

# PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES NO SETOR AGROPECUÁRIO DE SÃO PAULO<sup>1,2</sup>

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho<sup>3</sup>

A mudança tecnológica é fator determinante para o crescimento econômico. Desde a década de 1970, o Brasil transformou-se em um exemplo na promoção da pesquisa agropecuária. O resultado foi o crescimento contínuo da produtividade total dos fatores (PTF). Existem vários trabalhos que estimam a PTF para o Brasil, mas são poucos que focam em termos regionais. Este estudo buscou estimá-la para o estado de São Paulo. Em última análise, a PTF analisa a relação entre a renda bruta (produção) e os custos totais (insumos). No limite, caso não haja progresso técnico substancial, em ambiente competitivo, a renda líquida nesse sistema tenderá a 0, e, assim, com o passar do tempo, a taxa de crescimento da PTF torna-se cada vez menor. É basicamente esse comportamento que foi verificado no estado de São Paulo.

**Palavras-chave:** produtividade; ciência e tecnologia; crescimento; agricultura.

## TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY IN THE AGRICULTURAL SECTOR OF SÃO PAULO

Technological change is a key driver of economic growth. Since the 1970s, Brazil has become an example in promoting agricultural research. The result was total factor productivity (TFP) continued growth. There are several papers that estimate TFP for Brazil, but few of them focus on regional analysis. The present study sought to estimate the TFP for the state of São Paulo. Ultimately, if there is no substantial technical progress, TFP looks at the relationship between gross income (output) and total costs (inputs). In a competitive environment, net income within this system will tend to zero, and thus, over time, the TFP growth rate becomes smaller. This behavior was basically verified in the state of São Paulo.

**Keywords:** productivity; science and technology; growth; agriculture.

## PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES EN EL SECTOR AGRÍCOLA DE SÃO PAULO

El cambio tecnológico es un motor clave del crecimiento económico. Desde la década de 1970, Brasil se ha convertido en un ejemplo en la promoción de la investigación agrícola. El resultado fue un crecimiento continuo de la productividad total de los factores (PTF). Hay varios trabajos que estiman la PTF para Brasil, pero pocos se enfocan en términos regionales. El presente estudio buscó estimar la PTF para el estado de São Paulo. En última instancia, la PTF analiza la relación entre el ingreso bruto (producto) y los costos totales (insumos). En última instancia, si no hay un progreso técnico sustancial, en un entorno competitivo, el ingreso neto dentro de este sistema

---

1. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/ppp66art4>

2. Agradecimento especial ao apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) na disponibilização de dados e recursos necessários para a elaboração deste estudo, que foi desenvolvido no âmbito do projeto *Pesquisa e Inovação: indicadores, métodos e evidências de impactos* (processo Fapesp nº 21/15091-8).

3. Técnico de planejamento e pesquisa do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), professor do Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas do Ipea e colunista de economia do canal Agromais TV. *E-mail:* jose.vieira@ipea.gov.br.

tenderá a zero y, por lo tanto, con el tiempo, la tasa de crecimiento de la PTF se vuelve cada vez más pequeña. Es básicamente este comportamiento el que se verificó en el estado de São Paulo.

**Palabras clave:** productividad; ciencia y tecnología; crecimiento; agricultura.

**JEL:** C01; O3; O4.

## 1 INTRODUÇÃO

A tomada de decisão, seja no setor público, seja no setor privado, exige o detalhamento da realidade produtiva da economia por meio da avaliação de estatísticas confiáveis, que possam dimensionar os desafios e os problemas econômicos do objeto de estudo. A informação estatística econômica, quando bem tratada, busca contribuir com a formulação e a avaliação das políticas públicas, permitindo o aprofundamento das análises de oferta e demanda na atividade produtiva.

Nos últimos cinquenta anos, a produção agropecuária nacional cresceu de forma exponencial, estimulando as exportações e a abertura de novos mercados. Além de gerar divisas para o desenvolvimento econômico, propiciou também a criação de empregos. Segundo Fishlow e Vieira Filho (2020) e Vieira Filho (2022), esse desenvolvimento foi intensivo em conhecimento e dependeu de construção institucional bem-sucedida de pesquisa aplicada. Conforme Gasques *et al.* (2012) e Pastore (2021), o crescimento da produtividade setorial agropecuária foi possível em função da adoção de novas tecnologias e políticas públicas acertadas. A criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), em 1973, nesse contexto, pode ser considerada um caso típico de inovação institucional induzida (Hayami e Ruttan, 1985; Ruttan, 2001; Alves, 2010).

Em termos regionais, o estado de São Paulo sempre esteve na fronteira do conhecimento agropecuário brasileiro. Muito antes da criação da Embrapa, já existiam instituições de excelência na pesquisa agropecuária, tais como: o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), criado em 1887; a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq), de 1901; o Instituto Biológico, de 1927; e a Fapesp, constituída em 1962. A produção agropecuária paulista é bastante relevante. Nos últimos anos, as exportações estaduais do agronegócio representaram, aproximadamente, 17% do total nacional. Até mesmo com as importações elevadas, cerca de 32% do total importado pelo Brasil, observou-se superávit estadual superior a US\$ 13 bilhões em 2021 (Brasil, 2022).

Para compreender melhor a dinâmica produtiva do estado de São Paulo, este estudo busca traçar um diagnóstico do setor agropecuário, bem como estimar a produtividade total dos fatores (PTF) do estado. Existem diversos trabalhos que mensuram a PTF no caso brasileiro (Gasques *et al.*, 2012; Alcantara, Vieira Filho e Gasques, 2021); no entanto, para o caso regional, quando não por estudos censitários (Alves, Souza e Oliveira, 2006; Vieira Filho, 2013; Vieira Filho, Gasques e

Ransom, 2020), são raros os estudos focados em termos estaduais, como Gasques *et al.* (2014) e Araújo *et al.* (2018).

Para o cálculo da PTF no âmbito do estado de São Paulo, foram estudados 21 produtos, sendo os mais importantes: cana; milho; soja; café; laranja; carne bovina; e carne de frango. Nas produções de cana e laranja, em 2020, São Paulo figurou como o principal produtor brasileiro. Em relação ao uso da terra, a área agrícola aumentou, enquanto as pastagens reduziram-se. Intensificou-se a mecanização, observando-se, ao mesmo tempo, aumento generalizado dos rendimentos. Os rendimentos do milho, da soja e da laranja, em toneladas por hectare, cresceram 2,2%, 1,7% e 1,6%, respectivamente. Na pecuária, a taxa de lotação (cabeça por hectare) subiu de 0,9 para 1,7, enquanto a média nacional ficou em torno de 1,1, em 2020 (IEA, 2022; IBGE, 2023b; 2023c).

