na evolução recente da produção de cana-de-açúcar no período de 1976 a 2006, para o estado de São Paulo. Chegou-se à conclusão que a variação do preço da cana-de-açúcar no período representou um impacto de mais de 40% sobre a produtividade, que por consequência influenciou na oferta de cana-de-açúcar do Estado.

Oliveira (2017) utilizou 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 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 regiões de expansão (Oeste e Sudoeste do estado). Como esperado pela teoria econômica, o preço da cana-de-açúcar demonstrou impactar positivamente

ANAIS

na oferta, uma vez que elevações de preço geram elevações na produção de cana-de-açúcar. A segunda defasagem apresentou maiores coeficientes para a produção e para a área, com respectivamente 0,21 e 0,12. O preço de carne bovina apresentou elasticidade negativa para a oferta de cana-de-açúcar e para área plantada de respectivamente -0,23 e -0,26. Quanto à produtividade, a quarta defasagem apresentou maiores coeficientes.

1

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A estruturação metodológica dessa pesquisa é composta primeiramente pela elaboração do banco de dados do estudo. O Estado de São Paulo é o maior produtor de Cana-de-açúcar no Brasil (CONAB, 2019; CONAB, 2020), e para identificar os principais influenciadores, foi realizada a análise da produção canavieira de 5 microrregiões do Estado: Araraquara, Jaboticabal, Piracicaba, Ribeirão Preto, e São Carlos.

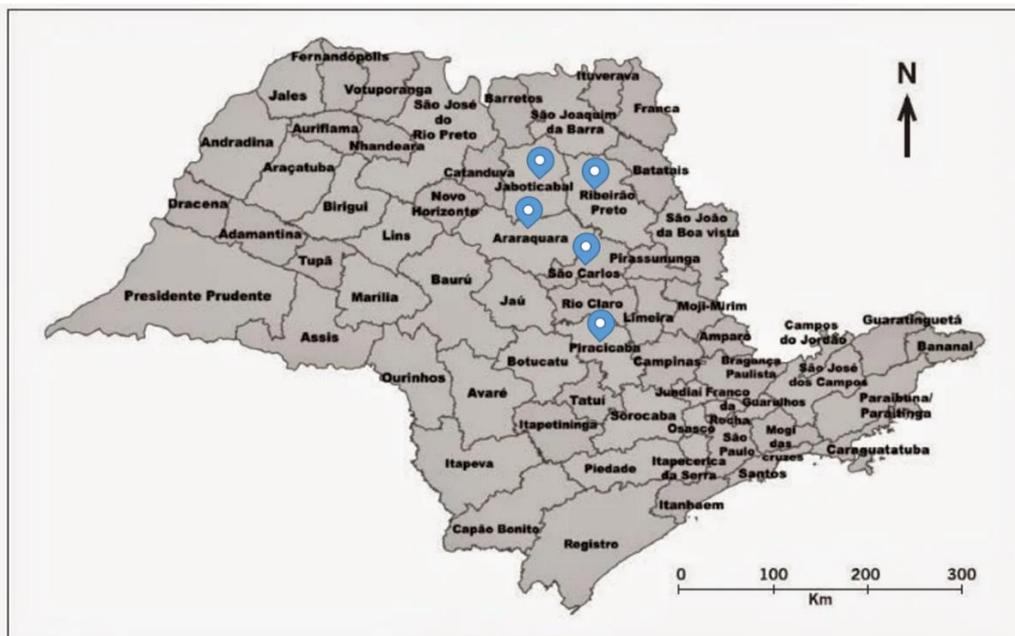


FIGURA 1. Microrregiões do Estado de São Paulo

Fonte: ENBR São Paulo

As cidades presentes nas microrregiões selecionadas são:

Microrregião de Araraquara: Américo Brasiliense, Boa Esperança do Sul, Borborema, Dobrada, Gavião Peixoto, Ibitinga, Itápolis, Matão, Motuca, Nova Europa, Rincão, Santa Lúcia, Tabatinga, Trabiju.

- Microrregião de Jaboticabal: Bebedouro, Fernando Prestes, Guariba, Jaboticabal, Monte Alto, Monte Azul Paulista, Pirangi, Pitangueiras, Santa Ernestina, Taiacu, Taiúva, Taquaral, Taquaritinga, Terra Roxa, Viradouro, Vista Alegre do Alto.

ANAIS

- Microrregião de Piracicaba: Águas de São Pedro, Charqueada, Jumirim, Mombuca, Piracicaba, Rafard, Rio das Pedras, Saltinho, Santa Maria da Serra, São Pedro, Tietê.
- Microrregião de Ribeirão Preto: Barrinha, Cravinhos, Dumont, Guataparã, Jardinópolis, Luís Antônio, Pontal, Pradópolis, Ribeirão Preto, Santa Rita do Passa Quatro, Santa Rosa de Viterbo, São Simão, Serra Azul, Serrana, Sertãozinho.
- Microrregião de São Carlos: Analândia, Dourado, Ibaté, Ribeirão Bonito, São Carlos.

1

Os dados foram extraídos do banco de dados eletrônico do Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA, onde foi gerada a base de dados para a estruturação das análises. O produto das lavouras temporárias e permanentes selecionado foi a cana-de-açúcar em uma série histórica entre 2001 a 2016. Já as variáveis selecionadas foram:

- Área colhida (Hectares);
- Quantidade produzida (Toneladas);
- Rendimento médio da produção (Quilogramas por Hectare);
- Valor da produção em Reais (2001 a 2016).

Para realizar as análises sobre as questões relacionadas ao Rendimento médio da Produção (Produtividade) foram realizadas as transformações dos valores de quilos pra toneladas através da equação:

$$P (Tch) = \frac{RmP}{1000} \quad (\text{Eq.1})$$

Em que:

$P (Tch)$ é a produtividade em toneladas;

RmP é o rendimento médio da produção (quilogramas por hectare); e,

Tch é toneladas de cana por hectare.

As análises relacionadas ao Valor da tonelada (R\$) foram obtidas a partir da equação:

$$Vt (R\$/t) = \frac{VP (R\$)}{QP (t)} \quad (\text{Eq.2})$$

Em que:

$Vt (R\$/t)$ é o valor da tonelada de cana-açúcar;

$VP (R\$)$ é valor da produção em reais; e,

$QP (t)$ é a quantidade produzida (toneladas).

Para realizar o cálculo da variação ao longo da série histórica entre 2001 e 2016 para as variáveis área colhida (hectares), quantidade produzida (toneladas), produtividade em

ANAIS

toneladas, valor da produção em reais, e valor da tonelada (R\$/t), utilizou-se a seguinte equação:

$$\text{Variação} = \frac{N}{N0} \quad (\text{Eq.3})$$

Sendo que:

N é o ano da série histórica em que se pretende encontrar a variação e,

$N0$ é o ano de início da série histórica (2001);

1

3.1. Análise descritiva

Para a elaboração das tabelas apresentadas foi utilizada a ferramenta de análise Estatística Descritiva no Excel® e gerado um relatório de estatísticas univariáveis dos dados no intervalo de entrada, fornecendo informações sobre a tendência e a variabilidade centrais dos dados através de uma tabela. Para a composição da tabela utilizada no estudo, foram selecionadas as seguintes análises: média, mediana, desvio padrão, mínimo e máximo.

