



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

Aplicação do Modelo *Shift-Share* na Decomposição do Valor Bruto da Produção da Cana-de-Açúcar

Matheus Henrique Feliciano Maciel

Faculdade de Tecnologia de Piracicaba (CEETEPS)/ matheus.maciel3@fatec.sp.gov.br

Vanessa de Cillos Silva

Unidade de Pós-Graduação, Extensão e Pesquisa do CEETEPS e Faculdade de
Tecnologia de Piracicaba (CEETEPS)/vanessa.silva@cpspos.sp.gov.br

Fabício José Piacente

Unidade de Pós-Graduação, Extensão e Pesquisa do
CEETEPS/fabricio.piacente@cpspos.sp.gov.br

Resumo

O estudo analisa o comportamento do Valor Bruto da Produção (VBP) da cana-de-açúcar no estado de São Paulo entre 1999 e 2023, buscando compreender os fatores que influenciaram seu crescimento ao longo do período. O objetivo é identificar as contribuições relativas dos efeitos área, rendimento e preço para a evolução da produção paulista, destacando as dinâmicas econômicas e produtivas do setor sucroenergético. Para isso, aplicou-se o modelo de decomposição *shift-share*, que permite mensurar a participação de cada componente no desempenho do VBP. Os resultados demonstraram que o VBP da cana-de-açúcar apresentou taxa média de crescimento anual de 5,61%, com destaque para a influência da ampliação da área plantada e das oscilações nos preços de mercado. O período de 2005 a 2010 registrou o ritmo mais acelerado de crescimento, associado ao aumento da demanda por etanol e à expansão territorial, enquanto entre 2011 e 2016 observou-se desaceleração, seguida por leve recuperação a partir de 2017.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

Palavras-chave: Biocombustíveis, Produtividade agrícola, São Paulo, Setor sucroenergético.

Abstract

The study analyzes the behavior of the Gross Production Value (GPV) of sugarcane in the state of São Paulo between 1999 and 2023, aiming to understand the factors that influenced its growth over the period. The objective is to identify the relative contributions of the area, yield, and price effects to the evolution of São Paulo's production, emphasizing the economic and productive dynamics of the sugar-energy sector. To this end, the shift-share decomposition model was applied, allowing the measurement of each component's contribution to the GPV performance. The results showed that the sugarcane GPV recorded an average annual growth rate of 5.61%, mainly driven by the expansion of cultivated area and market price fluctuations. The period from 2005 to 2010 exhibited the highest growth pace, linked to increased ethanol demand and territorial expansion, whereas between 2011 and 2016 a slowdown was observed, followed by a moderate recovery from 2017 onward.

Keywords: Biofuels, Agricultural productivity, São Paulo, Sugarcane industry.

Resumen

El estudio analiza el comportamiento del Valor Bruto de la Producción (VBP) de la caña de azúcar en el estado de São Paulo entre 1999 y 2023, con el propósito de comprender los factores que influyeron en su crecimiento a lo largo del período. El objetivo es identificar las contribuciones relativas de los efectos área, rendimiento y precio en la evolución de la producción paulista, destacando las dinámicas económicas y productivas del sector sucroenergético. Para ello, se aplicó el modelo de descomposición shift-share, que permite medir la participación de cada componente en el desempeño del VBP. Los resultados demostraron que el VBP de la caña de azúcar presentó una tasa media de



crecimiento anual del 5,61%, impulsada principalmente por la expansión del área cultivada y las fluctuaciones en los precios de mercado. El período de 2005 a 2010 registró el ritmo más acelerado de crecimiento, asociado al aumento de la demanda de etanol y a la expansión territorial, mientras que entre 2011 y 2016 se observó una desaceleración, seguida de una recuperación moderada a partir de 2017.

Palabras clave: Biocombustibles, Productividad agrícola, São Paulo, Sector sucroenergético.

1. INTRODUÇÃO

O setor sucroenergético brasileiro desempenha papel estratégico na economia nacional, especialmente em estados como São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Goiás, que juntos respondem por mais de 80% da produção nacional de cana-de-açúcar. Embora o Valor Bruto da Produção (VBP) da cultura tenha crescido nas últimas décadas, permanece a lacuna quanto à compreensão dos fatores que efetivamente impulsionaram esse crescimento. As contribuições relativas da expansão da área cultivada, dos ganhos de produtividade e das oscilações nos preços reais ainda são pouco exploradas de forma integrada e comparativa entre os principais estados produtores. Nesse contexto, é importante investigar como esses fatores atuaram ao longo do tempo, especialmente entre 1999 e 2023, período marcado por transformações relevantes no setor, como o avanço tecnológico, a consolidação da mecanização, a introdução de veículos *flex fuel* e a maior volatilidade nos mercados de etanol e açúcar.