Para melhor caracterização do desempenho produtivo do setor agropecuário paulista, este estudo apresenta três seções além desta breve introdução. A segunda seção apresenta a metodologia adotada: i) mensuração da produtividade; e ii) base de dados. A terceira seção revela a análise e a discussão dos resultados, traçando o diagnóstico setorial e a evolução da produtividade. Por fim, na quarta seção, seguem as considerações finais.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Produtividade total dos fatores

Busca-se estimar a PTF para o estado de São Paulo no setor agropecuário.<sup>4</sup> Uma das maneiras de estimá-la é pelo quociente entre o crescimento do valor da quantidade produzida ( $Y$ ) e o do custo total produtivo ( $X$ ); ou seja, é uma medida que procura mostrar o valor produzido para cada unidade monetária investida na produção ao longo do tempo. Enquanto o produto é o somatório do valor da quantidade de todos os bens produzidos, o custo é o somatório dos valores das quantidades de cada insumo – ou fator – utilizado no processo produtivo. Assim, a PTF é dada por:

$$PTF = \frac{Y}{X} \quad (1)$$

Com o intuito de avaliar o comportamento da produção e dos fatores produtivos, é utilizado o índice *translog* (Tornqvist),<sup>5</sup> o qual é um indicador da média

4. No Brasil, os estudos de PTF são baseados em Gasques e Conceição (1997), Gasques *et al.* (2012) e Gasques *et al.* (2020).

5. A função de produção transcendental logarítmica (*translog*) é uma aproximação da função de produção Cobb-Douglas, quando a elasticidade de substituição dos fatores produtivos tende para uma constante unitária. Essa função é muito utilizada na economia devido à natureza linear de seus parâmetros. Seu uso possibilita estimar a elasticidade de cada fator, a elasticidade cruzada dos fatores produtivos, assim como a exaustão de cada fator no seu termo quadrático. Sua forma pode ser generalizada para uma função de  $n$  fatores produtivos. Na prática, o aumento de preço de um insumo pode estimular o consumo de outro mais barato, ao alterar a combinação existente de insumos e economizar os recursos escassos, raciocínio que vai na direção de Hayami e Ruttan (1985). Para maiores detalhes, ver Diewert (1978).

geométrica ponderada de crescimento da variável em questão, que usa médias aritméticas do valor de cada item da variável para dois períodos como peso. Esse indicador mostrará o comportamento do crescimento da variável estudada. Ao se comparar o índice de produção com o de insumos, será possível estudar o comportamento da produtividade.

Para calcular o índice *translog*, os dados utilizados devem conter informações de quantidades e preços em dois períodos de tempo:  $(t-1)$  e  $(t)$ . Para o índice de produto, os  $n$  bens produzidos serão indexados por  $i$ . Sendo  $p_i$  o preço do bem  $i$  e  $q_i$  a quantidade produzida do bem  $i$ , o índice de quantidade produzida será dado por:

$$\frac{Y_t}{Y_{t-1}} = \prod_{i=1}^n \left( \frac{q_{i,t}}{q_{i,t-1}} \right)^{\frac{1}{2} \left[ \frac{p_{i,t-1}q_{i,t-1}}{\sum_{i=1}^n (p_{i,t-1}q_{i,t-1})} + \frac{p_{i,t}q_{i,t}}{\sum_{i=1}^n (p_{i,t}q_{i,t})} \right]} \quad (2)$$

Para o índice de insumos, os  $m$  fatores produtivos utilizados serão indexados por  $j$ . Nesse caso, o índice leva em consideração que o aumento da utilização de um insumo na produção diminui a participação dos demais fatores produtivos no custo total – ou seja, a ponderação é feita pela participação de cada insumo no custo total. O aumento ou a redução do preço de um insumo pode levar a uma diminuição ou elevação do seu uso. Sendo  $p_j$  o preço do insumo  $j$  e  $q_j$  a quantidade utilizada do insumo  $j$ , o índice de quantidade utilizada de insumos será dado por:

$$\frac{X_t}{X_{t-1}} = \prod_{j=1}^m \left( \frac{q_{j,t}}{q_{j,t-1}} \right)^{\frac{1}{2} \left[ \frac{p_{j,t-1}q_{j,t-1}}{\sum_{j=1}^m (p_{j,t-1}q_{j,t-1})} + \frac{p_{j,t}q_{j,t}}{\sum_{j=1}^m (p_{j,t}q_{j,t})} \right]} \quad (3)$$

Dividindo-se o índice de produto pelo de insumos, tem-se que:  $\frac{(Y_t/Y_{t-1})}{(X_t/X_{t-1})} = \frac{Y_t}{Y_{t-1}} \cdot \frac{X_{t-1}}{X_t} = \frac{Y_t}{X_t} \cdot \frac{X_{t-1}}{Y_{t-1}} = \frac{PTF_t}{PTF_{t-1}}$ . Supondo-se  $S_i = \frac{p_i q_i}{\sum_{i=1}^n (p_i q_i)}$  a participação do valor produzido do bem  $i$  no valor total dos  $n$  bens produzidos e  $C_j = \frac{p_j q_j}{\sum_{j=1}^m (p_j q_j)}$  a participação do custo do insumo  $j$  no conjunto de fatores produtivos utilizados  $m$ , ao aplicar o logaritmo, a variação da PTF entre o período  $t$  e  $t-1$  é dada por:

$$\ln \left( \frac{PTF_t}{PTF_{t-1}} \right) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (S_{i,t} + S_{i,t-1}) \ln \left( \frac{Y_{i,t}}{Y_{i,t-1}} \right) - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m (C_{j,t} + C_{j,t-1}) \ln \left( \frac{X_{j,t}}{X_{j,t-1}} \right) \quad (4)$$

Definindo-se o ano-base como 100, para encontrar o valor da PTF no período  $t$  em diante, basta calcular a exponencial para cada ano – ou seja,  $PTF_t = e^{\ln(PTF_t/PTF_{t-1})} \cdot PTF_{t-1}$ .

## 2.2 Base de dados

Os dados utilizados nesta pesquisa foram obtidos de diversas fontes para o período 1974-2020. O quadro 1 apresenta, de forma resumida, o conjunto destas informações. Foram 21 produtos estudados, sendo doze de lavouras temporárias (algodão, amendoim, arroz, batata-inglesa, cana, cebola, feijão, mamona, mandioca, milho, soja e tomate), três de lavouras permanentes (banana, café e laranja) e seis produtos de origem animal (leite, ovos, casulos de seda, bem como carnes bovina, suína e de frango). As estatísticas foram oriundas da Produção Agrícola Municipal (PAM) e da Pesquisa Trimestral de Abate de Animais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e complementadas com informações de preço de abate da Fundação Getúlio Vargas (FGV), da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) e do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa).

QUADRO 1  
Variáveis de produção e insumo

Variável	Descrição	Unidade	Fonte	Período
Produto	Quantidade produzida	Toneladas	IBGE	1974 a 2020
	Valor bruto da produção	Valor monetário	IBGE	1974 a 2020
Terra	Área colhida	Hectares	IBGE	1974 a 2020
	Área de pastagem	Hectares	IEA	1974 a 2020
	Arrendamento	Valor monetário anual por unidade de terra	IEA	1974 a 2020
	Aluguel de pastagens	Valor monetário anual por cabeça	IEA	1974 a 2020
Trabalho	Vínculos ativos (empregos) na agropecuária	Número de empregados por ano	Rais	1985 a 2020
	Remuneração do administrador	Valor monetário anual	IEA	1974 a 2020
Capital	Estoque de máquinas agrícolas (tratores de rodas, cultivadores motorizados e colheitadeiras de grãos e cana)	Número de máquinas	Anfavea	1974 a 2020
	5% do faturamento líquido médio por máquina agrícola vendida	Valor monetário anual	Anfavea	1974 a 2020
Fertilizantes	Quantidade de NPK consumida	Toneladas	Anda	1974 a 2020
	Preço dos nutrientes NPK	Valor monetário por tonelada	IEA	1974 a 2020
Defensivos	Quantidade consumida por tipo de defensivo	Toneladas	Faostat	2000 a 2017
	Preço por tipo de defensivo	Valor monetário por tonelada	IEA	2000 a 2017

Elaboração do autor.