A média é a medida onde é localizada o centro da amostra, e calcula-se a partir da equação:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (\text{Eq.4})$$

Em que:

n é o número total de observações que contém o conjunto;

x_i , para i representa os valores das variáveis x .

A mediana é a medida central da amostra e pode ser definida pela equação:

$$\text{Md} = \text{Li}_{\text{Md}} + \frac{\left(\frac{n}{2} - F(\text{Md}-1)\right)}{F_{\text{Md}}} \times A_{\text{Md}} \quad (\text{Eq.5})$$

Em que:

Li_{Md} : limite inferior da amostra;

F_{Md} : frequência da classe mediana;

$F(\text{Md}-1)$: frequência acumulada da classe anterior à mediana;

A_{Md} : Amplitude da classe mediana;

n : número total de observações;

O desvio padrão mensura a dispersão dos dados e não pode assumir valores negativos, desse modo ele é representado através da equação.

ANAIS

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (\text{Eq.6})$$

Em que:

s: desvio padrão;

n é o número total de observações no conjunto de dados;

x_i : para i que representa cada um dos valores das variáveis x;

Para os valores de Máximo e Mínimo foram selecionados os valores referentes as variáveis de estudo.

3.2. Variáveis Econômicas

3.2.1. Preço da cana-de-açúcar

Para a composição dos valores do preço da tonelada de cana foram utilizados a base de dados os Valores de ATR e Preço da Tonelada de Cana-de-açúcar - Consecana do Estado de São Paulo, elaborado pela União Nacional da Bioenergia – UDOP considerando o período de 2011 a 2016, considerando o valor do ATR do ajuste de final de safra. Para a quantidade ATR (Açúcar Total Recuperável) por tonelada foram utilizados como base o Índice Cana Esteira = 121,97 Kg ATR - valor sugerido para contratos de parceria quando a cota-parte do proprietário é entregue na esteira. (UDOP, 2020).

3.2.2. Composição dos tratos culturais

Para compor dos valores relacionados aos tratos culturais, foram considerados os insumos essenciais para um bom desenvolvimento da planta como adubo, inseticida e herbicida, obedecendo as doses comerciais dos produtos. Os valores foram obtidos através do banco de dados do Instituto de Economia Agrícola – IEA, considerando a Relação de Troca entre Defensivos e Produtos Agrícolas que considera a quantidade de produto agrícola necessária para adquirir uma unidade comercial do defensivo agrícola. A obtenção dos dados é relacionada pelo resultado da divisão entre o preço de uma unidade comercial do produto e o preço do produto agrícola que o produtor recebeu pela venda do produto. Os preços de defensivos agrícolas pagos pelos produtores no Estado de São Paulo foram obtidos através do projeto elaborado pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA). O projeto contempla os preços realizando uma pesquisa junto aos revendedores e cooperativas em trinta e quatro principais polos de comercialização de insumos agrícolas e de produção no Estado, (IEA, 2020).

Para a obtenção dos valores do salário mínimo, foram utilizados como base os dados do salário mínimo nominal vigente para a série histórica em estudo, disponibilizados pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea, elaborado a partir dos dados do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

Os valores do óleo diesel foram obtidos através da série histórica da agência nacional do petróleo, gás natural e biocombustíveis – ANP.

ANAIS

Por se tratar de uma série histórica foi feita deflação dos dados e a correção pelo índice geral de preço (IGP-M (FGV)) das variáveis que apresentavam a unidade de valores monetários (R\$) pela calculadora do cidadão presente no endereço eletrônico do Banco Central do Brasil.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O primeiro gráfico apresentado nos mostra a evolução da área colhida entre as microrregiões. Em ordem de volume de área de produção, a microrregião de Ribeirão Preto é a que merece maior destaque, seguida de Jaboticabal, Araraquara, Piracicaba e São Carlos. A microrregião de Araraquara foi a que apresentou a maior ampliação de área de produção no período de 2001 a 2016, aumentando sua área de produção em 127 mil hectares.

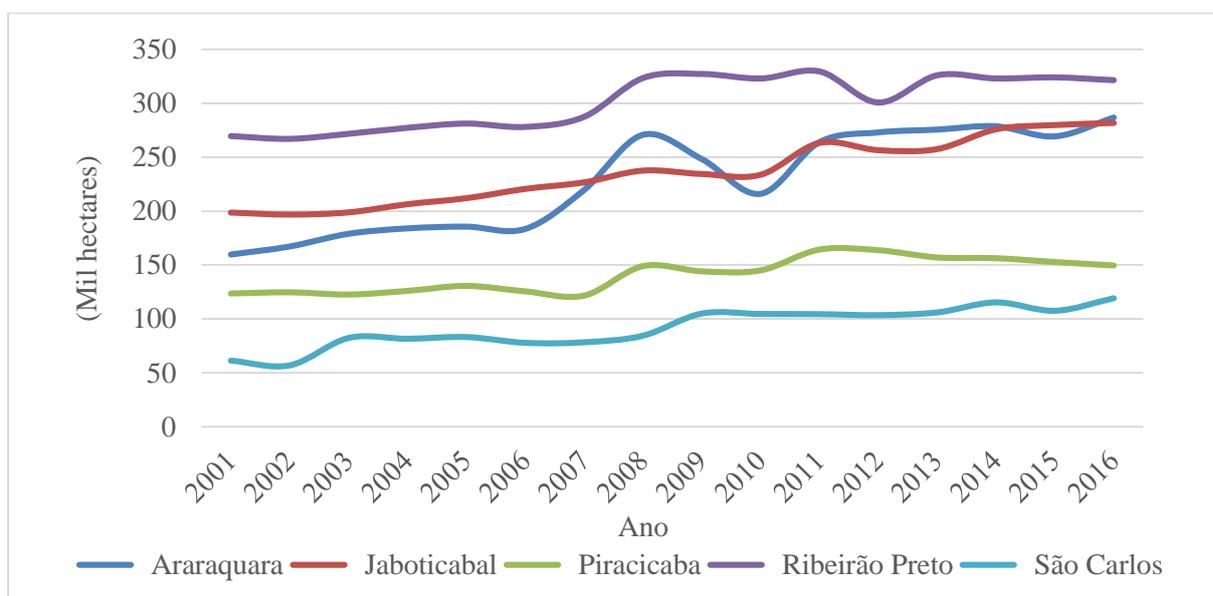


FIGURA 2. Evolução da área de cana-de-açúcar colhida por microrregião
Fonte: Elaborado a partir de dados do SIDRA/IBGE

A tabela 1 nos mostra as análises estatísticas descritivas para as microrregiões, com valores de média, mediana, desvio padrão, além dos valores mínimo e máximo do período em questão. A microrregião de Ribeirão Preto foi a que apresentou os maiores valores de média (301.873 ha), mediana (311.072 ha), mínimo (266.850 ha) e máximo (329.627 ha). Já a microrregião de São Carlos apresentou os menores valores para as análises realizadas.