Além disso, trata-se de um setor que constantemente investe em inovações tecnológicas e demanda novas estratégias de alocação de recursos, sendo importante ter diagnósticos sobre as fontes de crescimento da produção para orientar decisões de investimento, planejamento produtivo e formulação de políticas públicas.

A escolha do tema justifica-se pela importância estratégica da cultura da cana-de-açúcar para a economia agrícola brasileira e pela relevância do Valor Bruto da Produção (VBP) como indicador da dinâmica econômica do setor. A cana-de-açúcar representa uma das



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

principais culturas do agronegócio nacional, tanto pela sua contribuição para o abastecimento interno de açúcar e etanol, quanto pelo seu papel nas exportações brasileiras. Segundo Michelin et al. (2013), o Brasil se consolidou como o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, destacando-se também pela eficiência produtiva, em função de condições edafoclimáticas favoráveis e da crescente adoção de tecnologias de cultivo e processamento.

Nota-se que o setor sucroenergético tem passado por transformações significativas nas últimas décadas, como o avanço da mecanização, a intensificação do uso de variedades mais produtivas e a reconfiguração da geografia produtiva, com a expansão da canavicultura para áreas não tradicionais. Piacente et al. (2022) destacam que, especialmente na região Noroeste do estado de São Paulo, pode-se observar um crescimento da produção canavieira após os anos 1990, impulsionado por fatores como a disponibilidade de terras, políticas de incentivo e aumento da demanda por biocombustíveis. Esse contexto reforça a necessidade de estudos que analisem as fontes de crescimento do VBP, a fim de compreender se esse avanço decorre prioritariamente da expansão da área plantada, de ganhos de produtividade ou de variações nos preços recebidos pelos produtores.

Nesse sentido, o uso da metodologia de decomposição *shift-share* aplicada ao VBP é importante para mensurar e comparar os efeitos área, rendimento e preço, como demonstrado por Castro et al. (2017) em seu estudo sobre a cotonicultura brasileira, no qual a técnica foi utilizada para identificar padrões regionais de crescimento e orientar políticas voltadas à competitividade agrícola. Da mesma forma, Silva et al. (2013) e Michelin et al. (2013) aplicaram esse modelo para avaliar o desempenho da cultura da cana-de-açúcar na região Centro-Oeste e em estados como São Paulo e Minas Gerais, respectivamente, evidenciando que diferentes combinações desses efeitos explicam a evolução da atividade conforme o período e a região analisada.

Portanto, investigar as fontes de crescimento do VBP da cana-de-açúcar no estado de São Paulo permite uma compreensão dos fatores que impulsionam a produção, contribuindo

para o planejamento estratégico do setor, o aprimoramento das políticas públicas e o fortalecimento da competitividade regional da agroindústria canavieira.

O objetivo geral é analisar o crescimento do Valor Bruto da Produção (VBP) da cultura da cana-de-açúcar no estado de São Paulo, no período de 1999 a 2023, identificando e quantificando as contribuições dos efeitos área, rendimento e preço para essa variação. Para isso, os objetivos específicos podem ser divididos em: (i) coletar dados histórico sobre área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção com cana-de-açúcar durante os anos de 1999 a 2023 no estado de São Paulo; ii) calcular o VBP da cana-de-açúcar para o estado de São Paulo ao longo do período estudado; iii) aplicar a metodologia de decomposição *shift-share* para separar o crescimento do VBP nos efeitos área (expansão ou retração da área cultivada), rendimento (ganhos de produtividade) e preço (variação real do valor pago ao produtor); (iv) analisar a evolução das contribuições de cada efeito (EA, ER, EP) em subperíodos: 1999/2004, 2005/2010, 2011/2016 e 2017/2023.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O estado de São Paulo ocupa posição central na história do setor sucroalcooleiro brasileiro, sendo responsável por impulsionar a produção nacional de cana-de-açúcar, açúcar e álcool desde o século XIX. A partir do século XX, com a industrialização e a modernização agrícola, São Paulo consolidou-se como o principal polo produtor do país, abrigando grande parte das usinas e áreas cultivadas (Ramos, 1990). A relevância econômica do setor é expressiva: representa cerca de 35% do PIB agrícola paulista e dinamiza a economia de mais de 350 municípios (Baccarin et al., 2009). Além disso, o setor gera centenas de milhares de empregos diretos e indiretos, sendo estratégico para a matriz energética nacional (Serio e Soares, 2013).

Durante a década de 1990, o setor sucroenergético paulista vivenciou uma significativa expansão, impulsionada pelo Programa Nacional do Álcool (Proálcool), criado em 1975. Em 1980, a área cultivada com cana-de-açúcar no estado era de aproximadamente 1,8



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

milhão de hectares, passando para cerca de 3,5 milhões em 1999. O rendimento médio por hectare também aumentou, de 55 t/ha em 1980 para cerca de 75 t/ha no final da década de 1990. A produção de açúcar saltou de 6,2 milhões de toneladas para mais de 12 milhões, enquanto o álcool passou de 4,5 bilhões para 8,3 bilhões de litros no mesmo período (IBGE, 2000). Esses avanços refletem a modernização tecnológica e o fortalecimento da agroindústria canavieira (Goes et al., 2009).