Obs.: 1. Anda – Agência Nacional para Difusão de Adubos.

2. Anfavea – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores.

3. Faostat – Food Agriculture Data.

4. IEA – Instituto de Economia Agrícola.

5. NPK – acrônimo de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K).

6. Rais – Relação Anual de Informações Sociais.

Os insumos estudados foram divididos em cinco grupos: terra; trabalho; capital; fertilizantes; e defensivos. Os dados de área colhida foram extraídos da PAM/IBGE, enquanto os dados de pastagens foram informados pelo Instituto de Economia Agrícola. Os valores monetários do arrendamento e do aluguel de pastagens foram obtidos com o IEA. Quanto ao trabalho, o número de empregados no âmbito dos vínculos formais do setor agropecuário foi extraído da Rais. Por sua vez, o valor monetário dos salários foi o informado pelo IEA. Para o emprego formal, foi preciso realizar projeções econométricas<sup>6</sup> para complementar a série histórica de 1974 a 1984.

No que se refere ao capital, trabalhou-se com o estoque de máquinas agrícolas (tratores, cultivadores e colheitadeiras), informado pela Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. Deve-se ressaltar que a Anfavea comunica as vendas nacionais, importações e exportações. Para obter o estoque de máquinas anual, foi preciso mensurar o consumo aparente de cada ano, primeiramente, e retirar a taxa de depreciação das máquinas – em torno de 21 anos – do número encontrado.<sup>7</sup> O aluguel das máquinas foi estimado em uma taxa de 5% do faturamento líquido médio por unidade vendida, segundo valores informados pela Anfavea.

Quanto à quantidade consumida de fertilizantes, os dados de consumo de sulfato de amônia  $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ , superfosfato simples  $(\text{P}_2\text{O}_5)$  e cloreto de potássio  $(\text{K}_2\text{O})$  foram informados da Anda. Os preços desses nutrientes foram obtidos com o IEA. Ressalta-se que a série estatística utilizada englobou basicamente o consumo total de NPK, enquanto o preço foi uma média ponderada pela quantidade consumida anual de cada nutriente. Dessa forma, definiu-se uma série de preço por tonelada de NPK. Quanto aos dados de uso de defensivos, os valores de quantidade foram retirados da Faostat e de preços do IEA. Infelizmente, a série de defensivos era muito curta (de 2000 a 2016), e, para isso, foi preciso realizar projeções econométricas<sup>8</sup> para o restante do período.

Por fim, deve-se destacar que todas as séries de preços foram deflacionadas para 2020, exceto o valor bruto da produção, em que os dados utilizados foram a preços correntes. O procedimento de correção dos preços dos insumos foi necessário para uniformizar os dados encontrados. Contudo, não há impedimento em mensurar a PTF pelo índice *translog*, uma vez que o indicador trabalha apenas com os percentuais monetários de cada ano, ou com as participações do preço do produto, e dos insumos, no valor total (ou no custo total). Deve-se apenas atentar para que os valores de cada ano estejam na mesma base.

---

6. As projeções foram realizadas por meio de modelo autorregressivo de médias móveis (Arima), ajustando-se os dados da série temporal para prever os valores futuros.

7. Para detalhes desta estimativa, ver Barros (1999).

8. Projeções baseadas no Arima.

### 3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

#### 3.1 Indicadores de capacidade de absorção tecnológica

Os investimentos em ciência e tecnologia (C&T), extensão rural e capacitação técnica podem, conjuntamente, aumentar a PTF, de um lado, e ampliar a capacidade de absorção tecnológica, de outro (Cohen e Levinthal, 1989; Vieira Filho e Silveira, 2016). Há diversos estudos que pretendem avaliar o impacto da pesquisa na dinâmica produtiva, buscando verificar quais variáveis tecnológicas interferem na dinâmica competitiva (Thirtle, Piesse e Schimmelpfennig, 2008; Alene, 2010; Gasques *et al.*, 2012; Collier e Dercon, 2014; Fuglie, 2018; Rada e Fuglie, 2019). A análise de indicadores que possam medir a capacidade de absorção tecnológica indica de que forma o estado de São Paulo está em comparação ao quadro nacional, no que tange à capacidade de incorporar novos conhecimentos e novas tecnologias no processo produtivo.

Esta seção pretende avaliar qualitativamente as informações mais recentes, comparando estatísticas dos dois últimos levantamentos censitários, de 2006 e 2017.<sup>9</sup> Busca-se comparar informações do estado de São Paulo com as do Brasil como um todo. A tabela 1 organiza a quantidade de estabelecimentos produtivos subdividida por indicadores em grupos temáticos, que representam o capital, o processo produtivo, as características do produtor e o acesso à informação. Essas estatísticas descrevem o ambiente institucional da produção agropecuária em termos de capacidade de absorção tecnológica. De modo amplo, o comparativo entre 2006 e 2017 mostrou tendência de redução do número de estabelecimentos agropecuários, no Brasil e, também, no estado de São Paulo. Contudo, verificou-se que a queda no número de estabelecimentos agropecuários foi mais intensa em São Paulo (-1,7%) que no Brasil (-0,2%).

---

9. Para uma avaliação dos últimos levantamentos censitários no setor agropecuário brasileiro, ver Vieira Filho e Gasques (2020).

**TABELA 1**  
**Indicadores, mensurados em números de estabelecimentos, que podem acelerar ou retardar as inovações – Brasil e estado de São Paulo**  
**(2006 e 2017)**

Indicadores por grupo temático	Brasil				São Paulo			
	2006	%	2017	Taxa de crescimento anual (%)	2006	%	2017	Taxa de crescimento anual (%)
Capital								
Energia elétrica	3.595.667	69,5	4.217.362	83,1	185.874	81,7	166.090	88,1
Área irrigada (1 milhão de hectares)	4,5	-	6,7	-	0,786	-	1,1	-
Tratores	530.346	10,2	734.280	14,5	80.016	35,2	84.616	44,9
Processo produtivo								
Recebeu orientação técnica	1.145.049	22,1	1.025.443	20,2	101.463	44,6	77.211	40,9
Utilizaram sistema de preparo no solo	2.212.428	42,7	2.752.277	54,2	98.578	43,3	93.640	49,6
Fizeram adubação	1.695.250	32,8	2.144.693	42,3	115.977	51,0	112.579	59,7
Área em plantio direto (1 milhão de hectares)	17,9	-	33,1	-	0,472	-	1,0	-
Plantio direto	506.667	9,8	553.382	10,9	7.471	3,3	13.376,0	7,1
Rotação de culturas	641.083	12,4	946.607	18,7	21.064	9,3	40.808	21,6
Proteção de encostas	296.926	5,7	204.246	4,0	19.125	8,4	15.484	8,2
Recuperação de mata ciliar	-	-	122.507	2,4	-	-	13.172	7,0
Características do produtor								
Idade de produtor até 35 anos	872.310	16,9	569.425	11,2	20.738	9,1	11.365	6,0
Não sabe ler e escrever	1.268.098	24,5	1.164.710	23,0	7.351	3,2	5.690	3,0
Proprietário da terra	3.946.411	76,2	4.108.639	81,0	193.111	84,8	146.627	77,7
Acesso à informação								
Televisão	2.378.608	46,0	2.665.873	52,5	-	-	105.451	55,9
Rádio	3.623.346	70,0	1.580.691	31,2	-	-	38.685	20,5
Internet	75.407	1,5	615.094	12,1	-	-	58.166	30,8
Amostra	5.175.636	100,0	5.073.324	100,0	227.622	100,0	188.620	100,0

Fontes: Censos Agropecuários (IBGE, 2023a).  
 Elaboração do autor.