TABELA 1. Análise descritiva da Área de produção das microrregiões.

Análise descritiva	Jaboticabal	Ribeirão Preto	Araraquara	São Carlos	Piracicaba
Média	236.326	301.873	228.732	92.129	140.983

ANAIS

Mediana	234.125	311.072	233.823	94.124	144.543
Desvio padrão	29.792	24.845	46.366	18.656	15.680
Mínimo	196.880	266.850	159.670	57.120	121.580
Máximo	281.785	329.627	286.719	119.300	164.216

Fonte: Elaborado a partir de dados do SIDRA/IBGE

1

Para variável produtividade, a microrregião que apresentou a maior evolução no período é a de Jaboticabal, seguida por São Carlos, Piracicaba e Araraquara.

Para as microrregiões estudadas, os maiores valores de produtividade média ocorreram entre 2005 e 2009, seguidos por reduções significativas dos valores, com exceção para a microrregião de Araraquara, que atingiu a maior produtividade média entre 2010 e 2014.

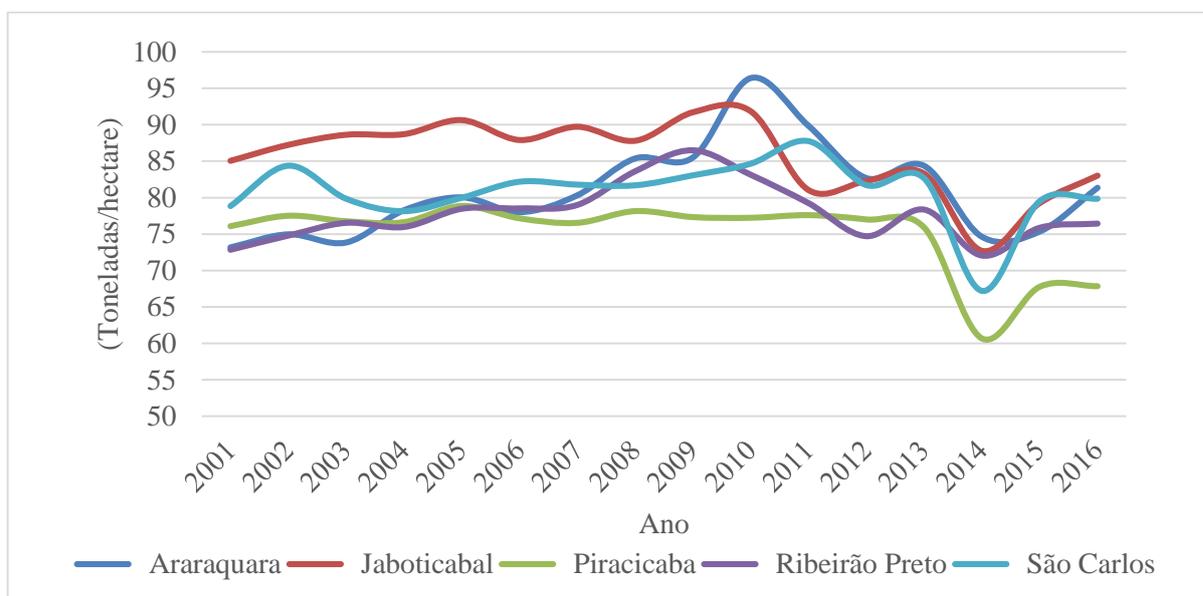


FIGURA 3. Evolução da Produtividade de cana-de-açúcar por microrregião

Fonte: Elaborado a partir de dados do SIDRA/IBGE

A Região de Jaboticabal apresentou a maior produtividade ao longo das séries históricas, sustentado pelos valores médios e mediana. Já a região de Piracicaba apresentou a menor média de produtividade, juntamente com o valor mínimo, e a microrregião de Ribeirão Preto apresentou o menor valor em relação ao desvio padrão.

ANAIS

TABELA 2. ANÁLISE DESCRITIVA DA PRODUTIVIDADE DAS MICRORREGIÕES

Análise descritiva	Jaboticabal	Ribeirão Preto	Araraquara	São Carlos	Piracicaba
Média	85,67	77,87	80,88	80,83	74,94
Mediana	87,51	77,44	80,18	81,71	76,88
Desvio padrão	5,17	3,92	6,36	4,38	5,00
Mínimo	72,71	72,03	73,18	67,22	60,67
Máximo	91,84	86,51	96,38	87,74	78,86

Fonte: Elaborado a partir de dados do SIDRA/IBGE

Como pode ser observado na Figura 4, a região de Ribeirão Preto representa o maior volume de produção, por ser a maior microrregião entre as selecionadas. A quantidade de cana-de-açúcar produzida apresentou maior expansão no período de 2005 a 2009 para a maior parte das microrregiões, com exceção da microrregião de São Carlos que apresentou maior crescimento entre 2010 e 2014 (Figuras 4). As microrregiões de Piracicaba e São Carlos foram, assim como em termos de área colhida, as que representaram menor e maior aumento na quantidade de cana-de-açúcar produzida, com respectivamente -2,47% e 196,51% de variação. É importante ressaltar que a microrregião de Ribeirão Preto se manteve como principal produtora no período estudado. Oliveira, Turci e Capitani (2020) reforçam a importância da microrregião de Ribeirão Preto como referência na produção de cana-de-açúcar no estado.