A expansão territorial do setor em São Paulo foi marcada pela interiorização da produção, especialmente no Noroeste Paulista. Regiões como o Pontal do Paranapanema e o extremo Noroeste, antes dominadas por pastagens, passaram a abrigar lavouras de cana-de-açúcar e novas usinas (Saron e Hespanhol, 2018). Em 1990, o estado contava com cerca de 80 usinas processadoras de cana; em 2015, esse número ultrapassava 160 unidades (Demétrio e Baeninger, 2021). Estima-se que mais de 1 milhão de hectares de pastagem foram convertidos em áreas de cultivo de cana entre 1990 e 2015, evidenciando a reconfiguração do uso do solo e a especialização produtiva regional (Goes et al., 2009).

Em 2023, São Paulo manteve sua liderança nacional na produção sucroalcooleira. O estado processou cerca de 387,6 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, o que representa mais de 59% da produção da região Centro-Sul e aproximadamente 52% do total nacional (UNICA, 2024). A produção de açúcar foi de 25,4 milhões de toneladas e a de etanol alcançou 13,2 bilhões de litros (FIESP/MB Agro, 2023). A produtividade média paulista foi de 78,5 t/ha, superior à média nacional de 72,3 t/ha, resultado de investimentos em tecnologia, pesquisa e manejo agrícola (IEA, 2023). Esses dados reforçam a eficiência e a competitividade do setor no estado.

O setor sucroenergético paulista, portanto, apresenta trajetória histórica de protagonismo, expansão territorial e modernização produtiva. Desde os incentivos do Proálcool até a atual liderança nacional em produtividade e volume, São Paulo consolidou-se como referência na agroindústria canavieira. A substituição de pastagens por lavouras e o crescimento do número de usinas evidenciam a transformação espacial e econômica do estado. Em 2023, os indicadores de produção e rendimento confirmam a relevância



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

estratégica do setor para o Brasil, tanto no abastecimento interno quanto na exportação de açúcar e biocombustíveis.

O modelo *shift-share* constitui uma metodologia utilizada em estudos de economia regional e agrícola, por permitir decompor o crescimento de uma atividade econômica em efeitos estruturais, regionais e setoriais. Sua formulação original visa compreender como diferentes setores econômicos contribuem para o desempenho de determinada região, isolando o impacto da especialização produtiva e das vantagens competitivas locais. Na agricultura, esse método tem sido aplicado para identificar quais fatores explicam o crescimento ou retração do valor bruto da produção (VBP) em diferentes territórios e períodos (Igreja et al., 1983). Assim, o modelo fornece uma base empírica sólida para a interpretação das transformações espaciais e produtivas no meio rural.

Nas pesquisas sobre o setor agrícola, o modelo *shift-share* permite avaliar a contribuição de fatores como produtividade, preços e expansão de área cultivada sobre o VBP. Em particular, estudos voltados à produção de cana-de-açúcar, soja e milho têm empregado o método para comparar o desempenho regional em relação à média nacional, evidenciando a influência das estruturas produtivas e das políticas públicas no desempenho agrícola (Silva et al., 2013). As principais vantagens do modelo *shift-share* está na capacidade de decompor o crescimento em três componentes: o efeito estrutural, que reflete a influência do crescimento geral da economia; o efeito diferencial, que evidencia as vantagens regionais; e o efeito alocativo, que relaciona a especialização setorial à eficiência produtiva.

No contexto da análise do Valor Bruto da Produção (VBP) agrícola, o modelo *shift-share* é empregado como ferramenta de mensuração do desempenho produtivo e da competitividade regional. Silva et al. (2013) utilizaram o modelo *shift-share* para identificar os determinantes do crescimento do VBP da cana-de-açúcar no Centro-Oeste brasileiro entre 1990 e 2009. O estudo teve como objetivo compreender os fatores que impulsionaram a expansão da cultura na região. Foram utilizados dados da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM/IBGE) e os resultados indicaram que o efeito estrutural foi

predominante, refletindo o crescimento geral da produção nacional. O efeito diferencial também contribuiu, sugerindo ganhos de produtividade específicos da região.

Piacente et al. (2018) aplicaram o modelo *shift-share* para analisar a expansão da cana-de-açúcar e as mudanças no uso da terra em três mesorregiões paulistas: Araraquara, Assis e São José do Rio Preto. O estudo utilizou dados da PAM/IBGE entre 2000 e 2015, com o objetivo de decompor as variações do VBP da cana. Os autores identificaram que o efeito estrutural foi significativo, mas o efeito diferencial teve papel relevante em Araraquara, indicando maior competitividade regional. O efeito regional foi mais expressivo em São José do Rio Preto, evidenciando a influência da localização.