Em relação aos indicadores de capital, há melhoria de todos os indicadores no Brasil. Há diminuição no número de estabelecimentos agropecuários no estado de São Paulo com o uso de energia elétrica, saindo de 185.874 para 166.090. Porém, a participação destes no total de estabelecimentos da região aumentou, de 81,7% para 88,1%. A área irrigada – em milhões de hectares – tem crescimento no Brasil e no estado de São Paulo de 3,7% e 3,3%, respectivamente. No que se refere ao número de estabelecimentos agropecuários com o uso de tratores, pelo fato de São Paulo já ser uma região bastante mecanizada, a taxa de crescimento foi menor no período analisado. Além disso, ao comparar Brasil e São Paulo, nota-se que o percentual de estabelecimentos com tratores era maior no estado que no país nos dois anos. Em 2017, por exemplo, 44,9% dos estabelecimentos agropecuários paulistas faziam uso de tratores, enquanto no Brasil esse percentual era de apenas 14,5%.

Quanto aos indicadores de processo produtivo, de modo geral, São Paulo destaca-se no comparativo nacional. Em relação ao recebimento de orientação técnica na produção, embora haja diminuição do percentual de estabelecimentos entre os dois anos, o percentual do estado de São Paulo é quase o dobro do brasileiro, o que sinaliza a melhor capacidade do produtor paulista na compreensão do uso de novas práticas produtivas e de incorporação de tecnologias e insumos modernos na produção agropecuária. Nota-se que há aumento da participação percentual de estabelecimentos no emprego de sistema de preparo do solo, na adoção de adubos, na rotação de culturas e na prática de plantio direto. No que se refere ao plantio direto, há inclusive o aumento da área em hectares plantados, com crescimento anual da área de 5,7%, no Brasil, e 7,1%, em São Paulo. Quanto à proteção de encostas e à recuperação de matas ciliares, o percentual de estabelecimentos que adotam as práticas conservacionistas é maior no estado de São Paulo que no Brasil.

No que tange às características dos produtores, o número de estabelecimentos com dirigentes mais jovens é menor em São Paulo que no Brasil, o que pode indicar que, no estado, por dedução, os responsáveis diretos da produção são mais experientes. Em relação à alfabetização dos produtores, os indicadores paulistas são bastante superiores às estatísticas nacionais. Ademais, há no Brasil e em São Paulo, em 2017, percentual elevado de produtores que são proprietários de terra, sendo de 81% no Brasil e de 77,7% no estado. Por fim, no que diz respeito ao acesso à informação, há aumento da participação da televisão e da internet em termos nacionais. Tem-se queda da importância do rádio no acesso informacional. Quanto às estatísticas paulistas, em 2017, o percentual de estabelecimentos que têm acesso a televisão e internet é superior ao nacional.

No intuito de detalhar um pouco mais a questão do recebimento de orientação técnica na produção, a tabela 2 apresenta os percentuais de recebimento e não recebimento por diferentes estratos de áreas em São Paulo e no Brasil. Os dados

mostram dois padrões: i) quanto maior é o tamanho do estabelecimento, maior é o percentual de recebimento de orientação técnica; e ii) o estado de São Paulo, no geral, tende a obter percentuais mais elevados de recebimento de orientação técnica do que o comparativo nacional. Cerca de 76% dos estabelecimentos agropecuários no estado de São Paulo encontram-se na faixa de área de até 50 ha. No contexto brasileiro, os estabelecimentos agropecuários de até 50 ha representam, aproximadamente, 83% dos estabelecimentos totais. Enquanto, no estrato de 0 ha a 10 ha de área, no estado de São Paulo, se observaram 26,4% dos estabelecimentos que receberam orientação técnica; o percentual, no caso brasileiro, foi de 12,6%. Nos estabelecimentos com mais de 500 ha de área, 85% receberam orientação técnica no estado de São Paulo e 54,3%, no Brasil.

TABELA 2

**Orientação técnica recebida por estabelecimentos agropecuários<sup>1</sup> e por grupo de área total – Brasil e estado de São Paulo (2017)**

Regiões	Estratos de área (ha)	Recebe (%)	Não recebe (%)	Total de estabelecimentos agropecuários (1 mil)	Participação no total – Brasil (%)
São Paulo	[0,10)	26,4	73,6	<b>70,5</b>	<b>1,4</b>
	[10,50)	42,7	57,3	<b>77,2</b>	<b>1,5</b>
	[50,100)	53,1	46,9	<b>16,4</b>	<b>0,3</b>
	[100,500)	66,7	33,3	<b>18,9</b>	<b>0,4</b>
	[500,...)	85,0	15,0	<b>4,8</b>	<b>0,1</b>
	<b>Total</b>		<b>41,0</b>	<b>59,0</b>	<b>187,9</b>
Brasil	[0,10)	12,6	87,4	<b>2.543,7</b>	<b>50,9</b>
	[10,50)	26,6	73,4	<b>1.586,5</b>	<b>31,8</b>
	[50,100)	25,9	74,1	<b>394,2</b>	<b>7,9</b>
	[100,500)	33,0	67,0	<b>365,8</b>	<b>7,3</b>
	[500,...)	54,3	45,7	<b>106,1</b>	<b>2,1</b>
	<b>Total</b>		<b>20,5</b>	<b>79,5</b>	<b>4.996,3</b>

Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2023a).

Elaboração do autor.

Nota: <sup>1</sup> Estabelecimentos com área declarada.

A orientação técnica recebida funciona como um bom indicador de capacidade de absorção de novos conhecimentos e tecnologias mais modernas. Conforme Braga, Vieira Filho e Freitas (2019), o impacto da extensão rural (pública e privada) na renda dos produtores foi de 19%, sendo os maiores beneficiários aqueles com maior nível de escolaridade, acesso ao crédito e indicativos de entorno mais favoráveis.

### 3.2 Mensuração da produtividade no estado de São Paulo

O desempenho produtivo do setor agropecuário em São Paulo é muito relevante no contexto nacional. Pela tabela 3, pode ser verificada a importância da agricultura e da pecuária na produção regional. Dos 21 produtos estudados, buscou-se focar os produtos mais relevantes para o estado de São Paulo (cana, milho, soja, café, laranja, bem como carnes bovina e de frango), em termos de valor bruto da produção e quantidade produzida. Em 1974, São Paulo era líder na produção nacional nas culturas de cana e laranja, assim como na produção de carne bovina. O estado ocupava também, naquele mesmo ano, a segunda colocação no *ranking* produtivo nas culturas de milho e café, além da produção de carne de frango. Em 2020, o estado perdeu parte da sua importância produtiva no contexto nacional, mas continuou a ocupar a primeira colocação nas culturas de cana e laranja. No cultivo de cana, o estado aumentou sua participação na produção nacional, de 1974 a 2020, passando de 41,3% para 57%, respectivamente. No cultivo de laranja, embora com arrefecimento do crescimento produtivo, a participação estadual elevou-se de 65% para 77,5%. A produção aumentou em quantidade entre os anos analisados.