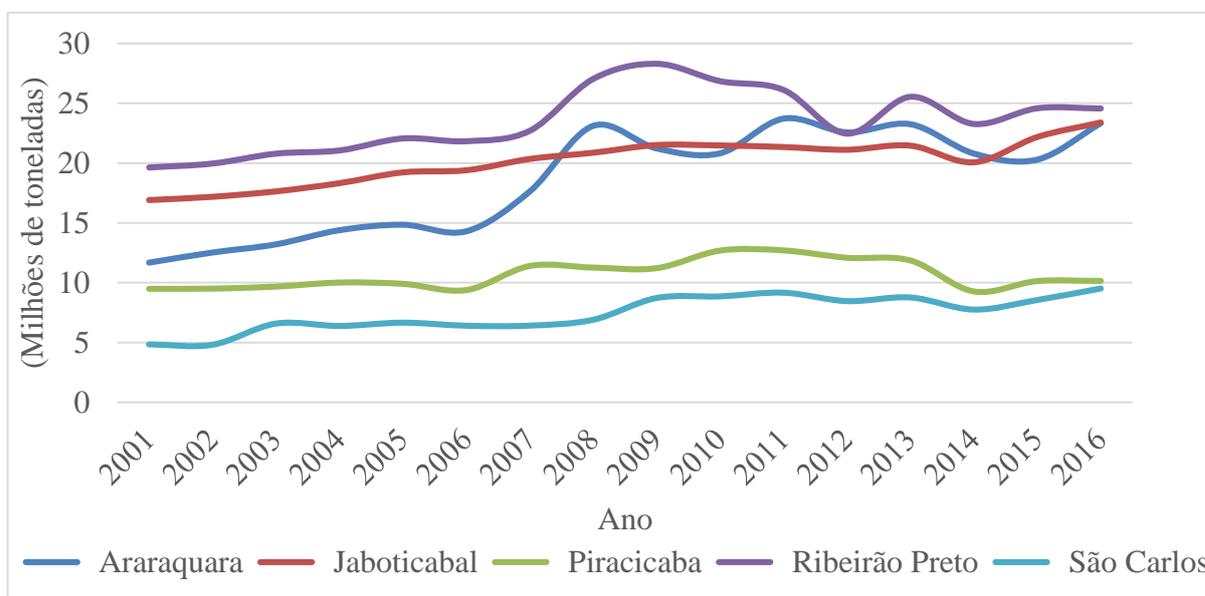


FIGURA 4. Quantidade de cana-de-açúcar produzida por microrregião

Fonte: Elaborado a partir de dados do SIDRA/IBGE

A Tabela 3 reforça o destaque da microrregião de Ribeirão Preto, apresentando os maiores valores para máximo, média e mediana. Já São Carlos contou com o menor volume entre as microrregiões selecionadas, inclusive apresentando o menor valor mínimo.

ANAIS

TABELA 3. Análise descritiva da quantidade de cana-de-açúcar produzida em toneladas nas microrregiões.

Análise descritiva	Jaboticabal	Ribeirão Preto	Araraquara	São Carlos	Piracicaba
Média	20.145.572	23.546.362	18.604.147	7.432.824	10.666.776
Mediana	20.601.346	22.982.392	20.540.726	7.336.023	10.137.030
Desvio padrão	1.886.018	2.682.437	4.399.673	1.497.973	1.203.084
Mínimo	16.901.280	19.624.490	11.685.200	4.819.540	9.264.404
Máximo	23.393.010	28.311.085	23.710.829	9.525.600	12.695.172

Fonte: Elaborado a partir de dados do SIDRA/IBGE

Na variável preço da cana-de-açúcar observa-se que os valores acompanham a linha que representa o preço base do Consecana-SP, com destaque para a microrregião de Piracicaba no período de 2009 a 2012, ver figura 5. Os maiores valores foram apresentados para o ano de 2002, sendo que nos últimos anos a região de Ribeirão Preto tem mostrado os maiores valores.

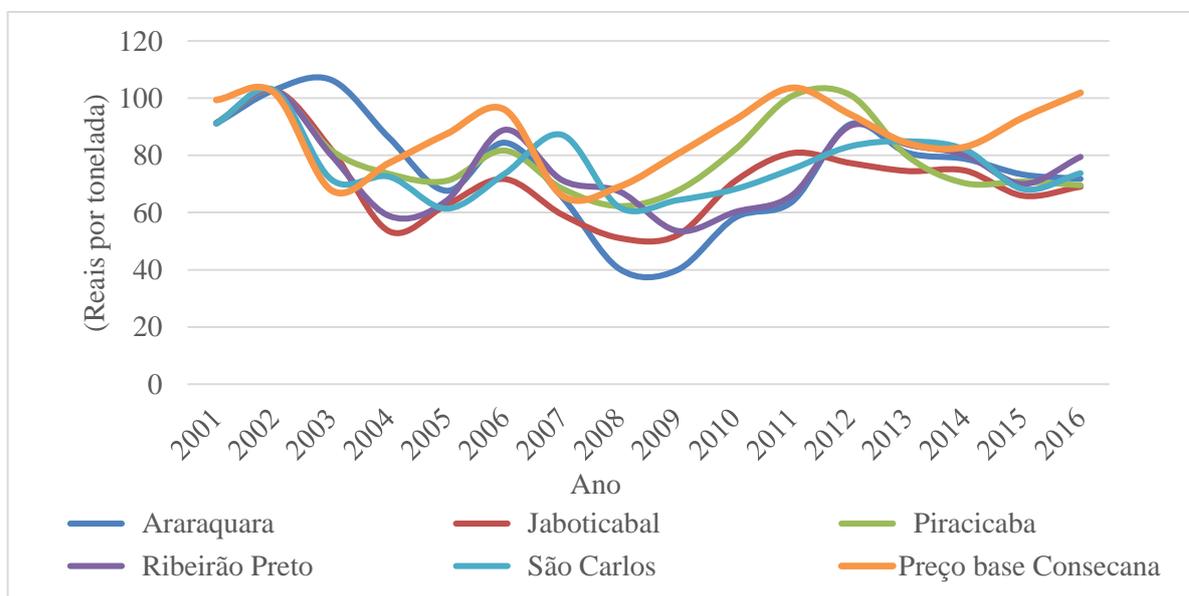


FIGURA 5. Preço da cana-de-açúcar por microrregião.

Fonte: Elaborado a partir de dados do SIDRA/IBGE, Consecana e UDOP.

A maior média de valor pago está na microrregião de Piracicaba, sendo a menor média para a microrregião de Jaboticabal. Os maiores e menores valores estão microrregião de Araraquara (R\$ 106,42 e R\$ 39,86) mostrando a amplitude dos valores praticados para a microrregião.

ANAIS

TABELA 4. Análise descritiva do valor de cana-de-açúcar produzida em toneladas nas microrregiões.

<i>Análise descritiva</i>	<i>Jaboticabal</i>	<i>Ribeirão Preto</i>	<i>Araraquara</i>	<i>São Carlos</i>	<i>Piracicaba</i>
Média	71,21	75,55	75,13	76,40	79,69
Mediana	71,32	75,44	76,06	73,67	76,62
Desvio padrão	14,19	13,77	19,24	11,42	13,06
Mínimo	51,04	53,63	39,86	61,45	62,24
Máximo	102,89	102,89	106,42	102,89	102,89

Fonte: Elaborado a partir de dados do SIDRA/IBGE

A partir dos dados obtidos pela UDOP, a média do valor da cana no estado de São Paulo é de R\$ 90,01 ao longo do período de estudo, sendo o valor mínimo de R\$ 65,98 e o máximo R\$ 103,62.

TABELA 5. Análise descritiva da variação do preço do adubo.

<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>Desvio padrão</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
87,41	90,01	12,56	65,98	103,62

Fonte: Elaborado a partir de dados da UDOP

O preço do adubo sofreu uma variação ao longo do período, com os valores fluando entre R\$ 1.160,03 e R\$ 2.160,15 por hectare, ver figura 6. O valores médios ficaram em torno de R\$ 1.547,63, e o desvio padrão R\$ 308,66.