O modelo *shift-share* também foi empregado por Tomé et al. (2010) em estudo sobre o desempenho da produção agrícola no Paraná. O objetivo foi avaliar a contribuição dos efeitos estruturais, diferenciais e regionais para o crescimento do VBP entre 1995 e 2005. Utilizando dados da PAM/IBGE, os autores observaram que o efeito estrutural foi dominante, mas o efeito diferencial teve impacto relevante em culturas como soja e milho. O estudo concluiu que o modelo é eficaz para identificar padrões de especialização e competitividade regional na agricultura.

Por fim, o uso contemporâneo do modelo *shift-share* tem se expandido para análises espaciais com o apoio de sistemas de informação geográfica (SIG) e estatísticas multivariadas. Assim, a aplicação desse método em pesquisas agrícolas permanece relevante, fornecendo suporte teórico e empírico para estudos de crescimento, competitividade e sustentabilidade territorial.

3. MÉTODO

Para analisar os determinantes do crescimento do Valor Bruto da Produção (VBP) de cana-de-açúcar no estado de São Paulo, adotou-se o modelo quantitativo diferencial-estrutural, também conhecido como modelo *shift-share*. Tal abordagem é amplamente utilizada em estudos sobre o desempenho da agropecuária brasileira, conforme

demonstram Patrick (1975), Igreja et al. (1983), Yokoyama (1988) e Shikida e Alves (2001), Silva et al. (2013), Michelin et al. (2013) e Castro et al. (2017), entre outros.

Como referência teórica, seguiram-se os trabalhos de Rocha et al. (2010), Shikida e Alves (2001) e Silva et al. (2013), que aplicaram o modelo para identificar as fontes de crescimento do VBP e da produção agrícola em diferentes estados do país. Esses autores propuseram uma versão modificada do modelo diferencial-estrutural, de modo a decompor a variável dependente em componentes explicativos, permitindo mensurar a contribuição individual de cada fator para a evolução do VBP ao longo do tempo.

Os dados das séries históricas de São Paulo com informações sobre a produção, área plantada, colhida, e produtividade da cana-de-açúcar foram obtidos dos relatórios finais de safras da Unica; dos relatórios da Conab; e do IBGE, especificamente na base de dados da Pesquisa Agrícola Municipal.

Nesta pesquisa, a evolução do VBP da cana-de-açúcar em São Paulo foi explicada por três variáveis principais: área colhida expressa em hectares (ha); rendimento médio em toneladas por hectare (t/ha); preço médio pago ao produtor em reais por tonelada (R\$/t).

Foram considerados quatro períodos de análise: 1999/2004, 2005/2010, 2011/2016 e 2017/2023 a fim de avaliar as dinâmicas distintas de crescimento da produção paulista.

O cálculo do VBP para o período inicial (0) e o período final (t) segue as equações básicas:

$$V_0 = A_0 * R_0 * P_0$$

$$V_t = A_t * R_t * P_t$$

Onde: V representa o Valor Bruto da Produção, A é a área colhida, R o rendimento médio e P o preço médio recebido pelo produtor.

A decomposição do crescimento total do VBP entre os períodos 0 e t foi realizada segundo a formulação apresentada por Shikida e Alves (2001), Michelin et al. (2013) e Silva et al. (2013), que permite identificar a variação resultante em três componentes: (i) efeito área (EA), que corresponde à contribuição da expansão ou retração da área

cultivada, mantendo constantes os demais fatores; (ii) efeito rendimento (ER), que mensura as mudanças na produtividade da terra, com preços e área constantes; e (iii) efeito preço (EP), que reflete a variação do VBP devido às mudanças no preço real da tonelada da cana, com produção constante.

Assim, a variação total do VBP entre os períodos é expressa por:

$$\Delta V = (A_t - A_0) * R_0 * P_0 + A_0 * (R_t - R_0) * P_0 + A_0 * R_0 * (P_t - P_0)$$

Para obter a contribuição relativa de cada efeito em termos percentuais e em taxas médias anuais de crescimento, aplicou-se o procedimento descrito por Shikida e Alves (2001) e Silva et al. (2013), no qual ambos os lados da equação são divididos pelo VBP inicial e multiplicados por r , que é a taxa anual média de variação no VBP de cana-de-açúcar, em porcentagem.

$$r = \left[\left(\sqrt[t]{\frac{V_t}{V_0}} - 1 \right) \right] * 100$$

Onde: t é a quantidade de anos do período analisado.

O resultado permite expressar os efeitos EA, ER e EP em taxas anuais médias de crescimento (%), cuja soma equivale à variação total do VBP.