TABELA 3  
Desempenho produtivo do estado para produtos selecionados – Brasil e estado de São Paulo (1974 e 2020)

Variáveis	Anos	Cana	Milho	Soja	Café	Laranja	Carne bovina	Carne de frango
São Paulo (1 mil toneladas)	1974	39.472	2.628	522	1.160	3.658	270	66
	2020	431.526	4.504	3.890	345	12.955	866	1.585
Brasil (1 mil toneladas)	1974	95.624	16.273	7.877	3.231	5.623	1.791	373
	2020	757.117	103.964	121.798	3.700	16.708	7.825	13.787
Participação de São Paulo no Brasil (%)	1974	41,3	16,1	6,6	35,9	65,0	15,1	17,8
	2020	57,0	4,3	3,2	9,3	77,5	11,1	11,5
Rendimento de São Paulo (toneladas por hectare)	1974	54,8	2,0	1,6	1,8	17,2	-	-
	2020	78,3	5,6	3,4	1,7	35,7	-	-
	Crescimento 1974-2020 (%)	0,8	2,2	1,7	-0,1	1,6	-	-
<i>Ranking</i> dos estados	1974	1ª	2ª	3ª	2ª	1ª	1ª	2ª
	2020	1ª	6ª	7ª	3ª	1ª	3ª	4ª

Fontes: Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) e Pesquisa Trimestral do Abate de Animais (IBGE, 2023b; 2023c).  
Elaboração do autor.

No que se refere à participação produtiva no contexto nacional, os demais produtos (milho, soja, café, bem como carnes bovina e de frango) diminuíram sua

representação. Em termos produtivos, o café foi o cultivo mais impactado, o qual observou queda da produção em quantidade, assim como expressiva diminuição na participação nacional, saindo de 35,9%, em 1974, para apenas 9,3%, em 2020. As produções de grãos e carnes, até mesmo aumentando em quantidade, perderam posições no contexto nacional. Em termos de rendimento (produção por hectare), destacaram-se os cultivos de milho e soja. É importante retratar que, ao longo dos últimos cinquenta anos, o Brasil transformou-se em termos produtivos. Nesse sentido, outras regiões foram incorporadas à produção, notadamente com a ocupação dos Cerrados, via investimento em pesquisa e tecnologia (Garcia e Vieira Filho, 2021). Por esse motivo, o comportamento do estado de São Paulo não evoluiu de forma a manter a liderança produtiva no setor agropecuário. São Paulo é também o maior centro financeiro e industrial do país, o que aumenta a concorrência setorial.

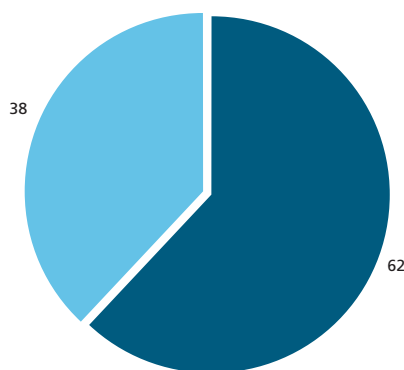
Pelo gráfico 1 e pela tabela 4, tem-se a participação do valor bruto da produção dos produtos em destaque em relação ao grupo de produtos estudados. Esses sete produtos representavam, em 1974, cerca de 62,1% do valor bruto total. Em 2020, a concentração desses produtos aumentou para algo em torno de 82,3%, o que representou variação percentual no período de 32,6%. Carne de frango, cana, soja, laranja e carne bovina ampliaram, nessa ordem, sua participação no valor bruto total pesquisado. Não obstante, café e milho diminuíram sua participação no valor bruto total.

GRÁFICO 1

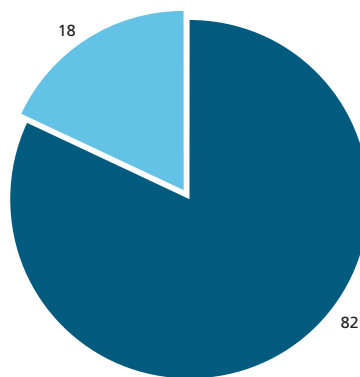
**Participação dos principais produtos – estado de São Paulo (1974 e 2020)**

(Em %)

1A – 1974



1B – 2020



■ Cana, milho, soja, café, laranja, carne bovina e carne de frango  
■ Demais produtos

Fonte: Dados da pesquisa.  
Elaboração do autor.

TABELA 4

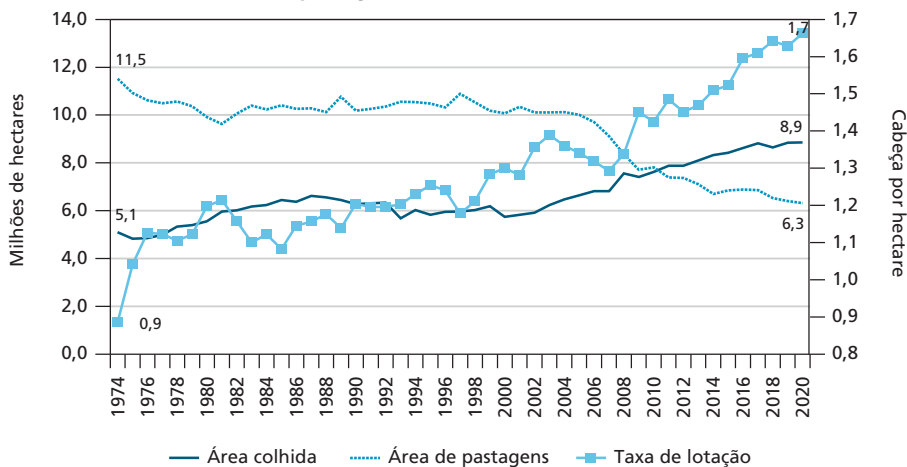
**Participação do valor bruto da produção de produtos selecionados no valor bruto total da produção dos 21 produtos estudados – estado de São Paulo**  
(Em %)

Anos	Cana	Milho	Soja	Café	Laranja	Carne bovina	Carne de frango	$\Sigma$	Demais produtos
1974	10,4	8,4	3,6	17,8	7,5	11,8	2,5	62,1	37,9
1980	19,5	5,7	3,7	13,6	8,5	10,7	3,2	64,8	35,2
1990	31,2	5,2	2,1	5,5	13,9	10,2	4,3	72,5	27,5
2000	33,1	6,5	3,4	3,5	6,3	13,5	9,1	75,2	24,8
2010	42,3	3,7	2,5	3,0	12,2	12,6	8,2	84,5	15,5
2020	35,8	4,8	7,5	3,2	8,7	13,5	8,9	82,3	17,7
$\Delta\%$ entre 2020 e 1974	242,6	-43,3	107,9	-82,1	16,0	14,5	260,1	32,6	-53,4

Fonte: Dados da pesquisa.  
Elaboração do autor.