ANAIS

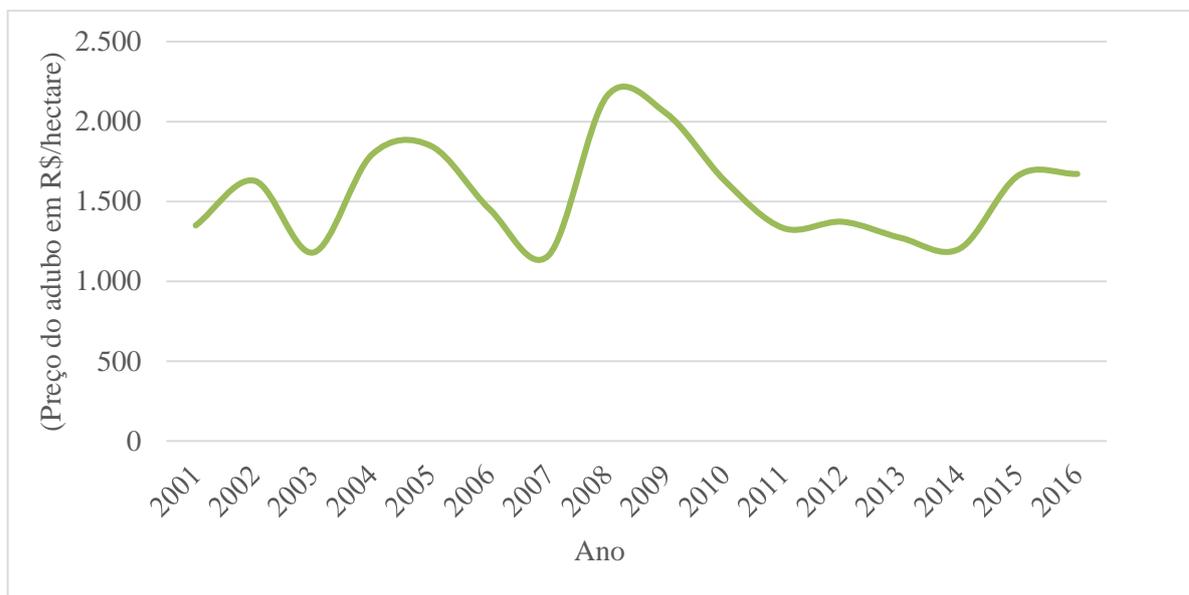


FIGURA 6. Variação do Preço do adubo em R\$/hectare
Fonte: Elaborado a partir de dados do IEA.

TABELA 6. Análise descritiva da variação do preço do adubo

<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>Desvio padrão</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
1.547,63	1.539,60	308,66	1.160,03	2.160,15

Fonte: Elaborado a partir de dados do IEA.

Para o conjunto de produtos considerados no estudo, os valores gastos com produtos fitossanitários também mostraram oscilação ao longo do período, com os valores fluando entre R\$ 146,27 e R\$ 579,23, por hectare. O valores médios ficaram em torno de R\$ 263,20, e o desvio padrão R\$ 130,40.

ANAIS

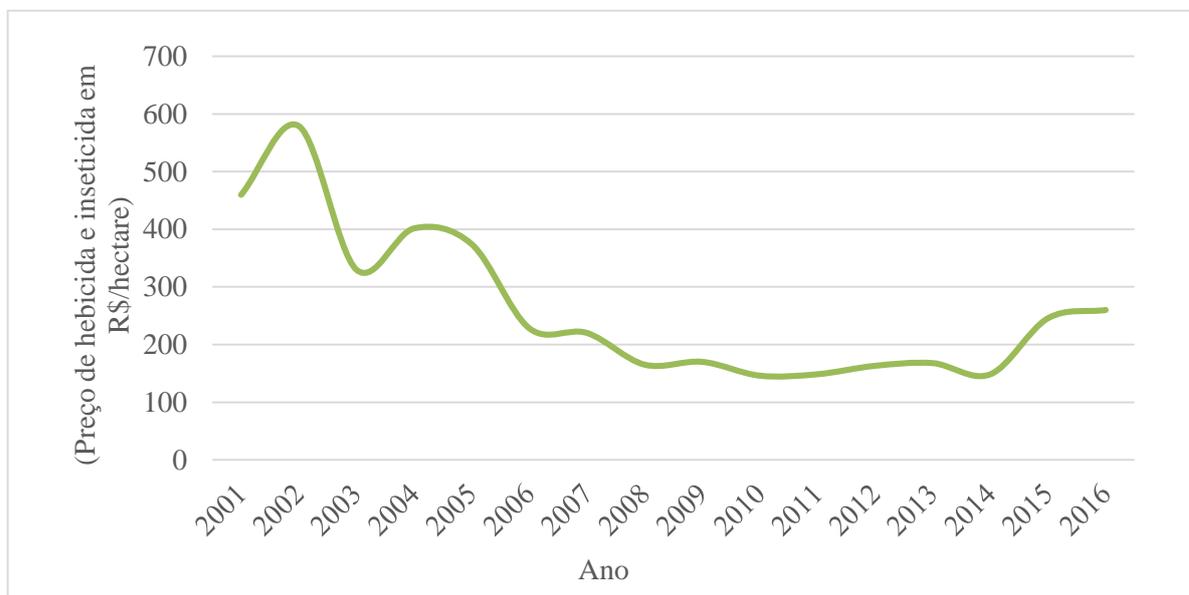


FIGURA 7. Variação do preço de herbicida e inseticida em R\$/hectare.

Fonte: Elaborado a partir de dados do IEA.

TABELA 7. Análise descritiva da variação do preço de herbicida e inseticida

<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>Desvio padrão</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
263,20	224,43	130,40	146,27	579,23

Fonte: Elaborado a partir de dados do IEA.

O óleo diesel também apresentou variação no período estudado, com um desvio padrão de 0,29, valores mínimos de R\$ 3,25 e máximo R\$ 4,28. Já a média foi de R\$ 3,72 e mediana R\$ 3,73.