Os dados utilizados foram extraídos da Pesquisa de Produção Agrícola Municipal (PAM) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), disponíveis no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). As informações referentes à área colhida (ha) e ao rendimento médio (t/ha) foram obtidas diretamente do banco de dados. Já o preço médio pago ao produtor foi estimado a partir da variável “valor da produção”, calculada pelo IBGE (2002) como o produto entre quantidade produzida e preço médio ponderado. Assim, o preço médio foi derivado por meio da relação inversa, dividindo-se o valor da produção pela quantidade produzida.



Todos os valores monetários foram deflacionados pelo Índice Geral de Preço-Disponibilidade Interna (IGP-DI), calculado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), com ano-base 2023.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 apresenta dados de área plantada, rendimento da produção, valor da produção, e preços médios anuais pagos ao produtor para o estado de São Paulo durante o período de análise do trabalho. Nota-se que houve uma evolução da área plantada, produtividade, valor da produção e preço médio da cana-de-açúcar no estado de São Paulo entre 1999 e 2023. Observa-se um aumento da área colhida, que passou de 2,55 milhões para 5,49 milhões de hectares, representando variação positiva de cerca de 115%, durante todo o período. Esse incremento reflete a expansão territorial e o fortalecimento do setor sucroenergético paulista, impulsionado por políticas de incentivo e pela introdução de veículos *flex fuel* no início dos anos 2000. A evolução do rendimento médio, embora positiva, foi mais modesta, passando de 77,16 t/ha para 80,07 t/ha (aproximadamente 3,8%), indicando que a expansão da produção se deu principalmente pela incorporação de novas áreas e não por ganhos significativos de produtividade.

Quanto ao valor da produção, os dados demonstram um crescimento de R\$ 14,5 bi em 1999 para R\$ 56,7 bi em 2023 (valores deflacionados), o que representa um crescimento superior a 290%. Essa tendência reflete não apenas o aumento da oferta, mas também as flutuações de preços ao longo do período, fortemente influenciadas pelas dinâmicas dos mercados de açúcar e etanol. O preço médio pago ao produtor variou de R\$ 73,61/t em 1999 para R\$ 129,20/t em 2023, uma alta de 75,6%, com oscilações marcantes durante períodos de crise e recuperação do setor. Essa variação demonstra a sensibilidade do mercado sucroenergético às mudanças macroeconômicas e às políticas de biocombustíveis.

Tabela 1: Área plantada (ha), rendimento médio (ton/ha), valor da produção (R\$) e preço médio (R\$/ton) para cana-de-açúcar no estado de São Paulo entre os anos de 1999 e 2023

Período	Área Plantada (ha)	Rendimento Médio (ton/ha)	Valor da Produção (R\$)	Preço (R\$/ton)	
1º	1999	2.555.000	77,160	14.510.935.829	73,61
	2000	2.484.790	76,079	19.220.981.442	101,68
	2001	2.567.178	77,491	25.375.046.410	127,56
	2002	2.661.620	79,937	26.468.626.082	124,44
	2003	2.817.604	80,913	26.731.061.172	117,25
	2004	2.951.804	81,146	22.045.019.241	92,04
2º	2005	3.084.752	82,603	24.915.459.481	97,78
	2006	3.495.893	82,754	33.266.199.948	114,99
	2007	3.890.414	84,591	32.939.421.503	100,09
	2008	4.541.509	85,208	30.795.104.113	79,77
	2009	4.977.077	85,424	37.406.393.667	91,58
	2010	5.071.205	85,543	38.961.148.477	91,34
3º	2011	5.216.491	82,093	49.803.569.143	116,54
	2012	5.197.942	78,829	49.492.039.152	121,30
	2013	5.415.013	80,397	48.052.851.328	110,70
	2014	5.566.584	72,103	42.959.039.816	107,04
	2015	5.576.838	76,602	41.027.131.835	96,89
	2016	5.590.586	79,141	46.676.770.759	105,54
4º	2017	5.686.134	79,217	51.572.391.259	114,50
	2018	5.517.302	78,033	44.466.432.264	103,28
	2019	5.540.511	77,174	42.407.567.780	99,64
	2020	5.515.801	78,288	38.883.506.291	90,11
	2021	5.473.240	74,142	41.274.285.207	101,91
	2022	5.502.458	76,620	48.977.585.901	116,41
	2023	5.496.459	80,066	56.729.446.000	129,20

Fonte: Resultados da pesquisa (2025).

Nota: Dados de valor da produção e preço foram deflacionados pelo IGP-DI com a média do ano de 2023 como ano base.