No que se refere ao conjunto de fatores produtivos da agropecuária paulista, o gráfico 2 apresenta o uso da terra no estado. De um lado, há redução da área de pastagens. De outro, observa-se aumento da área colhida com uso agrícola. De 1974 a 2020, a área colhida expandiu-se a uma taxa anual de crescimento de 1,2%. Em relação à área de pastagens, tem-se decréscimo anual de -1,3% nesse período. Porém, ao dividir todo o período em dois momentos, de 1974 a 1990, a taxa de decréscimo da área de pastagens ficou em torno de -0,8%, enquanto, de 1990 a 2020, o indicador acentuou a queda para -1,6%. Ao longo do período analisado, a taxa de lotação saiu de 0,9 para 1,7 cabeças por hectare, o que sinalizou forte intensificação da pecuária bovina no estado de São Paulo. Para um comparativo, a taxa de lotação média do Brasil está em torno de 1,1 cabeças por hectare. A tendência de aumentar a área destinada para plantio e, simultaneamente, de substituir por área de pastagens também foi observada no contexto nacional; porém, no âmbito regional, devido à capacidade de incorporar novas tecnologias e processos produtivos, essa dinâmica estadual foi mais intensa.

GRÁFICO 2  
Área colhida e área de pastagens – estado de São Paulo (1974-2020)



Fonte: Dados da pesquisa.  
Elaboração do autor.

No que tange ao contexto do estoque de capital, os tratores agrícolas apresentam-se como uma boa referência de indicador setorial. Segundo os dados censitários de vários anos (tabela 5), a mecanização vem aumentando no Brasil e no estado de São Paulo. Contudo, as taxas de crescimento do Brasil foram muito mais elevadas que em São Paulo, nos dois períodos analisados (de 1970 a 1985 e de 1985 a 2017). No passado, São Paulo mostrava-se como a principal região mecanizada do país, participando com quase a metade (40,5%) da frota nacional de tratores. No período mais recente, essa participação caiu, chegando a 14,3% do total de tratores agrícolas existentes no Brasil. Entre 1970 e 1985, houve crescimento anual da frota de São Paulo de 5,9%. Entretanto, de 1985 a 2017, a taxa reduziu-se drasticamente, ficando em torno de 0,3%. Os números censitários são indicativos do comportamento da frota estimada de máquinas agrícolas, como se observará em seguida.

TABELA 5  
Tratores agrícolas – Brasil e estado de São Paulo  
5A – Número de tratores e participação estadual

Anos	Brasil	São Paulo	Participação estadual (%)
1970	165.870	67.213	40,5
1975	323.113	101.359	31,4
1980	545.205	138.739	25,4
1985	665.280	159.625	24,0
1995	803.742	170.573	21,2
2006	820.718	145.346	17,7
2017	1.229.907	175.459	14,3

**5B – Taxa de crescimento (%)**

Anos	Brasil	São Paulo	Participação estadual
1970-1985	9,7	5,9	-3,4
1985-2017	1,9	0,3	-1,6

Fonte: Censos Agropecuários (IBGE, 2023a).  
Elaboração do autor.

De acordo com a tabela 6, tem-se a evolução do trabalho formal, das máquinas agrícolas, do consumo de fertilizantes e do uso de defensivos na produção agropecuária do estado de São Paulo. Nota-se que, ao avaliar o crescimento dessas variáveis em dois períodos distintos (1974 a 1990 e 1990 a 2020), o número de trabalhadores, o consumo de fertilizantes e o uso de defensivos apresentaram crescimento no segundo período. Apenas as máquinas agrícolas diminuíram nesse período mais recente, seguindo a tendência de queda da participação de tratores nas informações censitárias já apresentadas. Cabe ressaltar que as séries históricas de trabalho (1985-2020) e defensivos (2000-2017) foram estimadas e projetadas para todo o período estudado (1974-2020). Por esse motivo e por tratar-se de longos períodos, é preciso avaliar esse comportamento com parcimônia.

**TABELA 6****Evolução do trabalho formal, máquinas agrícolas, fertilizantes e defensivos – estado de São Paulo****6A – Insumos produtivos**

Anos	Trabalho (1 mil)	Máquinas (1 mil)	Fertilizantes (1 mil toneladas)	Defensivos (1 mil toneladas)
1974	170,6	63,7	472,1	92,4
1980	150,1	110,6	610,0	80,5
1990	129,7	118,5	936,7	49,7
2000	312,9	89,5	1194,2	129,3
2010	331,4	72,3	1389,7	311,6
2020	313,3	79,1	1942,8	337,2

**6B – Taxa de crescimento (%)**

Anos	Trabalho	Máquinas	Fertilizantes	Defensivos
1974-1990	-1,7	3,9	4,4	-3,8
1990-2020	3,0	-1,3	2,5	6,6

Fonte: Dados da pesquisa.  
Elaboração do autor.

A tabela 7 mostra a participação percentual de cada insumo no custo total. Pelo observado, terra e trabalho são os fatores produtivos mais caros. No que se refere ao fator terra, a participação da área colhida vem aumentando sua representatividade, em detrimento da queda da parcela de custo relacionada às pastagens.

Em relação ao fator trabalho, há ligeira elevação da participação de custo. Enquanto o fertilizante se manteve com praticamente a mesma participação nos custos (algo em torno de 10,1% no período), capital e defensivos aumentaram sua relevância no custo total ao longo do tempo. Em 1974, capital representava menos de 1% do custo total e defensivos, apenas 3%. Em 2020, capital já constituía 8,8%, enquanto defensivos, 12,3%.

**TABELA 7**  
**Participação do custo de insumos selecionados no custo total de produção – estado de São Paulo**  
(Em %)

Anos	Terra	Pasto	Trabalho	Capital	Fertilizantes	Defensivos	Σ
1974	29,7	33,9	23,1	0,4	10,0	3,0	100,0
1980	30,7	35,6	21,5	0,5	9,4	2,3	100,0
1990	33,7	35,6	16,3	1,4	11,4	1,6	100,0
2000	20,1	21,2	36,5	8,4	10,9	2,9	100,0
2010	23,8	16,2	33,5	6,4	9,9	10,2	100,0
2020	31,1	12,7	26,1	8,8	9,0	12,3	100,0
Média	28,2	25,8	26,2	4,3	10,1	5,4	100,0

Fonte: Dados da pesquisa.  
Elaboração do autor.