ANAIS

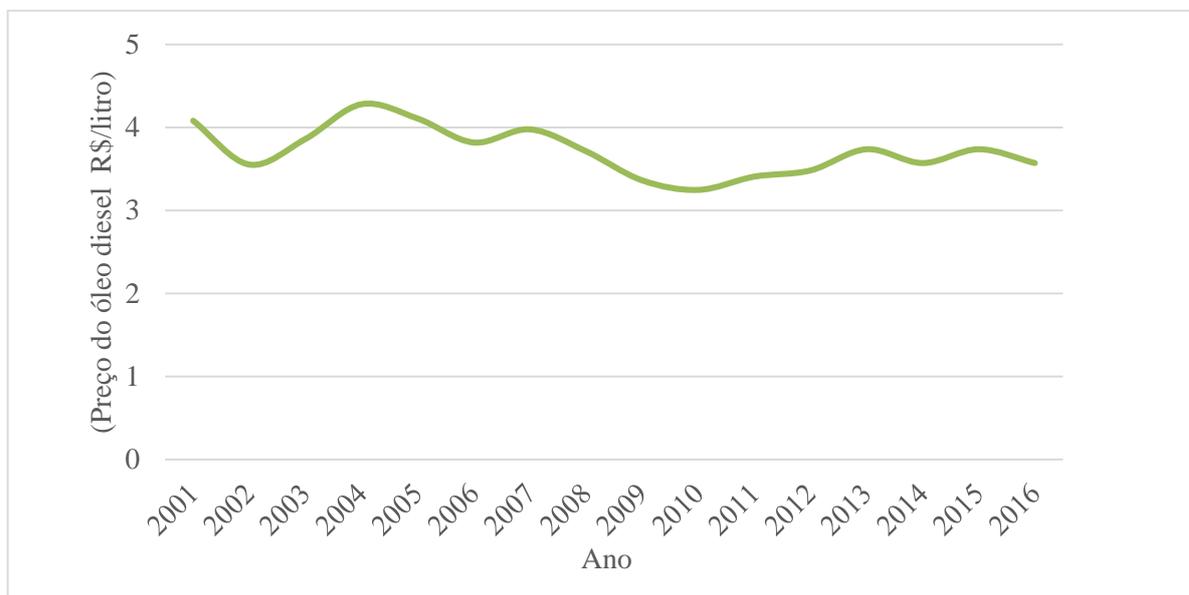


FIGURA 8. Variação do Preço do óleo diesel em R\$/litro.

Fonte: Elaborado a partir de dados da ANP

TABELA 8. Análise descritiva da variação do preço do óleo diesel.

<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>Desvio padrão</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
3,72	3,73	0,29	3,25	4,28

Fonte: Elaborado a partir de dados da ANP

O salário mínimo apresentou evolução ao longo do período, mostrando uma desvalorização entre o ano de 2015 e 2016, devido a deflação. O desvio padrão foi de R\$ 150,68 e valor máximo de R\$ 1084,43.

ANAIS

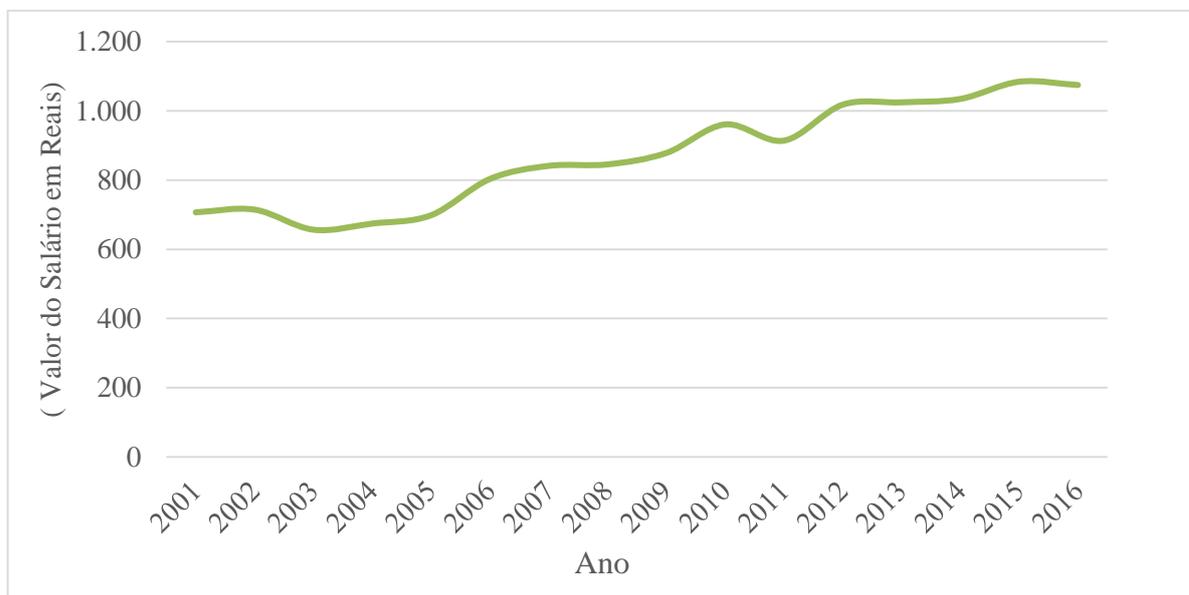


FIGURA 9. Variação do valor do salário mínimo em reais.

Fonte: Elaborado a partir de dados do IPEA

TABELA 9. Análise descritiva da variação do salário mínimo em reais.

<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>Desvio padrão</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
870,87	862,06	150,68	657,00	1.084,43

Fonte: Elaborado a partir de dados do IPEA

4.1. DISCUSSÕES

A microrregião com maior produtividade média no período estudado foi Jaboticabal e a menor foi Piracicaba (Figuras 3). Um dos possíveis motivos que explicam a queda de produtividade a partir de 2008 é o movimento de mecanização, tanto da colheita quanto do plantio, que apesar dos inúmeros aspectos positivos do ponto de vista social e ambiental, pode ter gerado efeitos deletérios na produtividade agrícola durante sua implantação. Além disso, a crise financeira de 2008-2009 impactou diretamente na produtividade em virtude da redução em investimentos agrícolas (NYKO ET AL., 2013).

Ocorreu crescimento da produção de cana-de-açúcar nas microrregiões entre 2000 e 2009. Van Den Wall Bake et al. (2009), salienta para o fato de o crescimento da produção de cana-de-açúcar entre 1995 e 2004 poder ser explicado pela redução dos custos de produção de etanol, com redução semelhante dos custos da produção de cana-de-açúcar. No ano de 1999, ocorreu desregulamentação completa do mercado e superprodução de cana-de-açúcar ocasionada pelas condições climáticas ideais. A queda no valor da tonelada de cana-de-açúcar a partir de 2008 pode ser explicada por diversos fatores, conforme abordado por Nyko et al. (2013). A crise financeira de 2008-2009, por exemplo, resultou em redução de crédito concedido pelas instituições financeiras e consequente redução nos investimentos agrícolas, incluindo aqueles direcionados à renovação dos canaviais, impactando diretamente na produtividade, e em menor taxa de difusão das novas variedades. Além disso, o setor também



ANAIS

enfrentou adversidades climáticas que afetaram a *performance* das novas variedades de cana. Para Demattê (2012), outros fatores são a proliferação de doenças nas novas variedades e a expansão da lavoura de cana-de-açúcar para regiões com solos menos férteis e climas menos favoráveis ao desenvolvimento da cultura.