Em uma análise segmentada por períodos, conforme proposto inicialmente nesse trabalho, os dados da Tabela 1 apontam diferentes dinâmicas no comportamento do setor sucroenergético paulista. Entre 1999 e 2004, observa-se uma fase de crescimento moderado, marcada pela expansão gradual da área plantada (15,6%) e elevação do rendimento médio de 5,1%, acompanhada por forte aumento do valor da produção (51,9%), impulsionado principalmente pela valorização dos preços reais (alta de 25%). Entre 2005 e 2010, o setor viveu um ciclo de intensa expansão, refletido no aumento

expressivo da área cultivada (64,4%) e manutenção de rendimentos elevados, com o VBP crescendo 76,7% — resultado da consolidação dos veículos *flex fuel* e da crescente demanda por etanol. No período seguinte, 2011/2016, a conjuntura se inverteu, o rendimento médio caiu cerca de 3,7%, e, embora a área tenha permanecido praticamente estável, o valor da produção reduziu-se em função da retração dos preços, afetada pela crise internacional e pela queda na rentabilidade das usinas.

O último intervalo, de 2017 a 2023, caracteriza-se como fase de recuperação moderada, com leve retração da área colhida (–1,6%) e estabilidade no rendimento, mas expressivo aumento do valor da produção (36,7%), impulsionado pela valorização dos preços, que atingiram o maior patamar do período.

A Tabela 2 apresenta os dados da aplicação do modelo *shift-share*, nota-se a decomposição do crescimento do Valor Bruto da Produção (VBP) da cana-de-açúcar no estado de São Paulo em três efeitos: área (EA), rendimento (ER) e preço (EP), conforme metodologia descrita por Shikida e Alves (2001) e Silva et al. (2013). A seguir, apresenta-se a análise dos subperíodos definidos: 1999/2004, 2005/2010, 2011/2016 e 2017/2023, com base nos dados das Tabelas 1 e 2.

Tabela 2: Taxa anual média de crescimento do VBP da cana-de-açúcar para o estado de São Paulo estratificado em períodos.

Período	Crescimento VBP	Decomposição		
		EA	ER	EP
1999/2004	7,22	2,45	0,82	3,95
2005/2010	8,04	8,44	0,47	-0,86
2011/2016	-1,10	1,35	-0,68	-1,77
2017/2023	1,40	-0,44	0,14	1,70
1999/2023	5,61	3,32	0,11	2,18

Fonte: Resultados da pesquisa (2025).

4.1 Período 1999/2004

Durante o primeiro subperíodo, entre 1999/2004, o VBP da cana-de-açúcar apresentou crescimento médio anual de 7,22% (Tabela 2). Esse desempenho foi impulsionado

principalmente pelo efeito preço (EP), que contribuiu com 3,95% a.a., representando aproximadamente 54,7% do crescimento total. O efeito área (EA) também teve participação importante, com taxa de 2,45% a.a. (33,9% do crescimento), enquanto o efeito rendimento (ER) contribuiu com 0,82% a.a. (11,4%).

A expansão da área cultivada e a valorização do preço médio pago ao produtor foram os principais determinantes do crescimento do VBP nesse período. A elevação do preço médio de R\$ 73,61 em 1999 para R\$ 92,04 em 2004 (Tabela 1) reflete um cenário de maior demanda por açúcar e etanol, possivelmente influenciado por políticas de incentivo e pela estabilidade macroeconômica do início dos anos 2000. O rendimento médio, embora tenha crescido de 77,16 t/ha para 81,15 t/ha, teve impacto menos significativo na variação do VBP.

4.2 Período 2005/2010

No segundo subperíodo (2005/2010), o VBP manteve trajetória ascendente, com crescimento médio anual de 8,04% (Tabela 2). O principal fator foi o efeito área (EA), que apresentou uma taxa de crescimento de 8,44% a.a., superando o crescimento total do VBP e indicando que, isoladamente, a expansão da área teria gerado crescimento ainda maior. Em contrapartida, o efeito preço (EP) teve contribuição negativa (-0,86% a.a.), enquanto o efeito rendimento (ER) foi positivo, mas discreto (0,47% a.a.).

Esse resultado aponta que nesse segundo período de análise o crescimento do VBP foi sustentado, principalmente, pela incorporação de novas áreas agrícolas, em um movimento de forte expansão da atividade sucroalcooleira em São Paulo. A área plantada variou de 2,95 milhões de ha em 2004 para 5,07 milhões em 2010 (Tabela 1), refletindo a interiorização da produção e a conversão de pastagens em lavouras de cana, principalmente nas regiões Noroeste do estado, conforme discutido por Saron e Hespanhol (2018). A queda no preço médio, de R\$ 92,04 para R\$ 91,34, contribuiu para a retração do EP, possivelmente associada à volatilidade dos mercados internacionais de açúcar e à concorrência no setor de biocombustíveis.