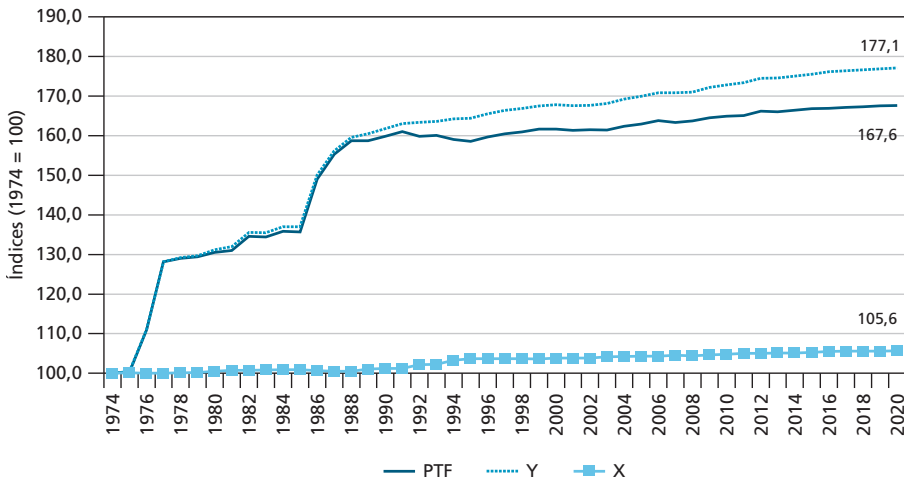
Diante da organização de todas as bases estatísticas de produção e insumos, foi possível mensurar o índice *translog* da produtividade, o qual buscou verificar o comportamento da relação entre o índice de produto e o de insumos. O gráfico 3 apresenta a evolução da PTF para o setor agropecuário paulista de 1974 a 2020. De um lado, o índice de produto cresceu 77,1%. De outro, o índice de insumos expandiu-se somente 5,6%. Essa discrepância entre crescimento de produto e insumos proporcionou crescimento da produtividade de 67,6%, a qual é estimada de forma residual – ou seja, o que não se explica pelo crescimento dos insumos é elucidado pela tecnologia. Deve-se observar que o formato parabólico com concavidade para baixo condiz com a realidade econômica do estado de São Paulo, uma vez que essa região tem um setor mais competitivo e moderno no que concerne ao resto do país. Em última análise, a PTF analisa a relação entre a renda bruta (produção) e os custos totais (insumos). No limite, em ambiente competitivo, a renda líquida neste sistema tenderia a 0, e, assim, com o passar do tempo, a taxa de crescimento da PTF se tornaria cada vez menor.<sup>10</sup>

10. Mudanças tecnológicas podem acontecer, o que deslocaria a curva de produção. Não obstante, o raciocínio aqui presente é entender que São Paulo é a região mais avançada do país e, por esse motivo, a competição entre os agentes é mais acirrada. Assim sendo, espera-se que o comportamento observado seja próximo de uma situação microeconômica de lucro igual a 0.



GRÁFICO 3

**Evolução dos índices de produtividade, produção e insumos – estado de São Paulo (1974-2020)**



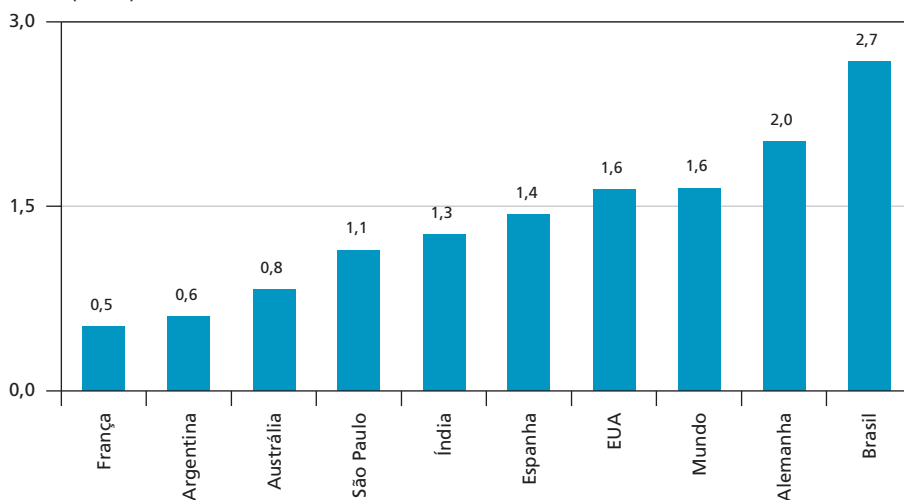
Fonte: Dados da pesquisa.  
Elaboração do autor.

Esse comportamento observado para o estado de São Paulo é razoável, quando se comparam países que já possuem um setor agropecuário bastante competitivo, que é o caso americano e de alguns países europeus (gráfico 4). Em um comparativo internacional,<sup>11</sup> de 1974 a 2020, São Paulo observou taxa de crescimento da PTF da ordem de 1,1% ao ano (a.a.),<sup>12</sup> enquanto países como Estados Unidos, Espanha e Índia tiveram crescimento desse indicador de 1,6%, 1,4% e 1,3%, respectivamente. Brasil e Alemanha tiveram taxa de crescimento da PTF superior à média mundial, enquanto Austrália, Argentina e França apresentaram crescimento menor que o estado de São Paulo; todos abaixo da média mundial. A PTF poderia ser, então, interpretada como uma medida de imperfeições de mercado, com taxa de crescimento menor em regiões mais competitivas. Quanto maior for a taxa de crescimento, há indícios de que a absorção tecnológica seja desigual para todos os agentes, e, portanto, tem-se uma distorção no acesso das novas tecnologias.

11. A comparação aqui pode ser feita, uma vez que os estudos se basearam em medidas não paramétricas, baseadas no índice *translog*. Para análises que mostram um comparativo entre países, ver Fuglie, Wang e Ball (2012) e Alcantara, Vieira Filho e Gasques (2021).

12. Gasques *et al.* (2014) estimaram a PTF para o estado de São Paulo e observaram taxas de crescimento mais elevadas, de 2,6%, de 2000 a 2009, e de 2,7%, de 2000 a 2017. Relativamente, o que esses resultados mostraram foi que, com o passar do tempo, o crescimento da PTF no estado de São Paulo é cada vez mais lento, o que se notou nos resultados aqui apresentados, embora a taxa de crescimento tenha sido bem menor. Alguns setores, tais como os de produções agroflorestais, frutas e outras atividades perenes, têm se tornado cada vez mais relevantes no estado de São Paulo. Por essa razão, as estimativas da PTF precisariam abranger mais setores, para que houvesse maior convergência dos resultados encontrados com outros estudos.

GRÁFICO 4  
Crescimento da PTF – países e estado de São Paulo (1974-2020)  
(Em %)



Fonte: Dados da pesquisa e do USDA (2019).  
Elaboração do autor.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo é uma tentativa de mensurar a PTF no estado de São Paulo de 1974 a 2020. São diversas variáveis que podem interferir na produtividade, tais como: a pesquisa básica e aplicada; os efeitos de transbordamentos (*spillovers*) dos investimentos domésticos e estrangeiros; a extensão rural pública e a assistência técnica privada; a capacitação humana; as questões de escala produtiva; e, sem dúvida, muitas outras influências, como o comércio externo e as condições climáticas e geográficas. Não é surpreendente que estimativas confiáveis sejam difíceis de obter, com tanta transformação envolvida ao longo do tempo, assim como a complexidade da evolução das diferentes variáveis envolvidas.

O estudo detalhou, primeiramente, os pressupostos, os procedimentos e as fontes de dados. Foi necessário um grande esforço de organização de diferentes bases de dados, quantidades e preços por produtos e insumos. Em seguida, foi estimada a PTF da agropecuária no estado de São Paulo, uma das regiões mais dinâmicas no agronegócio brasileiro. Os resultados mostraram que o crescimento do produto (77,1%) foi muito acima do crescimento dos insumos (5,6%), o que representou crescimento da produtividade de 67,6%.