De modo geral, pode-se inferir que os ganhos de produção canavieira nas cinco microrregiões foram decorrência de aumento de área e não como elevação de produtividade. Trabalhos realizados por Felipe (2008), Lourenzani e Caldas (2014), Camara e Calderelli (2016) e Caldarelli e Gilio (2018) também constataram que os ganhos da produção no estado de São Paulo são advindos da expansão territorial - efeito área e não pelo efeito de ganho de produtividade. Esses autores identificaram que a expansão territorial pode ser explicada pela substituição de áreas de pastagem e substituição de culturas.

Felipe (2008) ressaltou que a cana-de-açúcar e a soja foram as atividades com maior ganho de área no Estado de São Paulo entre 1990 e 2005. Através da utilização do modelo *shift share* concluiu-se que o crescimento da produção canavieira anual paulista nesse período foi resultado principalmente da expansão da área plantada e que ganhos de produtividade tiveram menor efeito sobre a produção canavieira paulista. Camara e Caldarelli (2016) utilizando do modelo de efeito *shift-share* para se analisar a expansão da área cultivada com cana-de-açúcar no estado de São Paulo entre 2001 e 2013 ressaltam também para a substituição da área ocupada com pastagens para a pecuária bovina pela área plantada com cana-de-açúcar no estado de São Paulo. Segundo a pesquisa, a expansão da área plantada com cana-de-açúcar em substituição à outras culturas anteriormente plantadas foi de 2,3 milhões de hectares, sendo 1,6 milhões de hectares, aproximadamente 66%, oriundos de áreas ocupadas anteriormente com pastagens para a pecuária bovina

As tradicionais microrregiões produtoras de Araraquara, Jaboticabal, Piracicaba, Ribeirão Preto e São Carlos representavam, em 2001, 32% da área colhida e 31% da quantidade produzida no estado. Em 2016 elas passaram a representar 21% tanto em área colhida quanto em produção (SIDRA/IBGE). Tal declínio também foi abordado por Camara e Calderelli (2016) demonstrando que as lavouras canavieiras se expandiram das tradicionais regiões produtoras para todo o estado e ganharam destaque em termos de importância econômica.

Os resultados encontrados por Oliveira, Turci e Capitani (2020) corroboraram que a região de Ribeirão Preto foi a que mais contribuiu com os valores adicionados pela cultura canavieira no estado de São Paulo, entre 2000 e 2014, mesmo não apresentando o maior crescimento na área cultivada. Oliveira, Turci e Capitani (2020) utilizaram como base de dados os relatórios anuais da Produção Agrícola Municipal (PAM), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e identificaram que Ribeirão Preto contribuiu com 25% do total adicionado pela cultura canavieira no estado de São Paulo, permitindo uma maior dinamização econômica e melhorando os indicadores econômicos locais, sobretudo nas áreas de expansão.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em função da importância do Setor Sucroenergético na produção agrícola brasileira e paulista, se faz necessário analisar o histórico de evolução da cultura de cana-de-açúcar das principais microrregiões produtoras do estado de São Paulo para entender os principais fatores que influenciaram seu comportamento ao longo dos anos e prever possíveis tendências e



ANAIS

desafios.

Para tanto, extraiu-se uma série histórica de 2001 até 2016 do banco de dados eletrônico do Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA para as microrregiões de Araraquara, Jaboticabal, Piracicaba, Ribeirão Preto e São Carlos e, com base na análise dos dados, foi possível inferir que os ganhos de produção canavieira foram fortemente influenciados pela expansão territorial, visto que a expansão na área plantada acompanhou a taxa de crescimento na produção, e não foram identificadas grandes variações de produtividade.

De acordo com dados levantados no período em referência, a área colhida de cana-de-açúcar no estado de São Paulo cresceu cerca de 3,02 milhões de hectares com expansão de 243,35 milhões de toneladas. Esses valores correspondem a um aumento de respectivamente 118% e 122%, enquanto a produtividade apresentou um acréscimo de apenas 2,13%. Nesse mesmo período para as cinco microrregiões analisadas a área colhida de cana de açúcar cresceu cerca de 345 mil hectares, representando 42%. A produção cresceu 28,4 milhões de toneladas, o que representou em torno de 45%. Já a produtividade apresentou um acréscimo de apenas 2% entre os anos de 2001 até 2016.

. Os resultados auxiliarão órgãos públicos e empresas privadas na mensuração da oferta canavieira, sendo possível a criação de indicadores parciais de produtividade agrícola, que contribuirão para previsão da geração de trabalho e renda. O estudo pode auxiliar ainda na obtenção de novas metodologias para avaliação da flutuação da produção da cana-de-açúcar, além de contribuir com dados que possibilitarão a realização de novos trabalhos e pesquisas na área, e servir como referência para construção de sistemas capazes de aferir de forma comparativa o desempenho da produção de produtores, tanto quanto usinas de cana-de-açúcar em relação as microrregiões estudadas.

Para que seja possível a continuidade da evolução da produção de cana-de-açúcar nos próximos anos para abastecimento da produção global de açúcar e atendimento à maior participação do etanol no mercado, serão necessários investimentos em ganhos verticais da cultura, com aumento de produtividade, redução dos custos de produção e adoção de técnicas de manejos eficazes, que ampliem a longevidade dos canaviais. Sendo assim sugere-se a realização de novas pesquisas relacionadas às melhores práticas a serem adotadas nos canaviais de modo a proporcionar tal crescimento vertical e conseqüente aumento de produtividade.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANAP. **Série Histórica de Preços de Combustíveis**. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-abertos/serie-historica-de-precos-de-combustiveis>. Acesso em: 18 out. 2020.

BACCARIN, J. G. **Sistema de produção agropecuário brasileiro**: características e evolução recente. 2. ed. São Paulo: Cultura Acadêmica/UNESP, 2011. 254 p.



ANAIS

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Calculadora do cidadão**. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAOPublico/corrigirPorIndice.do?method=corrigirPorIndice>. Acesso em: 08 jun. 2020.

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.

BEAUCLAIR, E.; TEZOTTO, T.; MANOCCHIO JÚNIOR, C. R. **Manejo nutricional 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.

CALDARELLI, C. E.; GILIO, L. Expansion of the sugarcane industry and its effects on land use in São Paulo: Analysis from 2000 through 2015. **Land Use Policy**, v. 76, p. 264-274, 2018.

CAMARA, M. R. G.; CALDARELLI, C. E. Expansão canavieira e o uso da terra no estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, v. 30, n. 88, p. 93-116, 2016.

CONAB. **Observatório Agrícola: acompanhamento da sabra brasileira de cana-de-açúcar. Safra 2018/19**, v.5, n. 4, 2019.

CONAB. **Observatório Agrícola: acompanhamento da sabra brasileira de cana-de-açúcar. Safra 2020/21**, v.6, n. 4, 2020.