4.3 Período 2011/2016

O terceiro subperíodo analisado, entre 2011/2016, apresentou retração no VBP, com taxa média anual de -1,10% (Tabela 2). Os três efeitos contribuíram negativamente, com destaque para o efeito preço (EP), que apresentou queda de -1,77% a.a., seguido pelo efeito rendimento (ER) com -0,68% a.a. O efeito área (EA) foi o único positivo, com 1,35% a.a., mas insuficiente para compensar os demais.

A redução do preço médio, de R\$ 116,54 em 2011 para R\$ 105,54 em 2016 (Tabela 1), foi o principal fator de retração, refletindo a instabilidade dos preços internacionais e a desaceleração da demanda por etanol. Além disso, a produtividade apresentou redução significativa, com rendimento médio variando de 82,09 t/ha em 2011 para 79,14 t/ha em 2016. A área colhida manteve-se relativamente estável, o que explica a contribuição positiva, porém limitada, do EA.

4.4 Período 2017/2023

Por fim, o último subperíodo, o VBP voltou a crescer, com taxa média anual de 1,40% (Tabela 2). O efeito preço (EP) foi o principal responsável, com contribuição de 1,70% a.a., enquanto o efeito rendimento (ER) teve um impacto pequeno, praticamente marginal de marginal (0,14% a.a.) e o efeito área (EA) apresentou variação negativa (-0,44% a.a.).

Esse cenário indica que o crescimento do VBP foi impulsionado pela valorização do preço médio pago ao produtor, que passou de R\$ 114,50 em 2017 para R\$ 129,20 em 2023 (Tabela 1). A leve recuperação da produtividade, de 79,22 t/ha para 80,07 t/ha, teve impacto limitado. A redução da área colhida, embora pequena, contribuiu negativamente, sugerindo uma possível estabilização ou retração da expansão territorial da cultura no estado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho proposto inicialmente teve como objetivo geral analisar o crescimento do Valor Bruto da Produção (VBP) da cana-de-açúcar no estado de São Paulo entre 1999 e 2023, identificando e quantificando as contribuições dos efeitos área, rendimento e preço, conforme o método *shift-share*. Os resultados obtidos permitiram alcançar os objetivos específicos propostos: foram coletados e organizados os dados históricos de área, rendimento e preço; calculado o VBP deflacionado; aplicada a decomposição em efeitos parciais; e analisados os resultados em quatro subperíodos distintos. Assim, a metodologia utilizada mostrou-se adequada para mensurar as fontes de crescimento do VBP e compreender as dinâmicas produtivas e econômicas do setor sucroenergético em São Paulo.

No primeiro período (1999–2004), o crescimento do VBP foi impulsionado principalmente pela valorização dos preços e pela expansão da área colhida, o que indica um movimento de recuperação do setor após o final dos anos 1990. No segundo subperíodo (2005–2010), o aumento do VBP decorreu sobretudo do efeito área, com destaque para a incorporação de novas áreas e para a consolidação da mecanização.

Durante o terceiro período (2011–2016), observou-se retração do VBP, causada principalmente pela queda dos preços e pela redução do rendimento médio, em um contexto de crise do setor sucroenergético. Nesse intervalo, o efeito área teve papel compensatório, porém insuficiente para neutralizar os impactos negativos dos demais fatores. Por fim, no último período (2017–2023), identificou-se retomada do crescimento do VBP, impulsionada pela recuperação dos preços da cana-de-açúcar e de seus derivados, associada à estabilidade da área cultivada e a pequenos avanços de produtividade.

No conjunto do período (1999–2023), o VBP da cana-de-açúcar paulista apresentou crescimento médio anual de 5,61%, com predominância do efeito área (3,32 p.p.) e do efeito preço (2,18 p.p.), enquanto o efeito rendimento (0,11 p.p.) teve contribuição



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

marginal. Essa decomposição aponta que o crescimento do VBP foi sustentado, em partes, pela expansão da base produtiva e pela valorização dos preços.

Entre as limitações do trabalho, destaca-se a dependência de dados secundários provenientes de fontes oficiais, como PAM/IBGE e CONAB, que podem apresentar defasagens ou revisões metodológicas. Ademais, o modelo *shift-share* não considera explicitamente outros determinantes estruturais do VBP, como custos de produção, produtividade industrial ou fatores climáticos, que podem afetar a dinâmica do setor. Tais restrições não comprometem a validade dos resultados, mas sugerem cautela na extrapolação das conclusões para contextos espaciais ou temporais distintos.

Como perspectivas futuras, recomenda-se a ampliação da análise para outros estados da região Centro-Sul, possibilitando comparações inter-regionais e identificação de padrões de especialização produtiva. Sugere-se, ainda, a incorporação de variáveis ambientais e tecnológicas em modelos econométricos complementares, a fim de captar com maior precisão os efeitos da inovação e das mudanças climáticas sobre o desempenho do setor.