No período 1974-2020, em um comparativo internacional, a taxa de crescimento da PTF do estado de São Paulo (1,1% a.a.) ficou bem abaixo da nacional

(de 2,7% a.a.), assim como da média mundial (1,6% a.a.). Não obstante, entendendo a medida da PTF como um indicador de imperfeições de mercado, para o estado de São Paulo, o baixo crescimento está associado a um mercado mais competitivo, em que todo o conhecimento cristalizado nos insumos é extraído pela maioria dos produtores.

Pode-se acrescentar a diferença conceitual existente entre o valor da PTF e sua taxa de crescimento. A taxa de crescimento anual da PTF, em regiões que já apresentam um indicador de PTF maior, é menor, a não ser que ocorra uma mudança tecnológica, que altere significativamente o padrão de produção.

Não há dúvidas que a mensuração da PTF em uma região seja importante, ainda mais quando esta é considerada fronteira do conhecimento agropecuário. Esse é o caso do estado de São Paulo. O comparativo da evolução da PTF estadual com a nacional pode trazer reflexões acerca do que o indicador sinaliza. Quanto maior a heterogeneidade da estrutura produtiva, a incorporação de progresso técnico pode representar maior crescimento da PTF. Contudo, baixo crescimento desse indicador não necessariamente representa estrutura produtiva pouco moderna e avançada. Para futuras análises, é interessante mostrar que variáveis – como ciência e tecnologia, extensão rural, capacitação de recursos humanos, bem como fomento à pesquisa – influenciam a dinâmica de crescimento da produtividade no estado e no país.

## REFERÊNCIAS

- ALCANTARA, I. R.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. Farming production in Brazil: innovation and land-sparing effect. **International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering**, v. 15, n. 10, p. 93-100, 2021.
- ALENE, A. D. Productivity growth and the effects of R&D in African agriculture. **Agricultural Economics**, v. 41, n. 3-4, p. 223-238, 2010.
- ALVES, E. R. A. Embrapa: a successful case of institutional innovation. **Revista de Política Agrícola**, ano 19, p. 64-72, 2010. Edição espacial.
- ALVES, E.; SOUZA, G. S.; OLIVEIRA, C. A. V. Desempenho de estabelecimentos do Pronaf. In: ALVES, E. (Org.). **Migração rural-urbana, agricultura familiar e novas tecnologias**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. p. 151-175. (Coletânea de artigos revistos).
- ARAÚJO, P. F. C. *et al.* Produtividade total dos fatores de produção na agricultura paulista e os investimentos públicos em capital humano. In: ARAÚJO, P. F. C.; NICOLELLA, A. C. (Org.). **Contribuição da Fapesp ao desenvolvimento da agricultura do estado de São Paulo**. São Paulo: Fapesp, 2018. p. 357-395.

- BARROS, A. L. M. **Capital, produtividade e crescimento da agricultura: o Brasil de 1970 a 1995**. 1999. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.
- BRAGA, M. J.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; FREITAS, C. O. Impactos da extensão rural na renda produtiva. *In*: VIEIRA FILHO, J. E. R. (Org.). **Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira**. Brasília: Ipea, 2019. p. 137-160.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agrostat**: estatísticas de comércio exterior do agronegócio brasileiro. Brasília: Mapa, 2022. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/AGROSTAT.html>.
- COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Innovation and learning: the two faces of R&D. **The Economic Journal**, v. 99, n. 397, p. 569-596, 1989.
- COLLIER, P.; DERCON, S. African agriculture in 50 years: smallholders in a rapidly changing world? **World Development**, v. 63, p. 92-101, nov. 2014.
- DIEWERT, W. E. Superlative index numbers and consistency in aggregation. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, v. 46, n. 4, p. 883-900, jul. 1978.
- FISHLOW, A.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Agriculture and industry in Brazil: innovation and competitiveness**. Nova York: Columbia Press, 2020. 244 p.
- FUGLIE, K. R&D capital, R&D spillovers, and productivity growth in world agriculture. **Applied Economic Perspectives and Policy**, v. 40, n. 3, p. 421-444, 2018.
- FUGLIE, K.; WANG, S. L.; BALL, V. E. (Ed.). **Productivity growth in agriculture: an international perspective**. Oxfordshire: CAB International, 2012.
- GARCIA, J. R.; VIEIRA FILHO, J. E. R. A nova geografia da agropecuária brasileira e os desafios logísticos. **Confins**, n. 50, p. 1-14, 2021.
- GASQUES, J. G.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R. **Crescimento e produtividade da agricultura brasileira**. Brasília: Ipea, 1997. (Texto para Discussão, n. 502).
- GASQUES, J. G. *et al.* Total factor productivity in Brazilian agriculture. *In*: FUGLIE, K. O.; WANG, S. L.; BALL, V. E. (Ed.). **Productivity growth in agriculture: an international perspective**. Oxfordshire: CAB International, 2012. p. 145-162.
- GASQUES, J. G. *et al.* Produtividade da agricultura: resultados para o Brasil e estados selecionados. **Revista de Política Agrícola**, v. 23, n. 3, p. 87-98, 2014.
- GASQUES, J. G. *et al.* Crescimento e produtividade da agricultura brasileira. *In*: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: cem anos de Censo Agropecuário**. Brasília: Ipea, 2020. p. 107-120.

HAYAMI, Y.; RUTTAN, V. W. **Agricultural development**: an international perspective. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1985.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censos Agropecuários – vários anos**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023a. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Trimestral de Abate de Animais**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023c. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/>.

IEA – INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Dados de levantamento agropecuários**. São Paulo: IEA, 2022. Disponível em: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/Bancodedados.php>.

PASTORE, A. C. **Erros do passado, soluções para o futuro**: a herança das políticas econômicas brasileiras do século XX. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2021. 343 p.

RADA, N. E.; FUGLIE, K. O. New perspectives on farm size and productivity. **Food Policy**, v. 84, p. 147-152, abr. 2019.

RUTTAN, V. W. **Technology, growth, and development**: an induced innovation perspective. Nova York: Oxford University Press, 2001. 656 p.

THIRTLE, C.; PIESSE, J.; SCHIMMELPFENNIG, D. Modeling the length and shape of the R&D lag: an application to UK agricultural productivity. **Agricultural Economics**, v. 39, n. 1, p. 73-85, 2008.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Economic research service agricultural total factor productivity growth indices for individual countries/territories, 1961-2016**. Washington: USDA, 2019.

VIEIRA FILHO, J. E. R. Heterogeneidad estructural de la agricultura familiar en el Brasil. **Revista Cepal**, v. 111, p. 103-121, dez. 2013.

VIEIRA FILHO, J. E. R. **O desenvolvimento da agricultura do Brasil e o papel da Embrapa**. Brasília: Ipea, 2022. (Texto para Discussão, n. 2748).

VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil**: cem anos de Censo Agropecuário. Brasília: Ipea, 2020. 407 p.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; SILVEIRA, J. M. F. J. Competências organizacionais, trajetória tecnológica e aprendizado local na agricultura: o paradoxo de Prebisch. **Economia e Sociedade**, v. 25, n. 3, p. 599-630, dez. 2016.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G.; RONSOM, S. Inovação e expansão agropecuária brasileira. *In*: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil**: cem anos de Censo Agropecuário. Brasília: Ipea, 2020. p. 121-134.

Data da submissão em: 10 fev. 2023.

Primeira decisão editorial em: 8 abr. 2023.

Última versão recebida em: 26 jun. 2023.

Aprovação final em: 7 jul. 2023.