CONSECANA (Brasil). **Valores de ATR e Preço da Tonelada de Cana-de-açúcar - Consecana do Estado de São Paulo**. Disponível em: https://www.udop.com.br/cana/tabela_consecana_saopaulo.pdf. Acesso em: 18 out. 2020.

CORDEIRO, N. K.; SOUZA, D. H. G.; BERNARDI, D.; CARDOSO, K. P. S.; Norma LAZARETTI, N. S.; ABRAÃO, P. C.; DA MATA, T. C.; MACEDO JÚNIOR, E. K. Analysis of Regression and Correlation on Production of Sugarcane in the States of Paraná, São Paulo and Minas Gerais, Brazil. **Journal of Experimental Agriculture International**, p. 1-8, 2019.

CORDELLINI, D. F. O etanol na estrutura dos biocombustíveis no Brasil. *Revista da FAE*, v. 21, n. 1, p. 19-35, 2018.

DEMATTÊ, J. L. I. Variedades de cana estão devendo. **Idea News Cana & Indústria**, ano 11, n. 41, p. 16-24, ago. 2012.

DEMCZUK, A.; PADULA, A. D. Using system dynamics modeling to evaluate the feasibility of ethanol supply chain in Brazil: The role of sugarcane yield, gasoline prices and sales tax rates. **Biomass and bioenergy**, v. 97, p. 186-211, 2017.

DENNY, D. M. T. Competitive renewables as the key to energy transition—RenovaBio: The Brazilian biofuel regulation. In: **The regulation and policy of latin American energy transitions**. Elsevier, 2020. p. 223-242.

DU, C. **Environmental and social life cycle assessment of sugarcane in Brazil: comparing manual and mechanical harvesting**. PhD thesis, University of Coimbra, 2017.

ENBR SÃO PAULO. **Microrregiões**. Disponível em: <https://sites.google.com/site/enbrsaopaulo/regioes/microrregioes>. Acesso em: 10 jun. 2020.

V SIMPÓSIO EM GESTÃO DO AGRONEGÓCIO. **Gestão do conhecimento no agronegócio 4.0**, Jaboticabal-SP: 03 a 05 de Junho de 2020.



ANAIS

FARINELLI, J. B. M.; SANTOS, D. F. L. S. Impacto das tecnologias de plantio no fluxo de caixa do produtor canavieiro. **Revista Gestão & Tecnologia** 17 (3): 146–171. 2017.

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.

GILIO, L.; DE MORAES, M. A. F. D. Sugarcane industry's socioeconomic impact in São Paulo, Brazil: A spatial dynamic panel approach. **Energy Economics**, v. 58, p. 27-37, 2016.

IEA, Instituto de Economia Agrícola. **Relação Troca entre Defensivos e Produtos Agrícolas**. Disponível em: http://ciagri.iea.sp.gov.br/nial/RelaTrocaDefensivos.aspx?cod_sis=20. Acesso em: 20 out. 2020.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA. **Banco de dados. São Paulo: IEA**. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/bancodedados.html>. Acesso em: 27 jul. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Banco de dados agregados: Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#>. Acesso em: 07 jun. 2020.

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.

LOURENZANI, W. L.; CALDAS, M. M. Land use change from the sugar cane expansion in the western region of São Paulo state, Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.11, nov. 2014.

MENDONÇA, M. F. D. **Produtividade e qualidade da cana-de-açúcar sob níveis de adubação nitrogenada e lâminas de irrigação**. 2018. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018.

MORAES, M.A.F.D., ZILBERMAN, D. Production of Ethanol From Sugarcane in Brazil. **Springer**, Londres. 2014.

MTE, Ministério do Trabalho e Emprego. **Salário mínimo nominal vigente**. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/exibeserie.aspx?stub=1&serid1739471028=1739471028>. Acesso em: 21 out. 2020.
NEVES, M. F.; KALAKI, R. B. Perspectivas para a produção brasileira. **AgroANALYSIS**, v. 35, n. 6, p. 26-27, 2015.

NYKO, D.; VALENTE, M.; MILANEZ, A.; TANAKA, A.; RODRIGUES, A. A evolução das tecnologias agrícolas do setor sucroenergético: estagnação passageira ou crise estrutural? **Bionergia**. BNDES Setorial, v.37, p.399-442, 2013.

OECD-FAO Agricultural Outlook 2020-2029. Paris: OECD; Rome: FAO, 2020.

OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028, OECD Rome: FAO, 2019.

OLIVEIRA, A.F.M. Impactos dos preços sobre a oferta canavieira no estado de São Paulo entre 1995 até 2015. 2017. Dissertação (mestrado em Administração). Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do campus de Jaboticabal.

V SIMPÓSIO EM GESTÃO DO AGRONEGÓCIO. **Gestão do conhecimento no agronegócio 4.0**, Jaboticabal-SP: 03 a 05 de Junho de 2020.



ANAIS

OLIVEIRA, L. C.; TURCI, A. A. S.; CAPITANI, D. H. D. Expansão da cana-de-açúcar e os impactos sobre culturas agroalimentares no estado de São Paulo. **Nucleus**, v. 16, n. 1, 2019.

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., AGUIAR, D. A., SILVA, W. F., SUGAWARA, L. M., ADAMI, M., & MOREIRA, M. A. Studies on the Rapid Expansion of Sugarcane for Ethanol Production in São Paulo State (Brazil) Using Landsat Data. **Remote Sensing**, v. 2, n. 4, p. 1057-1076, 2010.

SALLES-FILHO, S. L. M.; CASTRO, P. F. D., BIN, A.; EDQUIST, C., FERRO, A. P., CORDER, S. Perspectives for the Brazilian bioethanol sector: The innovation driver. **Energy Policy** 108:70–77. 2017.

SILVA, S. S.; ZAPPAROLI, I. D. Análise ambiental do ciclo de vida do etanol combustível. **Economia & Região**, v. 5, n. 1, p. 129-155, 2017.

Távora, F. L. **História e economia dos biocombustíveis no Brasil**. Textos para Discussão, Vol., 89. Brasília: Centro de Estudos da Consultoria do Senado Federal, 2011.

União da Indústria De Cana-de-Açúcar – UNICA (2018). **Fotografia do Setor Sucroenergético no Brasil e os benefícios econômicos, ambientais e sociais gerados**. Disponível em: <http://www.unica.com.br/download.php?idSecao=17&id=35831777>. Acesso em 28 de junho de 2020.

União da Indústria de Cana-de-Açúcar – UNICADATA (2020) **Produção brasileira de etanol anidro e hidratado**. São Paulo: UNICADATA. Disponível em: <http://www.unicadata.com.br/>. Acesso em 10 de janeiro de 2021.

VAN DEN WALL BAKE, J. D.; JUNGINGERA, M.; FAAIJA, A.; POOTB, T., WALTER A. Explaining the experience curve: Cost reductions of Brazilian ethanol from sugarcane. **Biomass and bioenergy**, v. 33, n. 4, p. 644-658, 2009.