REFERÊNCIAS

BACCARIN, J. G.; GEBARA, J. J.; FACTORE, C. O. *Concentração e integração vertical do setor sucroalcooleiro no Centro-Sul do Brasil*. Instituto de Economia Agrícola, São Paulo, 2009.

CASTRO, N.R. ALVES, L.R.A., LIMA, F.F., GIACHINI, G.F. Análise do padrão de crescimento do valor bruto da produção cotonícola no Brasil entre 1995 e 2015: uma aplicação do modelo shift-share. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, Lavras, v. 19, n. 4, p. 304–321, 2017.

DEMÉTRIO, N. B.; BAENINGER, R. Expansão canavieira paulista: mudanças na dinâmica da população, nas relações de trabalho e nos arranjos espaciais. *Anais do ENANPEGE*, 2021.

FIESP/MB AGRO. *Projeções de produção de cana, açúcar e etanol para a safra 2023/24*. São Paulo, 2023.

GOES, T.; MARRA, R.; SILVA, G. S. Setor sucroalcooleiro no Brasil: situação atual e perspectivas. *Revista de Política Agrícola*, EMBRAPA, 2009.

HADDAD, P. R. *Economia regional: teoria e métodos de análise*. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1989.

IBGE. *Pesquisa Agrícola Municipal*. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

IEA – Instituto de Economia Agrícola. *SP expande produtividade da cana-de-açúcar com tecnologia, pesquisa e clima favorável*. São Paulo, 2023.

IGREJA, A. C. M.; CARMO, M. S.; GALVÃO, C. A.; PELLEGRINI, R. M. P. Análise quantitativa do desempenho da agricultura paulista, 1966-1977. *Agricultura em São Paulo*, p.117-157, 1983.

MICHELON, M.T., WOLFART, G.A., SHIKIDA, P.F.A., ROCHA, F.M., CARVALHO, M.L.S. Fontes de crescimento do valor bruto da produção de cana-de-açúcar em São Paulo e Minas Gerais (1995/2011). In: SOBER – Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. *51º Congresso da SOBER*, Belém, 2013.

PATRICK, G. F. Fontes de crescimento da agricultura brasileira: o setor de culturas. In: CONTADOR, C. R. *Tecnologia e desenvolvimento agrícola*. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1975, p. 89-110.

PIACENTE, F. J.; SILVA, V. C.; SILVA, A. Z. Expansão da cana-de-açúcar e as mudanças no uso da terra nas mesorregiões de Araraquara, Assis e São José do Rio Preto: análise dos efeitos dos fatores de variação do valor bruto da produção (VBP) por meio do modelo shift-share. In: *Anais do 56º Congresso SOBER – Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural*. Brasília: SOBER, 2018.

PIACENTE, F. J., SILVA, V. C., ARMAS, O. F. Evolução da produção agrícola canavieira na região noroeste do estado de São Paulo: fases de expansão e crise no setor e seus impactos no uso da terra entre 2000 e 2013. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 60(1), e228194. 2022. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.228194>

RAMOS, P. *O setor sucroalcooleiro paulista: evolução histórica e perspectivas*. *Revista de Economia Agrícola*, São Paulo, 1990.

RIBEIRO, E. P.; LIMA, J. E. Análise regional do crescimento do setor agropecuário brasileiro: uma aplicação do modelo shift-share. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 44, n. 3, p. 451-473, 2006.

SERIO, L. C.; SOARES, A. P. F. *O cluster de álcool e açúcar em São Paulo*. Fundação Getúlio Vargas – EAESP, 2013.

SARON, F. A.; HESPANHOL, A. N. *A expansão do setor sucroenergético no Oeste do Estado de São Paulo*. Tese (Doutorado) – UNESP, Presidente Prudente, 2018.

SHIKIDA, P. F. A.; ALVES, L. R. A. Panorama estrutural, dinâmica de crescimento e estratégias tecnológicas da agroindústria canavieira paranaense. *Nova Economia*, Belo Horizonte, v. 11, n.2, p.123-150, 2001.

SILVA, A.C., WENNINGKAMP, K.R., TOMÉ, L.H.P. SHIKIDA, P.F.A., PIACENTI, C.A. Determinantes do crescimento do valor bruto da produção de cana-de-açúcar no Centro-Oeste do Brasil. *Pesquisa & Debate*, São Paulo, v. 23, n. 2(44), p. 345–371, jul./dez. 2013.

TOMÉ, L. H. P.; SHIKIDA, P. F. A.; PIACENTI, C. A. Análise do crescimento do valor bruto da produção agrícola no Paraná: uma aplicação do modelo shift-share. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 48, n. 1, p. 123–142, 2010.

UNICA. *Safra 2023/2024 termina como a maior da história*. São Paulo, 2024.

YOKOYAMA, L. P. *O crescimento da produção e modernização das lavouras em Goiás no período 1975-1984*. 1988. 109 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – ESALQ/USP, Piracicaba.